

ЭНЦИКЛОПЕДИЯ ФИНАНСОВОГО РИСК-МЕНЕДЖМЕНТА

Под ред. А. А. Лобанова и А. В. Чугунова

а л ь п и н а п а б л и ш е р

Москва
2003

УДК 336.7(031)
ББК 65.262я2
368

Книга издана при содействии компании PIO GLOBAL

Авторы: канд. физ.-мат. наук, проф. В. Е. Барбаумов (гл. 1, 2),
канд. экон. наук, доц. М. А. Рогов (гл. 3), канд. экон. наук Д. Ф. Щукин (гл. 4),
Н. Ю. Ситникова (гл. 5), П. В. Бурков (гл. 6), канд. экон. наук С. Н. Тихомиров (гл. 7),
А. А. Лобанов (введение, гл. 8, 9), канд. экон. наук С. В. Замковой (гл. 9, 10),
магистр экономики В. К. Шпрингель (гл. 10), канд. техн. наук Д. Ю. Голембиовский (гл. 11)

Под общей редакцией А. А. Лобанова, А. В. Чугунова

Э 68 Энциклопедия финансового риск-менеджмента/Под ред. А. А. Лобанова и А. В. Чугунова. — М: Альпина Паблишер, 2003. — 786 с.

ISBN 5-94599-098-1

Эта книга — первое в России издание учебно-энциклопедического характера, в котором в соответствии с международными стандартами освещаются основные вопросы финансового риск-менеджмента. Подробно рассмотрены современные методы количественной оценки и управления рыночными, кредитными, операционными рисками и рисками рыночной ликвидности. Дан систематизированный обзор методов количественного анализа, используемых в риск-менеджменте, моделей ценообразования и стратегий применения производных финансовых инструментов.

Книга предназначена для профессионалов, непосредственно занимающихся оценкой и управлением рисками, преподавателей, студентов и аспирантов экономических факультетов вузов. Она также может использоваться для подготовки к сдаче международных экзаменов по финансовому риск-менеджменту на получение сертификатов Financial Risk Manager (FRM[®]) и Professional Risk Manager (PRM[®]).

УДК 336.7(031)
ББК 65.262я2

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельца авторских прав.

ISBN 5-94599-098-1

© НП «Исследовательская Группа
«РЭА — Риск-Менеджмент», 2003
© Альпина Паблишер, оформление 2003

Содержание

Предисловие	IX
Введение	XII

I. КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ (В. Е. Барбаумов)

1.1. Введение	1
1.2. Будущая стоимость денежного потока	2
1.3. Приведенная стоимость денежного потока	5
1.4. Внутренняя доходность финансовых инструментов	7
1.5. Котируемая цена купонных облигаций	11
1.6. Цена купонных облигаций	14
1.7. Оценка доходности облигаций	16
1.7.1. Текущая доходность	16
1.7.2. Доходность к погашению	16
1.7.3. Доходность к отзыву	17
1.7.4. Доходность к продаже	19
1.7.5. Маржа дисконтирования	19
1.8. Оценка доходности портфелей облигаций	20
1.8.1. Средневзвешенная доходность портфеля облигаций	20
1.8.2. Внутренняя доходность портфеля облигаций	21
1.9. Кривые рыночных доходностей	21
1.10. Предполагаемые форвардные ставки	26
1.11. Относительное изменение цены купонной облигации	29
1.12. Цена базисного пункта	32
1.13. Дюрация финансовых инструментов	34
1.14. Модифицированная дюрация портфеля облигаций	39
1.15. Приложения дюрации	41
1.15.1. Обмен облигаций	41
1.15.2. Иммунизация портфеля облигаций	42
1.16. Выпуклость финансовых инструментов	43
1.17. Выпуклость портфеля облигаций	47
1.18. Множества. Операции над множествами	50
1.19. Вероятностное пространство	53
1.20. Дискретные случайные величины	55
1.21. Непрерывные случайные величины	60
1.22. Важнейшие виды распределений случайных величин	66
1.22.1. Нормальное распределение	66
1.22.2. Логарифмически нормальное (логнормальное) распределение	70
1.22.3. Распределение χ^2 (хи-квадрат)	72
1.22.4. Распределение Стьюдента	74
1.23. Расчет волатильности финансовых показателей на основе исторических данных	76
1.24. Элементы регрессионного анализа	78
1.25. Метод имитационного моделирования Монте-Карло	82
1.26. Случайные процессы и их основные характеристики	86
1.27. Важнейшие виды случайных процессов	89
1.27.1. Случайное блуждание	89
1.27.2. Биномиальная модель	91
1.27.3. Винеровский случайный процесс	92
1.28. Понятие о стохастических дифференциальных уравнениях	93
Литература	96

II. РЫНКИ ПРОИЗВОДНЫХ ФИНАНСОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ (В. Е. Барбаумов)

2.1. Введение	97
2.2. Форвардные контракты и их основные характеристики	98

2.3.	Форвардная цена финансовых активов	101
2.3.1.	Форвардная цена активов, не приносящих доходов	101
2.3.2.	Форвардная цена активов, приносящих известные доходы	102
2.3.3.	Форвардная цена активов, обладающих постоянной дивидендной доходностью	104
2.4.	Форвардная цена товаров	105
2.5.	Фьючерсные контракты	107
2.6.	Фьючерсные и форвардные цены активов	110
2.7.	Спекулятивные стратегии на фьючерсных рынках	111
2.8.	Фьючерсы на казначейские векселя. Процентный арбитраж	114
2.9.	Фьючерсные контракты на краткосрочные процентные ставки	117
2.10.	Фьючерсные контракты на казначейские облигации	118
2.11.	Хеджирование позиций по базисным активам с помощью фьючерсных контрактов	120
2.12.	Хеджирование портфелей облигаций против процентного риска	122
2.13.	Фондовые индексы. Фьючерсные контракты на фондовые индексы	125
2.14.	Процентные свопы	128
2.15.	Оценка стоимости процентных свопов	131
2.16.	Валютные свопы	134
2.17.	Опционы и их основные характеристики	137
2.18.	Арбитражные соотношения для европейских опционов	140
2.19.	Основные арбитражные утверждения об американских опционах	143
2.20.	Основные стратегии с использованием европейских опционов	144
2.20.1.	Простейшие стратегии	144
2.20.2.	Спреды опционов	147
2.20.3.	Комбинации опционов	150
2.21.	Простейшая модель оценки производных финансовых инструментов «европейского типа»	151
2.22.	Биномиальная модель для оценки стоимости производных финансовых инструментов	154
2.23.	Формулы Блэка-Шоулза	161
2.24.	Дельта-хеджирование	168
2.25.	Гамма-хеджирование	173
2.26.	Коэффициенты тета, ро и вега	176
2.27.	Специальные виды опционов	179
2.27.1.	Опцион на обмен активами	179
2.27.2.	Бинарные опционы	180
2.27.3.	Азиатские опционы	181
2.27.4.	Барьерные опционы	181
2.27.5.	Бермудские опционы	182
2.28.	Финансовые инструменты, производные от процентных ставок	182
2.28.1.	Кэпы, флоры и коллары	182
2.28.2.	Опционы на купонные облигации	183
2.28.3.	Свопционы	184
2.28.4.	Облигации со встроенными опционами	184
2.29.	Биномиальная модель эволюции процентной ставки	185
2.30.	Оценка стоимости облигаций со встроенными опционами	191
2.31.	Меры риска для облигаций со встроенными опционами	197
2.32.	Модели временной структуры процентных ставок с непрерывным временем	200
	Литература	202

III. УПРАВЛЕНИЕ РЫНОЧНЫМИ РИСКАМИ (М. А. Рогов)

3.1.	Введение	203
3.2.	Рыночные риски: определения и классификация	204
3.3.	Портфельный подход и система управления рисками	205
3.4.	Тактический и стратегический риск-менеджмент	206
3.5.	Измерение риска	215
3.6.	Доходность и волатильность	218

3.7. Коэффициенты бета и альфа	228
3.8. Разрывы срочной структуры как мера процентного риска и риска потери ликвидности	229
3.9. Дюрация и иммунизация портфеля	233
3.10. Показатели риска производных финансовых инструментов	236
3.11. Управление рыночным риском портфеля производных финансовых инструментов	238
3.12. Показатель <i>value at risk</i> (VaR)	246
3.13. Верификация моделей расчета VaR по историческим данным	250
3.14. Дельта-нормальный метод	251
3.14.1. VaR для одного актива	252
3.14.2. VaR для диверсифицированного портфеля	253
3.15. Дельта-гамма-вега-приближение	264
3.16. Метод исторического моделирования	266
3.17. Метод Монте-Карло	268
3.17.1. Метод Монте-Карло для одного фактора риска	269
3.17.2. Метод Монте-Карло для портфеля активов	271
3.18. Сравнительный анализ методов расчета VaR	272
3.19. Предельный VaR, VaR приращения и относительный VaR	273
3.20. Выбор параметра сглаживания λ в методе RiskMetrics	277
3.21. Модели авторегрессионной условной гетероскедастичности	285
3.22. После VaR: иные меры риска	287
3.23. Современные проблемы риск-менеджмента в России	291
Литература	292
Приложение. Особенности управления рисками в крупной российской корпорации	295

IV. УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ ЛИКВИДНОСТИ (Д. Ф. Щукин)

4.1. Введение	299
4.2. Актуальность риска ликвидности в свете тенденций развития мировой финансовой системы	300
4.3. Понятие ликвидности и ее характеристики	301
4.3.1. Пример количественной оценки ликвидности рынка	304
4.3.2. Динамика ликвидности	307
4.3.3. Факторы ликвидности рынка	308
4.3.4. Рекомендации по созданию ликвидного рынка	310
4.4. Риск ликвидности	310
4.4.1. Пример учета риска ликвидности при оценке рыночного риска	314
4.5. Риск неплатежеспособности	318
4.6. Рекомендации	320
Литература	320

V. УПРАВЛЕНИЕ КРЕДИТНЫМИ РИСКАМИ (Н. Ю. Ситникова)

5.1. Введение	323
5.2. Понятие кредитного риска	324
5.3. Финансовые институты и инструменты, подверженные кредитному риску	328
5.4. Показатели кредитного риска	329
5.5. Кредитное событие	330
5.6. Классический анализ кредитоспособности заемщика	331
5.7. Понятие кредитного рейтинга	335
5.7.1. Системы внутренних кредитных рейтингов	337
5.8. Общая характеристика моделей оценки кредитного риска	338
5.8.1. «Внутренний» и «рыночный» подходы к оценке кредитного риска	340
5.9. Модели оценки кредитоспособности на основе бухгалтерских данных	342
5.9.1. Z-модель Альтмана	342
5.9.2. Модель ZETA	346
5.10. Основные составляющие кредитного риска	347
5.11. Дефолт	349
5.11.1. Дефолт предприятия-контрагента	349

5.11.2.	Дефолт государства	350
5.11.3.	Методы оценки вероятности дефолта	351
5.12.	Актuarные методы оценки вероятности дефолта	351
5.12.1.	Оценка вероятности дефолта на основе статистики дефолтов по облигациям	351
5.13.	Рыночные методы оценки вероятности дефолта	357
5.13.1.	Оценка вероятности дефолта на основе рыночных цен облигаций	357
5.13.2.	Оценка вероятности дефолта на основе рыночных цен акций	360
5.14.	Подверженность кредитному риску	371
5.15.	Потери в случае дефолта. Уровень восстановления	376
5.16.	Оценка риска дефолта для портфеля активов	379
5.17.	Миграция кредитных рейтингов	384
5.18.	Модели оценки кредитного риска портфеля	389
5.18.1.	Основные характеристики моделей оценки кредитного риска портфеля	390
5.18.2.	Модель CreditMetrics	392
5.18.3.	Модель KMV Portfolio Manager	395
5.18.4.	Модель CreditRisk+	396
5.18.5.	Модель Credit Portfolio View	397
5.19.	Ценообразование кредитных продуктов	398
5.20.	Страновой риск	402
5.20.1.	Политический риск	402
5.20.2.	Экономический риск	404
5.20.3.	Рейтинговые системы стран	408
5.21.	Управление кредитными рисками	410
5.21.1.	Процесс управления кредитными рисками	410
5.21.2.	Кредитная стратегия	411
5.21.3.	Основные способы управления кредитным риском	413
5.22.	Кредитные производные инструменты	419
5.22.1.	Понятие кредитного производного инструмента	419
5.22.2.	Виды кредитных производных инструментов	421
5.22.3.	Методы оценки стоимости кредитных производных инструментов	427
5.22.4.	Риски кредитных производных инструментов	430
5.22.5.	Преимущества и недостатки кредитных производных инструментов	432
	Литература	433

VI. УПРАВЛЕНИЕ ОПЕРАЦИОННЫМИ РИСКАМИ (П. В. Бурков)

6.1.	Введение	439
6.2.	Определения операционного риска	440
6.3.	Классификация операционных рисков	442
6.4.	Основные подходы к управлению операционными рисками	444
6.5.	Способы управления операционным риском	450
6.5.1.	Система внутреннего контроля за операционными рисками	450
6.5.2.	Порядок осуществления операций на финансовых рынках	453
6.5.3.	Использование информационных систем при осуществлении финансовых операций	456
6.6.	Методы оценки и управления операционным риском, предложенные в Новом Базельском соглашении по капиталу	460
6.6.1.	Подход на основе базового индикатора	460
6.6.2.	Стандартный подход	461
6.6.3.	Передовые подходы к оценке операционных рисков	464
6.7.	Управление операционными рисками в российской практике	469
	Литература	473
	Приложение. Классификация операционных рисков по источникам их возникновения	475

VII. УПРАВЛЕНИЕ БУХГАЛТЕРСКИМИ, НАЛОГОВЫМИ И ЮРИДИЧЕСКИМИ РИСКАМИ ОПЕРАЦИЙ С ПРОИЗВОДНЫМИ ИНСТРУМЕНТАМИ (С. Н. Тухомиров)

7.1.	Введение	483
7.2.	Управление бухгалтерскими рисками	484

7.2.1.	Оценка открытых позиций по рыночной стоимости	485
7.2.2.	Хеджирующие и спекулятивные сделки	486
7.2.3.	Учет операций со свопами	489
7.2.4.	Международные и национальные стандарты учета сделок с производными финансовыми инструментами	491
7.3.	Управление налоговыми рисками	495
7.4.	Управление юридическими рисками	502
7.4.1.	Основные этапы стандартизации документации по свопам	503
7.4.2.	Типовое соглашение ISDA об основных условиях свопов 1992 г.	505
7.4.3.	Риски использования типового соглашения об основных условиях свопа	511
7.4.4.	Международное регулирование рынков производных финансовых инструментов	513
	Литература	515

VIII. ИНТЕГРИРОВАННЫЙ РИСК-МЕНЕДЖМЕНТ НА УРОВНЕ ПРЕДПРИЯТИЯ (А. А. Лобанов)

8.1.	Введение	517
8.2.	Теоретические основания и этапы эволюции финансового риск-менеджмента	520
8.3.	Парадигма риск-менеджмента на уровне предприятия	527
8.4.	Организационное сопровождение	529
8.5.	Концепция экономической добавленной стоимости	535
8.5.1.	Понятие экономической прибыли и способы ее максимизации	535
8.5.2.	Системы мотивации руководящего персонала на основе показателя EVA	540
8.6.	Понятие экономического капитала	547
8.7.	Скорректированная на риск рентабельность капитала	557
8.7.1.	Этапы и параметры расчета RAROC	559
8.7.2.	Применение RAROC	568
8.7.3.	Достоинства и недостатки RAROC	570
8.8.	Подходы к размещению капитала по направлениям деятельности	573
8.8.1.	Подход на основе аналогий	574
8.8.2.	Подход на основе равной вероятности банкротства	576
8.8.3.	Подход на основе равномерного масштабирования требований к капиталу	579
8.8.4.	Подход на основе внутренних коэффициентов бета	581
8.8.5.	Подход на основе концепции предельного капитала	586
8.8.6.	Сравнение различных подходов к размещению капитала	589
8.9.	Проверка на устойчивость (стресс-тестирование)	590
8.9.1.	Понятие и виды стресс-тестирования	590
8.9.2.	Требования регулирующих органов к проведению стресс-тестирования	600
8.9.3.	Преимущества и недостатки стресс-тестирования	602
8.10.	Риск неадекватности модели (модельный риск)	603
8.10.1.	Основные источники риска неадекватности моделей расчета VaR	606
8.10.2.	Основные способы снижения модельного риска	609
	Литература	613

IX. РЕГУЛИРОВАНИЕ РИСКОВ БАНКОВСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ (А. А. Лобанов, С. В. Замковой)

9.1.	Введение	619
9.2.	Международные стандарты банковского капитала. Базельское соглашение по капиталу 1988 г.	623
9.2.1.	Состав и структура банковского капитала	624
9.2.2.	Взвешивание по риску активов и забалансовых статей	626
9.2.3.	Минимальный норматив достаточности капитала	631
9.2.4.	Критика Базельского соглашения по капиталу 1988 г.	632

9.3. Дополнение к Базельскому соглашению по капиталу с целью включения в него рыночных рисков	634
9.4. Стандартный подход	637
9.4.1. Процентный риск	637
9.4.2. Фондовый риск	643
9.4.3. Валютный риск	644
9.4.4. Товарный риск	645
9.4.5. Риск операций с опционами	647
9.4.6. Преимущества и недостатки стандартного подхода	650
9.5. Подход на основе внутренних моделей банков	651
9.5.1. Качественные критерии	651
9.5.2. Количественные критерии	653
9.5.3. Верификация моделей расчета VaR по историческим данным	654
9.5.4. Преимущества и недостатки подхода на основе внутренних моделей	659
9.6. Минимальные требования к достаточности капитала с учетом кредитного и рыночного рисков	661
9.7. Подход на основе предварительных обязательств ФРС США	663
9.7.1. Преимущества и недостатки подхода на основе предварительных обязательств	665
9.8. Директивы Европейского Союза о достаточности капитала	667
9.9. Современные проблемы и перспективы регулирования банковской деятельности. Новое Базельское соглашение по капиталу	668
9.9.1. Модифицированный стандартный подход	675
9.9.2. Подход на основе внутренних рейтингов	679
9.10. Заключение	685
Литература	685

X. МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИЕ РИСКИ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КРЕДИТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ (С. В. Замковой, В. К. Шпрингель)

10.1. Макропруденциальные индикаторы	689
10.2. Модели возникновения финансовых кризисов	691
10.2.1. Подход на основе регрессионного анализа	692
10.2.2. Метод сигналов	694
10.2.3. Вероятностный подход	695
Литература	703

XI. ОПТИМИЗАЦИЯ ПОРТФЕЛЯ ФИНАНСОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ (Д. Ю. Голембиовский)

11.1. Введение	705
11.2. Иммунизация портфеля фиксированных обязательств	706
11.2.1. Иммунизация относительно параллельного сдвига кривой доходности	706
11.2.2. Факторная иммунизация	708
11.2.3. Динамическая перестройка портфелей. Несистематические риски	708
11.3. Управление риском отдельных финансовых инструментов	710
11.3.1. Модель Марковица	710
11.3.2. Теория ожидаемой полезности	715
11.3.3. Оптимизация портфелей с опционами	720
11.3.4. Методика SPAN	721
11.4. Динамическая оптимизация портфеля	724
11.4.1. Модель управления активами и пассивами (ALM)	725
11.4.2. Результаты экспериментов. Некоторые известные системы	728
Литература	730
Указатель терминов	735
Об авторах	759

Предисловие

С проблемами управления финансовыми рисками финансовые институты сталкиваются с давних пор, однако до недавнего времени этими вопросами занимались специалисты различных бизнес-подразделений. Например, банки — при кредитовании или управлении ликвидностью, инвестиционные компании — при управлении портфелем, клиринговые организации — при обслуживании биржи — организатора торгов производными инструментами, страховые компании — практически во всей своей деятельности и т. д. В страховании этими вопросами традиционно занимались актуарии. Для остальных финансовых институтов риск-менеджмент выделился в самостоятельное направление, необходимое для ведения бизнеса, сравнительно недавно, в начале 90-х годов. До этого, в середине 80-х годов, крупные инвестиционные банки в Лондоне начали создавать подразделения по управлению рисками на уровне *derivatives desk*, т. е. отделов, занимающихся операциями с производными финансовыми инструментами. Это стало результатом возрастания сложности этих инструментов наряду с серией крахов, связанных с непониманием рисков, присущих производным, хотя сами эти инструменты были созданы в первую очередь для целей управления рисками.

С начала 90-х годов можно говорить о риск-менеджменте как о вполне сложившейся новой финансовой индустрии. Факторами, способствующими повышению роли риск-менеджмента, явились глобализация финансовых рынков, рост международной конкуренции, увеличение волатильности рынков и возрастание интенсивности дефолтов. Важную роль сыграли усилия регуляторов по поддержанию системной безопасности, в первую очередь разработанное в 1988 г. Базельским комитетом Соглашение о достаточности капитала для банков, осуществляющих международные операции. В 1996 г. появилось важное дополнение, касающееся рыночных рисков, а в настоящее время разрабатывается новое Соглашение, касающееся управления кредитными и операционными рисками, надзора и рыночной дисциплины.

Риск-менеджмент сегодня осуществляется на уровне всей компании, охватывает все стороны финансовой деятельности и выступает как стратегический инструмент оптимизации использования капитала с учетом риска, причем уже не только в финансовых институтах, но и в крупных нефинансовых корпорациях с интенсивными денежными потоками. Качество риск-менеджмента считается одним из важнейших компонентов корпоративного управления и оказывает непосредственное влияние на рыночную стоимость компании, а рейтинговые агентства, такие как *Standard & Poor's* и *Moody's*, учитывают это при определении кредитного рейтинга. Сложились стандарты индустрии, такие как показатели *VaR* (*Value-at-Risk*) или *RAROC* (*Risk-Adjusted Return on Capital*). Одним из убедительных свидетельств успеха индустрии риск-менеджмента стало увеличение количества программных продуктов по риск-менеджменту и рост их продаж.

Развитие риск-менеджмента, в свою очередь, стимулировало создание во второй половине 90-х годов производных финансовых инструментов нового типа, так называемых «кредитных производных». Их появление было бы невозможно, пока не были разработаны эффективные модели оценки кредитных рисков, явившиеся продуктом деятельности подразделений по риск-менеджменту. Основное назначение этих производных — управление кредитными рисками, отсюда и название (ранее производные позволяли управлять только рыночными рисками). Широкое распространение на практике получила секьюритизация как способ изменения профиля кредитных рисков.

Возникли международные профессиональные организации риск-менеджеров — GARP*, PRMIA**, созданы сертификационные программы с регулярными экзаменами. Разработан профессиональный кодекс этики. Сегодня риск-менеджер — престижная и высокооплачиваемая профессия, требующая хорошего экономического мышления, аналитических способностей, понимания особенностей функционирования финансовых институтов, знания финансовых рынков и финансовых инструментов, хорошего владения математическим аппаратом.

В России первые подразделения по управлению рисками стали создаваться в крупных банках в 1996–1997 гг. И те банки, которые сумели поставить риск-менеджмент в своей компании на должном уровне, извлекли из этого вполне реальную пользу — сумели выжить в жестких условиях кризиса 1998 г. (к их числу относится, например, Альфа-банк).

После кризиса риск-менеджменту стало уделяться серьезное внимание. Сегодня риск-менеджеры работают не только в крупных и средних банках, в крупных инвестиционных и страховых компаниях, но и в крупных корпорациях (таких как Аэрофлот, ГМК «Норильский никель», РОСНО). Ряд банков внедрил в практику современные технологии риск-менеджмента.

Регуляторы стали больше заниматься проблемами риск-менеджмента. Так, например, Центральный банк РФ в 1999 г. выпустил Положение № 89-П «О порядке расчета кредитными организациями размера рыночных рисков». Готовится постановление ФКЦБ по управлению финансовыми рисками профессиональными участниками фондового рынка.

В последнее время стал набирать обороты рынок производных финансовых инструментов, в частности на бирже РТС успешно торгуются фьючерсы и опционы на фьючерсы на наиболее ликвидные акции российских эмитентов и фондовые индексы. Дальнейшее развитие рынка производных финансовых инструментов, в особенности внебиржевого рынка, сдерживается недостаточной нормативной базой, приводящей к значительным юридическим рискам. Поэтому в настоящее время в Государственной Думе рассматриваются возможные поправки в законодательство и законопроект о рынке производных финансовых инструментов.

* *Global Association of Risk Professionals* — Международная ассоциация профессионалов по управлению рисками, создана в 1996 г. Более подробную информацию см. на сайте <http://www.garp.com>.

** *Professional Risk Managers' International Association* — международная профессиональная ассоциация риск-менеджеров, создана в 2002 г. Более подробную информацию см. на сайте <http://www.prmia.org>.

По данным на лето 2003 г., более 300 человек входят в российское отделение *PRMIA*. Основные направления деятельности этой организации — способствовать обмену опытом, разработке стандартов, а также сертификации и обучению. Под эгидой *PRMIA* постоянно действует научно-практический семинар*, который собирает как практиков, так и представителей академических кругов, студентов и аспирантов.

Ряд российских учебных заведений готовят риск-менеджеров и проводят курсы повышения квалификации, в том числе Государственный университет управления, РЭА им. Г. В. Плеханова, Академия народного хозяйства при Правительстве РФ, Финансовая академия при Правительстве РФ, Государственный университет — Высшая школа экономики. Поскольку требования к квалификации риск-менеджеров постоянно растут, то растет и потребность в обучении и сертификации. Некоторые российские риск-менеджеры уже успешно сдали экзамены на сертификаты *GARP* или *PRMIA*.

В этой связи очевидна необходимость пособия для риск-менеджеров на русском языке, которое бы достаточно широко охватило разные стороны практической деятельности и соответствующей теории. Предлагаемая читателю книга и является первой в таком жанре. Она появилась во многом благодаря самоотверженным усилиям Алексея Лобанова, который взял на себя нелегкий труд по ее редактированию.

Обучить риск-менеджера — дело нелегкое. Для риск-менеджеров, например, полезны углубленные знания по теории вероятностей, математической статистике, теории случайных процессов, исследованию операций. Желательно владеть основами банковского дела, страхования, инвестиционного анализа, корпоративных финансов, анализа финансовой отчетности, налогообложения и т. д. Поэтому претендовать на полное покрытие всей тематики, связанной с управлением рисками, книга не может (вряд ли это вообще возможно). Тем не менее она, безусловно, будет полезна как практикам, так и тем, кто обучается риск-менеджменту, в том числе тем, кто готовится к сдаче сертификационных экзаменов.



С. Н. Смирнов
Директор российского отделения *PRMIA*,
профессор кафедры управления рисками и страхования
Государственного университета — Высшей школы экономики

* Информацию о семинаре можно найти на сайте <http://www.riskmanager.ru>; для участия в нем или выступления с докладом не обязательно быть членом *PRMIA*, приглашаются все желающие.

Введение

Эта книга вышла в свет спустя ровно тридцать лет с того момента, который многими в мире признается в качестве отправной точки в истории развития финансового риск-менеджмента как самостоятельного направления практической деятельности и раздела финансовой теории. В 1973 г. почти одновременно произошли три важнейших события, во многом определившие «финансовую картину мира» на десятилетия вперед: переход к свободно плавающим курсам основных мировых валют и золота в результате отмены Бреттон-Вудских соглашений, начало работы Чикагской биржи опционов, ставшей первым в мире регулярным вторичным рынком опционных контрактов, и опубликование Блэком, Шоулзом и Мертоном своей знаменитой модели ценообразования европейских опционов. Не будет сильным преувеличением сказать, что если первое из этих событий «породило» рыночные риски в глобальном масштабе, то второе — вооружило участников рынка действенными инструментами управления ими путем хеджирования, а третье — дало ключ к пониманию этих рисков и их научно обоснованной количественной оценке.

Но это было только начало. В последнее десятилетие XX в. финансовому риск-менеджменту было суждено испытать бурный расцвет, сравнимый с наиболее плодотворными периодами в развитии фундаментальных наук. Верным признаком такого расцвета может служить лавинообразный рост числа публикаций по данной тематике в последние годы. Новизна, высокая сложность и творческий характер задач, связанных с количественной оценкой и управлением рисками, стали одним из факторов прихода в эту сферу большого числа специалистов из области точных наук. Арсенал риск-менеджеров радикально преобразился за счет появления таких новых понятий, методик и инструментов, как показатель *value-at-risk* и стресс-тестирование, модели *RiskMetrics* и *CreditMetrics*, экономический капитал и *RAROC*, экзотические опционы и кредитные производные, секьюритизация и нормативы достаточности капитала с учетом риска. Многие из этих терминов стали нарицательными и прочно вошли в лексикон участников финансового рынка, регулирующих органов и средств массовой информации. Одновременно возникла насущная потребность в освещении этой «новой реальности» в научной и учебной литературе. Все эти современные подходы и технологии финансового риск-менеджмента и являются предметом рассмотрения данной книги.

Прежде чем перейти к изложению конкретных подходов и принципов риск-менеджмента, необходимо хотя бы вкратце остановиться на том, какой смысл вкладывается в финансовой сфере в понятие риска, как на практике классифицируют его многочисленные источники и проявления и какие существуют способы управления риском и его последствиями.

Понятие риска. Основные виды рисков в финансовой сфере

Процесс принятия решений в экономике на всех уровнях управления происходит в условиях постоянно присутствующей неопределенности состояния внешней и внутренней среды, которая обуславливает частичную или полную неопределенность конечных результатов деятельности. В экономике под **неопределенностью** (*uncertainty*) понимается неполнота или неточность информации об условиях хозяйственной деятельности, в том числе о связанных с ней затратах и полученных результатах. Причинами неопределенности являются три основных фактора: *незнание*, *случайность* и *противодействие*. В частности, неопределенность объясняется тем, что экономические проблемы сводятся в сущности к задачам выбора из некоторого числа альтернатив, при этом экономические агенты — организации и индивиды — не располагают полным знанием ситуации для выработки оптимального решения, а также не имеют вычислительных средств достаточной мощности для адекватного учета всей доступной им информации.

В современной экономической теории в качестве «индикатора» или «двойника» неопределенности выступает категория риска. Основное различие между риском и неопределенностью заключается в том, известны ли принимающему решению субъекту количественные вероятности наступления определенных событий. Если риск характерен для производственно-экономических систем с массовыми, повторяющимися событиями, то неопределенность существует, как правило, в тех случаях, когда вероятности последствий приходится определять субъективно из-за отсутствия статистических данных за предшествующие периоды. Такой подход к интерпретации категорий риска и неопределенности принят в неокейнсианском направлении экономической науки, в то время как неоклассическая школа считает эти понятия тождественными*.

В количественном отношении неопределенность подразумевает возможность отклонения результата от ожидаемого, или среднего, значения как в меньшую, так и в большую сторону. Такая неопределенность носит название **«спекулятивной»**, в отличие от **«чистой»** неопределенности, предполагающей только возможность *негативных* отклонений конечного результата деятельности. Соответственно, в литературе понятие риска может соответствовать как спекулятивной неопределенности и включать положительные и отрицательные исходы (например, в отношении операций на финансовых рынках), так и чистой неопределенности (в этом смысле риск трактуется в страховом деле). В финансовом риск-менеджменте под **риском** (*risk*)** преимущественно понимается *возможность потери части своих ресурсов, недополучения доходов или появления дополнительных расходов* в результате осуществления предпринимательской деятельности, что соответствует понятию чистой неопределенности.

* Downward P. Risk, uncertainty and inference in post-Keynesian economy: A realist commentary. Paper presented at the INEM-ROPE conference, University of New Hampshire, June 15–17, 1998.

** Сведения об этимологии слова «риск» см. в книге: Рогов М. А. Риск-менеджмент. — М.: Финансы и статистика, 2001.

В отличие от неопределенности как таковой, риск является измеримой величиной; его количественной мерой служит вероятность неблагоприятного исхода. В более узком смысле экономический риск определяется как *измеримая вероятность недополучения прибыли либо потери стоимости портфеля финансовых активов, доходов от инвестиционного проекта, компании в целом и т. д.**. Однако не для каждого вида риска, которому подвержены финансовые организации, можно определить вероятность в том же смысле, как она была введена для рыночного риска. Ввиду этого для единообразного определения риска прибегают к более многозначному понятию *возможности (chance)*, которого мы и будем придерживаться ниже.

На практике наибольшее внимание уделяется не вероятности неблагоприятного исхода как таковой, а стоимостной оценке **подверженности риску (exposure)****, которая может выражаться с помощью таких показателей, как максимальная сумма, которую можно потерять в результате изменения конкретного фактора риска, средняя величина убытков по данному виду операций за конкретный период времени, стандартное отклонение прибылей и убытков, максимальный размер потерь, рассчитанный за определенный период времени с заданной вероятностью их реализации, и т. д. Очевидно, что подверженность риску можно рассматривать как функцию от двух параметров: *вероятности наступления негативного события и масштаба возможного ущерба*, т. е. чувствительности портфеля (организации) к последствиям этого события.

Проблема управления рисками существует в любом секторе экономики — от сельского хозяйства и промышленности до торговли и финансов, что и объясняет ее постоянную актуальность. Поскольку все отрасли экономики связаны в единый механизм благодаря финансовой сфере, именно характерным для нее рискам и посвящена эта книга.

К настоящему времени в финансовой теории еще не разработано общепринятой и одновременно исчерпывающей классификации рисков. Это связано с тем, что на практике существует очень большое число различных проявлений риска, при этом в силу традиции один и тот же вид риска может обозначаться разными терминами. Кроме того, зачастую оказывается весьма сложным разграничить отдельные виды риска, например портфельный и рыночный.

Тем не менее определенный отраслевой консенсус в отношении основных типов или классов риска, которым подвержены финансовые посредники, все же достигнут. Важную роль в формировании общего взгляда на типологию финансовых рисков сыграл выход в свет 1996 г. «Общепринятых принципов управления риском***», разработанных компанией *Coopers & Lybrand*. В соответствии с признанной ныне стандартной классификацией,

* Downes J., Goodman J. E. Dictionary of finance and investment terms. 4th ed. — N.Y.: Barron's, 1995.

** Термины *risk management* и *exposure management* часто используются как синонимы. См.: Gastineau G. L., Kritzman M. P. Dictionary of financial risk management. — N.Y.: Frank Fabozzi Associates, 1996.

*** Generally accepted risk principles. — United Kingdom: Coopers & Lybrand, 1996

главными угрозами для благополучия финансового института* являются рыночные, кредитные и операционные риски, риски ликвидности и риски со-бытия.

Рыночный риск (*market risk*) — возможность отрицательного изменения стоимости активов в результате колебаний процентных ставок, курсов валют, цен акций, облигаций и товарных контрактов. Разновидностями рыночного риска являются, в частности, валютный и процентный риски.

Хотя валютный и процентный риски имеют общую экономическую природу с другими формами рыночного риска, они в ряде классификаций рассматриваются обособленно в связи с их особой важностью для всех хозяйствующих субъектов, особенно для банковского сектора.

Валютный риск (*currency risk*) определяется как возможность отрицательного изменения стоимости активов в связи с изменением курса одной иностранной валюты по отношению к другой, в том числе национальной, валюте при проведении кредитных и внешнеэкономических операций, а также при инвестировании средств за рубежом. Помимо чисто экономической составляющей, понятие валютного риска объединяет в себе также и риски другой природы — трансляционный риск (риск перевода) и операционный валютный риск.

Соответственно, **процентный риск** (*interest rate risk*) — это возможность отрицательного изменения стоимости активов в результате изменения процентных ставок. Для кредитных учреждений одним из проявлений процентного риска может являться сокращение процентной маржи между ставками, выплачиваемыми по привлеченным средствам, и ставками по предоставленным кредитам. Другим примером процентного риска может служить риск реинвестирования средств при неустойчивых процентных ставках.

Кредитный риск (*credit risk*) или **риск контрагента** (*counterparty risk*) — возможность потерь в результате неспособности контрагентов (заемщиков) исполнять свои обязательства, в частности по выплате процентов и основной суммы долга в соответствии со сроками и условиями кредитного договора. К кредитному риску относят также риск дефолта и риск досрочного погашения.

Несмотря на внешнюю схожесть определений, кредитный риск, в отличие от риска рыночного, по своей природе является *асимметричным*. Это означает, что потенциальный выигрыш при операциях кредитования ограничен относительно небольшой положительной доходностью (очевидно, что ни один заемщик не заплатит банку больше того, что предусмотрено кредитным договором), зато потенциальный убыток банка может колебаться в гораздо более широком диапазоне: от нуля до более 100% суммы размещенных средств (в наихудшем случае потери могут превысить номинальный размер ссуды за счет судебных издержек на востребование задолженности, недополученной прибыли, а также потенциальных штрафов и пени при просрочке или невозможности возврата кредитором привлеченных им для кредитования средств).

* Следует отметить, что под «финансовыми рисками» в литературе зачастую понимаются не только те риски, которые имеют собственно *финансовую природу* (рыночный, кредитный риски и риск ликвидности), но и все те риски, которые возникают в деятельности организаций — *финансовых посредников*.

Кроме того, существует еще ряд рисков, которые не являются специфическими только для финансовой сферы, но значимость которых, тем не менее, трудно переоценить. К ним относятся:

- **риск ликвидности** (*liquidity risk*): а) **риск рыночной ликвидности** (*market liquidity risk*) — возможность потерь, вызванных невозможностью купить или продать актив в нужном количестве за достаточно короткий период времени в силу ухудшения рыночной конъюнктуры; б) **риск балансовой ликвидности** (*funding liquidity risk*) - возможность возникновения дефицита наличных средств или иных высоколиквидных активов для выполнения обязательств перед контрагентами;
- **операционный риск** (*operational risk*) — возможность непредвиденных потерь вследствие технических ошибок при проведении операций, умышленных и неумышленных действий персонала, аварийных ситуаций, сбоев аппаратуры, несанкционированного доступа к информационными системам и т. д. К операционным рискам часто относят и убытки, обусловленные неадекватностью используемых методов и моделей оценки и управления рисками;
- **риск (бизнес-) события** (*[business] event risk*) — возможность непредвиденных потерь вследствие форс-мажорных обстоятельств, изменений законодательства, действий государственных органов и т. д. К рискам события обычно относят юридические, бухгалтерские и налоговые риски, риск репутации, риск действий регулирующих органов и др.

Следует отметить, что последние два вида риска наиболее трудно поддаются формализации и количественной оценке. Отчасти это объясняется тем, что операционные риски и риски событий во многом обусловлены так называемым «человеческим фактором».

Перечисленные риски будут иметь разную значимость для разных организаций. Так, например, в банковском деле наибольшие потери происходят вследствие кредитных и рыночных рисков, а для клиринговых организаций на передний план выходят операционные риски и риски контрагента. Наконец, предприятия промышленности, торговли и сферы услуг (за исключением финансовых) будут подвержены также и специфическим рискам, обусловленным их отраслевой принадлежностью и особенностями производственного процесса. Эти риски, обычно называемые *техногенными* или *производственными*, находятся за рамками данной книги.

Способы управления рисками

Основными способами снижения рисков в экономике независимо от отраслевой специфики являются страхование, резервирование (самострахование), хеджирование, распределение, диверсификация, минимизация (управление активами и пассивами) и избежание (отказ от связанной с риском операции).

Перечисленные способы различаются, в первую очередь, по своей экономической сущности, состоящей в *передаче риска третьему лицу* (при страховании, гарантировании, хеджировании и распределении) либо в *оставлении его на собственном удержании* (при резервировании, диверсификации или ми-

нимизации путем управления активами и пассивами). Другим критерием классификации может служить объект управления, в качестве которого выступает *вероятность наступления* или *подверженность риску* (при хеджировании, распределении, диверсификации и управлении активами и пассивами) или *ущерб вследствие проявления риска* (при резервировании и страховании). В рыночной экономике решения об уровне риске предприятия принимают его владельцы и управляющие, а усилия государства направлены, в основном, на минимизацию последствий реализации принятого риска.

По аналогии с анализом и синтезом можно провести различие между декомпозицией и агрегированием риска*. Под **декомпозицией риска** (*risk disaggregation*) понимается разложение риска, рыночная стоимость которого не может быть определена непосредственно, на отдельные компоненты, стоимость, по крайней мере, некоторых из которых можно оценить по рыночным данным. Декомпозицию риска можно определить как аналитическую оценку стоимости не торгуемых на рынке инструментов на основе наблюдаемых рыночных цен других инструментов с целью их правильного ценообразования. Примером декомпозиции может служить представление опциона «пут» через опцион «колл» плюс позицию по базисному активу. **Агрегирование риска** (*risk aggregation*), напротив, предполагает создание портфеля, корреляция между элементами которого меньше единицы, что позволяет снизить риск путем его диверсификации. Примерами агрегирования риска являются показатель VaR и стресс-тестирование на уровне портфеля. Агрегирование и декомпозицию риска не следует рассматривать как взаимоисключающие способы, поскольку агрегирование тоже опирается на рыночные оценки риска, без которых невозможно получить объективные оценки вероятностей и корреляций между проявлениями рисков, необходимых для реализации портфельного подхода.

В банковском деле **резервирование** является одним из основных способов управления совокупным риском, который не может быть передан страховщику или поручителю (посредством страхования или гарантирования) или участникам финансового рынка (путем хеджирования производными инструментами). С целью компенсации ожидаемых потерь банки формируют собственные средства — капитал, а также обязательные резервы на возможные потери по ссудам и прочим активам, относимые на расходы банка (фактически это означает перенос риска на клиента посредством включения в цену услуги, например, кредита). Резервирование капитала лежит в основе государственного регулирования рисков банковской системы.

Страхование, как и резервирование, не ставит своей целью уменьшение вероятности проявления или подверженности риску, а нацелено преимущественно на возмещение материального ущерба от его проявления**. Для страхования подходят массовые виды риска, которым подвержены многие экономические агенты, проявления которых не сильно коррелированы между со-

* Allen S. Financial risk management: A practitioner's guide to managing market and credit risk. — Hoboken, N.J.: John Wiley & Sons, Inc., 2003.

** Страхование рисков обычно предполагает проведение предупредительных мероприятий по снижению вероятности наступления страховых событий, которые, однако, далеко не всегда достигают желаемой цели.

бой и известны с высокой степенью точности. Из рассмотренных выше видов риска в наибольшей степени этим требованиям удовлетворяют операционный и кредитный риски.

Хеджирование представляет собой способ защиты от возможных потерь путем заключения уравнивающей сделки (переноса риска изменения цены с одного лица на другое). Хеджирование предназначено для снижения возможных потерь вложений вследствие рыночного риска и, реже, кредитного риска и риска событий. Как и в случае страхования, хеджирование требует отвлечения дополнительных ресурсов (например, уплаты опционной премии или внесения маржи). *Совершенное хеджирование* предполагает полное исключение возможности получения какой-либо прибыли или убытка по данной позиции за счет открытия противоположной, или компенсирующей позиции. Подобная «двойная гарантия» как от прибылей, так и от убытков отличает совершенное хеджирование от классического страхования. Хеджирование рыночных рисков осуществляется путем проведения забалансовых операций с производными финансовыми инструментами — форвардами, фьючерсами, опционами и свопами. В последние годы появились инструменты хеджирования кредитных рисков и рисков события, к которым относятся, например, кредитные свопы и производные на погоду.

Снижение риска может быть достигнуто также путем его **распределения** между участниками сделки (включение риска в стоимость продукции и услуг, предоставление гарантий, залог имущества, система взаимных штрафных санкций). Распределение риска подразумевает решения по расширению (сужению) числа потенциальных инвесторов или участников проекта.

Диверсификация является одним из способов уменьшения совокупной подверженности риску путем распределения вложений и/или обязательств. Наиболее часто под диверсификацией понимается размещение финансовых средств в более чем один вид активов, цены или доходности которых слабо коррелированы между собой. Другой формой диверсификации является привлечение средств из различных, слабо зависящих друг от друга источников. Сущность диверсификации состоит в снижении максимально возможных потерь за одно событие, однако при этом одновременно возрастает количество видов риска, которые необходимо контролировать, что влечет за собой рост транзакционных издержек. Диверсификация является одним из наиболее популярных механизмов снижения рыночных и кредитных рисков при формировании портфелей финансовых активов, банковских ссуд или пассивов. Следует помнить, что диверсификация позволяет уменьшить только несистематический риск (риск, связанный с конкретным инструментом), в то время как систематические риски, общие для всех рассматриваемых инструментов (например, риск циклического спада экономики), не могут быть уменьшены путем изменения структуры портфеля.

Минимизация преследует цель тщательной балансировки активов и обязательств, с тем чтобы свести к минимуму колебания чистой стоимости портфеля. Теоретически в этом случае не возникает необходимости в отвлечении ресурсов для образования резерва или открытия компенсирующей позиции. Управление активами и пассивами направлено на избежание чрезмерного риска путем динамического регулирования основных параметров портфеля.

Иными словами, этот метод нацелен на регулирование подверженности риску в процессе самой деятельности, в отличие от хеджирования, основанного на упреждающей нейтрализации риска. Управление активами и пассивами наиболее широко применяется в банковской практике для контроля за рыночными, главным образом валютными и процентными рисками.

Все перечисленные выше способы управления риском и составляют арсенал финансового риск-менеджера, с помощью которых решается главная задача — обеспечение выживаемости в условиях конкуренции, повышение рыночной стоимости на уровне отдельного предприятия и поддержание стабильности функционирования финансовой системы на уровне отдельных стран и мировой экономики в целом.

О книге

Изначальный замысел книги состоял в том, чтобы создать первое на русском языке пособие одновременно учебного и справочного характера, в котором были бы систематизировано изложены подходы и методы количественной оценки и управления важнейшими видами финансовых рисков на уровне современных международных стандартов, установленных профессиональными объединениями риск-менеджеров, такими как *GARP* и *PRMIA*. Это обусловило структуру книги, большинство глав которой ориентированы на соответствующие разделы программы квалификационного экзамена *Financial Risk Manager (FRM®)*. Однако в процессе работы над книгой возникла логическая необходимость выйти за рамки первоначальных планов. Так, в нее были включены самостоятельные главы, посвященные управлению рисками рыночной ликвидности, прогнозированию макроэкономических рисков и методам оптимизации портфелей активов и пассивов. Хотя эта книга не претендует на освещение всех аспектов современного финансового риск-менеджмента, по объему рассматриваемого материала данное издание не имеет аналогов в России.

Реализация проекта такого масштаба стала возможной только благодаря объединенным усилиям специалистов в различных областях финансового риск-менеджмента. Книга написана авторским коллективом, состоящим из ведущих представителей профессионального сообщества риск-менеджеров, стоявших у истоков развития в России этого нового направления деятельности.

Отличительной особенностью книги является то, что предпринята попытка дать стандартную терминологию финансового риск-менеджмента на русском языке, учитывающую те реалии, которые сложились за последние годы. Во всех случаях параллельно с **русскими эквивалентами в книге приведены и оригинальные термины на английском языке**. В большинстве глав авторы стремились не только изложить необходимый минимум учебного материала, но и сопроводить его подробным указателем литературы по соответствующей тематике. Это может оказаться полезным для тех, кто желал бы более глубоко ознакомиться с интересующими аспектами риск-менеджмента.

Многообразие затронутых тем и широта их охвата вызвали немалые трудности в работе над книгой, но авторы искренне надеются, что полезность

этой книги для специалистов-практиков будет возрастать по мере развития в России культуры риск-менеджмента.

Книга ориентирована, в первую очередь, на профессионалов, непосредственно занимающихся оценкой и управлением рисками в банковском секторе, в инвестиционных компаниях и фондах, страховых компаниях, на предприятиях реального сектора экономики. Однако она будет полезна всем читателям, желающим получить представление о финансовом риск-менеджменте или повысить свою квалификацию в этой области, в том числе преподавателям, студентам старших курсов и аспирантам экономических факультетов вузов. Пособие может использоваться в качестве учебного и справочного пособия при подготовке к сдаче международных профессиональных экзаменов по финансовому риск-менеджменту, таким как *FRM*[®] и *PRM*[®].

Книга состоит из 11 глав, посвященных различным аспектам финансового риск-менеджмента. Многие из рассмотренных в ней тем впервые систематизированно излагаются на русском языке.

Первая глава книги, написанная В. Е. Барбаумовым, представляет собой краткий обзор математических методов, составляющих аппарат современного риск-менеджмента, в объеме, необходимом для понимания последующих глав. В главе излагаются базовые понятия и представления финансовой математики, теории вероятностей и математической статистики, включая стоимость денег во времени, доходность и волатильность, методы ценообразования облигаций и модели эволюции процентных ставок, важнейшие виды вероятностных распределений и случайных процессов, элементы регрессионного анализа и метод Монте-Карло. Теоретический материал главы богато иллюстрирован примерами, позволяющими лучше овладеть техникой финансовых вычислений.

Предметом рассмотрения во второй главе являются производные финансовые инструменты: форвардные, фьючерсные и опционные контракты на различные активы, а также процентные и валютные свопы и облигации со встроенными опционами. В. Е. Барбаумов приводит их характеристики, модели ценообразования, включая известную модель Блэка-Шоулза, и основные спекулятивные и хеджирующие стратегии применения этих инструментов. Как и в предыдущей главе, изложение необходимых теоретических знаний сопровождается разбором многочисленных расчетных примеров.

В третьей главе представлен целостный взгляд на систему оценки и управления рыночными рисками. М. А. Рогов последовательно развивает различные по уровню сложности подходы к измерению рыночного риска: от простейших балансовых показателей и коэффициентов чувствительности производных инструментов до показателя *value-at-risk (VaR)* и так называемых «когерентных» мер риска. В главе дан сравнительный анализ различных методов расчета показателя (*VaR*). Все важнейшие понятия рассмотрены на примерах, большинство из которых основано на реальных ценовых данных с российского финансового рынка. В приложении к главе содержатся рекомендации по построению системы управления рисками в российских корпорациях.

Одной из важных, но при этом и весьма сложных проблем, возникающих при оценке рыночного риска, является учет факторов ликвидности. Особенно остро эта проблема стоит на «развивающихся рынках», отличающихся низ-

кой глубиной и высокой волатильностью, к числу которых относится и Россия. Следует отметить, что эта тема очень скупо освещена в мировой литературе, так как долгое время считалось, что этот вид риска не поддается количественной оценке. Однако к концу 90-х годов были предложены первые подходы к измерению ликвидности финансовых рынков и ее отражению в моделях расчета VaR. Данной теме посвящена *четвертая глава* книги. В ней Д. Ф. Щукин подробно рассматривает характеристики ликвидности рынка, предложенные Комитетом по глобальной финансовой системе при Банке международных расчетов, и предлагает оригинальный подход к количественной оценке риска рыночной ликвидности, проиллюстрированный на примере российского рынка акций.

Кредитный риск общепризнан основным видом риска, с которым сталкиваются в своей деятельности финансовые институты. Этот риск подробно анализируется Н. Ю. Ситниковой в *пятой главе*. В первой части главы рассмотрен традиционный подход к анализу кредитоспособности заемщиков. Вторая часть представляет собой детальный экскурс в современные методы количественной оценки риска дефолта в разрезе его составляющих: вероятности дефолта, подверженности кредитному риску и уровня восстановления задолженности. Основное внимание в этой части уделяется моделям оценки кредитного риска, ставшим отраслевыми стандартами, включая Z-модель Альтмана, модель ZETA и модель ожидаемой вероятности дефолта (EDF), разработанную компанией KMV. Ее дополняет сравнительный анализ современных моделей оценки кредитного риска портфеля: *CreditMetrics*, *Credit Portfolio View*, *CreditRisk+* и *Portfolio Manager*. В третьей части главы дан обзор основных способов управления кредитными рисками. Отдельные разделы главы посвящены страновому риску и основным видам кредитных производных инструментов.

Значимость операционных рисков в последние годы существенно возросла как вследствие целого ряда громких случаев потерь, причиной которых были именно эти риски (в том числе и в России), так и из-за повышенного внимания, которое уделяет им финансовое сообщество, в частности Базельский комитет по банковскому надзору. В *шестой главе* П. В. Бурков представил широкий обзор методов идентификации и управления операционными рисками, делая особый акцент на рисках, связанных с использованием информационных систем. Отдельный раздел посвящен новейшим подходам Базельского комитета к расчету размера капитала, резервируемого против операционных рисков. Эти альтернативные подходы будут применяться банками развитых стран начиная с 2006 г. после вступления в силу Нового Базельского соглашения по капиталу, однако уже сегодня они вызывают значительный интерес и у отечественных кредитных организаций. В приложении к главе дана оригинальная авторская классификация операционных рисков, возникающих в деятельности инвестиционной компании.

Грамотное управление финансовыми рисками в современных условиях невозможно без базовых знаний о юридических, бухгалтерских и налоговых аспектах заключаемых сделок. Они являются предметом рассмотрения в *седьмой главе* применительно к операциям с производными инструментами на международных рынках капитала. Основное внимание в этой главе С. Н. Тихомиров уделяет внебиржевым сделкам «своп», для снижения рисков кото-

рых Международной ассоциацией по свопам и производным (ISDA) разработана стандартная документация. Хотя в России срочный рынок находится пока еще в зачаточном состоянии, эти вопросы будут становиться все более актуальными по мере совершенствования законодательной базы, повышения ликвидности рынка и перехода его участников на Международные стандарты финансовой отчетности (МСФО).

Восьмая глава, написанная А. А. Лобановым, представляет собой попытку систематизированного изложения современных представлений об интегрированной оценке и управлении основными видами рисков на уровне всего предприятия: от организационных аспектов до оценки результатов деятельности с учетом риска и стресс-тестирования. Для этого потребовалось предпринять краткий экскурс в историю финансового риск-менеджмента, а также рассмотреть факторы, вызывавшие к жизни новую парадигму управления рисками в масштабе предприятия. В главе подробно проанализированы такие популярные показатели экономического эффекта и эффективности с учетом риска, как EVA и RAROC, а также возможности их использования в практике корпоративного управления. Центральное место в главе занимают методы расчета так называемого «экономического капитала». Автору удалось свести воедино различные трактовки этого понятия и дать сравнительный анализ методов размещения капитала по подразделениям и видам деятельности. В самостоятельных разделах рассмотрены способы оценки портфеля на устойчивость к рыночным кризисам (стресс-тестирование), а также источники и способы снижения такого специфического феномена риск-менеджмента, как риск неадекватности применяемых моделей. Изложение основных теоретических концепций подкреплено целым рядом практических примеров.

В *девятой главе*, посвященной регулированию банковских рисков, А. А. Лобанов и С. В. Замковой подробно излагают различные нормативные подходы к расчету достаточности банковского капитала. Основное внимание в ней уделяется действующим ныне подходам Базельского комитета по банковскому надзору к оценке кредитного и рыночного рисков активов: стандартному подходу и подходу на основе внутренних моделей банков. Ближайшее и отдаленное будущее государственного регулирования банковских рисков представлено в главе обзором основных положений модифицированного стандартного подхода и подхода на основе внутренних рейтингов к оценке кредитного риска, содержащихся в Новом Базельском соглашении по капиталу, а также преимуществ и недостатков подхода на основе предварительных обязательств, предложенного ФРС США.

Логическим развитием современного риск-менеджмента является применение концепций и методов, разработанных и успешно применяемых на уровне предприятия, к прогнозированию и контролю за системными рисками на макроэкономическом уровне. Эти риски рассматриваются С. В. Замковым и В. К. Шпрингелем в *десятой главе* книги, при этом основное внимание авторы уделили моделям прогнозирования банковских и финансовых кризисов.

Портфельный подход проходит красной нитью через большинство методик риск-менеджмента, и ему посвящена последняя, *одиннадцатая глава* книги, написанная Д. Ю. Голембиовским. В ней читатель найдет обзор методов

оптимизации портфелей финансовых инструментов, в том числе описание современных моделей управления активами и пассивами.

Значительная часть материала этой книги была апробирована авторами на курсе по подготовке к сдаче международного экзамена *FRM*[®], разработанном Исследовательской группой «РЭА — Риск-Менеджмент» при поддержке Фонда Евразия, который регулярно проводится с начала 2000 г.

Редакторы искренне благодарны всем авторам книги, инвестировавшим в ее создание свое время и интеллектуальный капитал. Глубокую признательность редакторы выражают С. Н. Смирнову за сделанные им ценные замечания, способствовавшие улучшению структуры и качества материала, а также О. К. Васильевой за помощь в процессе подготовки книги к печати. Отдельную благодарность редакторы приносят А. М. Ильину, выступившему в качестве инициатора данного проекта, и М. Е. Савиной за их неиссякаемое терпение и понимание всех сложностей, связанных с написанием этой книги.

А. А. Лобанов, А. В. Чугунов

Исследовательская группа «РЭА — Риск-Менеджмент»

I. Количественный анализ

В. Е. Барбаумов

1.1. Введение

Научно обоснованное управление финансовыми рисками невозможно без соответствующей методики измерения этих рисков. Существующие методы измерения финансовых рисков в основном опираются на современную теорию финансовых инструментов с фиксированными доходами, теорию вероятностей, математическую статистику и теорию случайных процессов. Именно эти вопросы составляют основное содержание первой главы настоящей книги.

В частности, при изучении финансовых инструментов с фиксированными доходами вводятся многие фундаментальные понятия теории финансов: будущая и приведенная стоимости инвестиций, внутренняя доходность облигаций, временная структура процентных ставок, кривая рыночных доходностей, дюрация и выпуклость портфелей облигаций. Все эти понятия широко используются как при измерении финансовых рисков, так и при построении стратегий хеджирования этих рисков.

После небольшого обзора основных положений теории вероятностей рассматриваются важнейшие статистические методы оценки различных финансовых показателей, используемых в риск-анализе.

В заключительной части главы вводятся основополагающие понятия теории случайных процессов: сечения и траектории, математическое ожидание и дисперсия, процесс случайного блуждания, биномиальная модель, винеровский случайный процесс, стохастические дифференциальные уравнения. Подробно исследуется процесс геометрического броуновского движения, который играет ключевую роль в оценке производных финансовых инструментов.

1.2. Будущая стоимость денежного потока

Предположим, что денежная сумма P инвестирована на T лет под годовую процентную ставку $r(m)$ при начислении процентов m раз в год. Тогда **будущая стоимость** (*future value*) инвестиции может быть найдена следующим образом:

$$FV = P \left(1 + \frac{r(m)}{m} \right)^{Tm}. \quad (1.1)$$

Если же денежная сумма P инвестирована под годовую процентную ставку при непрерывном начислении процентов, то будущая стоимость инвестиции определяется равенством:

$$FV = Pe^{rT}, \quad e = \lim_{m \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{m} \right)^m \approx 2,718. \quad (1.2)$$

Пример 1.1. Денежная сумма в 1 млн. долл. инвестирована на 6 лет под годовую процентную ставку 6,4%. Определим будущую стоимость инвестиции, если проценты начисляются: а) один раз в год; б) дважды в год; в) ежеквартально; г) непрерывно:

$$\begin{aligned} \text{а) } FV_1 &= 1\,000\,000(1 + 0,064)^6 = 1\,450\,941 \text{ долл.}, \\ \text{б) } FV_2 &= 1\,000\,000 \left(1 + \frac{0,064}{2} \right)^{6 \cdot 2} = 1\,459\,340 \text{ долл.}, \\ \text{в) } FV_3 &= 1\,000\,000 \left(1 + \frac{0,064}{4} \right)^{6 \cdot 4} = 1\,463\,690 \text{ долл.}, \\ \text{г) } FV_4 &= 1\,000\,000 \cdot e^{0,064 \cdot 6} = 1\,468\,145 \text{ долл.} \end{aligned}$$

Очевидно, что будущая стоимость инвестиции возрастает при:

- а) увеличении срока,
- б) возрастании годовой процентной ставки,
- в) росте частоты начисления процентов.

Годовые процентные ставки называют **эквивалентными**, если при инвестировании любой суммы P под эти ставки на один и тот же срок, совпадают будущие стоимости.

В частности, годовые процентные ставки $r(m)$ и $r(n)$ при начислении процентов m и n раз соответственно оказываются эквивалентными тогда и только тогда, когда

$$r(m) = m \left[\left(1 + \frac{r(n)}{n} \right)^{\frac{n}{m}} - 1 \right]. \quad (1.3)$$

Годовая процентная ставка \tilde{r} при непрерывном начислении процентов эквивалентна годовой процентной ставке $r(m)$ при начислении процентов m раз в год тогда и только тогда, когда

$$r(m) = m \left[e^{\frac{\tilde{r}}{m}} - 1 \right]. \quad (1.4)$$

$$\tilde{r} = m \cdot \ln \left(1 + \frac{r(m)}{m} \right) \quad (\ln x \text{ — логарифм } x \text{ по основанию } e \approx 2,718). \quad (1.5)$$

Пример 1.2. Банк предлагает по депозитам годовую процентную ставку в 8% при начислении процентов один раз в год. Какую годовую процентную ставку можно требовать при начислении процентов: а) дважды в год; б) ежеквартально; в) непрерывно?

$$\text{а) } r(2) = 2[(1 + 0,08)^{\frac{1}{2}} - 1] = 0,0785, \text{ т. е. } 7,85\%;$$

$$\text{б) } r(4) = 4[(1 + 0,08)^{\frac{1}{4}} - 1] = 0,0777, \text{ т. е. } 7,77\%;$$

$$\text{в) } \tilde{r} = \ln[1 + 0,08] = 0,0770, \text{ т. е. } 7,70\%.$$

Предположим теперь, что инвестору обещают через t_1, t_2, \dots, t_n лет денежные суммы $P_{t_1}, P_{t_2}, \dots, P_{t_n}$ соответственно. Если инвестор предполагает инвестировать все поступающие денежные суммы под одну и ту же годовую процентную ставку, то через T лет будущая стоимость денежного потока будет равна:

$$FV = \sum_{i=1}^n P_{t_i} \left[1 + \frac{r(m)}{m} \right]^{(T-t_i)m} \quad (1.6)$$

при начислении процентов m раз в год и

$$FV = \sum_{i=1}^n P_{t_i} e^{\tilde{r}(T-t_i)} \quad (1.7)$$

при непрерывном начислении процентов.

Пример 1.3. Инвестору обещан следующий денежный поток:

Срок, лет	0,5	1,0	2,0
Платеж, долл.	500	1000	2000

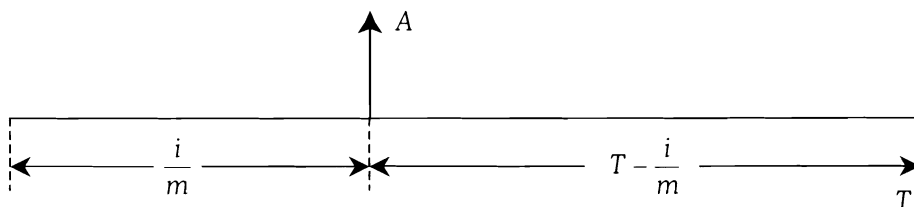
Какова будущая стоимость денежного потока через 3 года, если инвестор предполагает инвестировать поступающие денежные суммы под 7% при начислении процентов: а) дважды в год; б) непрерывно?

$$\begin{aligned} \text{а) } (FV)_1 &= 500 \left(1 + \frac{0,07}{2} \right)^{(3,0 - 0,5)2} + 1000 \left(1 + \frac{0,07}{2} \right)^{(3,0 - 1,0)2} + \\ &+ 2000 \left(1 + \frac{0,07}{2} \right)^{(3,0 - 2,0)2} = 3883,82 \text{ долл.}; \end{aligned}$$

$$\text{б) } (FV)_2 = 500e^{0,07 \times 2,5} + 1000e^{0,07 \times 2} + 2000e^{0,07 \times 1} = 3890,91 \text{ долл.}$$

Если одну и ту же денежную сумму выплачивают (или получают) периодически в течение ряда лет, то соответствующий денежный поток называют **рентой*** (*annuity*). Промежуток времени между двумя соседними платежами — это рентный период. Ренту называют **обыкновенной** (*ordinary annuity*), если первый рентный платеж приходится в точности на конец одного рентного периода.

Рассмотрим обыкновенную ренту размером A сроком на T лет, рентный период которой составляет $\frac{i}{m}$ года. По данной ренте будут произведены Tm платежей одной и той же величины A , причем i -й платеж ($i = 1, 2, \dots, Tm$) должен быть произведен через $\frac{i}{m}$ лет.



Если предположить, что все рентные платежи будут инвестироваться под одну и ту же годовую процентную ставку $r(m)$ при начислении процентов m раз в год, то будущая стоимость обыкновенной ренты через T лет может быть определена следующим образом:

$$FV = \sum_{i=1}^{Tm} A \left[1 + \frac{r(m)}{m} \right]^{\left(T - \frac{i}{m} \right) m}. \quad (1.8)$$

* Другое название — аннуитет.

Так как

$$a + aq + aq^2 + \dots + aq^{n-1} = \frac{a(q^n - 1)}{q - 1},$$

то

$$\begin{aligned} FV &= A \left(1 + \frac{r(m)}{m} \right)^{Tm-1} + A \left(1 + \frac{r(m)}{m} \right)^{Tm-2} + \dots + A = \\ &= \frac{A \left(\left(1 + \frac{r(m)}{m} \right)^{Tm} - 1 \right)}{\left(1 + \frac{r(m)}{m} \right) - 1} = \frac{A \cdot m}{r(m)} \left[\left(1 + \frac{r(m)}{m} \right)^{Tm} - 1 \right]. \end{aligned} \quad (1.9)$$

Пример 1.4. Менеджер покупает облигацию, по которой выплачиваются проценты в размере 40 долл. каждые полгода в течение 10 лет и номинальная стоимость в 1000 долл. в конце десятого года. Определим будущую стоимость инвестиции через 10 лет, если все платежи реинвестируются под 6,7%, а первый процентный платеж производится через 6 месяцев.

Денежный поток, определяемый облигацией, представляет собой обыкновенную ренту, в которой $A = 40$ долл., $m = 2$, $T = 10$ лет, и выплату 1000 долл. в конце десятого года. Отсюда

$$FV = \frac{40 \cdot 2}{0,067} \left(\left[1 + \frac{0,067}{2} \right]^{20} - 1 \right) + 1000 = 2113,91 \text{ долл.}$$

1.3. Приведенная стоимость денежного потока

Денежную сумму, которую необходимо инвестировать сегодня, чтобы через определенное время получить данную будущую стоимость, называют **приведенной стоимостью** (*present value*).

Имеет место следующее равенство:

$$PV = \frac{FV}{\left(1 + \frac{r(m)}{m} \right)^{Tm}}, \quad (1.10)$$

где PV — приведенная стоимость инвестиции;

FV — будущая стоимость;

T — срок инвестиции;

$r(m)$ — процентная ставка при начислении процентов m раз в год.

Процентную ставку $r(m)$, используемую для определения приведенной стоимости инвестиции, называют **ставкой дисконтирования** (*discount rate*). Если

ставка дисконтирования определяется при непрерывном начислении процентов, то формула (1.10) принимает вид:

$$PV = FV \cdot e^{-rT}. \quad (1.11)$$

Пример 1.5. Менеджер пенсионного фонда должен через 6 лет выплатить 10 млн. долл. В данный момент времени менеджер имеет возможность инвестировать любую сумму под 7,5% при начислении процентов дважды в год. Сколько должен инвестировать менеджер пенсионного фонда, чтобы выполнить свое обязательство?

Приведенная стоимость 10 млн. долл. может быть найдена по формуле (1.10):

$$PV = \frac{10\,000\,000}{\left(1 + \frac{0,075}{2}\right)^{12}} = 6\,428\,989,78 \text{ долл.}$$

Следовательно, менеджер должен инвестировать 6 428 989,78 долл., чтобы через 6 лет получить 10 млн. долл.

Из равенства (1.10) следует, что при прочих равных условиях:

- 1) чем больше ставка дисконтирования, тем меньше приведенная стоимость, и наоборот;
- 2) чем меньше срок инвестиции, тем больше приведенная стоимость, и наоборот.

Приведенная стоимость потока денежных платежей определяется в виде суммы приведенных стоимостей платежей, образующих этот денежный поток.

Пример 1.6. Финансовый директор компании знает, что ему предстоит произвести следующие платежи:

Срок, лет	1,0	2,0	3,0
Платежи, долл.	200 000	300 000	400 000

Какую денежную сумму необходимо инвестировать сегодня, чтобы обеспечить выполнение обязательств, если процентная ставка равна 6% при начислении процентов дважды в год?

Достаточно определить приведенную стоимость данного потока платежей:

$$PV = \frac{200\,000}{\left(1 + \frac{0,06}{2}\right)^{2 \cdot 1}} + \frac{300\,000}{\left(1 + \frac{0,06}{2}\right)^{2 \cdot 2}} + \frac{400\,000}{\left(1 + \frac{0,06}{2}\right)^{2 \cdot 3}} = 790\,059 \text{ долл.}$$

Если денежный поток представляет собой обыкновенную ренту, по которой m раз в год в течение T лет выплачивается одна и та же денежная сумма A , то приведенная стоимость такой ренты может быть найдена следующим образом:

$$PV = \frac{A}{1 + \frac{r(m)}{m}} + \frac{A}{\left(1 + \frac{r(m)}{m}\right)^2} + \dots + \frac{A}{\left(1 + \frac{r(m)}{m}\right)^{Tm}} = \frac{A \cdot m}{r(m)} \left[1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{r(m)}{m}\right)^{Tm}} \right]. \quad (1.12)$$

Пример 1.7. Банк согласился предоставить 30-летний ипотечный кредит в размере 100 000 долл. По условиям ипотечного кредитования ежемесячные платежи заемщика должны быть одинаковыми. Годовая процентная ставка, требуемая банком, равна 12%. Какова величина ежемесячного платежа заемщика?

Величина ежемесячного платежа заемщика определяется из условия, что приведенная стоимость потока платежей заемщика должна составить 100 000 долл. Значит,

$$100\,000 = \frac{A \cdot 12}{0,12} \left[1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{0,12}{12}\right)^{360}} \right],$$

$$100\,000 = A \cdot 97,218, \text{ т.е. } A = 1028,61 \text{ долл.}$$

Обыкновенную ренту называют **бессрочной*** (*perpetual annuity*), если поток рентных платежей не ограничен по времени. Приведенная стоимость бессрочной ренты, по которой m раз в год выплачивается сумма A , может быть найдена следующим образом:

$$PV = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{A \cdot m}{r(m)} \left[1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{r(m)}{m}\right)^{Tm}} \right] = \frac{A \cdot m}{r(m)}. \quad (1.13)$$

1.4. Внутренняя доходность финансовых инструментов

Внутренней доходностью (*internal rate of return — IRR*) финансового инструмента называют процентную ставку, при которой приведенная стоимость потока платежей по данному финансовому инструменту совпадает с его рыночной ценой.

Пример 1.8. Финансовый инструмент продается по цене 1243,82 долл., и по нему каждые 6 месяцев выплачивается по 50 долл. в течение 5 лет и еще 1000 долл. в конце пятого года. Покажем, что внутренняя доходность данного финансового инструмента при начислении процентов дважды в год составляет 4,50%.

* Другое название — перпетуитет (*perpetuity*).

Приведенная стоимость денежного потока по данному финансовому инструменту определяется следующим образом:

$$PV = \frac{50 \cdot 2}{r(2)} \left[1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{r(2)}{2}\right)^{25}} \right] + \frac{1000}{\left(1 + \frac{r(2)}{2}\right)^{25}},$$

где $r(2)$ — годовая процентная ставка при начислении процентов дважды в год.

При $r(2) = 0,045$ имеем

$$PV = \frac{50 \cdot 2}{0,045} \left[1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{0,045}{2}\right)^{10}} \right] + \frac{1000}{\left(1 + \frac{0,045}{2}\right)^{10}} = 1243,82.$$

Так как приведенная стоимость денежного потока, определяемого финансовым инструментом, совпала с его рыночной ценой, то внутренняя доходность этого инструмента действительно равна 4,50%.

Рассмотрим финансовый инструмент со следующим потоком платежей:

Срок, лет	t_1	t_2	...	t_n
Платеж, долл.	C_{t_1}	C_{t_2}	...	C_{t_n}

Внутренняя доходность рассматриваемого финансового инструмента при начислении процентов m раз в год является решением уравнения:

$$P = \frac{C_{t_1}}{\left(1 + \frac{y}{m}\right)^{t_1 m}} + \frac{C_{t_2}}{\left(1 + \frac{y}{m}\right)^{t_2 m}} + \dots + \frac{C_{t_n}}{\left(1 + \frac{y}{m}\right)^{t_n m}}, \quad (1.14)$$

где P — рыночная цена финансового инструмента.

Функция $P(y) = \sum_{i=1}^n \frac{C_{t_i}}{\left(1 + \frac{y}{m}\right)^{t_i m}}$, стоящая в правой части уравнения (1.14), все-

гда является убывающей и выпуклой. График функции изображен на рис. 1.1.

Для решения уравнения (1.14) можно использовать метод проб и ошибок. Вначале найдем простым подбором числа α_1 и β_1 так, чтобы $P(\alpha_1) > P$, а $P(\beta_1) < P$ (рис. 1.2). Тогда искомая внутренняя доходность будет находиться между α_1 и β_1 , т. е. $y \in (\alpha_1, \beta_1)$. Промежуток (α_1, β_1) разделим на 10 равных частей. И вычисляя значение функции $P(y)$ в точках деления, найдем числа α_2 и β_2 так, чтобы:

$$P(\alpha_2) > P, \quad P(\beta_2) < P.$$

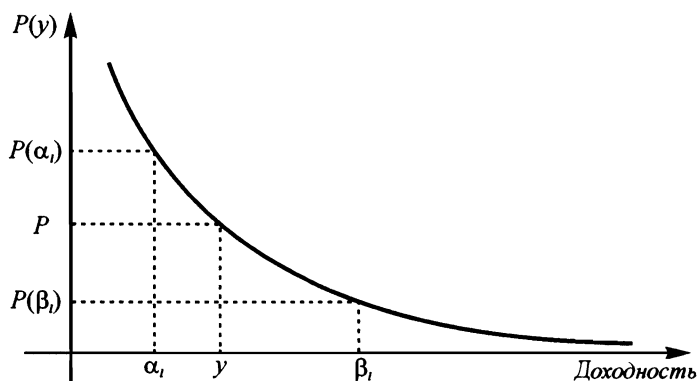


Рис. 1.1. Зависимость цены от внутренней доходности

Тогда $y \in (\alpha_2, \beta_2)$. Повторяя данную процедуру несколько раз, можно найти достаточно малый промежуток (α_i, β_i) , на котором находится искомая внутренняя доходность. В этом случае искомую внутреннюю доходность можно определить на основе линейной интерполяции:

$$y = \alpha_i \frac{P(\beta_i) - P}{P(\beta_i) - P(\alpha_i)} + \beta_i \frac{P - P(\alpha_i)}{P(\beta_i) - P(\alpha_i)}. \quad (1.15)$$

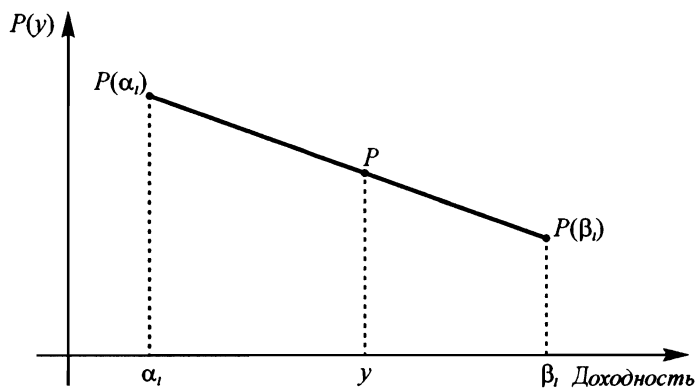


Рис. 1.2. Нахождение внутренней доходности методом линейной интерполяции

Пример 1.9. Финансовый инструмент определяется следующим денежным потоком:

Срок, лет	0,5	1,0	1,5
Платеж, долл.	2000	2500	3000

Определим внутреннюю доходность финансового инструмента при начислении процентов дважды в год, если рыночная цена финансового инструмента равна 7000 долл.

Чтобы определить искомую внутреннюю доходность, достаточно решить уравнение:

$$7000 = P(y),$$

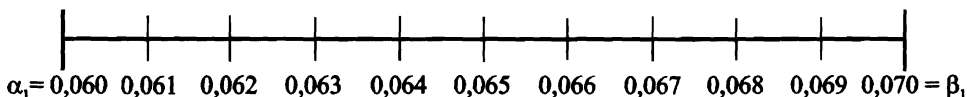
$$\text{где } P(y) = \frac{2000}{1 + \frac{y}{2}} + \frac{2500}{\left(1 + \frac{y}{2}\right)^2} + \frac{3000}{\left(1 + \frac{y}{2}\right)^3}.$$

Так как

$$P(0,06) = \frac{2000}{1 + \frac{0,06}{2}} + \frac{2500}{\left(1 + \frac{0,06}{2}\right)^2} + \frac{3000}{\left(1 + \frac{0,06}{2}\right)^3} = 7043,66 > 7000,$$

$$P(0,07) = \frac{2000}{1 + \frac{0,07}{2}} + \frac{2500}{\left(1 + \frac{0,07}{2}\right)^2} + \frac{3000}{\left(1 + \frac{0,07}{2}\right)^3} = 6971,97 < 7000,$$

то полагаем $\alpha_1 = 0,06$, $\beta_1 = 0,07$. Промежуток (α_1, β_1) разделим на 10 равных частей:



Заметим, что $P(0,066) = 7000,5057 > 7000$, $P(0,067) = 6993,3546 < 7000$. Значит, можно считать, что $\alpha_2 = 0,066$, а $\beta_2 = 0,067$.

Используя линейную интерполяцию, получим, что

$$y \approx 0,066 \cdot \frac{6993,3546 - 7000}{6993,3546 - 7000,5057} + 0,067 \cdot \frac{7000 - 7000,5057}{6993,3546 - 7000,5057} = 0,06607.$$

Так как $P(0,06607) = 7000,005$, то искомая внутренняя доходность составляет 6,607%.

Если по данному финансовому инструменту приходится только один платеж, то его внутренняя доходность при начислении процентов m раз в год может быть найдена по формуле:

$$y = m \left[\left(\frac{C}{P} \right)^{\frac{1}{Tm}} - 1 \right], \quad (1.16)$$

где C — размер платежа по финансовому инструменту;
 P — рыночная цена финансового инструмента;
 T — срок платежа по финансовому инструменту.

1.5. Котируемая цена купонных облигаций

Купонной облигацией (*coupon bond*) называют финансовый инструмент, по которому периодически выплачиваются купонные проценты вплоть до погашения и номинальная стоимость в момент его погашения.

Отношение суммы купонных платежей за год к номинальной стоимости облигации называют **купонной ставкой облигации** (*coupon rate*).

Если f — купонная ставка облигации, то размер одного купонного платежа может быть найден по формуле:

$$q = \frac{A \cdot f}{m}, \quad (1.17)$$

где q — размер купонного платежа;
 A — номинальная стоимость облигации;
 m — количество купонных выплат за год.

Пример 1.10. Дана 9%-ная купонная облигация с полугодовыми купонами и номинальной стоимостью 1000 долл. Определим поток платежей по облигации, когда до ее погашения остается 2,25 года.

В данном случае $f = 0,09$, $A = 1000$ долл., $m = 2$. Значит,

$$q = \frac{1000 \cdot 0,09}{2} = 45 \text{ долл.},$$

и поток платежей, обещааемых облигацией, имеет вид:

Срок, лет	0,25	0,75	1,25	1,75	2,25
Платеж, долл.	45	45	45	45	1045

Цена купонной облигации должна совпадать с приведенной стоимостью потока платежей, обещааемых этой облигацией. Чтобы определить приведенную стоимость потока платежей, необходимо знать ставку дисконтирования, которая в данном случае является **требуемой доходностью** (*required yield*).

Требуемая доходность для данной купонной облигации устанавливается на основе исследования внутренних доходностей финансовых инструментов, сравнимых с данной купонной облигацией. При этом учитываются такие факторы, как кредитный рейтинг эмитентов, ликвидность финансовых инструментов и т. д.

Котируемая цена купонных облигаций определяется в моменты времени, когда происходят выплаты очередных купонных платежей. Котируемая цена купонной облигации с полугодовыми купонами может быть найдена по формуле:

$$P = \frac{q \cdot 2}{r} \left[1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{r}{2}\right)^n} \right] + \frac{A}{\left(1 + \frac{r}{2}\right)^n}, \quad (1.18)$$

где P — котируемая цена облигаций;

$q = \frac{Af}{2}$ — размер одного купонного платежа;

r — требуемая доходность;

A — номинальная стоимость облигации;

n — количество купонных платежей, остающихся до погашения облигации.

Пример 1.11. Найдём цену 9%-ной купонной облигации, номинальной стоимостью 1000 долл., когда до ее погашения остается 20 лет, а требуемая доходность составляет 8%.

В данном случае

$$A = 1000 \text{ долл.}, f = 0,09, q = \frac{A \cdot f}{2} = 45 \text{ долл.}, n = 40, r = 0,08.$$

Котируемую цену облигации можно найти по формуле (1.18):

$$P = \frac{45 \cdot 2}{0,08} \left[1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{0,08}{2}\right)^{40}} \right] + \frac{1000}{\left(1 + \frac{0,08}{2}\right)^{40}} = 1098,96 \text{ долл.}$$

Говорят, что купонная облигация продается **по номиналу** (*par value*), если ее котируемая цена совпадает с номинальной стоимостью. Купонная облигация продается по номиналу тогда и только тогда, когда купонная ставка облигации равна требуемой доходности.

Облигация **продается с премией** (*at a premium*), если ее котируемая цена выше номинальной стоимости. Купонная облигация продается с премией тогда и только тогда, когда купонная ставка выше требуемой доходности. Размер премии для облигаций с полугодовыми купонами составляет:

$$P - A = A \left(\frac{f}{r} - 1 \right) \left(1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{r}{2} \right)^n} \right). \quad (1.19)$$

Говорят, что купонная облигация продается **с дисконтом** (*at a discount*), если ее котируемая цена ниже номинала. Облигация продается с дисконтом тогда и только тогда, когда купонная ставка облигации меньше требуемой доходности. Размер дисконта можно найти следующим образом:

$$A - P = A \left(1 - \frac{f}{r} \right) \left(1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{r}{2} \right)^n} \right). \quad (1.20)$$

Пример 1.12. Облигация из примера 1.11 продается с премией, так как ее купонная ставка $f = 0,09$ выше требуемой доходности $r = 0,08$. Размер премии можно определить по формуле (1.19):

$$P - A = 1000 \left(\frac{0,09}{0,08} - 1 \right) \left(1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{0,08}{2} \right)^{40}} \right) = 98,96 \text{ долл.}$$

Если с течением времени требуемая доходность не изменяется, то чем ближе дата погашения облигации, тем меньше размер премии (дисконта).

Зависимость котируемой цены облигации от количества купонных платежей, остающихся до погашения облигации, показана на рис. 1.3.

Котировкой облигации называют отношение

$$\frac{P}{A} \cdot 100,$$

где P — котируемая цена облигации;

A — номинальная стоимость облигации.

Зная котировку облигации и ее номинальную стоимость, можно найти котируемую цену облигации.

Пример 1.13. Если котировка облигации номинальной стоимостью 5000 долл. равна $98\frac{1}{4}$, то ее котируемая цена равна

$$\frac{98,25 \cdot 5000}{100} = 4912,50 \text{ долл.}$$

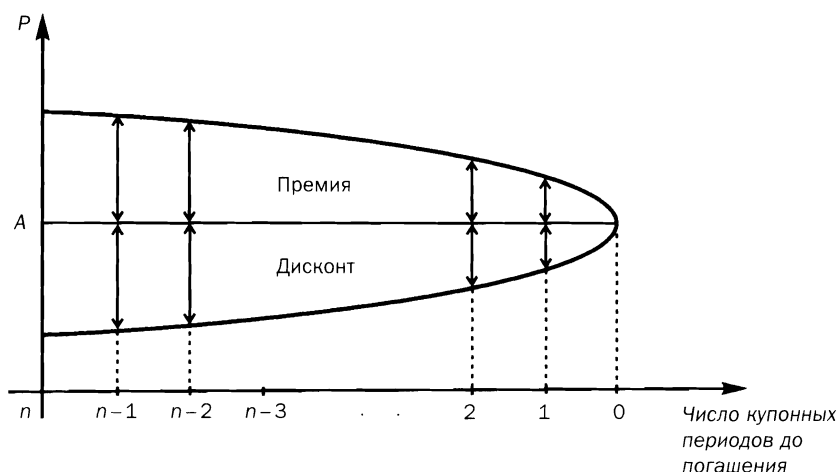


Рис. 1.3. Зависимость котировочной цены облигации от количества купонных платежей

1.6. Цена купонных облигаций

Рассмотрим некоторую облигацию с полугодовыми купонами. Будем считать, что требуемая доходность известна и равна r .

Если расчетная дата приходится на дату купонного платежа, то цена облигации считается равной ее котировочной цене и может быть найдена по формуле (1.18). Если же расчетная дата находится между датами купонных платежей, то цена облигации определяется следующим образом:

$$P = \sum_{i=0}^{n-1} \frac{q}{\left(1 + \frac{r}{2}\right)^{1+w}} + \frac{A}{\left(1 + \frac{r}{2}\right)^{n-1+w}}, \quad (1.21)$$

где P — цена облигации;
 q — полугодовой купонный платеж;
 A — номинальная стоимость облигации;
 n — число купонных платежей, остающихся до погашения облигации;
 w — отношение числа дней от расчетной даты до очередного купонного платежа к числу дней в купонном периоде.

Формулу (1.21) можно записать и в ином виде:

$$P = \frac{1}{\left(1 + \frac{r}{2}\right)^w} \left[\frac{2q}{r} \left(1 + \frac{r}{2}\right) \left(1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{r}{2}\right)^n}\right) + \frac{A}{\left(1 + \frac{r}{2}\right)^{n-1}} \right]. \quad (1.22)$$

Пример 1.14. Дана 10%-ная облигация с полугодовыми купонами номиналом 100 долл., погашаемая 1 марта 2003 г. Определим, какова была цена этой облигации 17 июля 1997 г. при требуемой доходности в 7%.

В данном случае $A = 100$ долл., $q = 5$ долл., $r = 0,07$, $n = 12$.

При расчете фактического числа дней между двумя датами принято учитывать только одну из этих дат. Тогда число дней между 1 марта и 1 сентября 1997 г. — 184, а между 17 июля и 1 сентября 1997 г. — 46. Значит,

$$w = \frac{46}{184} = 0,25.$$

По формуле (1.22) найдем, что

$$P = \frac{1}{\left(1 + \frac{0,07}{2}\right)^{0,25}} \left[\frac{10}{0,07} \left(1 + \frac{0,07}{2}\right) \left(1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{0,07}{2}\right)^{12}}\right) + \frac{100}{\left(1 + \frac{0,07}{2}\right)^{11}} \right] =$$

$$= 117,49 \text{ долл.}$$

Замечание. В примере 1.14 мы определяли число дней между двумя датами по календарю. Так принято, в частности, на рынке казначейских облигаций США. Этот стандарт расчета числа дней обозначают *Actual/Actual*. На других рынках облигаций могут использоваться и другие стандарты. Например, стандарт **30/360**, когда число дней в любом месяце считается равным 30, а число дней в году — 360.

Пример 1.15. Определим цену облигаций из примера 1.14, если на рынке действует стандарт 30/360.

При стандарте 30/360 число дней между 1 марта и 1 сентября считается равным 180, а между 17 июля и 1 сентября — 44. Тогда

$$w = \frac{44}{180} = 0,2444.$$

В этом случае цена облигации находится следующим образом:

$$P = \frac{1}{\left(1 + \frac{0,07}{2}\right)^{0,2444}} \left[\frac{10}{0,07} \left(1 + \frac{0,07}{2}\right) \left(1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{0,07}{2}\right)^{12}}\right) + \frac{100}{\left(1 + \frac{0,07}{2}\right)^{11}} \right] =$$

$$= 117,51 \text{ долл.}$$

Если покупка облигации производится на бирже, то покупатель обязан уплатить котируемую цену облигации и **накопленные проценты** (*accrued interest*), которые рассчитываются следующим образом:

$$AI = q \frac{N_1}{N}, \quad (1.23)$$

где q — полугодовой купонный платеж;
 N_1 — число дней от последнего купонного платежа до расчетной даты;
 N — число дней в купонном периоде.

Сумму котируемой цены облигации и накопленных процентов называют «грязной» ценой (*dirty price*).

Пример 1.16. Определим величину накопленных процентов для облигации из примера 1.14.

При использовании стандарта *Actual/Actual* имеем:

$$AI = 5 \cdot \frac{184 - 46}{184} = 5 \cdot \frac{138}{184} = 3,75 \text{ долл.},$$

а при стандарте 30/360:

$$AI = 5 \cdot \frac{180 - 44}{180} = 5 \cdot \frac{136}{180} = 3,78 \text{ долл.}$$

1.7. Оценка доходности облигаций

На рынках облигаций используются различные меры доходности облигаций.

1.7.1. Текущая доходность

Текущей доходностью (*current yield*) купонной облигации принято считать отношение суммы купонных платежей за год к рыночной цене облигации.

Пример 1.17. Определим текущую доходность 6%-ной облигации с полугодовыми купонами номиналом 1000 долл., продающейся по цене 700,89 долл., когда до ее погашения остается 18 лет.

$$\text{Текущая доходность} = \frac{1000 \cdot 0,06}{700,89} = 0,0856, \text{ т.е. } 8,56\%.$$

1.7.2. Доходность к погашению

Доходность к погашению (*yield to maturity*) облигации с полугодовыми купонами является решением уравнения:

$$P + AI = \frac{1}{\left(1 + \frac{y}{2}\right)^w} \left[\sum_{i=0}^{n-1} \frac{q}{\left(1 + \frac{y}{2}\right)^i} + \frac{A}{\left(1 + \frac{y}{2}\right)^{n-1}} \right], \quad (1.24)$$

где P — котируемая цена облигации;
 AI — накопленные проценты на расчетную дату;
 q — полугодовой купонный платеж;
 A — номинальная стоимость облигации;
 n — число купонных платежей, остающихся до погашения облигации;
 w — отношение числа дней между расчетной датой и очередным купонным платежом к числу дней в купонном периоде.

Пример 1.18. Найдем доходность к погашению облигации из примера 1.17.

В данном случае

$$P = 700,89 \text{ долл.}, AI = 0, q = \frac{1000 \cdot 0,06}{2} = 30 \text{ долл.},$$

$$A = 1000 \text{ долл.}, n = 36, w = 1.$$

Следовательно, доходность к погашению удовлетворяет уравнению:

$$700,89 = \frac{60}{y} \left(1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{y}{2}\right)^{36}} \right) + \frac{1000}{\left(1 + \frac{y}{2}\right)^{36}}.$$

Так как

$$\frac{60}{0,095} \left(1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{0,095}{2}\right)^{36}} \right) + \frac{1000}{\left(1 + \frac{0,095}{2}\right)^{36}} = 700,8895 \text{ долл.},$$

то доходность к погашению облигации равна 9,50%.

Нетрудно убедиться, что имеют место следующие утверждения:

- 1) если купонная облигация продается по номиналу, то купонная ставка равна текущей доходности облигации и ее доходности к погашению;
- 2) если купонная облигация продается с премией, то ее купонная ставка больше текущей доходности, которая, в свою очередь, больше доходности к погашению;
- 3) если же купонная облигация продается с дисконтом, то ее купонная ставка меньше текущей доходности, которая, в свою очередь, меньше доходности к погашению (см. примеры 1.17 и 1.18).

1.7.3. Доходность к отзыву

Во многих случаях при эмиссии облигаций оговаривается право эмитента выкупить всю эмиссию или некоторую ее часть до установленной даты погашения облигаций. Такие облигации принято называть **отзывными** (*callable bonds*). Для отзывных облигаций заранее устанавливается специальный график отзы-

ва, показывающий цены отзыва в зависимости от времени, прошедшего после даты эмиссии; обычно через определенное время после эмиссии цена отзыва устанавливается выше номинала облигации, а затем она постепенно снижается до номинала.

Доходность к отзыву (yield to call) при условии, что расчетная дата приходится на дату купонного платежа, является решением уравнения следующего вида:

$$P = \sum_{i=1}^n \frac{q}{\left(1 + \frac{y}{2}\right)^i} + \frac{A}{\left(1 + \frac{y}{2}\right)^n}, \quad (1.25)$$

где P — котируемая цена облигации с полугодовыми купонами;

q — полугодовой купонный платеж;

n^* — число купонных платежей, остающихся до рассматриваемой даты отзыва;

A^* — цена отзыва в соответствующий момент времени.

Пример 1.19. Дана 11%-ная облигация с полугодовыми купонами номиналом 1000 долл. и сроком погашения 19 лет, продающаяся по цене 1224,07 долл. Определим доходность облигации: а) к погашению; б) к отзыву через 6 лет по цене 1055 долл.; в) к отзыву через 10 лет по номиналу.

Доходность к погашению данной облигации должна удовлетворять следующему уравнению:

$$1224,07 = \frac{110}{y} \left[1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{y}{2}\right)^{38}} \right] + \frac{1000}{\left(1 + \frac{y}{2}\right)^{38}}.$$

Решив уравнение, получим, что $y = 0,0858$. Таким образом, доходность к погашению составляет 8,58%.

Доходность к отзыву через 6 лет является решением уравнения

$$1224,07 = \frac{110}{y} \left[1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{y}{2}\right)^{12}} \right] + \frac{1055}{\left(1 + \frac{y}{2}\right)^{12}}.$$

Откуда $y = 0,0710$, т. е. 7,10%.

Наконец, доходность к отзыву по номиналу равна 7,74%, так как должна удовлетворять уравнению

$$1224,07 = \frac{110}{y} \left[1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{y}{2}\right)^{20}} \right] + \frac{1000}{\left(1 + \frac{y}{2}\right)^{20}}.$$

1.7.4. Доходность к продаже

В некоторых случаях по условиям эмиссии держатель облигации имеет право продать облигацию эмитенту по заранее установленной цене, зависящей от времени, прошедшего с момента эмиссии. Такие облигации называют **продаваемыми** (putable bonds). Для продаваемых облигаций можно определить **доходность к продаже** (yield to put) по аналогии с тем, как находится доходность к отзыву для отзывных облигаций.

Если же облигация одновременно является отзывной и продаваемой, то можно рассмотреть доходность до всех предполагаемых дат отзыва и доходность ко всем предполагаемым датам продажи. Наименьшая из всех таких доходностей называется **доходностью к «наихудшему»** (yield to worst).

1.7.5. Маржа дисконтирования

Мера доходности, называемая **маржей дисконтирования** (discounted margin), применяется только к облигациям с **плавающей купонной ставкой** (floating-rate securities). В простейшем случае плавающая купонная ставка определяется в установленные моменты времени по формуле:

$$\text{Плавающая ставка} = \text{Ставка-ориентир} + \text{Фиксированная надбавка}.$$

Маржей дисконтирования называют надбавку к ставке-ориентир, которую держатель облигации ожидает получить за все время существования облигации, если ставка-ориентир не будет отклоняться от своего текущего уровня.

Пример 1.20. Дана 6-летняя облигация с плавающей купонной ставкой номиналом 100 долл. Купонная ставка больше ставки-ориентира на 80 базисных пунктов и определяется каждые 6 месяцев. Определим маржу дисконтирования, если цена облигации 99,31 долл., а текущее значение ставки-ориентира — 10%.

При определении маржи дисконтирования считается, что ставка-ориентир не меняется с течением времени. Значит, в этом случае полугодовой купонный платеж составит:

$$\frac{100 \cdot 0,108}{2} = 5,4 \text{ долл.}$$

Маржа дисконтирования должна удовлетворять следующему уравнению:

$$99,31 = \sum_{i=1}^{12} \frac{5,4}{\left(1 + \frac{0,1+x}{2}\right)^i} + \frac{100,0}{\left(1 + \frac{0,1+x}{2}\right)^{12}},$$

которое можно переписать в виде:

$$99,31 = \frac{2 \cdot 5,4}{0,1 + x} \left[1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{0,1 + x}{2}\right)^{12}} \right] + \frac{100,0}{\left(1 + \frac{0,1 + x}{2}\right)^{12}}.$$

Решив уравнение, получим, что $x = 0,0096$. Таким образом, маржа дисконтирования составляет 96 базисных пунктов.

1.8. Оценка доходности портфелей облигаций

Для оценки доходности портфелей облигаций чаще всего используются следующие две меры доходности: средневзвешенная доходность и внутренняя доходность.

1.8.1. Средневзвешенная доходность портфеля облигаций

Средневзвешенная доходность портфеля облигаций (*weighted average portfolio yield*) определяется по формуле:

$$\sum_{i=1}^k w_i y_i,$$

где k — число облигаций в портфеле;
 y_i — доходность i -й облигации, $i = 1, 2, \dots, k$;
 w_i — отношение рыночной стоимости i -й облигации к рыночной стоимости всего портфеля, $i = 1, 2, \dots, k$.

Пример 1.21. Портфель состоит из двух облигаций с полугодовыми купонами, параметры которых указаны в таблице:

Облигация	Купонная ставка, %	Срок до погашения, лет	Номинальная стоимость, долл.	Рыночная стоимость, долл.	Доходность к погашению, %
1	7	1	10 000	9 905,70	8
2	10	2	20 000	20 000	10

Определим средневзвешенную доходность портфеля облигаций. В данном случае

$$k = 2, y_1 = 0,08, y_2 = 0,10, w_1 = \frac{9905,70}{9905,70 + 20\,000} = 0,3312,$$

$$w_2 = \frac{20\,000}{9905,70 + 20\,000} = 0,6688.$$

Следовательно, средневзвешенная доходность портфеля равна
 $0,3312 \cdot 0,08 + 0,6688 \cdot 0,10 = 0,0934$, т.е. 9,34%.

1.8.2. Внутренняя доходность портфеля облигаций

Внутренней доходностью портфеля облигаций (*portfolio internal rate of return*) является процентная ставка, при которой приведенная стоимость потока платежей от портфеля совпадает с рыночной стоимостью этого портфеля. Следовательно, чтобы определить внутреннюю доходность портфеля облигаций, предварительно необходимо найти поток платежей от данного портфеля.

Пример 1.22. Найдем внутреннюю доходность портфеля облигаций из примера 1.21.

Поток платежей от рассматриваемого портфеля имеет следующий вид:

Срок, лет	0,5	1,0	1,5	2,0
Платеж, долл.	$350 + 1000 = 1350$	$10\,350 + 1000 = 11\,350$	1000	21 000

Следовательно, внутренняя доходность портфеля облигаций должна удовлетворять уравнению:

$$29\,905,70 = \frac{1350}{1 + \frac{y}{2}} + \frac{11\,350}{\left(1 + \frac{y}{2}\right)^2} + \frac{1000}{\left(1 + \frac{y}{2}\right)^3} + \frac{21\,000}{\left(1 + \frac{y}{2}\right)^4}.$$

Значит, $y = 0,0959$.

Таким образом, внутренняя доходность портфеля облигаций составляет 9,59%.

1.9. Кривые рыночных доходностей

Рассмотрим некоторую купонную облигацию. Каждый отдельный купонный платеж и выплату номинальной стоимости можно интерпретировать как облигацию с нулевым купоном при соответствующем сроке до погашения. В этом случае саму облигацию можно рассматривать как портфель облигаций с нулевыми купонами.

Так как купонная облигация и портфель соответствующих облигаций с нулевыми купонами обещают одинаковые потоки платежей, то должны совпадать и их цены. Следовательно, зная внутренние доходности облигаций с нулевыми купонами, можно найти цену купонной облигации.

Набор внутренних доходностей облигаций с нулевыми купонами, выпущенных эмитентами одного и того же кредитного рейтинга, называют **временной структурой процентных ставок** (*term structure of interest rates*).

Графическое изображение временной структуры процентных ставок принято называть **кривой (рыночных) доходностей** (*zero coupon curve*).

Кривая доходностей может изменяться с течением времени. На рис. 1.4–1.7 показаны примеры кривых рыночных доходностей.

Кривую рыночных доходностей для казначейских (государственных) облигаций называют **кривой спот-ставок** (*spot curve*).

Если известна кривая спот-ставок, то можно определить цену любой купонной казначейской облигации.

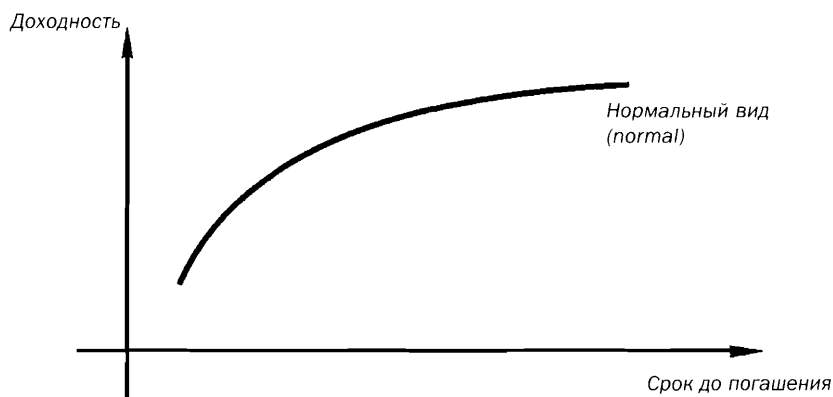


Рис. 1.4



Рис. 1.5

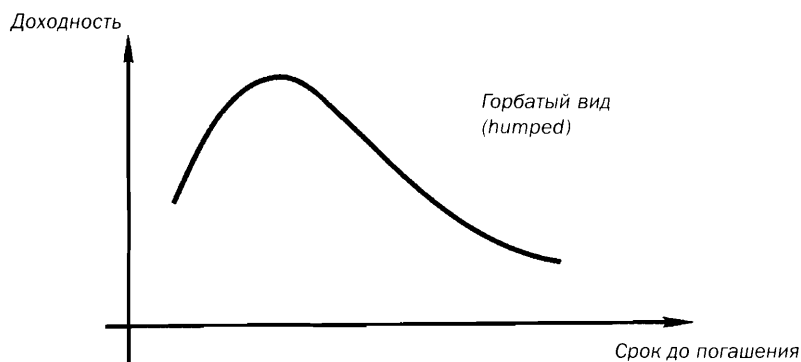


Рис. 1.6

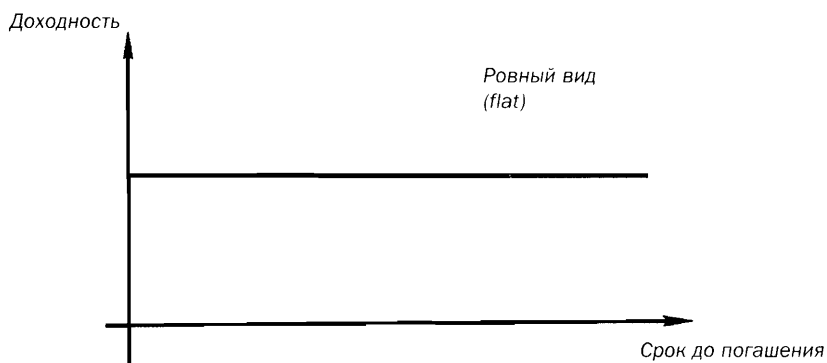


Рис. 1.7

Например, котируемая цена казначейских облигаций с полугодовыми купонами может быть найдена по следующей формуле:

$$P = \sum_{i=1}^n \frac{q}{\left(1 + \frac{r_i}{2}\right)^i} + \frac{A}{\left(1 + \frac{r_n}{2}\right)^n}, \quad (1.26)$$

где P — котируемая цена облигации;
 A — номинальная стоимость облигации;
 n — число купонных платежей, остающихся до погашения облигации;
 r_i — спот-ставка на i полугодических периодов, $i = 1, 2, \dots, n$.

Пример 1.23. Дана 8%-ная казначейская облигация с полугодовыми купонами номиналом 100 долл. Определим цену этой облигации, когда до ее погашения остается 2 года, а спот-ставки на 0,5, 1,0, 1,5 и 2 года соответственно равны 6, 6,5, 6,8 и 7%.

Согласно формуле (1.26), имеем:

$$P = \frac{4}{1 + \frac{0,06}{2}} + \frac{4}{\left(1 + \frac{0,065}{2}\right)^2} + \frac{4}{\left(1 + \frac{0,068}{2}\right)^3} + \frac{104}{\left(1 + \frac{0,07}{2}\right)^4} = 101,88 \text{ долл.}$$

Чтобы построить кривую спот-ставок, необходимо знать рыночные цены облигаций с нулевыми купонами при различных сроках до погашения. Однако обычно облигации с нулевыми купонами выпускаются лишь при небольших сроках до погашения. В таком случае кривую спот-ставок можно смоделировать на основе цен купонных облигаций с разными сроками до погашения.

Пример 1.24. На рынке имеются казначейские облигации с полугодовыми купонами номиналом 100 долл. со следующими данными:

Срок до погашения, лет	Купонная ставка	Цена, долл.
0,5	0,000	96,15
1,0	0,000	92,19
1,5	0,085	99,45
2,5	0,110	103,49

Выясним, как можно построить кривую спот-ставок в данной ситуации.

1. 6-месячную спот-ставку можно найти с помощью первой облигации. Так как должно выполняться равенство

$$96,15 = \frac{100}{1 + \frac{r_1}{2}},$$

то $r_1 = 0,080$, т. е. 8%.

2. Спот-ставку на год можно определить по второй облигации из нашего списка:

$$92,19 = \frac{100}{\left(1 + \frac{r_2}{2}\right)^2} \text{ и } r_2 = 0,083, \text{ т.е. } 8,30\%.$$

3. Спот-ставку на 1,5 года будем искать с помощью третьей облигации, зная уже найденные спот-ставки r_1 и r_2 .

Так как цена облигации должна совпадать с приведенной стоимостью потока платежей от этой облигации, то

$$99,45 = \frac{4,25}{1 + \frac{0,08}{2}} + \frac{4,25}{\left(1 + \frac{0,083}{2}\right)^2} + \frac{104,25}{\left(1 + \frac{r_3}{2}\right)^3}.$$

Следовательно, $r_3 = 0,0893$.

4. Спот-ставку r_4 найдем с помощью линейной интерполяции:

$$r_4 = \frac{0,0893 + r_5}{2}.$$

Тогда должно выполняться следующее равенство:

$$103,49 = \frac{5,5}{1 + \frac{0,08}{2}} + \frac{5,5}{\left(1 + \frac{0,083}{2}\right)^2} + \frac{5,5}{\left(1 + \frac{0,0893}{2}\right)^3} + \frac{5,5}{\left(1 + \frac{0,0893 + r_5}{4}\right)^4} + \frac{105,5}{\left(1 + \frac{r_5}{2}\right)^5},$$

т. е. мы имеем уравнение с одним неизвестным. Решив это уравнение методом проб и ошибок, получим, что $r_5 = 0,0948$. Тогда

$$r_4 = \frac{0,0893 + 0,0948}{2} = 0,09205.$$

В данном случае кривая спот-ставок имеет нормальный вид (рис. 1.8).

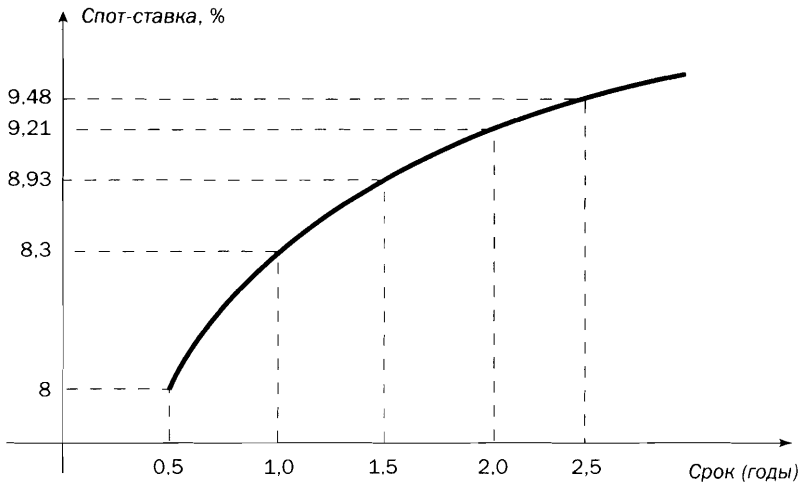


Рис. 1.8. Нормальный вид кривой спот-ставок

В развитых финансовых системах государственные облигации считаются безрисковыми, а все остальные облигации принято с ними сравнивать. Для сравнения облигаций, выпущенных негосударственными эмитентами, с государственными облигациями можно использовать показатель, называемый спредом нулевой волатильности.

Спредом нулевой волатильности (*zero-volatility spread*) называют такую надбавку к спот-ставкам, при которой приведенная стоимость потока платежей от облигации совпадает с ее рыночной ценой.

Спред нулевой волатильности удовлетворяет следующему уравнению:

$$P = \sum_{i=1}^n \frac{q}{\left(1 + \frac{r_i + x}{2}\right)^i} + \frac{A}{\left(1 + \frac{r_n + x}{2}\right)^n},$$

где P — котируемая цена облигации с полугодовыми купонами;
 q — полугодовой купонный платеж;
 A — номинальная стоимость облигации;
 n — число купонных платежей, остающихся до погашения облигации;
 r_i — спот-ставка на i полугодовых периодов, $i = 1, 2, \dots, n$.

Пример 1.25. Дана 10%-ная корпоративная облигация с полугодовыми купонами номиналом 1000 долл., когда до ее погашения остается 3 года. Определим спред нулевой волатильности, если облигация продается за 1002,75 долл., а спот-ставки на 0,5, 1, 1,5, 2, 2,5 и 3 года соответственно равны 6, 6, 7, 7, 8 и 8%.

Решив уравнение

$$\begin{aligned} 1002,75 = & \frac{50}{1 + \frac{0,06 + x}{2}} + \frac{50}{\left(1 + \frac{0,06 + x}{2}\right)^2} + \frac{50}{\left(1 + \frac{0,07 + x}{2}\right)^3} + \frac{50}{\left(1 + \frac{0,07 + x}{2}\right)^4} + \\ & + \frac{50}{\left(1 + \frac{0,08 + x}{2}\right)^5} + \frac{1050}{\left(1 + \frac{0,08 + x}{2}\right)^6}, \end{aligned}$$

найдем, что $x = 0,02$. Таким образом, в данном случае спред нулевой волатильности составляет 200 базисных пунктов.

Замечание. Для сравнения краткосрочных облигаций можно использовать разницу между доходностями к погашению. Однако для долгосрочных облигаций спред нулевой волатильности дает более точную оценку.

1.10. Предполагаемые форвардные ставки

Если известна **кривая рыночных доходностей** (*zero coupon curve*), можно найти предполагаемые форвардные ставки.

Предполагаемая форвардная ставка (*implied forward rate*) через n полугодовых периодов на t периодов вперед определяется следующей формулой:

$${}_nf_t = 2 \left[\frac{\left(1 + \frac{r_{n+t}}{2}\right)^{n+t}}{\left(1 + \frac{r_n}{2}\right)^n} - 1 \right], \quad (1.27)$$

где ${}_nf_t$ — предполагаемая форвардная ставка через n полугодовых периодов на t полугодовых периодов;

r_{n+t} — внутренняя доходность облигации с нулевым купоном, погашаемой через $n+t$ полугодовых периодов;

r_n — внутренняя доходность облигации с нулевым купоном, погашаемой через n полугодовых периодов.

Чтобы выяснить смысл предполагаемых форвардных ставок, рассмотрим две стратегии.

Стратегия 1. Денежную сумму Q инвестируем на $n + t$ полугодовых периодов под ставку r_{n+t} (это означает, что на сумму Q закупаются облигации с нулевыми купонами, погашаемые через $n + t$ полугодовых периодов).

Стратегия 2. Денежную сумму Q инвестируем на n полугодовых периодов под ставку r_n , а затем накопленную сумму реинвестируем еще на t полугодовых периодов под ставку z_t .

Данные стратегии дадут один и тот же конечный результат тогда и только тогда, когда $z_t = {}_nf_t$.

Таким образом, предполагаемая форвардная ставка ${}_nf_t$ — это такая ставка, которую может себе обеспечить инвестор на t полугодовых периодов в будущем, оперируя на рынке облигаций с нулевыми купонами.

Пример 1.26. Рыночные доходности на 3 и 5 полугодовых периодов соответственно равны 8 и 9%.

Предполагаемая форвардная ставка через 1,5 года на один год вперед может быть найдена следующим образом:

$${}_3f_2 = 2 \left[\frac{\left(1 + \frac{0,09}{2}\right)^5}{\left(1 + \frac{0,08}{2}\right)^3} - 1 \right] = 0,10509, \text{ т.е. } 10,51\%.$$

Если 100 долл. инвестировать на 2,5 года под ставку 9%, то через 2,5 года получим

$$100 \left(1 + \frac{0,09}{2}\right)^5 = 124,6182 \text{ долл.}$$

Если же 100 долл. инвестировать на 1,5 года под ставку 8%, а затем накопленную сумму

$$100 \left(1 + \frac{0,08}{2} \right)^3 = 112,4864 \text{ долл.}$$

реинвестировать под предполагаемую форвардную ставку 10,51% еще на один год, то получим

$$112,4864 \left(1 + \frac{0,1051}{2} \right)^2 = 124,6193 \text{ долл.}$$

Таким образом, обе рассмотренные стратегии дают один и тот же результат (небольшое расхождение объясняется погрешностями при расчетах).

Графическое изображение предполагаемых форвардных ставок ${}_n f_t$ при $t = 1, 2, 3, \dots$ называют **кривой форвардных ставок** (*forward rate curve*) через n полугодовых периодов.

Можно доказать, что если кривая форвардных ставок является возрастающей (убывающей), то и кривая рыночных доходностей возрастает (убывает). Однако при возрастающей кривой рыночных доходностей кривая форвардных ставок не обязана быть возрастающей.

Пример 1.27. На данный момент времени известны следующие рыночные доходности:

Срок до погашения, лет	0,5	1,0	1,5	2,0
Доходность	0,080	0,083	0,089	0,090

Таким образом, кривая рыночных доходностей возрастает. По определению предполагаемых форвардных ставок имеем:

$${}_1 f_1 = 2 \left[\frac{\left(1 + \frac{0,083}{2} \right)^2}{\left(1 + \frac{0,080}{2} \right)} - 1 \right] = 0,086004;$$

$${}_1 f_2 = 2 \left[\frac{\left(1 + \frac{0,089}{2} \right)^3}{\left(1 + \frac{0,080}{2} \right)^2} - 1 \right] = 0,093515;$$

$${}_1 f_3 = 2 \left[\frac{\left(1 + \frac{0,090}{2} \right)^4}{\left(1 + \frac{0,080}{2} \right)^3} - 1 \right] = 0,093344.$$

Следовательно, кривая форвардных ставок не является возрастающей ($f_2 > f_3$).

Если известны предполагаемые форвардные ставки, то можно определить и рыночные доходности:

$$r_t = 2 \left\{ \left[\left(1 + \frac{0f_1}{2} \right) \left(1 + \frac{1f_1}{2} \right) \left(1 + \frac{2f_1}{2} \right) \dots \left(1 + \frac{t-1f_1}{2} \right) \right]^{\frac{1}{t}} - 1 \right\}. \quad (1.28)$$

Так как среднее геометрическое положительных чисел не больше среднего арифметического этих чисел, то

$$r_t \leq 2 \left[\frac{1 + \frac{0f_1}{2} + 1 + \frac{1f_1}{2} + \dots + 1 + \frac{t-1f_1}{2}}{t} - 1 \right] = \frac{0f_1 + 1f_1 + \dots + t-1f_1}{t}.$$

С помощью предполагаемых форвардных ставок можно найти котируемую цену облигации с полугодовыми купонами:

$$P = \frac{q}{1 + \frac{0f_1}{2}} + \frac{q}{\left(1 + \frac{0f_1}{2} \right) \left(1 + \frac{1f_1}{2} \right)} + \dots + \frac{q}{\left(1 + \frac{0f_1}{2} \right) \left(1 + \frac{1f_1}{2} \right) \dots \left(1 + \frac{n-1f_1}{2} \right)} + \frac{A}{\left(1 + \frac{0f_1}{2} \right) \left(1 + \frac{1f_1}{2} \right) \dots \left(1 + \frac{n-1f_1}{2} \right)}. \quad (1.29)$$

1.11. Относительное изменение цены купонной облигации

На данный момент времени цена купонной облигации зависит только от требуемой доходности. При этом, чем выше требуемая доходность, тем ниже цена облигации, и наоборот, чем ниже требуемая доходность, тем выше цена.

Обозначим через $P(r)$ цену купонной облигации при требуемой доходности, равной r . Если Δr — некоторое положительное число, то величину

$$\frac{P(r - \Delta r) - P(r)}{P(r)}$$

назовем **относительным ростом**, а величину

$$\frac{P(r) - P(r + \Delta r)}{P(r)}$$

относительным снижением цены облигации.

Относительное изменение цены купонной облигации является важным показателем рискованности этой облигации.

Основные утверждения

1. При одном и том же изменении требуемой доходности относительный рост цены купонной облигации всегда больше относительного снижения (рис. 1.9).

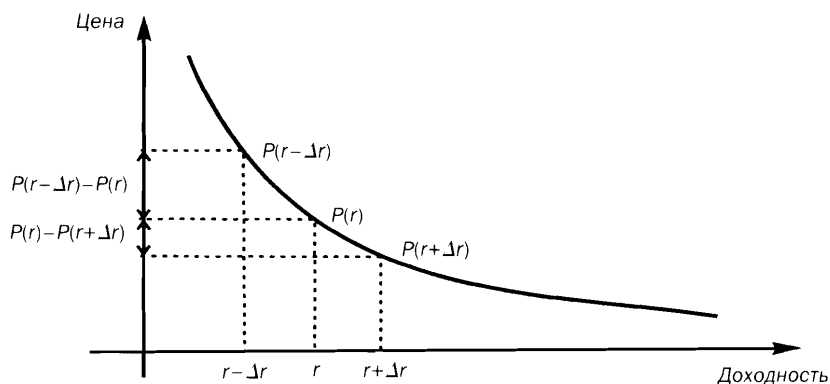


Рис. 1.9. Относительные рост и снижение цены купонной облигации

Пример 1.28. Дана 8%-ная купонная облигация с полугодовыми купонами, до погашения которой остается 15 лет, когда требуемая доходность равна 10%, а цена облигации — 84,6275 долл.

Относительный рост и относительное снижение цены облигации при различных изменениях требуемой доходности приведены в таблице:

Изменение требуемой доходности Δr , б. п.*	Цена облигации, долл.		Относительный рост цены	Относительное снижение цены
	$P(r - \Delta r)$	$P(r + \Delta r)$	$\frac{P(r - \Delta r) - P(r)}{P(r)}$	$\frac{P(r) - P(r + \Delta r)}{P(r)}$
			%	%
1	84.6957	84.5595	0.08	0.08
10	85.3126	83.9505	0.81	0.80
50	88.1347	81.3201	4.14	3.91
200	100.0000	72.4703	18.16	14.37

* б. п. — базисный пункт (сотая доля процента).

Замечание. При достаточно малых изменениях требуемой доходности относительный рост цены облигации практически совпадает с относительным снижением.

2. Чем выше купонная ставка облигации, тем меньше относительное изменение цены купонной облигации.

Пример 1.29. Даны 5-летние облигации с полугодовыми купонами при требуемой доходности $r = 10\%$, купонные ставки которых равны 0, 8 и 12%. Относительный рост и относительное снижение цен облигаций при изменении требуемой доходности на 10 базисных пунктов приведены в таблице:

Купонная ставка, %	Цена облигации, долл.			Относительный рост цены, %	Относительное снижение цен, %
	$P(r)$	$P(r - \Delta r)$	$P(r + \Delta r)$		
0	61.3913	61.6844	61.0997	0.48	0.47
8	92.2783	92.6465	91.9118	0.40	0.40
12	107.7217	108.1275	107.3179	0.38	0.38

Следствие. Среди облигаций с одним и тем же сроком до погашения, выпущенных данным эмитентом, наиболее рискованными являются облигации с нулевым купоном.

3. Чем выше требуемая доходность при прочих равных условиях, тем ниже относительное изменение цены купонной облигации.

Пример 1.30. Дана 8%-ная купонная облигация с полугодовыми купонами, до погашения которой остается 15 лет, когда требуемая доходность равна 12%, а цена облигации равна 72.4703 долл.

Относительный рост и относительное снижение цены облигации при различных изменениях требуемой доходности, приведенные в таблице, сравним с аналогичными показателями для облигации из примера 1.28:

Изменение требуемой доходности Δr , б. п.*	Цена облигации, долл.		Относительный рост цены, %	Относительное снижение цены, %
	$P(r - \Delta r)$	$P(r + \Delta r)$		
1	72.5245	72.4163	0.075	0.075
10	73.0144	71.9324	0.75	0.740
50	75.2532	69.8402	3.84	3.63
200	84.6275	62.7729	16.78	13.38

* б. п. — базисный пункт.

4. Чем меньше время остается до погашения облигации, тем меньше относительное изменение цены облигации (за исключением долгосрочных облигаций, продающихся с дисконтом).

Пример 1.31. Рассмотрим 4%-ную облигацию с полугодовыми купонами при разных сроках погашения, если требуемая доходность равна 10%, а изменение требуемой доходности составляет 50 базисных пунктов.

Все расчеты приведены в таблице:

Срок до погашения, лет	Цена облигации, долл.			Относительный рост цены, %	Относительное снижение цены, %
	$P(r)$	$P(r - \Delta r)$	$P(r + \Delta r)$		
40	41,2106	43,5188	39,1279	5,6011	5,0538
30	43,2121	45,6813	40,9686	5,7140	5,1917
20	48,5227	51,1517	46,0906	5,4181	5,0122
10	62,6134	64,9907	60,3428	3,7968	3,6264
5	76,8348	78,5050	75,2063	2,1738	2,1195

Следствие. Если ожидается падение процентных ставок на рынке, то следует держать долгосрочные облигации, а если ожидается рост процентных ставок, то краткосрочные.

1.12. Цена базисного пункта

Для оценки рискованности облигаций используется показатель, называемый ценой базисного пункта.

Ценой базисного пункта (*price value of a basis point — PVBP*) называют изменение цены облигации номиналом 100 долл. при уменьшении требуемой доходности на один базисный пункт.

Таким образом, цена базисного пункта определяется следующей формулой:

$$\delta P = P(r - \Delta r) - P(r), \quad (1.30)$$

где δP — цена базисного пункта облигации;

$P(r)$ — цена облигации номиналом 100 долл. при требуемой доходности, равной r ;

$P(r - \Delta r)$ — цена облигации при требуемой доходности, равной $r - \Delta r$;
 $\Delta r = 0,0001$.

Замечание

1. Изменение цены облигации номиналом 100 долл. при увеличении требуемой доходности на 1 базисный пункт практически совпадает с ценой базисного пункта этой облигации.

2. Изменение цены облигации номиналом 100 долл. при уменьшении (увеличении) требуемой доходности на x базисных пунктов при $x \leq 10$ приблизительно равно произведению цены базисного пункта на число x .

Пример 1.32. Рассмотрим 6%-ную облигацию с полугодовыми купонами, когда до погашения остается 10 лет, а требуемая доходность равна 10%.

В данном случае

$$r = 0,1, \Delta r = 0,0001, r - \Delta r = 0,0999,$$

$$P(r) = \frac{6}{0,1} \left[1 - \frac{1}{(1,05)^{20}} \right] + \frac{100}{(1,05)^{20}} = 75,0756 \text{ долл.},$$

$$P(r - \Delta r) = \frac{6}{0,0999} \left[1 - \frac{1}{(1,04995)^{20}} \right] + \frac{100}{(1,04995)^{20}} = 75,1273 \text{ долл.},$$

и по формуле (1.30) цена базисного пункта

$$\delta_1 P = 75,1273 - 75,0756 = 0,0517 \text{ долл.}$$

Следовательно, изменение цены облигации при увеличении требуемой доходности на 8 базисных пунктов должно приблизительно равняться:

$$8\delta_1 P = 8 \times 0,0517 = 0,4136.$$

Точное значение этого изменения может быть найдено следующим образом:

$$P(r) - P(r + 0,0008) = 75,0756 - 74,6631 = 0,4125.$$

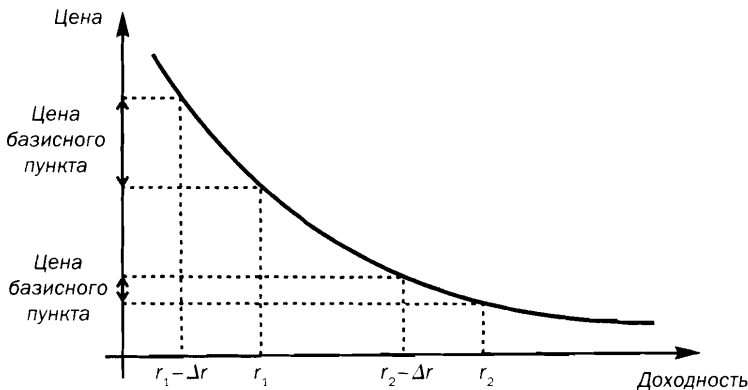


Рис. 1.10. Зависимость цены базисного пункта от доходности

Нетрудно проверить, что имеет место следующее утверждение: чем выше требуемая доходность для данной облигации, тем ниже цена базисного пункта (рис. 1.10).

Пример 1.33. Рассмотрим облигацию из примера 1.32 при требуемой доходности 6%. В этом случае цена базисного пункта

$$\delta_2 P = P(0,0599) - P(0,06) = 100,0744 - 100,0000 = 0,0744$$

превышает цену базисного пункта из примера 1.32.

Цена базисного пункта для портфеля облигаций находится по формуле:

$$\sum_{k=1}^N \frac{A_k}{100} \cdot \delta_k P,$$

где A_k — номинальная стоимость облигации k -го вида;

$\delta_k P$ — цена базисного пункта облигации k -го вида при номинале 100 долл.;

N — число облигаций в портфеле.

1.13. Дюрация финансовых инструментов

Рассмотрим финансовый инструмент со следующим потоком платежей:

Срок, лет	t_1	t_2	t_3	...	t_k
Платеж, долл.	C_{t_1}	C_{t_2}	C_{t_3}	...	C_{t_k}

Если требуемая доходность при начислении процентов дважды в год равна r , то **дюрацией Маколея** (*Macaulay duration*) данного финансового инструмента называется величина

$$D = \sum_{i=1}^k t_i \cdot \frac{PV(C_i)}{P}, \quad (1.31)$$

где $PV(C_i) = \frac{C_i}{\left(1 + \frac{r}{2}\right)^{2t_i}}$ — приведенная стоимость i -го платежа, $i = 1, 2, \dots, k$;

$P = \sum_{i=1}^k PV(C_i)$ — текущая цена финансового инструмента.

Модифицированная дюрация (*modified duration*) финансового инструмента определяется равенством

$$D_{\text{мод}} = \frac{D}{1 + \frac{r}{2}}, \quad (1.32)$$

где D — дюрация Маколея,

r — требуемая доходность при начислении процентов дважды в год.

Имеет место следующее равенство:

$$\frac{dP}{dr} = -D_{\text{мод}} \cdot P,$$

т. е. производная цены финансового инструмента по требуемой доходности равна произведению модифицированной дюрации этого инструмента на его цену с обратным знаком.

Основное свойство дюрации — при малых изменениях требуемой доходности имеет место равенство

$$\frac{\Delta P}{P} \approx -D_{\text{мод}} \cdot \Delta r, \quad (1.33)$$

где $\frac{\Delta P}{P} = \frac{P(r + \Delta r) - P(r)}{P(r)}$ — относительное изменение цены финансового инструмента при изменении требуемой доходности на величину Δr (положительную или отрицательную);

$D_{\text{мод}}$ — модифицированная дюрация.

Из равенства (1.33), в частности, следует, что

$$P(r + \Delta r) \approx P(r) - P(r) \cdot D_{\text{мод}} \cdot \Delta r. \quad (1.34)$$

Геометрическая иллюстрация равенства (1.34) приведена на рис. 1.11.

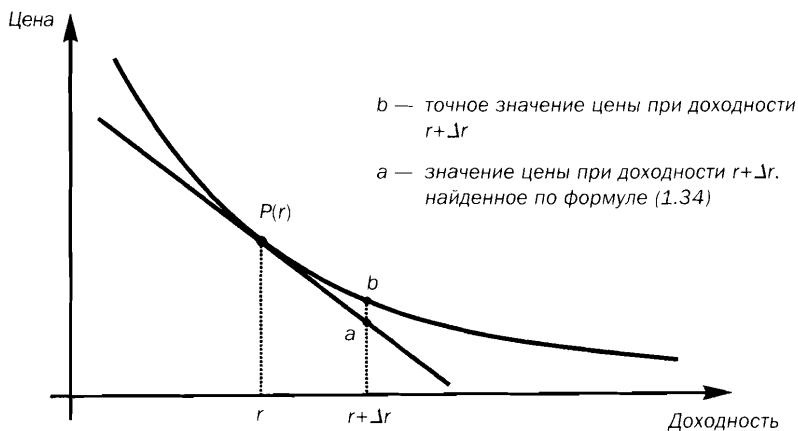


Рис. 1.11

Пример 1.34. Финансовый инструмент характеризуется следующим потоком платежей:

Срок, лет	1,0	1,5	2,0	3,0
Платеж, долл.	100	120	130	300

Расчет дюрации финансового инструмента при требуемой доходности 10% приведен в таблице:

t_i	C_{t_i}	$PV(C_{t_i})$	$\frac{PV(C_{t_i})}{P}$	$t_i \cdot \frac{PV(C_{t_i})}{P}$
1,0	100	90,70295	0,17271	0,17271
1,5	120	103,66051	0,19738	0,29607
2,0	130	106,95132	0,20365	0,40730
3,0	300	223,86462	0,42626	1,27878
Σ	—	525,17940 (P)	1,00000	2,15486

Таким образом, дюрация Маколея финансового инструмента равна 2,155 лет.

Тогда модифицированная дюрация находится следующим образом:

$$D_{\text{мод}} = \frac{D}{1 + \frac{0,1}{2}} = \frac{2,155}{1,05} = 2,052 \text{ года.}$$

Если требуемая доходность увеличится на 10 базисных пунктов, то

$$\frac{\Delta P}{P} \approx -D_{\text{мод}} \cdot r = -2,052 \cdot 0,001 = -0,00205,$$

т. е. цена финансового инструмента упадет на 0,2%.

Если же требуемая доходность мгновенно упадет на 200 базисных пунктов, то цена финансового инструмента вырастет приблизительно на 4,104%, так как

$$\frac{\Delta P}{P} \approx -2,052 \cdot (-0,02) = 0,04104.$$

Точные значения относительного изменения цены финансового инструмента в этих двух случаях соответственно равны -0,002049 и 0,04222.

Дюрацию обыкновенной ренты с полугодовыми платежами можно найти по формуле:

$$D = \frac{1 + \frac{r}{2}}{r} - \frac{n}{2} \frac{1}{\left(1 + \frac{r}{2}\right)^n - 1}, \quad (1.35)$$

где r — требуемая доходность (при начислении процентов дважды в год);
 n — число платежей ренты.

В частности, дюрация бессрочной ренты определяется равенством

$$D = \frac{1 + \frac{r}{2}}{r}. \quad (1.36)$$

Дюрация Маколея облигации с полугодовыми купонами, когда до ее погашения остается в точности n полугодовых периодов, может быть найдена по формуле

$$D = \frac{1 + \frac{r}{2}}{r} \cdot H + \frac{n}{2} \left(\frac{r - f}{r} \right) (1 - H), \quad (1.37)$$

где r — требуемая доходность при начислении процентов дважды в год;
 f — купонная ставка облигации;
 H — отношение приведенной стоимости ренты из купонных платежей к цене облигации.

Пример 1.35. Дана 7%-ная облигация с полугодовыми купонами, когда до ее погашения остается 20 лет, а требуемая доходность — 10%.

В данном случае $r = 0,1$, $f = 0,07$, $n = 40$, $q = 3,50$ долл.

Приведенная стоимость ренты из полугодовых купонных платежей может быть найдена следующим образом:

$$\frac{q \cdot 2}{r} \left[1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{r}{2}\right)^n} \right] = \frac{7}{0,1} \left[1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{0,1}{2}\right)^{40}} \right] = 60,05680.$$

Цена облигации

$$P = \frac{q \cdot 2}{r} \left[1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{r}{2}\right)^n} \right] + \frac{A}{\left(1 + \frac{r}{2}\right)^n} = \frac{7}{0,1} \left[1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{0,1}{2}\right)^{40}} \right] + \frac{100}{\left(1 + \frac{0,1}{2}\right)^{40}} = 74,26137.$$

Так как

$$H = \frac{60,05680}{74,26137} = 0,80872,$$

то

$$D = \frac{1,05}{0,1} \cdot 0,80872 + 20 \cdot \frac{0,03}{0,1} (1 - 0,80872) = 9,63924 \text{ лет},$$

$$D_{\text{мод}} = \frac{D}{1 + \frac{r}{2}} = \frac{9,63924}{1,05} = 9,18023.$$

Для расчета модифицированной дюрации любого финансового инструмента с заданным потоком платежей можно использовать следующую приближенную формулу:

$$D_{\text{мод}} \approx \frac{V(r - \Delta y) - V(r + \Delta y)}{2V(r) \Delta y}, \quad (1.38)$$

где r — требуемая доходность при начислении процентов дважды в год;
 Δy — выбранное изменение требуемой доходности;
 $V(r)$, $V(r - \Delta y)$, $V(r + \Delta y)$ — цены финансового инструмента при требуемой доходности, равной r , $r - \Delta y$, $r + \Delta y$ соответственно.

Пример 1.36. Рассмотрим облигацию из примера 1.35. Точное значение модифицированной дюрации этой облигации 9,18023 лет. Найдем модифицированную дюрацию с помощью приближенной формулы (1.38) при $\Delta y = 20$ базисных пунктов.

Так как

$$V(0,1) = 74,26137;$$

$$V(0,098) = \frac{7}{0,098} \left[1 - \frac{1}{(1,049)^{40}} \right] + \frac{100}{(1,049)^{40}} = 75,64469;$$

$$V(0,102) = \frac{7}{0,102} \left[1 - \frac{1}{(1,051)^{40}} \right] + \frac{100}{(1,051)^{40}} = 72,91729.$$

то

$$D_{\text{мод}} = \frac{75,64469 - 72,91729}{2 \cdot 74,26137 \cdot 0,002} = 9,18175 \text{ лет}.$$

Основные утверждения о дюрации Маколея для купонных облигаций с полугодовыми купонами, когда до очередного купонного платежа остается 6 месяцев.

1. Дюрация любой купонной облигации не превышает срока до ее погашения, а дюрация облигации с нулевым купоном всегда совпадает со сроком до ее погашения.
2. Если купонная ставка облигации отлична от нуля, то, чем больше требуемая доходность, тем меньше дюрация.

3. Если до погашения облигации остается более одного купонного периода, то, чем выше купонная ставка при неизменной требуемой доходности, тем меньше дюрация.
4. Чем меньше времени остается до погашения облигации при прочих неизменных факторах, тем меньше дюрация (за исключением долгосрочных облигаций, продающихся с дисконтом).

1.14. Модифицированная дюрация портфеля облигаций

Модифицированной дюрацией портфеля облигаций называют взвешенную по стоимости сумму модифицированных дюраций облигаций, входящих в этот портфель, т. е.

$$D_{\Pi}^{\text{мод}} = \sum_{i=1}^k D_i^{\text{мод}} w_i, \quad (1.39)$$

где $D_{\Pi}^{\text{мод}}$ — модифицированная дюрация портфеля;

$D_i^{\text{мод}}$ — модифицированная дюрация i -й облигации, $i = 1, 2, \dots, k$;

k — число облигаций в портфеле;

w_i — отношение рыночной стоимости i -й облигации
к рыночной стоимости портфеля, $i = 1, 2, \dots, k$.

Основное свойство модифицированной дюрации портфеля облигаций: если требуемые доходности всех облигаций портфеля изменяются на одну и ту же достаточно малую величину, имеет место следующее приближенное равенство:

$$\frac{\Delta P}{P} \approx -D_{\Pi}^{\text{мод}} \cdot \Delta r, \quad (1.40)$$

где $\frac{\Delta P}{P}$ — относительное изменение цены портфеля при изменении
требуемой доходности на величину Δr ;

$D_{\Pi}^{\text{мод}}$ — модифицированная дюрация портфеля.

Пример 1.37. Рассмотрим портфель, состоящий из трех облигаций с полугодовыми купонами при требуемой доходности 10% со следующими данными:

Облигация	Номинал, долл.	Рыночная стоимость, долл.	Модифицированная дюрация, лет
10%-ная 5-летняя	4 000 000	4 000 000	3,861
8%-ная 15-летняя	5 000 000	4 231 375	8,047
14%-ная 30-летняя	1 000 000	1 378 586	9,168

В данном случае начальная стоимость портфеля $\Pi = 9\,609\,961$ долл. Тогда

$$w_1 = \frac{4\,000\,000}{9\,609\,961} = 0,416235;$$

$$w_2 = \frac{4\,231\,375}{9\,609\,961} = 0,440311;$$

$$w_3 = \frac{1\,378\,586}{9\,609\,961} = 0,143454.$$

Следовательно, модифицированная дюрация портфеля облигаций составляет

$$D_{\Pi}^{\text{мод}} = 0,416235 \cdot 3,861 + 0,440311 \cdot 8,047 + 0,143454 \cdot 9,168 = 6,465 \text{ лет.}$$

Если требуемые доходности мгновенно увеличатся на 60 базисных пунктов, то

$$\frac{\Delta \Pi}{\Pi} \approx -6,465 \cdot 0,006 = -0,0388,$$

т. е. цена портфеля упадет на 3,88%.

Точное изменение цены портфеля равно $-0,0376$, т. е. $-3,76\%$.

Говорят, что инвестор занимает **длинную позицию** (*long position*) на рынке облигаций, если он купил некоторую облигацию на этом рынке.

Если же инвестор взял облигацию взаймы у дилера и продал ее на рынке, то говорят, что на рынке облигаций он занимает **короткую позицию** (*short position*). Инвестор, занимающий короткую позицию, обязан в определенный момент времени в будущем вернуть облигацию дилеру и выплатить компенсацию за недополученные купонные платежи. Рассмотрим на примере, как определить модифицированную дюрацию портфеля, состоящего из длинных и коротких позиций на рынке облигаций.

Пример 1.38. Портфель состоит из двух позиций: длинной позиции в размере 100 млн. долл. по двухлетней облигации ценой 101 долл. с модифицированной дюрацией 1,7 и короткой позиции в размере 50 млн. долл. по 5-летней облигации ценой 99 долл. с модифицированной дюрацией 4,1. Определим модифицированную дюрацию этого портфеля.

Исходная стоимость портфеля может быть найдена следующим образом:

$$\frac{100\,000\,000}{100} \cdot 101 - \frac{50\,000\,000}{100} \cdot 99 = 51\,500\,000.$$

Тогда

$$w_1 = \frac{101\,000\,000}{51\,500\,000} = 1,961165, \quad w_2 = -\frac{49\,500\,000}{51\,500\,000} = -0,961165,$$

а модифицированная дюрация портфеля равна

$$1,961165 \cdot 1,7 - 0,961165 \cdot 4,1 = -0,607.$$

1.15. Приложения дюрации

1.15.1. Обмен облигаций

Предположим, что инвестор рассматривает вопрос об обмене облигации X стоимостью V_x с модифицированной дюрацией $D_x^{\text{мод}}$ на облигацию Y с модифицированной дюрацией $D_y^{\text{мод}}$ при цене P_y (на номинал 100 долл.).

Выясним, каким должен быть номинал облигации Y , чтобы обмен облигации X на облигацию Y не увеличивал подверженность инвестора процентному риску.

Если требуемая доходность облигации X изменится на величину Δr , то соответствующее изменение стоимости этой облигации определяется равенством

$$\Delta V_x \approx -D_x^{\text{мод}} \cdot V_x \cdot \Delta r. \quad (1.41)$$

Можно предположить, что на основе статистических исследований установлено, что при изменении требуемой доходности облигации X на величину Δr требуемая доходность облигации Y изменяется на величину $\beta \Delta r$.

Тогда соответствующее изменение стоимости облигации Y можно найти по формуле:

$$\Delta V_y = -D_y^{\text{мод}} \cdot \frac{A_y}{100} \cdot P_y \cdot \beta \cdot \Delta r, \quad (1.42)$$

где A_y — номинал облигации Y .

Обмен облигаций не будет увеличивать подверженность процентному риску, если при любом Δr

$$\Delta V_x = \Delta V_y,$$

т. е.

$$-D_x^{\text{мод}} \cdot V_x \cdot \Delta r = -D_y^{\text{мод}} \cdot \frac{A_y}{100} \cdot P_y \cdot \beta \cdot \Delta r.$$

Следовательно,

$$A_y = \frac{D_x^{\text{мод}}}{D_y^{\text{мод}}} \cdot \frac{V_x}{\beta \cdot P_y} \cdot 100. \quad (1.43)$$

Равенство (1.43) показывает, каким должен быть номинал облигации Y , чтобы при обмене облигации X на облигацию Y не увеличивался процентный риск.

Пример 1.39. Инвестор рассматривает вопрос об обмене облигации X стоимостью 8 млн. долл. на облигацию Y при цене $P_y = 96$ долл. Модифицированные дюрации облигаций X и Y соответственно равны 5 и 4, а коэффициент β равен 1,6.

Чтобы при обмене не менялась подверженность процентному риску, номинал облигации Y должен удовлетворять равенству:

$$A_y = \frac{5}{4} \cdot \frac{8\,000\,000}{1,6 \cdot 96} \cdot 100 = 6\,510\,417.$$

Таким образом, искомый номинал облигаций Y должен равняться 6 510 417.

1.15.2. Иммунизация портфеля облигаций

Предположим, что в данный (нулевой) момент времени инвестор владеет портфелем облигаций, который он собирается продать через T лет.

Если в данный момент времени все рыночные доходности одинаковы, т. е. кривая доходности имеет ровный вид, то будущая стоимость инвестиций $P^A(T)$ через T лет определяется следующим образом:

$$P^A(T) = P(r) \cdot \left(1 + \frac{r}{2}\right)^{2T},$$

где r — рыночная доходность,

$P(r)$ — стоимость портфеля при рыночной доходности, равной r .

Будущую стоимость $P^A(T)$ будем называть **целевой накопленной стоимостью** портфеля облигаций.

Однако если между данным моментом времени и первым процентным платежом рыночные доходности изменяются на одну и ту же величину Δr , а в дальнейшем уже меняться не будут, то будущая стоимость инвестиции $P^F(T)$ через T лет удовлетворяет равенству

$$P^F(T) = P(r + \Delta r) \left(1 + \frac{r + \Delta r}{2}\right)^{2T}.$$

Будущую стоимость $P^F(T)$ будем называть **фактической накопленной стоимостью** портфеля облигаций.

Фактическая накопленная стоимость портфеля облигаций может оказаться выше или ниже целевой накопленной стоимости этого портфеля. Однако если временной горизонт инвестора T совпадает с дюрацией Маколея портфеля облигаций, то фактическая накопленная стоимость портфеля никогда не будет меньше его целевой накопленной стоимости.

Пример 1.40. Рассмотрим портфель из двух облигаций с полугодовыми купонами, когда все рыночные доходности равны 6%. Основные данные об облигациях данного портфеля приведены ниже в таблице.

Облигация	Номинал	Стоимость	Дюрация Маколея
6%-ная, 4-летняя	1000	1000,00	3,615
8%-ная, 5-летняя	2000	2170,60	4,254

Дюрация Маколея данного портфеля облигаций находится следующим образом:

$$D(\Pi) = 3,615 \cdot \frac{1000}{3170,60} + 4,254 \cdot \frac{2170,60}{3170,60} = 4,053.$$

Целевая накопленная стоимость портфеля через 4,053 года будет равна:

$$3170,60 \cdot (1 + 0,03)^{4,053 \cdot 2} = 4029,02.$$

В таблице указаны фактические накопленные стоимости через 4,053 года при различных изменениях рыночных доходностей:

Изменение рыночной доходности Δr , %	Фактическая накопленная стоимость $P^F(T)$, где $T = D(\Pi)$
-2	4030,23
-1	4029,32
0	4029,02 = $P^A(T)$
1	4029,35
2	4030,28

Стратегия иммунизации портфеля облигаций рассчитана на защиту портфеля облигаций от процентного риска. Эта стратегия предполагает следующие действия. В начальный момент времени формируется портфель облигаций так, чтобы дюрация Маколея этого портфеля совпадала с временным горизонтом инвестора. Со временем портфель периодически пересматривается так, чтобы каждый раз дюрация Маколея совпадала с временным горизонтом инвестора.

1.16. Выпуклость финансовых инструментов

Рассмотрим финансовый инструмент со следующим потоком платежей:

Срок, лет	t_1	t_2	...	t_k
Платеж, долл.	C_{t_1}	C_{t_2}	..	C_{t_k}

Если требуемая доходность при начислении процентов дважды в год равна r , то **выпуклостью** (convexity) данного финансового инструмента называют число

$$C = \frac{1}{\left(1 + \frac{r}{2}\right)^2} \cdot \sum_{i=1}^k t_i (t_i + 0,5) \frac{PV(C_{t_i})}{P}, \quad (1.44)$$

где $PV(C_t) = \frac{C_t}{\left(1 + \frac{r}{2}\right)^{2t}}$ — приведенная стоимость i -го платежа,
 $i = 1, 2, \dots, k$;

$$P = \sum_{t=1}^k PV(C_t) \text{ — цена финансового инструмента.}$$

Имеет место следующее равенство:

$$\frac{d^2P}{dr^2} = C \cdot P,$$

т. е. производная второго порядка цены финансового инструмента по требуемой доходности равна произведению выпуклости этого финансового инструмента на его цену.

Основное свойство выпуклости

При малых изменениях требуемой доходности имеет место следующее приближенное равенство:

$$\frac{\Delta P}{P} \approx -D_{\text{мод}} \cdot \Delta r + \frac{C}{2} (\Delta r)^2, \quad (1.45)$$

где $\frac{\Delta P}{P}$ — относительное изменение цены финансового инструмента,

соответствующее изменению требуемой доходности на величину Δr ;

$D_{\text{мод}}$ — модифицированная дюрация финансового инструмента;

C — выпуклость финансового инструмента.

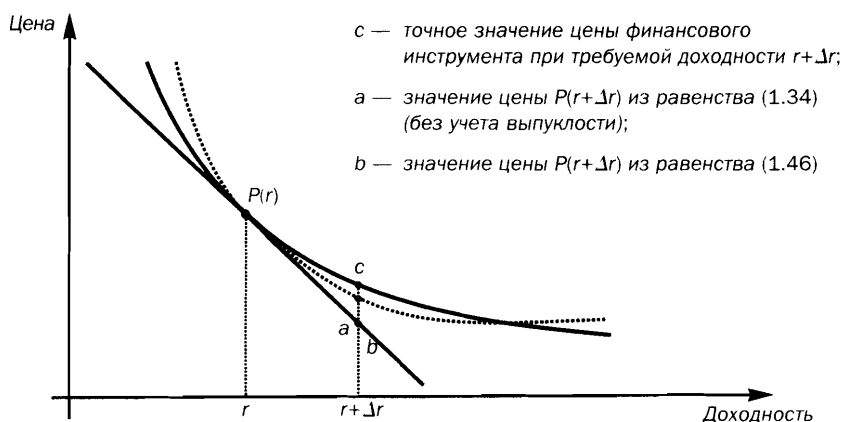


Рис. 1.12

Равенство (1.45) можно переписать в следующем виде:

$$P(r + \Delta r) \approx P(r) - P(r) \cdot D_{\text{мод}} \cdot \Delta r + \frac{C}{2} P(r) (\Delta r)^2. \quad (1.46)$$

Геометрический смысл этого равенства проиллюстрирован рис. 1.12.

Пример 1.41. Финансовый инструмент обещает следующий поток платежей:

Срок, лет	1,0	1,5	2,0	3,0
Платеж, долл.	100	120	130	300

Расчет выпуклости данного финансового инструмента при требуемой доходности 10% приведен в таблице:

t_i	C_i	$PV(C_i)$	$t_i \cdot \frac{PV(C_i)}{P}$	$t_i(t_i + 0,5) \frac{PV(C_i)}{P}$
1,0	100	90,70295	0,17271	0,25907
1,5	120	103,66051	0,29607	0,59214
2,0	130	106,95132	0,40730	1,01825
3,0	300	223,86462	1,27878	4,47572
Σ	—	525,17940 (P)	2,15486 (D)	6,34518

Модифицированная дюрация финансового инструмента

$$D_{\text{мод}} = \frac{2,15486}{1,05} = 2,052 \text{ года,}$$

а его выпуклость

$$C = \frac{6,34518}{(1,05)^2} = 5,755 \text{ (лет)}^2.$$

Если требуемая доходность в начальный момент времени увеличится на 50 базисных пунктов, то цена финансового инструмента упадет приблизительно на 1,0188%, так как

$$\frac{\Delta P}{P} \approx -2,052 \cdot 0,005 + \frac{5,755}{2} (0,005)^2 = -0,010188.$$

Заметим, что относительное изменение цены финансового инструмента, найденное приближенно, без учета выпуклости равно $-0,01026$, а точное значение этого изменения $-0,010189$.

Если же требуемая доходность в начальный момент времени упадет на 200 базисных пунктов, то цена финансового инструмента вырастет приблизительно на 4,219%, так как

$$\frac{\Delta P}{P} \approx 2,052 \cdot 0,02 + \frac{5,755}{2} (0,02)^2 = 0,042191,$$

в то время как относительное изменение цены инструмента, найденное приближенно без учета выпуклости, равно 0,04104, а точное значение этого изменения равно 0,04222.

Основные утверждения о выпуклости финансовых инструментов

1. Произведение начальной цены финансового инструмента на его модифицированную дюрацию называют долларовой дюрацией этого инструмента. Производная долларовой дюрации финансового инструмента по требуемой доходности равна произведению выпуклости этого финансового инструмента на его цену с обратным знаком, т. е.

$$\frac{d(P \cdot D_{\text{мод}})}{dr} = -C \cdot P.$$

Это означает, что выпуклость финансового инструмента является мерой скорости изменения долларовой дюрации этого инструмента.

2. При уменьшении требуемой доходности растут модифицированная дюрация и выпуклость финансового инструмента, причем

$$C > D_{\text{мод}}^2 + \frac{1}{1 + \frac{r}{2}} \cdot \frac{D_{\text{мод}}}{2}.$$

3. Если финансовый инструмент имеет одинаковые модифицированные дюрации, то при достаточно малом изменении требуемой доходности у финансового инструмента с большей выпуклостью относительный рост цены больше, а относительное снижение цены меньше. Это означает, что при одной и той же модифицированной дюрации для инвесторов более привлекателен финансовый инструмент с большей выпуклостью.
4. При заданных требуемой доходности и сроке до погашения купонной облигации: чем меньше купонная ставка, тем больше выпуклость.

Для оценки выпуклости любого финансового инструмента можно использовать следующую приближенную формулу:

$$C \approx \frac{V(r + \Delta y) + V(r - \Delta y) - 2V(r)}{V(r) \cdot (\Delta y)^2}, \quad (1.47)$$

где r — требуемая доходность при начислении процентов дважды в год;
 Δy — выбранное положительное изменение требуемой доходности;
 $V(r)$, $V(r - \Delta y)$, $V(r + \Delta y)$ — стоимости финансового инструмента при требуемых доходностях r , $r - \Delta y$, $r + \Delta y$ соответственно.

Пример 1.42. Рассмотрим 7%-ную облигацию с полугодовыми купонами, когда до ее погашения остается 3 года, а требуемая доходность равна 10%.

Оценим выпуклость данной облигации с помощью приближенной формулы (1.47), считая, что номинал облигации равен 100 долл. Изменение требуемой доходности выберем в 20 базисных пунктов ($\Delta y = 0,002$). Тогда

$$V(0,1) = 92,38646,$$

$$V(0,1 - \Delta y) = 92,87125,$$

$$V(0,1 + \Delta y) = 91,90480.$$

По формуле (1.47)

$$C = \frac{92,87125 + 91,90480 - 2 \cdot 92,38646}{92,38646 \cdot (0,002)^2} = 8,470 \text{ (лет)}^2.$$

Расчет точного значения выпуклости данной облигации приведен в таблице:

t_i	C_{t_i}	$PV(C_{t_i})$	$t_i(t_i + 0,5) \frac{PV(C_{t_i})}{P}$
0.5	3.5	3.333333	0.018040
1.0	3.5	3.174603	0.051543
1.5	3.5	3.023432	0.098178
2.0	3.5	2.879459	0.155838
2.5	3.5	2.742342	0.222625
3.0	103.5	77.233294	8.777797
Σ	—	92.386463 (P)	9.324021

Значит,

$$C = \frac{9,324021}{(1,05)^2} = 8,457 \text{ (лет)}^2.$$

Таким образом, приближенная формула (1.47) дает достаточно хорошую оценку выпуклости облигации.

1.17. Выпуклость портфеля облигаций

Выпуклостью портфеля облигаций называют взвешенную по стоимости сумму выпуклостей облигаций, из которых составлен этот портфель, т. е. по определению

$$C_{\Pi} = \sum_{i=1}^k w_i C_i, \quad (1.48)$$

где C_P — выпуклость портфеля облигаций,
 C_i — выпуклость i -й облигации портфеля, $i = 1, 2, \dots, k$,
 w_i — отношение рыночной стоимости i -й облигации
к рыночной стоимости всего портфеля, $i = 1, 2, \dots, k$,
 k — количество облигаций в портфеле.

Основное свойство выпуклости

Если требуемые доходности облигаций портфеля изменяются на одну и ту же величину, то имеет место следующее приближенное равенство:

$$\frac{\Delta P}{P} \approx -D_P^{\text{мод}} \cdot \Delta r + \frac{C_P}{2} (\Delta r)^2, \quad (1.49)$$

где $\frac{\Delta P}{P}$ — относительное изменение цены портфеля облигаций,
соответствующее изменению требуемых доходностей на величину Δr ;
 $D_P^{\text{мод}}$ — модифицированная дюрация портфеля облигаций;
 C_P — выпуклость портфеля облигаций.

Заметим, что равенство (1.49) соблюдается тем точнее, чем меньше Δr (по абсолютной величине).

На основе равенства (1.49) можно сделать следующий вывод о роли выпуклости портфеля облигаций как меры процентного риска.

Если портфели облигаций имеют одну и ту же модифицированную дюрацию, то у портфеля с большей выпуклостью относительный рост цены больше, а относительное снижение цены меньше.

Однако это утверждение справедливо лишь в том случае, когда требуемые доходности облигаций портфеля изменяются на одну и ту же величину.

Пример 1.43 [5]. Даны три облигации с полугодовыми купонами, основные показатели которых приведены в таблице:

Облигация	Купонная ставка, %	Срок до погашения, лет	Номинал, долл.	Доходность к погашению, %	Модифицированная дюрация, лет	Выпуклость
X	8,50	5	100	8,50	4,00544	19,8164
Y	9,50	20	100	9,50	8,88151	124,1702
Z	9,25	10	100	9,25	6,43409	55,4506

Из данных облигаций сформируем два портфеля: портфель А (50,2% — облигация X и 49,8% — облигация Y), портфель В (облигация Z).

Модифицированная дюрация и выпуклость портфеля А находятся следующим образом:

$$D_A = 0,502 \cdot 4,00544 + 0,498 \cdot 8,88151 = 6,434,$$

$$C_A = 0,502 \cdot 19,8164 + 0,498 \cdot 124,1702 = 71,7846.$$

Таким образом, дюрации портфелей А и В одинаковы, а выпуклость портфеля А выше выпуклости портфеля В.

Относительные изменения стоимостей портфелей А и В при различных изменениях требуемых доходностей облигаций на одну и ту же величину приведены в следующей таблице:

Изменение требуемой доходности, б. п.*	Относительное изменение стоимости портфеля, %	
	А	В
-200	14,462	14,053
-100	6,812	6,721
-50	3,309	3,287
-25	1,631	1,626
25	-1,586	-1,591
50	-3,129	-3,149
100	-6,092	-6,166
200	-11,565	-11,827

*б. п. — базисный пункт.

Таким образом, при различных параллельных сдвигах кривой доходностей относительное изменение стоимости портфеля А всегда больше относительного изменения стоимости портфеля В.

При **непараллельных сдвигах кривой доходностей** (*yield curve twist*), т. е. когда требуемые доходности изменяются по-разному, ситуация может оказаться противоположной. В частности, если требуемые доходности облигаций X, Y и Z уменьшаются на 75, 25 и 50 б. п. соответственно, то относительные изменения стоимостей портфеля А и В равны 2,662 и 3,287%, т. е. относительный рост стоимости портфеля А оказался ниже относительного роста стоимости портфеля В.

Основные характеристики портфеля облигаций — средневзвешенная (или внутренняя) доходность, модифицированная дюрация и выпуклость — используются для сравнения портфеля облигаций с точки зрения их инвестиционного качества.

Однако эти характеристики не всегда дают возможность сделать правильный вывод.

Пример 1.44 [5]. Рассмотрим портфели А и В из предыдущего примера 1.43. Основные характеристики этих портфелей приведены в таблице:

	-9	-4	-2	-1	3	6
Р	0,04	0,08	0,26	0,05	0,25	0,32

Для сравнения портфеля А и В воспользуемся показателем, называемым годовой реализуемой доходностью за 6 месяцев.

В данном случае годовая реализуемая доходность за 6 месяцев портфелей А и В может быть найдена по формуле:

$$R = \left(\frac{V + Q - V_0}{V_0} \right) \cdot 2.$$

где V_0 — начальная стоимость портфеля,
 V — стоимость портфеля через 6 месяцев,
 Q — проценты, выплаченные за 6 месяцев.

В нижеприведенной таблице показаны разности годовых реализованных доходностей портфелей А и В ($R_B - R_A$) при различных сдвигах кривой доходностей:

Изменение доходности Δy , б. п.*	Параллельный сдвиг, % $\Delta r_x = \Delta y$ $\Delta r_y = \Delta y$ $\Delta r_z = \Delta y$	Непараллельный сдвиг (I), % $\Delta r_x = \Delta y + 25$ б. п. $\Delta r_y = \Delta y - 25$ б. п. $\Delta r_z = \Delta y$	Непараллельный сдвиг (II), % $\Delta r_x = \Delta y - 25$ б. п. $\Delta r_y = \Delta y + 25$ б. п. $\Delta r_z = \Delta y$
-300	-1,88	-4,26	0,36
-250	-1,15	-3,30	0,89
-150	-0,20	-1,97	1,47
-100	0,06	-1,54	1,57
-50	0,21	-1,24	1,57
-25	0,24	-1,14	1,53
0	0,25	-1,06	1,48
25	0,24	-1,01	1,41
50	0,21	-0,98	1,32
100	0,09	-0,98	1,09
150	-0,08	-1,05	0,81
250	-0,58	-1,36	0,14
300	-0,88	-1,58	-0,24
350	-1,21	-1,84	-0,64

* б. п. — базисный пункт.

Таким образом, инвестиционная эффективность не определяется основными характеристиками портфелей А и В, а зависит от того, какие изменения требуемых доходностей происходят на рынке.

1.18. Множества. Операции над множествами

Множество (*set*) — это совокупность некоторых объектов. Объекты, из которых состоит множество А, называют элементами этого множества.

Если a является элементом множества А, то пишут $a \in A$.

Задать множество можно, либо перечислив все его элементы, либо указав характеристическое свойство, которому должны удовлетворять все элементы этого множества.

Например, запись $A = \{a_1, a_2, a_3, a_4\}$ означает, что множество A состоит из элементов a_1, a_2, a_3, a_4 .

Множество B всех действительных чисел, удовлетворяющих неравенству $x^2 - 2x + 3 \leq 0$, можно записать следующим образом:

$$B = \{x \in R \mid x^2 - 2x + 3 \leq 0\},$$

где R — множество всех действительных чисел.

Множество A называют **подмножеством** (subset) множества B , если каждый элемент множества A является элементом и множества B (рис. 1.13).

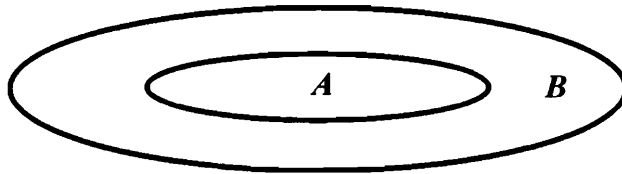


Рис. 1.13. Подмножество

Если множество A является подмножеством множества B , то пишут:
 $A \subset B$.

Например, множество $A = \{1, 2, 3\}$ является подмножеством множества $B = \{1, 2, 3, 4, 5\}$. Множество Z всех целых чисел является подмножеством множества R всех действительных чисел.

Разностью $A \setminus B$ двух множеств A и B называют множество всех элементов A , не попавших в множество B (рис. 1.14).

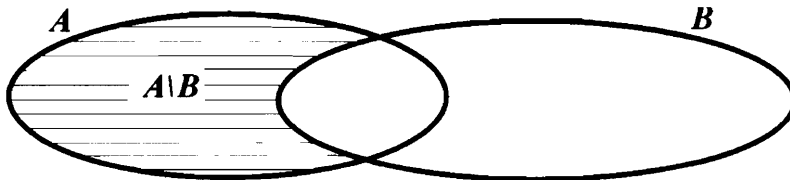


Рис. 1.14. Разность множеств

Если $B \subset A$, то разность $A \setminus B$ называют дополнением множества B до множества A .

Например, если $A = \{1, 2, 3, 4\}$, а $B = \{3, 4, 5, 6\}$, то $A \setminus B = \{1, 2\}$.

Пересечением двух множеств A и B называют множество, обозначаемое $A \cap B$, все элементы которого принадлежат как множеству A , так и множеству B (рис. 1.15).

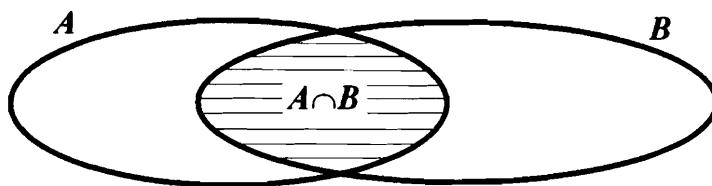


Рис. 1.15. Пересечение множеств

Например, если $A = \{1, 2, 3\}$, а $B = \{1, 3, 4, 5\}$, то $A \cap B = \{1, 3\}$.

Если множества A и B не содержат общих элементов, то говорят, что они не пересекаются, и пишут $A \cap B = \emptyset$ (\emptyset — символ пустого множества).

Аналогично можно определить пересечение трех, четырех и более множеств. В частности, множество $\bigcap_{i=1}^{\infty} A_i$ является совокупностью всех элементов, принадлежащих каждому из множеств $A_1, A_2, \dots, A_i, \dots$

Объединением двух множеств A и B называют множество, обозначаемое $A \cup B$, все элементы которого принадлежат хотя бы одному из множеств A и B (рис. 1.16).

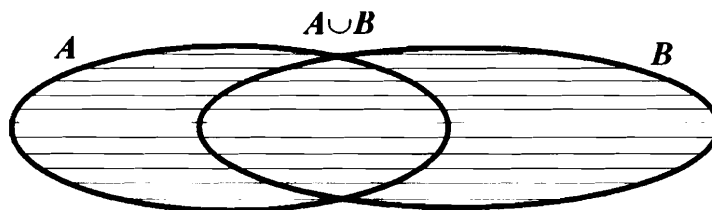


Рис. 1.16. Объединение множеств

Например, если $A = \{1, 2, 3, 4\}$, а $B = \{3, 4, 5, 6\}$, то $A \cup B = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$.

Точно так же определяется объединение трех, четырех и более множеств.

В частности, множество $\bigcup_{i=1}^{\infty} A_i$ — это совокупность всех элементов, принадлежащих хотя бы одному из множеств $A_1, A_2, \dots, A_i, \dots$

1.19. Вероятностное пространство

Пусть Ω — некоторое множество. В дальнейшем элементы множества Ω будем называть **элементарными событиями**, а само множество Ω — **пространством элементарных событий**.

Набор β подмножеств множества Ω называется **σ -алгеброй** случайных событий при выполнении следующих трех условий:

1. $\Omega \in \beta$.

2. Если $A \in \beta$, то и $\bar{A} \in \beta$ (\bar{A} — дополнение множества A до всего пространства Ω).

3. Если множества $A_1, A_2, \dots, A_i, \dots$ принадлежат β , то $\bigcap_{i=1}^{\infty} A_i \in \beta$ и $\bigcup_{i=1}^{\infty} A_i \in \beta$.

Если пространство элементарных событий конечно, т. е. состоит из конечного числа элементарных событий, то в качестве σ -алгебры случайных событий обычно рассматривают набор всех подмножеств этого пространства.

Пример 1.45. Бросается игральная кость. Пространство элементарных событий состоит из 6 событий: выпадение любого целого числа от 1 до 6. Выпадение четного числа является случайным событием, так как состоит из трех элементарных событий: выпадение чисел 2, 4 или 6. Выпадение числа, меньшего 3, также является случайным событием.

Говорят, что на σ -алгебре случайных событий β определена **вероятностная мера** P , если каждому случайному событию $A \in \beta$ поставлено в соответствие неотрицательное число $P(A)$ так, что выполняются следующие условия:

1. $P(\Omega) = 1$.

2. Если $A_1, A_2, \dots, A_i, \dots$ последовательность попарно непересекающихся

случайных событий, то $P\left(\bigcup_{i=1}^{\infty} A_i\right) = \sum_{i=1}^{\infty} P(A_i)$.

Если пространство элементарных событий конечно, т. е. $\Omega = \{\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n\}$, то на σ -алгебре случайных событий вероятностную меру можно задать следующим образом:

1. Элементарному событию ω_i поставить в соответствие неотрицатель-

ное число p_i , $i = 1, 2, \dots, n$, так, чтобы $\sum_{i=1}^n p_i = 1$.

2. Для случайного события A положить $P(A) = \sum_{i: \omega_i \in A} p_i$ (суммирование производится по тем номерам i , для которых $\omega_i \in A$).

Пример 1.46. Бросаются две одинаковые игральные кости.

В данном случае элементарное событие характеризуется следующей парой чисел: числом, выпавшим на первой кости, и числом, выпавшим на второй кости, а пространство элементарных событий состоит из 36 событий:

(1, 1), (1, 2), ..., (1, 6)
 (2, 1), (2, 2), ..., (2, 6)

 (6, 1), (6, 2), ..., (6, 6).

Естественно считать, что вероятность каждого элементарного события равна $\frac{1}{36}$. Тогда вероятность того, что на двух костях в сумме окажется 10,

равна $3 \times \frac{1}{36} = \frac{1}{12}$, так как это событие состоит из трех элементарных событий: (4, 6), (5, 5), (6, 4).

Основные свойства вероятностной меры

1. Для любого случайного события A

$$0 \leq P(A) \leq 1.$$

2. Если A и B случайные события и $A \subset B$, то

$$P(A) \leq P(B).$$

3. Если A — случайное событие, то

$$P(\bar{A}) = 1 - P(A).$$

4. Для любых двух случайных событий A и B имеет место равенство:

$$P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B).$$

5. Если события A и B несовместны, т. е. $A \cap B = \emptyset$, то

$$P(A \cup B) = P(A) + P(B).$$

Случайные события A и B называются независимыми, если:

$$P(A \cap B) = P(A) \cdot P(B).$$

Если события A и B независимы, то события \bar{A} и B также независимы.

Вероятностное пространство определяется тройкой: пространством элементарных событий Ω , σ -алгеброй случайных событий β и вероятностной мерой P на σ -алгебре случайных событий.

Функция $\xi = \xi(\omega)$, определенная на пространстве элементарных событий Ω , называется **случайной величиной** (*random variable*), если для любого действительного числа x множество $\{\xi < x\} = \{\omega \in \Omega \mid \xi(\omega) < x\}$ является случайным событием.

Если $\xi = \xi(\omega)$ является случайной величиной, то $F_\xi(x) = P\{\xi < x\}$, $x \in R$, называется **функцией распределения [вероятностей]** (probability function) случайной величины ξ .

Основные свойства функции распределения случайной величины

1. $P\{\xi > x\} = 1 - F_\xi(x) - P\{\xi = x\}$.
2. $P\{x_1 \leq \xi < x_2\} = F_\xi(x_2) - F_\xi(x_1)$.
3. $F_\xi(x)$ — неубывающая функция, причем $0 \leq F_\xi(x) \leq 1$, $x \in R$.
4. $\lim_{x \rightarrow +\infty} F_\xi(x) = 1$, $\lim_{x \rightarrow -\infty} F_\xi(x) = 0$.
5. $\lim_{x \rightarrow t-0} F_\xi(x) = F_\xi(t)$, $t \in R$.

Пример 1.47. Функция $F_\xi(x)$ является функцией распределения вероятностей случайной величины ξ . Найдем функцию распределения случайной величины

$$\eta = a\xi + b,$$

где a и b — некоторые числа, $a \neq 0$.

Если $a > 0$, то

$$\begin{aligned} F_\eta(x) &= P\{\eta < x\} = P\{a\xi + b < x\} = P\{a\xi < x - b\} = \\ &= P\{\xi < \frac{x-b}{a}\} = F_\xi\left(\frac{x-b}{a}\right). \end{aligned}$$

Если же $a < 0$, то

$$\begin{aligned} F_\eta(x) &= P\{\eta < x\} = P\{a\xi + b < x\} = P\{a\xi < x - b\} = P\{\xi > \frac{x-b}{a}\} = \\ &= 1 - F_\xi\left(\frac{x-b}{a}\right) - P\{\xi = \frac{x-b}{a}\}. \end{aligned}$$

1.20. Дискретные случайные величины

Случайная величина ξ называется **дискретной случайной величиной**, если она принимает лишь конечное или счетное число различных значений.

Чтобы задать дискретную случайную величину, достаточно указать закон распределения вероятностей этой случайной величины в следующем виде:

ξ	X_1	X_2	...	X_i	...
P	P_1	P_2	...	P_i	...

$$(X_1 < X_2 < \dots < X_i < \dots),$$

т. е. для каждого возможного значения случайной величины ξ задать вероятность этого значения.

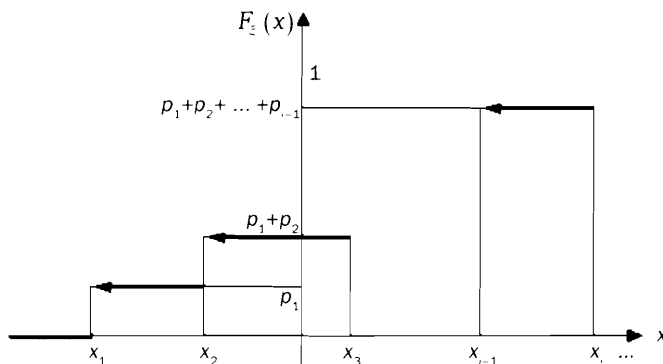


Рис. 1.17. Функция распределения вероятностей дискретной случайной величины

Функция распределения вероятностей дискретной случайной величины ξ показана на рис. 1.17.

Основные числовые характеристики дискретной случайной величины ξ определяются следующим образом:

1. **Математическое ожидание** (*mean, expected value*)

$$E(\xi) = \sum_{i=1}^{\infty} X_i \cdot P_i.$$

2. **Дисперсия** (*variance*)

$$D(\xi) = \sum_{i=1}^{\infty} (X_i - E(\xi))^2 \cdot P_i.$$

3. **Стандартное** (среднее квадратическое) отклонение (*standard deviation*)

$$\sigma(\xi) = \sqrt{D(\xi)}.$$

Свойства математического ожидания и дисперсии

1. $E(a\xi + b) = aE(\xi) + b$, где a и b – некоторые числа.
2. $E(\xi + \eta) = E(\xi) + E(\eta)$.
3. $D\xi = E(\xi^2) - (E(\xi))^2$.
4. $D(a\xi + b) = a^2D(\xi)$, где a и b – некоторые числа.

Пример 1.48. Дана 10%-ная облигация с полугодовыми купонами, продающаяся по номиналу, когда до ее погашения остается 20,5 лет. Инвестор считает, что доходность к погашению этой облигации через 6 месяцев может принимать лишь следующие значения:

Доходность к погашению через 6 месяцев (ξ), %	11,0	10,5	10,0	9,5	9,0	8,5
Вероятность	0,23	0,16	0,22	0,16	0,10	0,13

Законы распределения вероятностей цены облигации (η) и годовой реализуемой доходности за 6 месяцев (τ) указаны в таблице:

Вероятность	Доходность к погашению (ξ), %	Цена облигации (η), долл.	Реализуемая доходность (τ), %
0,23	11,0	91,98	-6,04
0,16	10,5	95,85	1,70
0,22	10,0	100,00	10,00
0,16	9,5	104,44	18,88
0,10	9,0	109,20	28,40
0,13	8,5	114,31	38,62

Например, если $\xi = 11,0\%$, то

$$\eta = \frac{5 \cdot 2}{0,11} \left[1 - \frac{1}{(1,055)^{40}} \right] + \frac{100}{(1,055)^{40}} = 91,98;$$

$$\tau = \frac{91,98 + 5 - 100}{100} \cdot 2 = -0,0604, \text{ т.е. } -6,04\%.$$

Математическое ожидание цены облигации через 6 месяцев и ее дисперсия могут быть найдены следующим образом:

$$E(\eta) = 91,98 \cdot 0,23 + 95,85 \cdot 0,16 + 100 \cdot 0,22 + 104,44 \cdot 0,16 + 109,20 \cdot 0,10 + 114,31 \cdot 0,13 = 100,9821 \text{ долл.};$$

$$D(\eta) = (91,98 - 100,98)^2 \cdot 0,23 + (95,85 - 100,98)^2 \cdot 0,16 + (100 - 100,98)^2 \cdot 0,22 + (104,44 - 100,98)^2 \cdot 0,16 + (109,20 - 100,98)^2 \cdot 0,10 + (114,31 - 100,98)^2 \cdot 0,13 = 54,82.$$

$$\text{Так как } \tau = \frac{\eta + 5 - 100}{100} \cdot 2,$$

то

$$E(\tau) = \frac{E(\eta) - 95}{100} \cdot 2 = \frac{100,98 - 95}{100} \cdot 2 = 0,1196, \text{ т. е. } 11,96\%,$$

$$D(\tau) = \frac{D(\eta) \cdot 4}{(100)^2} = \frac{54,82 \cdot 4}{(100)^2} = 0,02192,$$

$$\sigma(\tau) = \sqrt{D(\tau)} = 0,1481, \text{ т. е. } 14,81\%.$$

Таким образом, ожидаемое значение реализуемой доходности облигации за 6 месяцев равно 11,96%, а ее стандартное отклонение составляет 14,81%.

Закон совместного распределения вероятностей двух случайных величин ξ и η может быть задан следующим образом:

$\xi \backslash \eta$	Y_1	Y_2	...	Y_j	...
X_1	P_{11}	P_{12}	.	P_{1j}	...
X_2	P_{21}	P_{22}	.	P_{2j}	..
.	
X_i	P_{i1}	P_{i2}		P_{ij}	..
..

P_{ij} — это вероятность того, что случайная величина ξ принимает значение X_i , а случайная величина η — значение Y_j , $i = 1, 2, 3, \dots$, $j = 1, 2, 3, \dots$, причем

$$\sum_{i=1}^{\infty} \sum_{j=1}^{\infty} P_{ij} = 1.$$

Зная закон совместного распределения вероятностей двух случайных величин, можно найти закон распределения вероятностей каждой из этих случайных величин, так как

$$P(\xi = X_i) = \sum_{j=1}^{\infty} P_{ij}, \quad i = 1, 2, 3, \dots,$$

$$P(\eta = Y_j) = \sum_{i=1}^{\infty} P_{ij}, \quad j = 1, 2, 3, \dots$$

Дискретные случайные величины ξ и η называются **независимыми**, если

$$P_{ij} = P(\xi = X_i) \cdot P(\eta = Y_j), \quad i = 1, 2, 3, \dots, \quad j = 1, 2, 3, \dots$$

Для независимых случайных величин справедливы следующие два равенства:

$$E(\xi \cdot \eta) = E(\xi) \cdot E(\eta).$$

$$D(\xi + \eta) = D(\xi) + D(\eta).$$

Ковариация (covariance) между двумя дискретными случайными величинами ξ и η определяется равенством

$$\text{Cov}(\xi, \eta) = \sum_{i=1}^{\infty} \sum_{j=1}^{\infty} P_{ij} (X_i - E(\xi))(Y_j - E(\eta)).$$

Свойства ковариации

1. $\text{Cov}(\xi, \eta) = E(\xi \cdot \eta) - E(\xi) \cdot E(\eta)$.
2. $D(\xi + \eta) = D(\xi) + D(\eta) + 2\text{Cov}(\xi, \eta)$.
3. $D(a\xi + b\eta) = a^2 D\xi + b^2 D\eta + 2ab\text{Cov}(\xi, \eta)$.

Корреляция (correlation) между двумя случайными величинами ξ и η определяется следующим образом:

$$\rho(\xi, \eta) = \frac{\text{Cov}(\xi, \eta)}{\sigma(\xi) \cdot \sigma(\eta)}.$$

Случайные величины называются некоррелированными, если корреляция между ними равна 0.

Свойства корреляции

1. $-1 \leq \rho(\xi, \eta) \leq 1$.
2. $\rho(\xi, \eta) = 1 \Leftrightarrow \eta = a\xi + b$, где a и b — числа, причем $a > 0$.
3. $\rho(\xi, \eta) = -1 \Leftrightarrow \eta = a\xi + b$, где a и b — числа, причем $a < 0$.
4. Из независимости случайных величин всегда следует их некоррелированность, но не наоборот.

Пример 1.49. Совместное распределение вероятностей случайных величин ξ и η приведено в таблице:

$\xi \backslash \eta$	-2	-1	3
1	0,10	0,05	0,15
2	0,08	0,16	0,12
-3	0,20	0,10	0,04

Распределение вероятностей случайных величин ξ , η и $\xi\eta$ имеет следующий вид:

ξ	1	2	-3
P	0,30	0,36	0,34

η	-2	-1	3
P	0,38	0,31	0,31

$\xi\eta$	-9	-4	-2	-1	3	6
P	0,04	0,08	0,26	0,05	0,25	0,32

Тогда

$$E(\xi) = 1 \cdot 0,30 + 2 \cdot 0,36 + (-3) \cdot 0,34 = 0;$$

$$E(\eta) = (-2) \cdot 0,38 + (-1) \cdot 0,31 + 3 \cdot 0,31 = -0,14;$$

$$E(\xi\eta) = (-9) \cdot 0,04 + (-4) \cdot 0,08 + (-2) \cdot 0,26 + (-1) \cdot 0,05 + 3 \cdot 0,25 + 6 \cdot 0,32 = 1,42;$$

$$D(\xi) = 1^2 \cdot 0,30 + 2^2 \cdot 0,36 + (-3)^2 \cdot 0,34 = 4,8;$$

$$D(\eta) = (-2 + 0,14)^2 \cdot 0,38 + (-1 + 0,14)^2 \cdot 0,31 + (3 + 0,14)^2 \cdot 0,31 = 4,60;$$

$$\sigma(\xi) = 2,19; \sigma(\eta) = 2,14.$$

Ковариация и корреляция между случайными величинами ξ и η находят-ся следующим образом:

$$\text{Cov}(\xi, \eta) = E(\xi\eta) - E(\xi) \cdot E(\eta) = 1,42 - 0 = 1,42;$$

$$\rho(\xi, \eta) = \frac{\text{Cov}(\xi, \eta)}{\sigma(\xi) \cdot \sigma(\eta)} = \frac{1,42}{2,19 \cdot 2,14} = 0,30.$$

1.21. Непрерывные случайные величины

Случайная величина ξ называется абсолютно непрерывной, если существует неотрицательная функция $p_{\xi}(x)$ такая, что

$$F_{\xi}(x) = \int_{-\infty}^x p_{\xi}(t) dt \quad (1.50)$$

где $F_{\xi}(x)$ — функция распределения вероятностей случайной величины ξ .

Функция $p_{\xi}(x)$, удовлетворяющая условию (1.50), называется **плотностью распределения вероятностей** (*probability density function — PDF*) случайной величины ξ .

Равенство (1.50) означает, что заштрихованная площадь на рис. 1.18 под графиком плотности распределения равна вероятности того, что случайная величина принимает значение меньше x .

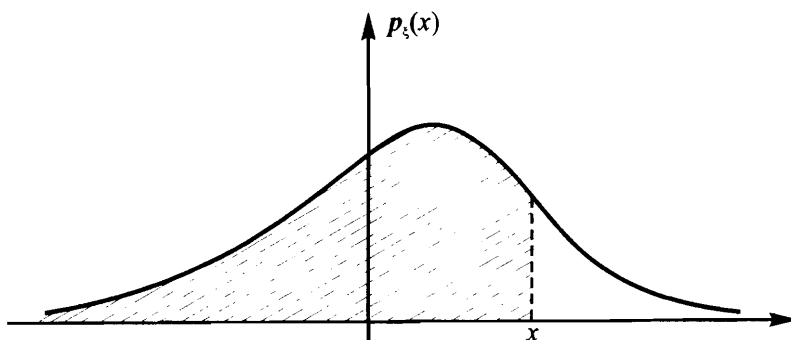


Рис. 1.18. Плотность распределения вероятностей

Свойства непрерывных случайных величин

1. Вероятность того, что непрерывная случайная величина принимает значение между x_1 и x_2 ($x_1 < x_2$), совпадает с заштрихованной площадью на рис. 1.19.

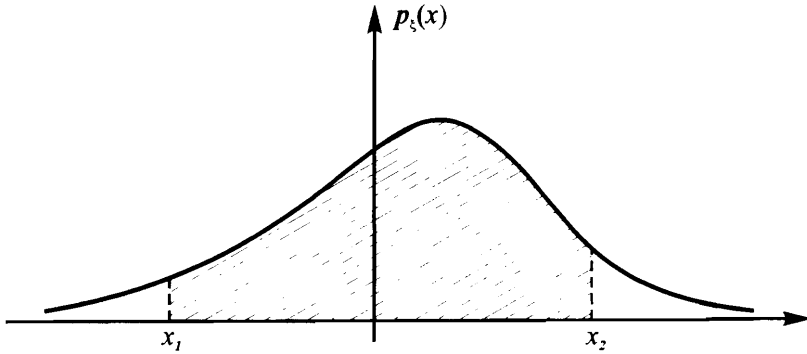


Рис. 1.19

2. Если $p_{\xi}(x)$ — плотность распределения вероятностей случайной величины, то

$$\int_{-\infty}^{+\infty} p_{\xi}(x) dx = 1.$$

3. Вероятность того, что непрерывная случайная величина ξ принимает то или иное значение всегда равна нулю, т. е. $P\{\xi = x\} = 0$.
4. Производная функции распределения вероятностей непрерывной случайной величины равна плотности распределения вероятностей этой случайной величины, т. е.

$$\frac{dF_{\xi}(x)}{dx} = p_{\xi}(x). \quad (1.51)$$

Из равенства (1.51) следует, что

$$P\{x \leq \xi < x + \Delta x\} \approx p_{\xi}(x) \cdot \Delta x. \quad (1.52)$$

где x — любое число;

Δx — достаточно малое положительное число.

Математическое ожидание и дисперсия непрерывной случайной величины ξ могут быть найдены следующим образом:

$$E(\xi) = \int_{-\infty}^{+\infty} x p_{\xi}(x) dx;$$

$$D(\xi) = \int_{-\infty}^{+\infty} (x - E(\xi))^2 p_{\xi}(x) dx,$$

где $p_{\xi}(x)$ — плотность распределения вероятностей случайной величины ξ .
Стандартное отклонение случайной величины определяется обычно как:

$$\sigma(\xi) = \sqrt{D(\xi)}.$$

Если $f(t)$ — некоторая непрерывная функция, а ξ — непрерывная случайная величина, то

$$E(f(\xi)) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) \cdot p_{\xi}(x) dx.$$

Пример 1.50. Случайная величина ξ равномерно распределена на отрезке $[a, b]$, если

$$p_{\xi}(x) = \begin{cases} 0, & \text{при } x \notin [a, b], \\ \frac{1}{b-a}, & \text{при } x \in [a, b]. \end{cases}$$

Функцию распределения случайной величины ξ можно найти следующим образом:

если $x < a$, то

$$F_{\xi}(x) = \int_{-\infty}^x p_{\xi}(t) dt = \int_{-\infty}^x 0 \cdot dt = 0,$$

если же $a \leq x \leq b$, то

$$\begin{aligned} F_{\xi}(x) &= \int_{-\infty}^x p_{\xi}(t) dt = \int_{-\infty}^a p_{\xi}(t) dt + \int_a^x p_{\xi}(t) dt = \\ &= \int_{-\infty}^a 0 \cdot dt + \int_a^x \frac{1}{b-a} dt = \frac{1}{b-a} t \Big|_a^x = \frac{x-a}{b-a}. \end{aligned}$$

При $x > b$

$$F_{\xi}(x) = \int_{-\infty}^x p_{\xi}(t) dt = \int_{-\infty}^a p_{\xi}(t) dt + \int_a^b p_{\xi}(t) dt + \int_b^x p_{\xi}(t) dt = \int_a^b \frac{1}{b-a} dt = 1.$$

Таким образом,

$$F_{\xi}(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x < a; \\ \frac{x-a}{b-a}, & \text{если } x \in [a, b]; \\ 1, & \text{если } x > b. \end{cases}$$

Математическое ожидание и дисперсию случайной величины ξ можно найти следующим образом:

$$E(\xi) = \int_{-\infty}^{\infty} x p_{\xi}(x) dx = \int_a^b \frac{x}{b-a} dx = \frac{1}{b-a} \cdot \frac{x^2}{2} \Big|_a^b = \frac{1}{b-a} \cdot \frac{b^2 - a^2}{2} = \frac{a+b}{2};$$

$$E(\xi^2) = \int_{-\infty}^{\infty} x^2 p_{\xi}(x) dx = \int_a^b x^2 \cdot \frac{1}{b-a} dx = \frac{1}{b-a} \cdot \frac{x^3}{3} \Big|_a^b = \frac{1}{3} (a^2 + ab + b^2);$$

$$D(\xi) = E(\xi^2) - (E(\xi))^2 = \frac{1}{3} (a^2 + ab + b^2) - \left(\frac{a+b}{2} \right)^2 = \frac{(b-a)^2}{12}.$$

Пример 1.51. Случайная величина ξ распределена показательно, если

$$p_{\xi}(x) = \begin{cases} 0, & \text{при } x < 0 \\ \lambda e^{-\lambda x}, & \text{при } x \geq 0 \end{cases} \quad (\lambda > 0).$$

Функция распределения вероятностей случайной величины ξ имеет вид:

$$F_{\xi}(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x < 0; \\ 1 - e^{-\lambda x}, & \text{если } x \geq 0. \end{cases}$$

Тогда при $\lambda = 1$

$$P\{1 \leq \xi < 1,02\} = F_{\xi}(1,02) - F_{\xi}(1) = 1 - e^{-1,02} - (1 - e^{-1}) = e^{-1} - e^{-1,02} = 0,00728.$$

С другой стороны, из равенства (1.52) следует, что

$$P\{1 \leq \xi < 1,02\} \approx p_{\xi}(1) \cdot 0,02 = e^{-1} \cdot 0,02 = 0,00736.$$

Для показательно распределенной случайной величины ξ имеем

$$E(\xi) = \frac{1}{\lambda}, \quad D(\xi) = \frac{1}{\lambda^2}.$$

Асимметрией (skewness) распределения вероятностей случайной величины ξ называется число

$$a(\xi) = \frac{\int_{-\infty}^{+\infty} (x - E(\xi))^3 p_{\xi}(x) dx}{\sigma^3(\xi)},$$

где $p_{\xi}(x)$ — плотность распределения вероятностей случайной величины ξ ,
 $\sigma(\xi)$ — ее стандартное отклонение.

Если $a(\xi) = 0$, то плотность распределения вероятностей случайной величины ξ симметрична относительно математического ожидания этой случайной величины (рис. 1.20).

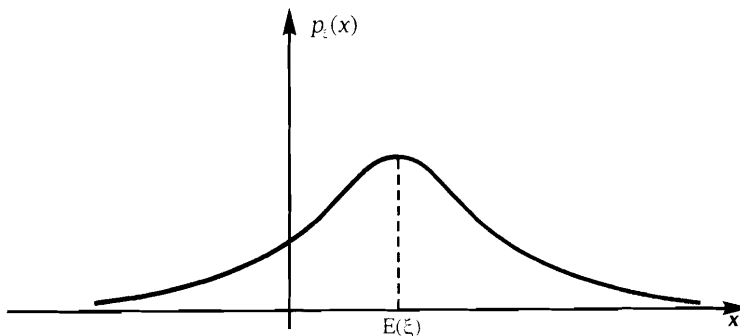


Рис. 1.20

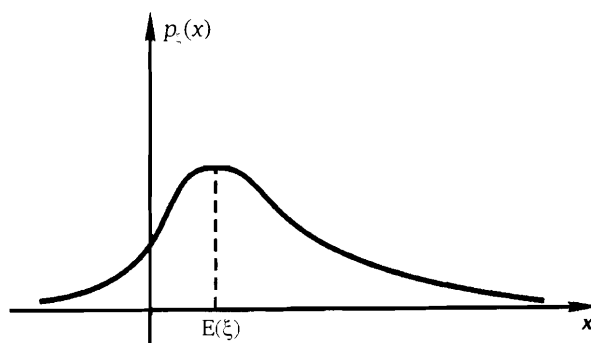


Рис. 1.21. Распределение с правосторонней асимметрией

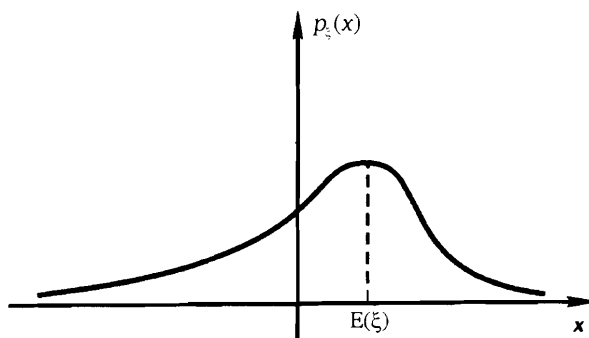


Рис. 1.22. Распределение с левосторонней асимметрией

При положительной (отрицательной) асимметрии распределения правая **ветвь** (*tail*) плотности распределения вероятностей случайной величины «длиннее» левой ветви. Соответственно, при отрицательной (левосторонней) асимметрии левая ветвь плотности распределения вероятностей случайной величины будет «короче» правой ветви (рис. 1.21 и 1.22).

Экцессом (*kurtosis*) распределения вероятностей случайной величины ξ называется число

$$k(\xi) = \frac{\int_{-\infty}^{+\infty} (x - E(\xi))^4 p_{\xi}(x) dx}{\sigma^4(\xi)}.$$

При одном и том же стандартном отклонении, чем больше эксцесс, тем «тяжелее» ветви плотности распределения вероятностей случайной величины (рис. 1.23).

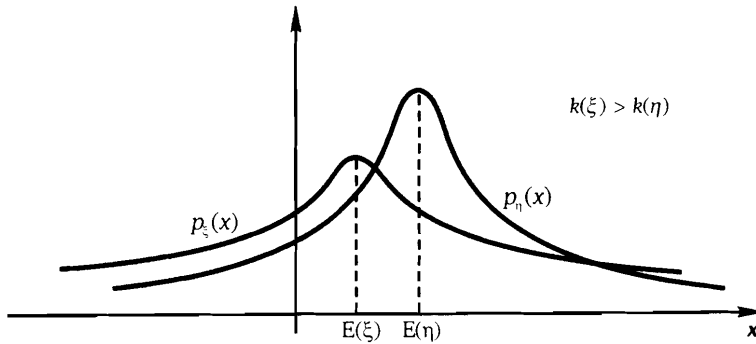


Рис. 1.23. Распределения с различным эксцессом

Распределение вероятностей с большим эксцессом называют **распределением с «тяжелыми» ветвями** (*leptokurtic/fat-tailed distribution*).

Если даны две случайные величины ξ_1 и ξ_2 , то можно рассмотреть **двумерную случайную величину** $\bar{\xi} = (\xi_1, \xi_2)$.

Двумерная случайная величина $\bar{\xi} = (\xi_1, \xi_2)$ называется **абсолютно непрерывной**, если существует неотрицательная функция $p_{\bar{\xi}}(x_1, x_2)$ такая, что при любых числах x_1 и x_2 справедливо равенство

$$P\{\xi_1 < x_1, \xi_2 < x_2\} = \int_{-\infty}^{x_1} \int_{-\infty}^{x_2} p_{\bar{\xi}}(t_1, t_2) dt_1 dt_2. \quad (1.53)$$

Функция $p_{\bar{\xi}}(x_1, x_2)$, удовлетворяющая равенству (1.53), называется **плотностью совместного распределения** случайных величин ξ_1 и ξ_2 .

Если двумерная случайная величина $\bar{\xi} = (\xi_1, \xi_2)$ является абсолютно непрерывной, то **ковариацией** между случайными величинами ξ_1 и ξ_2 является число

$$\text{Cov}(\xi_1, \xi_2) = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} (x_1 - E(\xi_1))(x_2 - E(\xi_2)) p_{\bar{\xi}}(x_1, x_2) dx_1 dx_2,$$

а корреляция между ними определяется следующим образом:

$$\rho(\xi_1, \xi_2) = \frac{\text{Cov}(\xi_1, \xi_2)}{\sigma(\xi_1) \cdot \sigma(\xi_2)}.$$

Если $p_{\xi}(x_1, x_2)$ — плотность совместного распределения случайных величин ξ_1 и ξ_2 , то случайные величины ξ_1 и ξ_2 независимы тогда и только тогда, когда

$$p_{\xi}(x_1, x_2) = p_{\xi_1}(x_1) \cdot p_{\xi_2}(x_2).$$

Все основные свойства числовых характеристик, рассмотренные нами для дискретных случайных величин, сохраняются и в непрерывном случае.

1.22. Важнейшие виды распределений случайных величин

1.22.1. Нормальное распределение

Говорят, что случайная величина ξ распределена нормально, если ее плотность распределения вероятностей имеет вид:

$$p_{\xi}(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot S} e^{-\frac{(x-a)^2}{2S^2}}, \quad (1.54)$$

где $\pi \approx 3,14$;

a — некоторое действительное число;

S — положительное число.

График плотности нормального распределения приведен на рис. 1.24.

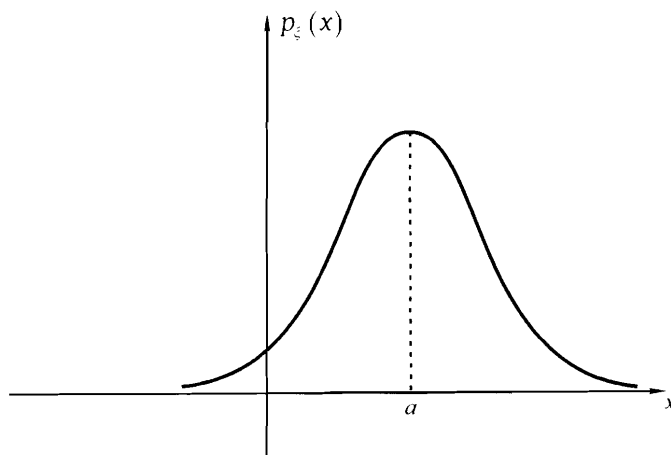


Рис. 1.24. График плотности нормального распределения

Основные свойства нормального распределения

1. Если случайная величина ξ распределена нормально с плотностью

$$p_{\xi}(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot S} e^{-\frac{(x-a)^2}{2S^2}},$$

то

$$E(\xi) = a; \sigma(\xi) = S.$$

2. Плотность нормально распределенной случайной величины симметрична относительно математического ожидания этой случайной величины, т. е. асимметрия $a(\xi) = 0$.

В частности,

$$P\{\xi \leq E(\xi)\} = P\{\xi \geq E(\xi)\} = 0.5.$$

Эксцесс нормального распределения всегда равен 3.

3. Вероятность того, что нормально распределенная случайная величина будет отличаться от своего ожидаемого значения на величину, не превышающую одного, двух или трех ее стандартных отклонений, равна 68,3, 95,5 и 99,75% соответственно.

Пример 1.52. Инвестор считает, что реализуемая доходность его портфеля облигаций за 6 месяцев имеет нормальное распределение с математическим ожиданием 7% и стандартным отклонением 4%.

Вероятность того, что реализуемая доходность окажется:

между 7% — 4% = 3% и 7% + 4% = 11% равна 68,3%,

между 7% — 2 · 4% = -1% и 7% + 2 · 4% = 15% равна 95,5%.

4. Если случайная величина ξ распределена нормально с параметрами (a, S) , то случайная величина

$$\eta = \frac{\xi - a}{S} \quad (a = E(\xi), S = \sigma(\xi))$$

распределена нормально с параметрами $(0, 1)$, т. е. имеет стандартное нормальное распределение.

При этом если $x_1 < x_2$, $z_1 = \frac{x_1 - a}{S}$, $z_2 = \frac{x_2 - a}{S}$, то

$$\begin{aligned} P\{x_1 \leq \xi \leq x_2\} &= P\{z_1 \leq \eta \leq z_2\} = \\ &= \begin{cases} \Phi(z_1) - \Phi(z_2), & \text{если } z_1 \geq 0; \\ 1 - \Phi(z_2) - \Phi(-z_1), & \text{если } z_1 < 0, \text{ а } z_2 \geq 0; \\ \Phi(-z_2) - \Phi(-z_1), & \text{если } z_2 \leq 0. \end{cases} \end{aligned} \quad (1.55)$$

Значения функции $\Phi(z) = P\{\eta \leq z\}$ при $z \geq 0$ приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

ЗНАЧЕНИЯ ФУНКЦИИ НОРМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ $\Phi(Z) = P\{\eta \geq z\}$

Z	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0.5000	0.4960	0.4920	0.4880	0.4840	0.4801	0.4761	0.4721	0.4681	0.4641
0,1	0.4602	0.4562	0.4522	0.4483	0.4443	0.4404	0.4364	0.4325	0.4286	0.4247
0,2	0.4207	0.4168	0.4129	0.4090	0.4052	0.4013	0.3974	0.3936	0.3897	0.3859
0,3	0.3821	0.3783	0.3745	0.3707	0.3669	0.3632	0.3594	0.3557	0.3520	0.3483
0,4	0.3446	0.3409	0.3372	0.3336	0.3300	0.3264	0.3228	0.3192	0.3156	0.3121
0,5	0.3085	0.305	0.3015	0.2981	0.2946	0.2912	0.2877	0.2843	0.2810	0.2776
0,6	0.2743	0.2709	0.2676	0.2643	0.2611	0.2578	0.2546	0.2514	0.2483	0.2451
0,7	0.2420	0.2389	0.2358	0.2327	0.2297	0.2266	0.2236	0.2206	0.2177	0.2148
0,8	0.2119	0.209	0.2061	0.2033	0.2005	0.1977	0.1949	0.1922	0.1894	0.1867
0,9	0.1841	0.1814	0.1788	0.1762	0.1736	0.1711	0.1685	0.1660	0.1635	0.1611
1,0	0.1587	0.1562	0.1539	0.1515	0.1492	0.1469	0.1445	0.1423	0.1401	0.1379
1,1	0.1357	0.1335	0.1314	0.1292	0.1271	0.1251	0.1230	0.1210	0.1190	0.1170
1,2	0.1151	0.1131	0.1112	0.1093	0.1075	0.1056	0.1038	0.1020	0.1003	0.0985
1,3	0.0968	0.0951	0.0934	0.0918	0.0901	0.0885	0.0869	0.0853	0.0838	0.0823
1,4	0.0808	0.0793	0.0778	0.0764	0.0749	0.0735	0.0721	0.0708	0.0694	0.0681
1,5	0.0668	0.0655	0.0643	0.0630	0.0618	0.0606	0.0594	0.0582	0.0571	0.0559
1,6	0.0548	0.0537	0.0526	0.0516	0.0505	0.0495	0.0485	0.0475	0.0465	0.0455
1,7	0.0446	0.0436	0.0427	0.0418	0.0409	0.0401	0.0392	0.0384	0.0375	0.0367
1,8	0.0359	0.0351	0.0344	0.0336	0.0329	0.0322	0.0314	0.0307	0.0301	0.0294
1,9	0.0287	0.0281	0.0274	0.0268	0.0262	0.0256	0.0250	0.0244	0.0239	0.0233
2,0	0.0228	0.0222	0.0217	0.0212	0.0207	0.0202	0.0197	0.0192	0.0188	0.0183
2,1	0.0179	0.0174	0.0170	0.0166	0.0162	0.0158	0.0154	0.0150	0.0146	0.0143
2,2	0.0139	0.0136	0.0132	0.0129	0.0125	0.0122	0.0119	0.0116	0.0113	0.0110
2,3	0.0107	0.0104	0.0102	0.0099	0.0096	0.0094	0.0091	0.0089	0.0087	0.0084
2,4	0.0082	0.0080	0.0078	0.0075	0.0073	0.0071	0.0069	0.0068	0.0066	0.0064
2,5	0.0062	0.0060	0.0059	0.0057	0.0055	0.0054	0.0052	0.0051	0.0049	0.0048
2,6	0.0047	0.0045	0.0044	0.0043	0.0041	0.0040	0.0039	0.0038	0.0037	0.0036
2,7	0.0035	0.0034	0.0033	0.0032	0.0031	0.0030	0.0029	0.0028	0.0027	0.0026
2,8	0.0026	0.0025	0.0024	0.0023	0.0023	0.0022	0.0021	0.0021	0.0020	0.0019
2,9	0.0019	0.0018	0.0018	0.0017	0.0016	0.0016	0.0015	0.0015	0.0014	0.0014
3,0	0.0013	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0011	0.0011	0.0011	0.0010	0.0010

Следовательно, соотношение (1.55) позволяет находить различные вероятности вида

$$P\{x_1 \leq \xi \leq x_2\}$$

для произвольных нормально распределенных случайных величин.

Пример 1.53. Менеджер считает, что стоимость, управляемого им портфеля облигаций распределена нормально с математическим ожиданием 10 млн. долл. и стандартным отклонением 2 млн. долл. Его интересует, какова вероятность, что стоимость портфеля окажется между 6 млн. и 11 млн. долл.

В данном случае

$$z_1 = \frac{6 \text{ млн. долл.} - 10 \text{ млн. долл.}}{2 \text{ млн. долл.}} = -2;$$

$$z_2 = \frac{11 \text{ млн. долл.} - 10 \text{ млн. долл.}}{2 \text{ млн. долл.}} = 0,5;$$

$$\Phi(-z_1) = 0,0228; \Phi(z_2) = 0,3085 \text{ (см. табл. 1.1).}$$

Тогда

$$\begin{aligned} P\{6 \text{ млн. долл.} \leq \xi \leq 11 \text{ млн. долл.}\} &= 1 - \Phi(-z_1) - \Phi(z_2) = \\ &= 1 - 0,0228 - 0,3085 = 0,6687, \text{ или } 66,87\%. \end{aligned}$$

Пример 1.54. Предположим, что в условиях примера 1.53 менеджер хочет найти доверительный интервал для стоимости управляемого им портфеля с надежностью 95%. Иными словами, требуется найти интервал

$$u = (E(\xi) - y; E(\xi) + y)$$

так, чтобы $P\{\xi \in u\} = 0,95$.

Имеем следующее равенство:

$$0,95 = P\{\xi \in u\} = 1 - 2\Phi(z),$$

где $z = \frac{y}{S}$.

Тогда $\Phi(z) = 0,025$. С помощью табл. 1.1 найдем значение $z = 1,96$. Значит, $y = z \cdot S = 1,96 \cdot 2 \text{ млн. долл.} = 3,92 \text{ млн. долл.}$

Искомый доверительный интервал: (6,08 млн. долл.; 13,92 млн. долл.).

5. Линейная комбинация нормально распределенных случайных величин также распределена нормально. В частности, если случайные величины ξ и η независимы и распределены нормально с параметрами (a_1, S_1) и (a_2, S_2) соответственно, то их сумма $\xi + \eta$ распределена нормально с параметрами $(a_1 + a_2, \sqrt{S_1^2 + S_2^2})$.

6. Некоррелированные нормально распределенные случайные величины всегда независимы.
7. Последовательность случайных величин

$$\eta_1 = \xi_1, \eta_2 = \frac{\xi_1 + \xi_2}{2}, \dots, \eta_n = \frac{\xi_1 + \xi_2 + \dots + \xi_n}{n}, \dots$$

сходится к нормально распределенной случайной величине, если случайные величины $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n, \dots$ взаимно независимы и одинаково распределены (центральная предельная теорема).

Это означает, что при взаимно независимых одинаково распределенных случайных величинах $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n, \dots$ с математическим ожиданием, равным a , и дисперсией σ^2 случайная величина

$$\eta_n = \frac{\xi_1 + \xi_2 + \dots + \xi_n}{n}$$

распределена асимптотически нормально с параметрами $\left(a, \frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right)$.

1.22.2. Логарифмически нормальное (логнормальное) распределение

Говорят, что положительная случайная величина ξ распределена логнормально, если $\ln \xi$ имеет нормальное распределение вероятностей. Таким образом, плотность логнормального распределения имеет вид:

$$p_{\xi}(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot S \cdot x} \cdot e^{-\frac{(\ln x - a)^2}{2S^2}},$$

где $a = E(\ln \xi)$,

$$S = \sigma(\ln \xi),$$

$$\pi = 3,14.$$

График плотности логнормального распределения показан на рис. 1.25.

Свойства логнормального распределения

1. Логнормальное распределение обладает правосторонней асимметрией (*positively skewed*), а при малых значениях $S = \sigma(\ln \xi)$ близко к нормальному распределению.
2. Если случайная величина ξ имеет логнормальное распределение с параметрами a и S , то

$$E(\xi) = e^{a + \frac{S^2}{2}}, D(\xi) = e^{2a + S^2} (e^{S^2} - 1),$$

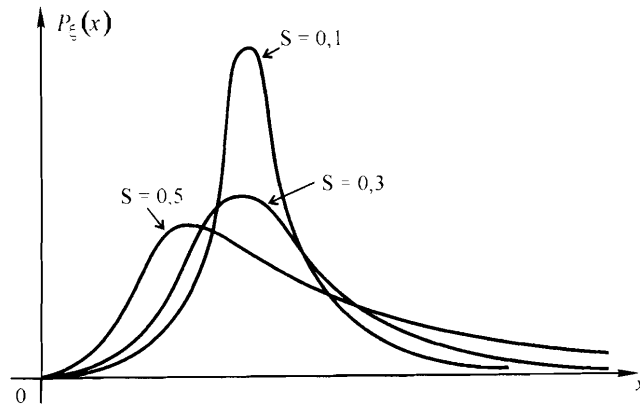


Рис. 1.25. График плотности логнормального распределения

а при $0 < x_1 < x_2$

$$P\{x_1 < \xi < x_2\} = \begin{cases} \Phi(z_1) - \Phi(z_2), & \text{если } z_1 > 0, \\ 1 - \Phi(z_2) - \Phi(-z_1), & \text{если } z_1 < 0, z_2 \geq 0, \\ \Phi(-z_2) - \Phi(-z_1), & \text{если } z_2 < 0, \end{cases}$$

где $z_1 = \frac{\ln x_1 - a}{S},$

$$z_2 = \frac{\ln x_2 - a}{S},$$

$\Phi(z)$ — вероятность, что случайная величина, имеющая стандартное нормальное распределение, принимает значение, большее z .

Пример 1.55. Будем считать, что доходность 10-летних облигаций с нулевыми купонами имеет логнормальное распределение с параметрами $a = -2.70$; $S = 0.30$.

Чтобы найти вероятность $P\{\xi < 0.05\}$, т. е. вероятность того, что доходность окажется меньше 5%, положим $z_1 = -\infty$, $z_2 = \frac{\ln 0.05 + 2.7}{0.3} = -0.99$.

Тогда

$$P\{\xi < 0.05\} = \Phi(-z_2) - \Phi(-z_1) = \Phi(0.99) - 0 = 0.1611, \text{ т. е. } 16.11\%.$$

Если нас интересует вероятность $P\{0.06 < \xi < 0.08\}$, то

$$z_1 = \frac{\ln 0.06 + 2.7}{0.3} = -0.38, z_2 = \frac{\ln 0.08 + 2.7}{0.3} = 0.58.$$

Значит,

$$\begin{aligned} P\{0,06 < \xi < 0,08\} &= 1 - \Phi(z_2) - \Phi(-z_1) = \\ &= 1 - \Phi(0,58) - \Phi(0,38) = 0,3670, \text{ т.е. } 36,7\%. \end{aligned}$$

3. Если две случайные величины распределены логнормально, то их произведение также имеет логнормальное распределение.

1.22.3. Распределение χ^2 (хи-квадрат)

Говорят, что случайная величина z имеет распределение χ^2 с n степенями свободы, если она представима в виде суммы n квадратов взаимно независимых величин со стандартными нормальными распределениями.

Свойства распределения χ^2

1. Если случайная величина z имеет распределение χ^2 с n степенями свободы, то

$$E(z) = n, D(z) = 2n,$$

асимметрия распределения χ^2 положительна.

2. При возрастании числа степеней свободы распределение χ^2 стремится к нормальному. Таким образом, случайная величина, имеющая распределение χ^2 с n степенями свободы, распределена асимптотически нормально с параметрами $(n, \sqrt{2n})$.
3. Критическим значением распределения χ^2 с n степенями свободы называют число $\chi_\alpha^2(n)$, удовлетворяющее условию

$$P\{z > \chi_\alpha^2(n)\} = \alpha,$$

где α — заданная вероятность.

Критические значения распределения χ^2 указаны в табл. 1.2.

4. Если случайные величины $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n$ взаимно независимы и распределены нормально с параметрами (a, σ) , то случайная величина

$$\frac{(n-1)\sigma^2}{\sigma^2},$$

$$\text{где } \sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n (\xi_k - \hat{a})^2, \hat{a} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \xi_k,$$

имеет распределение χ^2 с $n-1$ степенями свободы.

Таблица 1.2

КРИТИЧЕСКИЕ ЗНАЧЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ χ^2

Вероятность α Число степеней свободы n	0,99	0,98	0,95	0,05	0,02	0,01
4	0,297	0,429	0,711	9,488	11,668	13,277
5	0,554	0,752	1,145	11,070	13,388	15,086
6	0,872	1,134	1,635	12,592	15,033	16,812
7	1,239	1,564	2,167	14,067	16,622	18,475
8	1,646	2,032	2,733	15,507	18,168	20,090
9	2,068	2,532	3,325	16,919	19,679	21,666
10	2,558	3,059	3,940	18,307	21,161	23,209

Это, в частности, означает, что оценка дисперсии $\hat{\sigma}^2$ распределена асимптотически нормально с параметрами

$$\left(\sigma^2, \sigma^2 \sqrt{\frac{2}{n-1}} \right).$$

Пример 1.56. Даны 10 дневных наблюдений доходности 30-летних казначейских облигаций с нулевым купоном:

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\xi_t, \%$	6,694	6,699	6,710	6,675	6,555	6,583	6,569	6,583	6,555	6,593

Если допустить, что доходность распределена нормально, то оценки математического ожидания и дисперсии доходности можно найти следующим образом.

t	ξ_t	$(\xi_t - \hat{a})^2$
1	6,694	0,005242
2	6,699	0,005991
3	6,710	0,007815
4	6,675	0,002852
5	6,555	0,004436
6	6,583	0,001490
7	6,569	0,002767
8	6,583	0,001490
9	6,555	0,004436
10	6,593	0,000818
Σ	66,216	0,037337

$$\hat{a} = \frac{66.216}{10} = 6.6216; \hat{\sigma}^2 = \frac{0.037337}{9} = 0.004149.$$

Доверительный интервал для дисперсии доходности с надежностью 96% можно найти из условия

$$P\left\{\chi_{0.98}^2(9) < \frac{9 \cdot \hat{\sigma}^2}{\sigma^2} < \chi_{0.02}^2(9)\right\} = 0.96.$$

т. е.

$$P\left\{2.532 < \frac{9 \cdot \hat{\sigma}^2}{\sigma^2} < 19.676\right\} = 0.96.$$

Таким образом, с надежностью 96%

$$0.0147 = \frac{9 \cdot \hat{\sigma}^2}{2.532} > \sigma^2 > \frac{9 \cdot \hat{\sigma}^2}{19.679} = 0.0019.$$

1.22.4. Распределение Стьюдента

Распределение вероятностей случайной величины

$$t = \frac{\xi \cdot \sqrt{n}}{\sqrt{\eta}}$$

называется **распределением Стьюдента** с n степенями свободы, если случайные величины ξ и η независимы, ξ имеет стандартное нормальное распределение, а η — распределение χ^2 с n степенями свободы.

Свойства распределения Стьюдента

1. Если случайная величина t имеет распределение Стьюдента с n степенями свободы, то

$$E(t) = 0, D(t) = \frac{n}{n-2}.$$

Асимметрия распределения Стьюдента равна 0.

2. При возрастании числа степеней свободы распределение Стьюдента стремится к стандартному нормальному распределению. При этом распределение Стьюдента имеет более тяжелые ветви, чем стандартное нормальное распределение. На рис. 1.26 изображены плотности стандартного нормального распределения и распределения Стьюдента с тремя степенями свободы.

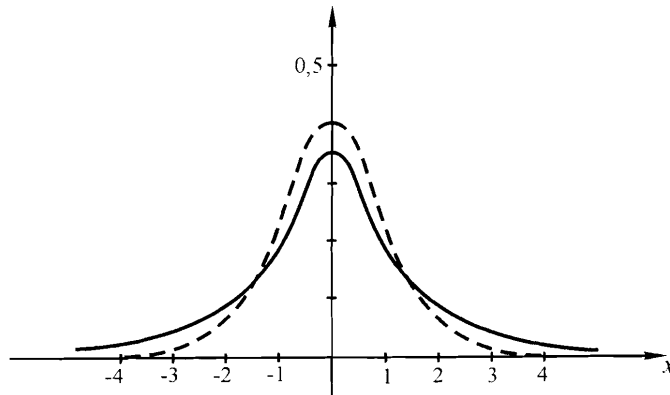


Рис. 1.26. Графики плотности нормального распределения и распределения Стьюдента

3. Критическим значением распределения Стьюдента с n степенями свободы называют число $t_{\alpha}(n)$, удовлетворяющее условию:

$$P\{t > t_{\alpha}(n)\} = \alpha,$$

где α — заданная вероятность.

Критические значения распределения Стьюдента указаны в табл. 1.3.

4. Если случайные величины $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n$ взаимно независимы и распределены нормально с параметрами (a, σ) , то случайная величина

$$\frac{\sqrt{n}(\hat{a} - a)}{\hat{\sigma}},$$

$$\text{где } \hat{a} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \xi_k; \quad \hat{\sigma}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n (\xi_k - \hat{a})^2.$$

имеет распределение Стьюдента с $n-1$ степенями свободы.

Пример. 1.57. В условиях примера 1.56 найдем доверительный интервал для ожидаемой доходности с надежностью 95%.

Так как

$$\hat{a} = 6,6216, \quad \hat{\sigma} = 0,0644,$$

то искомый доверительный интервал можно найти на основе равенства

$$P\left\{-t_{0,025}(9) < \frac{\sqrt{10}(6,6216 - a)}{0,0644} < t_{0,025}(9)\right\} = 0,95.$$

Таблица 1.3

КРИТИЧЕСКИЕ ЗНАЧЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СТЬЮДЕНТА

Вероятность α Число степеней свободы n	0,10	0,05	0,025	0,01	0,005
4	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604
5	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032
6	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707
7	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499
8	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355
9	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250
10	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169

Согласно табл. 1.3, $t_{0,025}(9) = 2,262$.

Следовательно,

$$6,6216 - 2,262 \cdot \frac{0,0644}{\sqrt{10}} < a < 6,6216 + 2,262 \cdot \frac{0,0644}{\sqrt{10}}.$$

Таким образом, с надежностью 95% ожидаемая доходность казначейских облигаций находится между 6,57 и 6,67%.

1.23. Расчет волатильности финансовых показателей на основе исторических данных

Волатильность, или **изменчивость** (*volatility*), финансовых показателей играет очень важную роль в управлении финансовыми рисками.

Пусть Y_t — некоторый финансовый показатель (например, цена или доходность некоторого финансового инструмента), наблюдаемый в день t , $t = 0, 1, 2, \dots, T$. Положим

$$X_t = 100 \ln \frac{Y_t}{Y_{t-1}}, \quad t = 1, 2, \dots, T.$$

Случайная величина X_t представляет собой натуральный логарифм относительного изменения этого показателя за один день, выраженный в процентах. Тогда дневную волатильность данного показателя можно оценить следующим образом:

$$\sigma_{\partial n} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^T (X_t - \bar{X})^2}{T-1}}, \quad \bar{X} = \frac{\sum_{t=1}^T X_t}{T}.$$

Иными словами, дневная волатильность принимается равной стандартному отклонению логарифма относительного изменения финансового показателя за один день.

Пример 1.58. В течение 11 последовательных рабочих дней биржи определялась доходность 30-летних казначейских облигаций с нулевыми купонами. Расчет дневной волатильности доходности на основе этой информации приведен ниже.

t	$Y_t, \%$	$X_t = 100 \ln \frac{Y_t}{Y_{t-1}}$	$(X_t - \bar{X})^2$
0	6,694	—	—
1	6,699	0,07467	0,034533
2	6,710	0,16407	0,075752
3	6,675	-0,52297	0,169587
4	6,555	-1,81411	2,900039
5	6,583	0,42624	0,288799
6	6,569	-0,21290	0,010351
7	6,583	0,21290	0,105015
8	6,555	-0,42625	0,099282
9	6,593	0,57804	0,474997
10	6,620	0,40869	0,270244
Σ	—	-1,11162	4,428599

$$\bar{X} = \frac{-1,11162}{10} = -0,11116; \quad \sigma_{\text{дн}} = \sqrt{\frac{4,428599}{9}} = 0,70147.$$

Таким образом, дневная волатильность доходности 30-летних облигаций с нулевыми купонами оценивается в 0,70%.

Если случайные величины X_t не коррелируют между собой, то, зная дневную волатильность доходности финансового инструмента, можно оценить волатильность доходности этого инструмента за данный период времени:

$$\sigma_{\text{пер}} = \sigma_{\text{дн}} \cdot \sqrt{\tau_{\text{пер}}},$$

где $\sigma_{\text{пер}}$ — волатильность доходности за рассматриваемый период времени;

$\sigma_{\text{дн}}$ — дневная волатильность;

$\tau_{\text{пер}}$ — число дней в периоде.

В частности, для того чтобы определить годовую волатильность, необходимо для каждого конкретного случая правильно определить число рабочих дней в году. Число рабочих дней в году может быть равным 250, 260 или 365.

Пример 1.59. В примере 1.58 была найдена дневная волатильность доходности 30-летних казначейских облигаций с нулевыми купонами: $\sigma_{\text{дн}} = 0,70147\%$.

В таблице, приведенной ниже, указана годовая волатильность доходности при разных оценках числа дней в году.

Число дней в году	Годовая волатильность, %
250	11.09
260	11.31
360	13.31
365	13.40

Предположим, что в данный момент времени доходность финансового инструмента равна r . Можно считать, что доходности за один день распределены логнормально с параметрами 0 и $\sigma_{\text{дн}}$. Если логарифмы относительных изменений доходности не коррелируют между собой, то отношение доходности через год к доходности r будет распределено также логнормально, но с параметрами $(0, \sigma_{\text{год}})$. Следовательно, сама доходность финансового инструмента через год должна иметь логнормальное распределение с параметрами $(\ln r, \sigma_{\text{год}})$.

Если годовая волатильность доходности достаточно мала, то можно считать, что доходность финансового инструмента через год распределена приблизительно нормально с параметрами r и $r\sigma_{\text{год}}$.

Пример 1.60. Текущая доходность 10-летних казначейских облигаций с нулевым купоном равна 8%, а годовая волатильность этой доходности равна 15%.

Тогда можно предположить, что доходность 10-летних облигаций с нулевыми купонами через год будет приблизительно распределена нормально с ожидаемым значением 0,08 и стандартным отклонением $0,08 \cdot 0,15 = 0,012$. Отсюда, в частности, следует, что с вероятностью 95,5% доходность через год окажется между $0,08 - 2 \cdot 0,012 = 0,056$ и $0,08 + 2 \cdot 0,012 = 0,104$, т. е. будет принимать значение между 5,60 и 10,40%.

1.24. Элементы регрессионного анализа

Во многих случаях требуется установить зависимость между двумя случайными величинами. Чаще всего предполагается линейная зависимость. Например, при обмене облигаций использовалась линейная зависимость между изменениями доходностей двух облигаций.

Рассмотрим две случайные величины ξ и η и предположим, что, когда случайная величина ξ принимает значения X_1, X_2, \dots, X_n , то случайная величина η принимает соответственно значения Y_1, Y_2, \dots, Y_n .

Линейной регрессионной моделью называют уравнение следующего вида:

$$\eta = a + b\xi + \varepsilon, \quad (1.56)$$

где a и b — некоторые числа (коэффициенты регрессии),

ε — случайная погрешность.

При построении линейной регрессионной модели коэффициенты a и b необходимо подобрать так, чтобы влияние случайной погрешности ε на случайную величину η было как можно меньше.

Из уравнения (1.56) следует, в частности, что

$$Y_k = a + bX_k + \varepsilon_k, \quad k = 1, 2, \dots, n.$$

Коэффициенты регрессии a и b чаще всего подбираются методом наименьших квадратов. Метод наименьших квадратов сводится к отысканию значений a и b так, чтобы достигалось наименьшее значение функции

$$\sum_{k=1}^n (Y_k - a - bX_k)^2. \quad (1.57)$$

Нетрудно проверить, что наименьшее значение функции (1.57) достигается при

$$a = \hat{a}, \quad b = \hat{b},$$

где
$$\hat{b} = \frac{\sum_{k=1}^n X_k Y_k - \frac{1}{n} \left(\sum_{k=1}^n X_k \right) \left(\sum_{k=1}^n Y_k \right)}{\sum_{k=1}^n X_k^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{k=1}^n X_k \right)^2};$$

$$\hat{a} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n Y_k - \frac{1}{n} \hat{b} \sum_{k=1}^n X_k.$$

При выборе коэффициентов регрессии указанным выше способом будут выполняться следующие соотношения:

$$\sum_{k=1}^n \varepsilon_k = 0, \quad \sum_{k=1}^n X_k \cdot \varepsilon_k = 0 \quad (\varepsilon_k = Y_k - \hat{a} - \hat{b}X_k),$$

$$\bar{Y} = a + b\bar{X} \quad \left(\bar{X} = \frac{\sum_{k=1}^n X_k}{n}, \bar{Y} = \frac{\sum_{k=1}^n Y_k}{n} \right). \quad (1.58)$$

Пример 1.61. Построение линейной регрессионной зависимости доходности среднесрочных облигаций промышленных корпораций одного и того же кредитного рейтинга (η) от доходности 10-летних казначейских облигаций (ξ). Исходная информация и предварительные расчеты приведены ниже в таблице.

Коэффициенты регрессии находятся следующим образом:

$$\hat{b} = \frac{846,5312 - \frac{1}{10} (87,555)(96,400)}{769,1671 - \frac{1}{10} (87,555)^2} = 0,9696,$$

$$\hat{a} = \frac{1}{10} \cdot 96,400 - \frac{1}{10} \cdot 0,9696 \cdot 87,555 = 1,1507.$$

k (№ наблюдения)	Доходность облигаций, %		$X_k Y_k$	X_k^2	Y_k^2
	казначейских X_k	промышленных Y_k			
1	9,057	9,900	89,6643	82,0292	98,0100
2	9,140	10,000	91,4000	83,5396	100,0000
3	8,983	9,800	88,0334	80,6943	96,0400
4	9,298	10,250	95,3045	86,4528	105,0625
5	9,279	10,100	93,7179	86,0998	102,0100
6	9,057	9,950	90,1172	82,0292	99,0025
7	8,598	9,550	82,1109	73,9256	91,2025
8	8,079	9,000	72,7110	65,2702	81,0000
9	7,808	8,700	67,9296	60,9649	75,6900
10	8,256	9,150	75,5424	68,1615	83,7225
Σ	87,555	96,400	846,5312	769,1671	931,7300

Таким образом, уравнение регрессии в данном случае имеет следующий вид:

$$\eta = 1,1507 + 0,9696\xi + \varepsilon.$$

Из соотношения (1.58) следует, что

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^n (Y_k - \bar{Y})^2 &= \sum_{k=1}^n \left(\hat{a} + \hat{b}X_k + \hat{\varepsilon}_k - \left(\hat{a} + \hat{b}\bar{X} \right) \right)^2 = \\ &= \sum_{k=1}^n \left(\hat{b}(X_k - \bar{X}) + \hat{\varepsilon}_k \right)^2 = \hat{b}^2 \sum_{k=1}^n (X_k - \bar{X})^2 + \sum_{k=1}^n \hat{\varepsilon}_k^2. \end{aligned}$$

Таким образом, полная сумма квадратов отклонений зависимой величины

от своего среднего значения состоит из двух частей: $\hat{b}^2 \sum_{k=1}^n (X_k - \bar{X})^2$, называемой

суммой квадратов, объясняемой регрессией, и $\sum_{k=1}^n \hat{\varepsilon}_k^2$, называемой суммой квадратов, не объясненной регрессией.

Отношение суммы квадратов, объясняемой регрессией, к полной сумме квадратов называют **коэффициентом детерминации** и обозначают R^2 . Таким образом,

$$R^2 = \frac{\sum_{k=1}^n X_k Y_k - \frac{1}{n} \left(\sum_{k=1}^n X_k \right) \left(\sum_{k=1}^n Y_k \right)}{\sum_{k=1}^n Y_k^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{k=1}^n Y_k \right)^2}.$$

Коэффициент детерминации всегда находится между 0 и 1, причем, чем ближе коэффициент детерминации к единице, тем выше качество регрессионной модели.

Пример 1.62. Оценим качество регрессионной модели, построенной в примере 1.61.

В данном случае коэффициент детерминации может быть найден следующим образом:

$$R^2 = 0,9696 \frac{846,5312 - \frac{1}{10}(87,400)(96,400)}{931,7300 - \frac{1}{10}(96,400)^2} = 0,9963.$$

Так как коэффициент детерминации очень близок к единице, то качество регрессионной модели достаточно высокое.

Оценка коэффициентов регрессии получена нами в зависимости от выборки значений X_1, X_2, \dots, X_n независимой случайной величины ξ и соответствующих им значений зависимой случайной величины η . Для другой выборки значений случайной величины ξ будут получены, вообще говоря, другие оценки коэффициентов регрессии и другая случайная погрешность. В связи с этим возникает задача построения доверительных интервалов для коэффициентов регрессии.

Если предположить, что случайные погрешности не коррелируют между собой (т.е. отсутствует автокорреляция), то доверительные интервалы для коэффициентов регрессии с надежностью 95% строятся следующим образом:

$$\begin{aligned} \hat{b} - t_{0,025}(n-2) \cdot \frac{\mu_{cm}}{\sqrt{\sum_{k=1}^n X_k^2}} < b < \hat{b} + t_{0,025}(n-2) \cdot \frac{\mu_{cm}}{\sqrt{\sum_{k=1}^n X_k^2}}, \\ \hat{a} - t_{0,025}(n-2) \cdot \mu_{cm} \cdot \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{\bar{X}^2}{\sum_{k=1}^n X_k^2}} < a < \hat{a} + t_{0,025}(n-2) \cdot \mu_{cm} \cdot \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{\bar{X}^2}{\sum_{k=1}^n X_k^2}}, \end{aligned}$$

где $t_{0,025}(n-2)$ — критическое значение для распределения Стьюдента с $n-2$ степенями свободы (табл. 1.3);

$$\mu_{cm} = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n \hat{\varepsilon}_k^2}{n-2}} = \sqrt{\frac{1-R^2}{n-2} \left(\sum_{k=1}^n Y_k^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{k=1}^n Y_k \right)^2 \right)} \text{ — стандартная оценка ошибки.}$$

Если случайная величина ξ принимает значение X , то, согласно линейной регрессионной модели:

$$\eta = \hat{a} + \hat{b}\xi + \varepsilon,$$

ожидаемое значение случайной величины η равно

$$Y_{ож} = \hat{a} + \hat{b}X.$$

При отсутствии автокорреляции и гетероскедастичности* доверительный интервал для значения случайной величины η при заданном уровне надежности может быть найден в виде:

$$(Y_{ож} - \Delta Y, Y_{ож} + \Delta Y),$$

$$\text{где } \Delta Y = t_{0,025}(n-2) \cdot \mu_{cm} \cdot \sqrt{\frac{(X - \bar{X})^2}{\sum_{k=1}^n X_k^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{k=1}^n X_k \right)^2} + \frac{1}{n}}.$$

Пример 1.63. Инвестор считает, что через месяц доходность 10-летних казначейских облигаций окажется равной 8%. Тогда, согласно регрессивной модели, построенной в примере 1.61, ожидаемое значение доходности облигации промышленных корпораций будет равно

$$1,1507 + 0,9696 \cdot 8\% = 8,91\%.$$

Для определения доверительного интервала для доходности промышленных облигаций с надежностью 95% найдем:

$$t_{0,025}(n-2) = 2,31 \quad (n-2 = 8);$$

$$\mu_{cm} = \sqrt{\frac{1 - 0,9963}{8} \left(931,7300 - \frac{1}{10} (96,400)^2 \right)} = 0,0336;$$

$$\sqrt{\frac{(X - \bar{X})^2}{\sum_{k=1}^n X_k^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{k=1}^n X_k \right)^2} + \frac{1}{n}} = \sqrt{\frac{(8\% - 8,7555\%)^2}{769,1671 - \frac{1}{10} (87,555)^2} + \frac{1}{10}} = 0,5668;$$

$$\Delta Y = 2,31 \cdot 0,0336 \cdot 0,5668 = 0,044.$$

Следовательно, искомый доверительный интервал: (8,87%; 8,95%).

1.25. Метод имитационного моделирования Монте-Карло

Случайная величина γ , принимающая 10 значений: 0, 1, 2, 3, ..., 9 с одинаковой вероятностью, называется **случайной цифрой**.

Предположим, что мы произвели N независимых опытов, в результате которых получили N случайных цифр. Записав эти цифры (в порядке их появления) в таблицу, получим то, что называется таблицей случайных цифр.

* **Гетероскедастичность** (*heteroscedasticity*) — отсутствие гомоскедастичности, т.е. неоднородность дисперсии, подсчитанной по разным группам (в данном случае — неоднородность дисперсии во времени).

Например, таблица из 150 случайных цифр может иметь следующий вид (цифры разбиты на группы для удобства чтения таблицы):

86515	90795	66155	66434	56558	12332
69186	03393	42502	99224	88955	53758
41686	42163	85181	38967	33181	72664
86522	47171	88059	89342	67248	09082
72587	93000	89688	78416	27589	99528

Случайным числом (*random number*) называется случайная величина

$$\delta = \frac{\gamma_1}{10} + \frac{\gamma_2}{100} + \dots + \frac{\gamma_s}{10^s} + \dots,$$

где $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_s, \dots$ — независимые случайные цифры. Иными словами, случайное число — это случайная величина, равномерно распределенная на промежутке $[0, 1)$.

Если задана таблица случайных цифр, то можно строить различные случайные числа, как, например:

$$\begin{aligned} &0,86; 0,51; 0,59; 0,07; 0,95; 0,66; 0,15; 0,56; 0,64; 0,34; \\ &0,45; 0,65; 0,58; 0,12; 0,33; 0,26; 0,91; 0,86; 0,03; 0,39. \end{aligned} \quad (1.59)$$

В настоящее время существуют специальные компьютерные программы для построения случайных чисел в любом количестве. Такие программы называются **генераторами случайных чисел**.

Рассмотрим теперь дискретную случайную величину ξ , распределение которой имеет вид:

X_1	X_2	...	X_n
P_1	P_2	...	P_n

Для моделирования случайной величины ξ промежутков $[0, 1)$ разделим на участки Δ_i так, чтобы длина промежутка Δ_i равнялась P_i , $i = 1, 2, \dots, n$. Новая случайная величина ξ , определяемая равенством:

$$\xi = X_i, \text{ если } \delta \in \Delta_i, i = 1, 2, \dots, n, \quad (1.60)$$

где δ — случайное число, имеет такое же распределение, что и случайная величина ξ .

Равенство (1.60) позволяет каждому случайному числу приписать определенное значение случайной величине ξ . Такой процесс приписывания значений случайной величине ξ часто называют **разыгрыванием** этой случайной величины.

Пример 1.64. Случайная величина ξ принимает два значения: 1 и 2 с вероятностью 0,6 и 0,4 соответственно. В данном случае

$$\Delta_1 = [0; 0,6), \Delta_2 = [0,6; 1).$$

Значения этой случайной величины, приписываемые случайным числом из последовательности (1.59), приведены ниже:

j	0,86	0,51	0,59	0,07	0,95	0,66	0,15	0,56	0,64	0,34
ξ	2	1	1	1	2	2	1	1	2	1

j	0,45	0,65	0,58	0,12	0,33	0,26	0,91	0,86	0,03	0,39
ξ	1	2	1	1	1	1	2	2	1	1

Частоты появления 1 и 2 соответственно равны $\frac{13}{20} = 0,65$; $\frac{7}{20} = 0,35$ и

близки к их вероятностям. Чтобы получить лучшую модель, необходимо рассмотреть большее количество случайных чисел.

Предположим, что даны две случайные величины ξ и η , совместное распределение которых имеет вид:

$\xi \backslash \eta$	Y_1	...	Y_j	...	Y_n
X_1	P_{11}	...	P_{1j}	...	P_{1n}
...
X_i	P_{i1}	...	P_{ij}	...	P_{in}
...
X_m	P_{m1}	...	P_{mj}	...	P_{mn}

Для моделирования пары случайных величин (ξ, η) промежутков $[0, 1)$ разделим на части Δ_{ij} так, чтобы длина полуинтервала Δ_{ij} равнялась P_{ij} , $i = 1, 2, \dots, m$; $j = 1, 2, \dots, n$.

В этом случае пара случайных величин $(\hat{\xi}, \hat{\eta})$, где

$$\hat{\xi} = X_i, \hat{\eta} = Y_j \text{ при } \delta \in \Delta_{ij} \quad (1.61)$$

имеет такое же распределение, что и пара (ξ, η) .

Равенство (1.61) позволяет каждому случайному числу приписать определенную пару значений случайных величин ξ и η . Такой процесс приписывания значений паре случайных величин (ξ, η) называют разыгрыванием этой пары.

Если случайные величины ξ и η независимы, то для разыгрывания пары (ξ, η) достаточно разыграть каждую случайную величину в отдельности. Для разыгрывания непрерывной случайной величины можно вначале найти дискретную случайную величину, близкую к данной случайной величине, а затем разыграть эту дискретную случайную величину.

Метод Монте-Карло позволяет численно находить различные вероятностные характеристики случайной величины η , зависящей от большого числа

других случайных величин $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n$. Этот метод сводится к следующему: разыгрывается последовательность случайных величин $(\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n)$, для каждого розыгрыша определяется соответствующее значение случайной величины η , а по найденным значениям строится эмпирическое распределение вероятностей этой случайной величины.

Пример 1.65 [5]. Инвестор владеет портфелем, состоящим из одной казначейской облигации и двух корпоративных облигаций одного и того же кредитного рейтинга. Основные параметры портфеля указаны в таблице:

Облигация	Срок до погашения, лет	Купонная ставка, %	Номинал, млн. долл.	Доходность к погашению, %
Казначейская	5.5	6.0	5	6.0
Корпоративная	15.5	9.0	4	9.0
Корпоративная	25.5	10.5	6	10.5

Инвестора интересует реализуемая доходность портфеля облигаций за 6 месяцев. По его мнению, реализуемая доходность портфеля будет определяться следующими двумя факторами: кривой доходностей казначейских облигаций через 6 месяцев и спредом между доходностями корпоративных и казначейской облигаций. Предположим, что инвестор располагает еще и следующей информацией:

Доходности казначейских облигаций, %			Вероятность	Разбиение промежутка [0, 1)
5 лет	15 лет	25 лет		
4	6	7	0,20	[0; 0,20)
5	8	9	0,15	[0,20; 0,35)
6	7	7	0,10	[0,35; 0,45)
7	8	8	0,10	[0,45; 0,55)
9	9	9	0,20	[0,55; 0,75)
10	8	8	0,25	[0,75; 1,00)

Величина спреда между доходностями, б. п.*	Вероятность	Разбиение промежутка [0, 1)
75	0,10	[0; 0,10)
100	0,20	[0,10; 0,30)
125	0,25	[0,30; 0,55)
150	0,25	[0,55; 0,80)
175	0,15	[0,80; 0,95)
200	0,05	[0,95; 1,00)

* б. п. — базисный пункт.

Для определения реализуемой доходности портфеля облигаций можно использовать метод Монте-Карло.

Первая итерация (случайные числа: 0,91 для кривой доходностей и 0,12 для спреда между доходностями). В этом случае доходности казначейских облигаций со сроком до погашения 5, 15 и 25 лет составят соответственно 10, 8 и 8%, а доходности корпоративных облигаций со сроком до погашения 15 и 25 лет — 9 и 9%.

Тогда цены облигаций (на номинал в 100 долл.) через 6 месяцев определяются следующим образом:

$$P_1 = \frac{6}{0,1} \left[1 - \frac{1}{(1 + 0,05)^{10}} \right] + \frac{100}{(1 + 0,05)^{10}} = 84,55653,$$

$$P_2 = 100 \text{ (купонная ставка совпадает с доходностью),}$$

$$P_3 = \frac{10,5}{0,09} \left[1 - \frac{1}{(1,045)^{50}} \right] + \frac{100}{(1,045)^{50}} = 114,82151.$$

Значит, реализуемая доходность портфеля облигаций составит:

$$2. \frac{P_1 \cdot 50\,000 + P_2 \cdot 40\,000 + P_3 \cdot 60\,000 + 150\,000 + 180\,000 + 315\,000 - 15\,000\,000}{15\,000\,000} = 0,1016, \text{ т.е. } 10,16\%.$$

Предположим, что было проведено 100 итераций. При этом оказалось, что наименьшая реализуемая доходность портфеля равна -3,905%, а наибольшая реализуемая доходность составляет 24,97%.

Разделив отрезок [-3,905%; 24,97%] на достаточно большое число частей, подсчитаем для каждой части число итераций, дающих реализуемую доходность из этой части.

Таким образом, будет построено эмпирическое распределение вероятностей реализуемой доходности портфеля облигаций. После чего можно получить различные числовые характеристики этой реализуемой доходности: среднее значение, стандартное отклонение и т. д.

1.26. Случайные процессы и их основные характеристики

Дано основное вероятное пространство

$$(\Omega, \beta, P),$$

где Ω — пространство элементарных событий,
 β — σ -алгебра случайных событий,
 P — вероятностная мера.

Рассмотрим некоторое числовое множество V , элементы которого в дальнейшем будем считать моментами времени.

Функция $\xi(\omega, t)$ двух переменных $\omega \in \Omega$ и $t \in V$ называется случайным процессом, определенном на множестве V , если для любых $t \in V$ и $x \in R$ (R — множество всех действительных чисел) множество

$$\{\omega \in \Omega \mid \xi(\omega, t) < x\} \in \beta, \quad (1.62)$$

т. е. является случайным событием.

Из условия (1.62) следует, что если на множестве V определен случайный процесс $\xi(\omega, t)$, то каждому моменту времени $t \in V$ поставлена в соответствие случайная величина $\xi_t(\omega) = \xi(\omega, t)$. Случайная величина $\xi_t(\omega)$ называется сечением случайного процесса в момент времени t .

Таким образом, чтобы на множестве V задать некоторый случайный процесс, достаточно каждому моменту времени $t \in V$ поставить в соответствие ту или иную случайную величину $\xi_t(\omega)$, сечение этого случайного процесса. В силу этого случайный процесс можно обозначить $\xi_t(\omega)$ или просто ξ_t .

Если на множестве V задан случайный процесс $\xi(\omega, t)$, то при каждом фиксированном элементарном событии $\omega \in \Omega$ мы имеем функцию одного переменного t . Эту функцию, определенную на множестве V , называют **траекторией**, или **реализацией** случайного процесса $\xi(\omega, t)$.

Пример 1.66. Рассмотрим случайный процесс

$$\xi(\omega, t) = t \cdot \eta(\omega) + 1,$$

где $t \in [0, +\infty)$,

$$\eta(\omega) = \begin{cases} 1 & \text{с вероятностью } 0,4, \\ -1 & \text{с вероятностью } 0,6. \end{cases}$$

Сечением данного случайного процесса в момент времени $t = 2$ является случайная величина $2\eta(\omega) + 1$. Траектории случайного процесса $\xi(\omega, t)$ изображены на рис. 1.27.

Пример 1.67. Случайный процесс на $[0, +\infty)$ определен следующим образом:

$$\xi(\omega, t) = \begin{cases} 1, & \text{если } t < \eta(\omega); \\ 2, & \text{если } t \geq \eta(\omega), \end{cases}$$

где $\eta(\omega)$ — некоторая положительная случайная величина.

Сечением случайного процесса $\xi(\omega, t)$ в момент времени t является случайная величина, принимающая значение 1 с вероятностью, равной $P\{\eta(\omega) > t\}$, и значение 2 с вероятностью, равной $P\{\eta(\omega) \leq t\}$.

Траектория случайного процесса $\xi(\omega, t)$ имеет вид, изображенный на рис. 1.28.

Важнейшими характеристиками случайных процессов являются математическое ожидание и дисперсия.

Математическим ожиданием случайного процесса $\xi(\omega, t)$, $t \in V$, называется функция $m_t(t)$, равная математическому ожиданию сечения $\xi_t(\omega)$, т. е.

$$m_t(t) = E(\xi_t(\omega)), \quad t \in V.$$

Дисперсией случайного процесса $\xi(\omega, t)$, $t \in V$, является функция $D_\xi(t)$, равная дисперсии сечения $\xi_t(\omega)$ этого случайного процесса, т. е.

$$D_\xi(t) = D(\xi_t(\omega)), t \in V.$$

Пример 1.68. Найдем математическое ожидание и дисперсию случайного процесса из примера 1.66.

По определению

$$m_\xi(t) = E(\xi_t(\omega)) = E(t\eta(\omega) + 1) = tE(\eta) + 1.$$

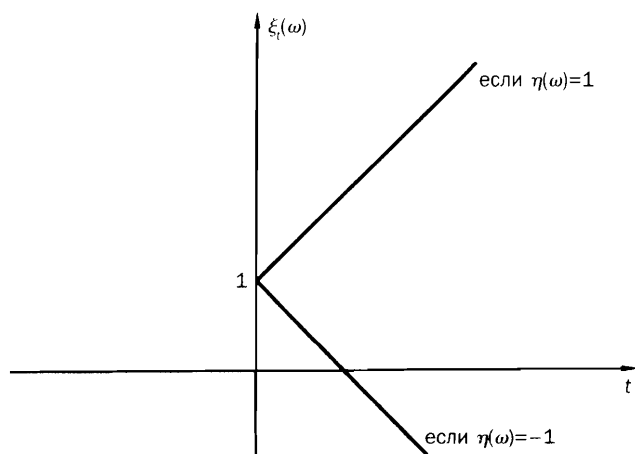


Рис. 1.27

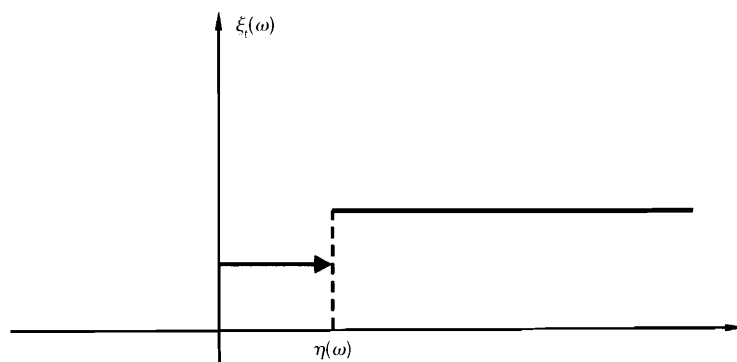


Рис. 1.28. Траектория случайного процесса

Так как $E(\eta) = 1 \cdot 0,4 + (-1) \cdot 0,6 = -0,2$, то $m_{\xi}(t) = -0,2t + 1$.

С другой стороны,

$$D_{\xi}(t) = D(\xi_t(\omega)) = D(t\eta(\omega) + 1) = t^2 D(\eta),$$

$$D(\eta) = (1 + 0,2)^2 \cdot 0,4 + (-1 + 0,2)^2 \cdot 0,6 = 0,96.$$

Значит,

$$D_{\xi}(t) = 0,96 \cdot t^2.$$

Пример 1.69. Рассмотрим случайный процесс из примера 1.67, считая, что случайная величина $\eta(\omega)$ распределена показательно с плотностью

$$P_{\eta}(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x < 0; \\ e^{-x}, & \text{если } x \geq 0. \end{cases}$$

Так как $P\{\eta(\omega) \leq t\} = 1 - e^{-t}$, $P\{\eta(\omega) > t\} = e^{-t}$, то

$$E(\xi_t(\omega)) = 1 \cdot e^{-t} + 2 \cdot (1 - e^{-t}) = 2 - e^{-t};$$

$$D(\xi_t(\omega)) = (1 - (2 - e^{-t}))^2 \cdot e^{-t} + (2 - (2 - e^{-t}))^2 (1 - e^{-t}) = e^{-t} (1 - e^{-t}).$$

Следовательно,

$$m_{\xi}(t) = 2 - e^{-t}, D_{\xi}(t) = e^{-t} (1 - e^{-t}).$$

Говорят, что случайный процесс $\xi(\omega, t)$, $t \in V$, обладает **независимыми приращениями**, если при любых $t_1, t_2, \dots, t_n \in V$, $t_1 < t_2 < \dots < t_n$, случайные величины $\xi_{t_2} - \xi_{t_1}, \xi_{t_3} - \xi_{t_2}, \dots, \xi_{t_n} - \xi_{t_{n-1}}$ независимы.

Случайные процессы с независимыми приращениями играют важную роль при моделировании эволюции финансовых показателей. Это объясняется тем, что финансовый рынок принято считать **эффективным** (*efficient*), если цены активов на этом рынке полностью отражают всю имеющуюся информацию об этих активах. На эффективном финансовом рынке изменения цен активов могут происходить только из-за появления новой информации (которая, вообще говоря, непредсказуема). Это означает, что изменения цены активов на таком рынке должны быть в некотором смысле независимы.

1.27. Важнейшие виды случайных процессов

1.27.1. Случайное блуждание

Случайный процесс $\alpha(\omega, t)$, определенный на множестве

$$V = \{t_0, t_0 + h, t_0 + 2h, \dots, t_0 + kh, \dots\}, h > 0,$$

называется **случайным блужданием** (*random walk*), если

$$\begin{cases} \alpha_{t_0}(\omega) = x \quad (x - \text{некоторое число}), \\ \alpha_{t_0 + kh}(\omega) = \alpha_{t_0 + (k-1)h}(\omega) + \mu_k(\omega), \quad k = 1, 2, 3, \dots, \end{cases}$$

где случайные величины $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_k, \dots$ независимы,

$$\mu_k = \begin{cases} \Delta & \text{с вероятностью } 0,5, \\ -\Delta & \text{с вероятностью } 0,5 \end{cases} \quad (\Delta > 0).$$

Сечением случайного блуждания в момент времени $t_0 + kh$ является дискретная случайная величина, закон распределения вероятностей которой имеет вид:

X	$x - k\Delta$	$x - (k-2)\Delta$	..	$x - (k-2i)\Delta$	...	$x + (k-2i)\Delta$	...	$x + (k-2)\Delta$	$x + k\Delta$
P	$(0,5)^k$	$C_k^{k-2} \cdot (0,5)^k$	..	$C_k^{k-2i} \cdot (0,5)^k$	..	$C_k^{k-2i} \cdot (0,5)^k$	...	$C_k^{k-2} \cdot (0,5)^k$	$(0,5)^k$

$$\left(C_k^l = \frac{k!}{l!(k-l)!}, \quad k! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \dots \cdot k \right).$$

Траектории случайного блуждания изображены на рис. 1.29 (точками выделена одна из траекторий).

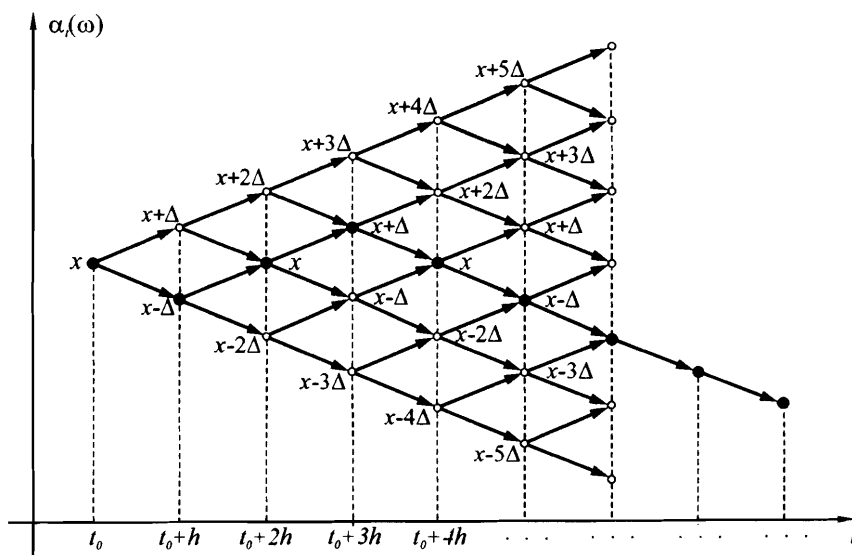


Рис. 1.29. Траектории случайного блуждания

Случайное блуждание $\alpha(\omega, t)$ обладает независимыми приращениями, причем

$$m_\alpha(t_0 + kh) = x, D_\alpha(t_0 + kh) = k \cdot \Delta^2, k = 0, 1, 2, 3, \dots$$

1.27.2. Биномиальная модель

Случайный процесс $\beta(\omega, t)$, определенный на множестве

$$V = \{t_0, t_0 + h, t_0 + 2h, \dots, t_0 + kh, \dots\}, h > 0,$$

называется **биномиальной моделью**, если

$$\begin{cases} \beta_{t_0}(\omega) = x \quad (x \text{ — некоторое число}), \\ \beta_{t_0 + kh}(\omega) = \beta_{t_0 + (k-1)h}(\omega) \cdot \varepsilon_k(\omega), \quad k = 1, 2, 3, \dots, \end{cases}$$

где случайные величины $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_k, \dots$ независимы,

$$\varepsilon_k = \begin{cases} u & \text{с вероятностью } p \\ d & \text{с вероятностью } 1 - p \end{cases} \quad (u > 1, \quad 0 < d < 1).$$

Сечением биномиальной модели в момент времени $t_0 + kh$ является дискретная случайная величина, закон распределения вероятностей которой имеет вид:

X	$x d^k$	$x u d^{k-1}$	...	$x u^k d^{k-1}$	..	$x u^{k-1} d$	$x u^k$
P	$(1-p)^k$	$C_{k-1}^1 p \cdot (1-p)^{k-1}$	...	$C_{k-1}^1 p^{k-1} (1-p)^{k-1}$	..	$C_{k-1}^1 p^{k-1} (1-p)$	p^k

Траектории биномиальной модели изображены на рис. 1.30.

Если случайный процесс $\beta(\omega, t)$ является биномиальной моделью с параметрами u, d, p , то

$$m_\beta(t_0 + kh) = x [up + d(1-p)]^k,$$

$$D_\beta(t_0 + kh) = x^2 \left\{ [u^2 p + d^2 (1-p)]^k - [up + d(1-p)]^{2k} \right\},$$

$$k = 0, 1, 2, 3, \dots$$

Приращения биномиальной модели, вообще говоря, не являются независимыми. Однако случайный процесс $\ln \beta(\omega, t)$ имеет независимые приращения.

Случайное блуждание и биномиальная модель относятся к случайным процессам с **дискретным временем** (discrete time process). Важнейшим примером случайного **процесса с непрерывным временем** (continuous time process) является винеровский случайный процесс.

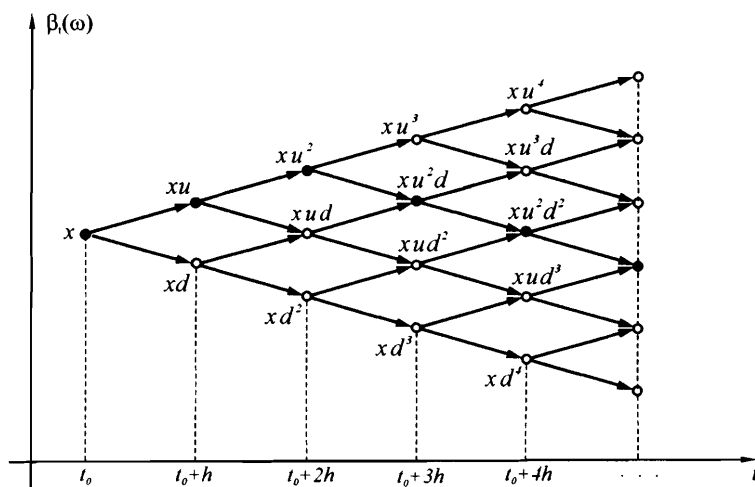


Рис. 1.30. Траектории биномиальной модели

1.27.3. Винеровский случайный процесс

Случайный процесс $w(\omega, t)$, определенный на промежутке $[t_0, +\infty)$, называется **винеровским случайным процессом** (Wiener process), если выполняются следующие условия:

1. $w_{t_0}(\omega) = x$ (x — некоторое число).
2. Приращения случайного процесса $w(\omega, t)$ независимы.
3. Приращение $w_t(\omega) - w_s(\omega)$, $t > s$, распределено нормально с параметрами $(0, \sqrt{t-s})$.
4. Все траектории случайного процесса $w(\omega, t)$ непрерывны на промежутке $[t_0, +\infty)$.

Основные утверждения о винеровском случайном процессе

1. Винеровский случайный процесс может быть построен из случайных блужданий с помощью некоторого предельного перехода.
2. Сечение $w_t(\omega)$ винеровского случайного процесса распределено нормально с параметрами $(x, \sqrt{t-t_0})$, т. е.

$$m_w(t) = E(w_t(\omega)) = x, D_w(t) = D(w_t(\omega)) = t - t_0.$$

3. Если $w_t(\omega)$ и $w_s(\omega)$ — два сечения винеровского случайного процесса, то $\text{Cov}(w_t, w_s) = \min\{t, s\} - t_0$.

4. Плотность совместного распределения вероятностей системы сечений винеровского случайного процесса

$$w_{t_1}(\omega), w_{t_2}(\omega), \dots, w_{t_n}(\omega),$$

$$\text{где } t_0 < t_1 < t_2 < \dots < t_n,$$

имеет вид

$$P_{t_1, t_2, \dots, t_n}(x_1, x_2, \dots, x_n) = \frac{1}{(2\pi)^{n/2} \sqrt{(t_1 - t_0)(t_2 - t_1) \dots (t_n - t_{n-1})}} e^{-\frac{1}{2} \left[\frac{(x_1 - x_0)^2}{t_1 - t_0} + \frac{(x_2 - x_1)^2}{t_2 - t_1} + \dots + \frac{(x_n - x_{n-1})^2}{t_n - t_{n-1}} \right]}.$$

Для моделирования траекторий винеровского случайного процесса $w(\omega, t)$ на заданном промежутке времени $[t_0, T]$ можно применить метод Монте-Карло.

Сам винеровский случайный процесс редко используется для моделирования финансовых показателей, так как имеет постоянное математическое ожидание. Однако на основе винеровского процесса строятся почти все случайные процессы, используемые в настоящее время для моделирования различных финансовых показателей.

1.28. Понятие о стохастических дифференциальных уравнениях

Стохастическим дифференциальным уравнением (stochastic differential equation) называется уравнение вида

$$dx = a(x, \tau) d\tau + \sigma(x, \tau) dw_\tau, \quad (1.63)$$

где $a(x, \tau)$, $\sigma(x, \tau)$ — функции двух переменных x и τ ,

$w_\tau(\omega) = w(\omega, \tau)$ — винеровский случайный процесс.

Решением стохастического дифференциального уравнения (1.63) на промежутке $[t, T]$ называется случайный процесс $x(\omega, \tau)$, удовлетворяющий следующим условиям:

- 1) все траектории случайного процесса $x(\omega, \tau)$ непрерывны на промежутке $[t, T]$;
- 2) для любого $\tau \in [t, T]$ при достаточно малом $\Delta\tau$

$$x_{\tau+\Delta\tau}(\omega) - x_\tau(\omega) \approx a(x_\tau(\omega), \tau) \Delta\tau + \sigma(x_\tau(\omega), \tau)(w_{\tau+\Delta\tau}(\omega) - w_\tau(\omega)) \quad (1.64)$$

(объяснение точного смысла приближенного равенства (1.64) выходит за рамки книги).

Любое решение стохастического дифференциального уравнения (1.63), удовлетворяющее некоторому начальному условию

$$x_t(\omega) = x \quad (x - \text{число}), \quad (1.65)$$

называют **случайным процессом Ито** (Ito process).

В частности, **геометрическим броуновским движением** (*geometric Brownian motion*) является случайный процесс, удовлетворяющий стохастическому дифференциальному уравнению:

$$dS = (aS)dt + (\sigma S)dw_t \quad (a, \sigma — \text{числа}, \sigma > 0) \quad (1.66)$$

и начальному условию

$$S_t(\omega) = S. \quad (1.67)$$

Геометрическое броуновское движение, определяемое условиями (1.66) и (1.67), можно найти в явном виде:

$$S_\tau = S e^{\left(a - \frac{\sigma^2}{2}\right)(\tau - t)} \cdot e^{\sigma(w_\tau - w_t)}.$$

Свойства геометрического броуновского движения

$$1. \quad E \ln \left(\frac{S_\tau}{S} \right) = \left(a - \frac{\sigma^2}{2} \right) (\tau - t), \quad m_\tau(\tau) = S \cdot e^{a(\tau - t)}.$$

В силу второго соотношения параметр a называют **коэффициентом смещения** (*drift*) геометрического броуновского движения.

$$2. \quad D \ln \left(\frac{S_\tau}{S} \right) = \sigma^2 (\tau - t).$$

Это означает, что σ является годовой волатильностью показателя, описываемого геометрическим броуновским движением (см. разд. 1.23).

$$3. \quad \text{При любом } \tau \text{ случайная величина } \ln \left(\frac{S_\tau}{S} \right) \text{ распределена нормально с}$$

параметрами $\left\{ \left(a - \frac{\sigma^2}{2} \right) (\tau - t); \sigma \sqrt{\tau - t} \right\}$. Тогда S_τ имеет логнормальное

распределение.

Во многих случаях можно считать, что эволюция цены финансовых активов описывается геометрическим броуновским движением. Достаточно аккуратным такое моделирование оказывается, например, в случае обыкновенных акций.

Пример 1.70. Инвестор считает, что цена бездивидендной акции описывается геометрическим броуновским движением с коэффициентом смещения 0,1 и годовой волатильностью 40%. В данный момент времени цена акции равна 100 долл. Инвестора интересует цена этой акции через месяц.

В данном случае

$$a = 0,1; \sigma = 0,4; \tau - t = \frac{1}{12}; S = 100 \text{ долл.}$$

Следовательно, ожидаемое значение цены акции через месяц

$$Se^{a(\tau-t)} = 100 \cdot e^{0,1155} = 100,84 \text{ долл.}$$

Если S_1 — цена акции через месяц, то $\ln \frac{S_1}{100}$ распределен нормально с параметрами $\left(a - \frac{\sigma^2}{2} \right) (\tau - t) = 0,0017$; $\sigma \sqrt{\tau - t} = 0,1155$.

Следовательно, с надежностью 95,5%

$$0,0017 - 2 \cdot 0,1155 < \ln \left(\frac{S_1}{100} \right) < 0,0017 + 2 \cdot 0,1155.$$

Тогда

$$79,51 \text{ долл.} < S_1 < 126,90 \text{ долл.}$$

Кроме того, можно вычислить вероятность того, что через месяц цена акции, например, окажется ниже 90 долл.

Действительно,

$$P\{S_1 < 90\} = P\left\{ \ln \frac{S_1}{100} < \ln 0,9 \right\} = 1 - \Phi(-z),$$

$$\text{где } z = \frac{\ln 0,9 - 0,0017}{0,1155} = -0,93.$$

Так как $\Phi(0,93) = 0,1762$ (см. табл. 1.1), то искомая вероятность

$$P\{S_1 < 90\} = 1 - 0,1762 = 0,8238, \text{ т.е. } 82,38\%.$$

Эволюцию цены B_t облигации с нулевым купоном можно описывать с помощью геометрического броуновского движения, лишь когда до погашения облигации остается достаточно много времени. Действительно, в момент погашения T ее цена всегда равна номиналу, т. е. известна достоверно. Это

означает, что $D \ln \left(\frac{B_T}{B_0} \right) = 0$ и зависимость $D \ln \left(\frac{B_t}{B} \right)$ от времени должна иметь вид, изображенный на рис. 1.31.

Таким образом, при моделировании эволюции цены облигации с нулевым купоном необходимо учитывать **эффект приближения к номиналу** (*pull to par*), а геометрическое броуновское движение этот эффект не учитывает, так как

$$D \ln \left(\frac{S_t}{S} \right) \text{ растет во времени линейно.}$$

В общем случае найти решение стохастического дифференциального уравнения (1.63) в явном виде не удастся. Поэтому для моделирования траекторий случайного процесса Ито часто применяется метод Монте-Карло.

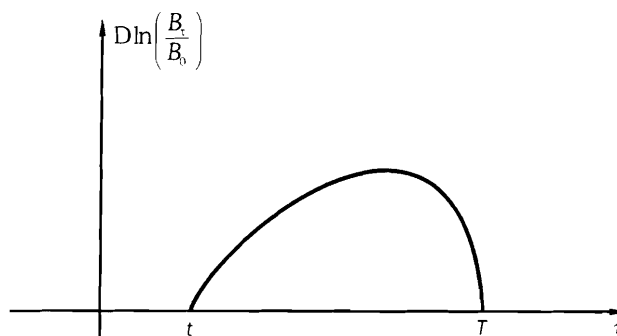


Рис. 1.31

Чтобы смоделировать траекторию случайного процесса Ито на отрезке $[t, T]$, этот отрезок разбивается на n равных частей (n должно быть большим), а затем разыгрывается случайная величина ξ , распределенная нормально

с параметрами $\left(0, \sqrt{\frac{T-t}{n}}\right)$. Тогда для последовательности случайных чисел

$\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n$ будет построена соответствующая последовательность значений $\hat{\xi}_1, \hat{\xi}_2, \dots, \hat{\xi}_n$ случайной величины ξ , а траектория случайного процесса Ито будет определяться точками:

$$x_1 = x + a(x, t) \cdot \left(\frac{T-t}{n}\right) + \sigma(x, t) \cdot \hat{\xi}_1;$$

$$x_2 = x_1 + a(x_1, \tau_1) \cdot \left(\frac{T-t}{n}\right) + \sigma(x_1, \tau_1) \cdot \hat{\xi}_2;$$

.....;

$$x_n = x_{n-1} + a(x_{n-1}, \tau_{n-1}) \cdot \left(\frac{T-t}{n}\right) + \sigma(x_{n-1}, \tau_{n-1}) \cdot \hat{\xi}_n \quad \left(\tau_k = t + k \cdot \frac{T-t}{n}\right).$$

Указанным выше способом, можно построить сколь угодно много траекторий случайного процесса Ито.

Литература

1. Барбаумов В. Е., Гладких И. М., Чуйко А. С. Финансовые инвестиции. Ч. 1. — М.: РЭА им. Г. В. Плеханова, 2000.
2. Доугерти К. Введение в эконометрику. — М.: ИНФРА-М, 2001.
3. Дуглас Л. Г. Анализ рисков операций с облигациями на рынке ценных бумаг. — М.: Филинь, 1998.
4. Количественные методы финансового анализа/Под ред. Брауна С. Дж., Крицмена М. П. — М.: Инфра-М, 1996.
5. Fabozzi F. J. Fixed income mathematics. 3rd ed. — N.Y.: McGraw-Hill, 1997.
6. Fabozzi F. J. (ed.) Advances in fixed income valuation, modeling and risk management. — Pennsylvania: Associates New Hope, 1997.

II. Рынки производных финансовых инструментов_____ В. Е. Барбаумов

2.1. Введение

В настоящее время для идентификации и измерения рисков широко используется теория производных финансовых инструментов. Изучение производных финансовых инструментов важно еще и потому, что сами эти инструменты являются источниками рисков как для различных финансовых институтов, так и для финансового рынка в целом. Кроме того, производные финансовые инструменты — это одно из важнейших средств хеджирования тех или иных рисков. Именно поэтому данная глава книги посвящена изучению производных финансовых инструментов.

В главе рассматриваются как простейшие производные финансовые инструменты — форвардные и фьючерсные контракты, свопы, так и более сложные — опционы различных видов и инструменты со встроенными опционами. Основное внимание уделяется методам оценки таких инструментов и основным направлениям их использования.

Важнейшими производными финансовыми инструментами являются классические европейские и американские опционы. Подробно рассматриваются методы оценки таких опционов в случае, когда стоимость исходных активов определяется геометрическим броуновским движением. В частности, приводятся формулы Блэка–Шоулза для оценки европейских опционов и разбирается их использование. Применение классических опционов для хеджирования основных финансовых рисков также рассматривается в данной главе.

В заключительной части главы обосновывается построение биномиальной модели процентной ставки и ее использование для оценки финансовых инструментов, производных от процентных ставок: кэпов, флоров, свопционов и облигаций со встроенными опционами. Кроме того, приводится обзор и других моделей временной структуры процентных ставок.

2.2. Форвардные контракты и их основные характеристики

В настоящее время на развитых финансовых рынках важную роль играют так называемые **производные инструменты** (*derivatives*). Простейшим из производных инструментов является форвардный контракт.

Форвардный контракт (*forward*) представляет собой соглашение купить или продать некоторые активы, называемые «**базисными**» (*underlying*), в определенный момент времени в будущем по заранее установленной цене. Обычно форвардные контракты заключаются между финансовым институтом и одним из его корпоративных клиентов. Таким образом, в форвардном контракте всегда присутствуют две стороны. При этом говорят, что сторона, согласившаяся в будущем купить активы, занимает длинную позицию, а сторона, согласившаяся продать активы, — короткую.

Так как стороны форвардного контракта равноправны и подвержены одному и тому же риску, то при заключении форвардного контракта никто никому ничего не платит. Это означает, что в момент заключения форвардного контракта стоимость его равна нулю.

Цену, по которой стороны согласились купить (и, соответственно, продать) активы, называют ценой поставки активов. Цену поставки обозначим через K . Момент времени, когда происходит покупка и продажа активов, называют датой исполнения форвардного контракта или датой поставки. Момент исполнения форвардного контракта обозначим через T .

В момент исполнения форвардного контракта доход (выигрыш) от той или иной позиции определяется в зависимости от цены поставки K и спот-цены активов S_T . Доход от длинной позиции в момент T равен $S_T - K$, а от короткой позиции $K - S_T$ (рис. 2.1 и 2.2).

В дальнейшем мы будем исходить из следующих предположений:

1. Рынки являются **совершенными** (*efficient*):
 - отсутствуют транзакционные расходы и налоги;
 - ни один инвестор, покупая или продавая активы, не может повлиять на цены;
 - разрешены короткие продажи.
2. Участники рынка могут неограниченно кредитовать или занимать деньги под одну и ту же безрисковую ставку \tilde{r} (при непрерывном начислении).
3. По форвардным сделкам отсутствует кредитный риск.
4. Отсутствуют прибыльные арбитражные возможности, т. е. нельзя получить безрисковый доход за счет различия цен на активы.

При соблюдении этих условий все форвардные контракты на один и тот же вид активов с датой поставки T будут в данный момент времени заключаться по одной и той же цене поставки.

Действительно, предположим, что в данный момент времени можно заключить форвардные контракты с ценами поставки K_1 и K_2 , где $K_1 > K_2$.

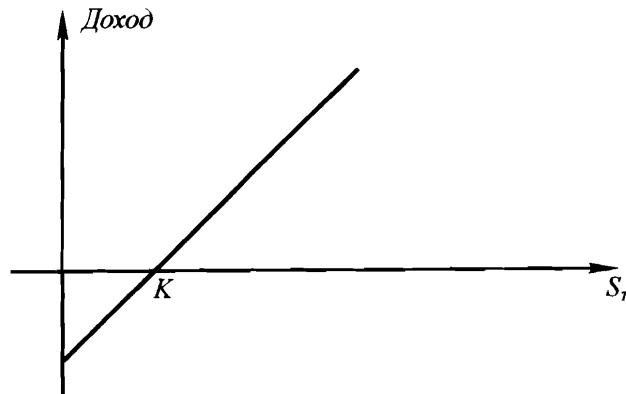


Рис. 2.1. Длинная позиция по форвардному контракту

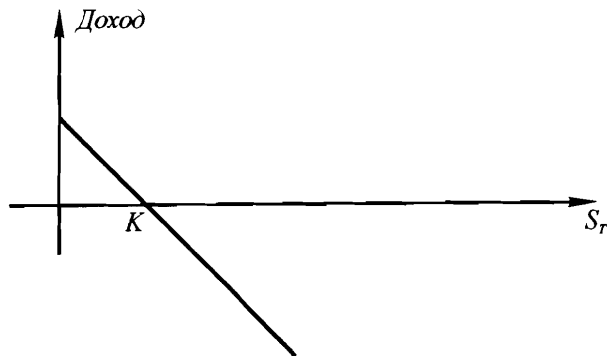


Рис. 2.2. Короткая позиция по форвардному контракту

Тогда можно занять короткую позицию по первому контракту и одновременно занять длинную позицию по второму контракту, при этом начальные затраты будут нулевыми. В момент T исполнения контрактов будет получен доход $K_1 - K_2$ на каждую единицу активов. Так как отсутствуют прибыльные арбитражные возможности, то этого быть не может. В силу этого закона одной цены имеет смысл следующее определение:

Цена поставки, по которой в данный момент времени t заключаются форвардные контракты на данный вид активов с датой исполнения T , называется форвардной ценой активов на срок в $T - t$ лет.

Итак, в начальный момент времени стоимость форвардного контракта равна нулю, так как в этот момент времени форвардная цена активов совпадает с ценой поставки этих активов. Однако через некоторое время форвардная цена активов может измениться, а цена поставки зафиксирована в кон-

тракте. Значит, после заключения форвардного контракта та или иная позиция по этому контракту может приобрести положительную или отрицательную стоимость. Эта величина показывает, что можно было бы получить, продав форвардный контракт, если бы существовал вторичный рынок для таких контрактов.

Если бы существовал вторичный рынок для форвардных контрактов, то стоимости длинной и короткой позиций в форвардном контракте определялись бы следующими равенствами:

$$f_{\text{дл}} = (F - K) \cdot e^{-\tilde{r}(T-t)}, \quad (2.1)$$

$$f_{\text{кор}} = (K - F) \cdot e^{-r(T-t)}, \quad (2.2)$$

где t — текущий момент времени (после заключения форвардного контракта);

T — дата поставки;

K — цена поставки;

F — форвардная цена на момент t .

Докажем, например, равенство (2.1). Если

$$f_{\text{дл}} < (F - K) \cdot e^{-\tilde{r}(T-t)}, \quad (2.3)$$

то займем сумму $f_{\text{дл}}$ под безрисковую ставку \tilde{r} на срок $T - t$ лет, приобретем длинную позицию по форвардному контракту с ценой поставки K и займем короткую позицию по контракту с ценой поставки F . В момент времени T будет получен безрисковый доход:

$$F - K - f_{\text{дл}} e^{r(T-t)} = e^{\tilde{r}(T-t)} \left[(F - K) \cdot e^{-\tilde{r}(T-t)} - f_{\text{дл}} \right] > 0.$$

При отсутствии прибыльных арбитражных возможностей этого быть не может. Предположим теперь, что

$$f_{\text{дл}} > (F - K) \cdot e^{-\tilde{r}(T-t)}. \quad (2.4)$$

В этом случае произведем короткую продажу длинной позиции по форвардному контракту с ценой поставки K , полученную денежную сумму $f_{\text{дл}}$ инвестируем под ставку \tilde{r} на $T - t$ лет и займем длинную позицию по форвардному контракту с ценой поставки F . В момент времени T доход составит:

$$f_{\text{дл}} e^{\tilde{r}(T-t)} - F + K = e^{\tilde{r}(T-t)} \left[f_{\text{дл}} - (F - K) \cdot e^{-\tilde{r}(T-t)} \right] > 0.$$

Так как этот доход, очевидно, является безрисковым, то и неравенство (2.4) выполняться не может. Значит,

$$f_{\text{дл}} = (F - K) \cdot e^{-\tilde{r}(T-t)}.$$

2.3. Форвардная цена финансовых активов

Форвардная цена активов зависит от вида этих активов и от того, приносят ли эти активы доходы. В данном разделе мы рассмотрим, как оцениваются форвардные цены финансовых активов, т. е. таких, которые рассматриваются участниками рынка только как средство инвестирования, в отличие от товаров, которые участники рынка рассматривают как средство потребления.

В зависимости от того, приносят ли данные финансовые активы доходы, мы будем рассматривать три различных случая. В каждом из этих случаев предполагается, что соблюдаются предположения о рынке 1–4, изложенные в предыдущем разделе.

2.3.1. Форвардная цена активов, не приносящих доходов

Таковыми активами, например, являются облигации с нулевыми купонами и акции, по которым не выплачиваются дивиденды.

Покажем, что форвардная цена F таких активов определяется равенством:

$$F = Se^{r(T-t)}, \quad (2.5)$$

где S — спот-цена активов в текущий момент времени t ;

\tilde{r} — безрисковая процентная ставка при непрерывном начислении по инвестициям на $T - t$ лет;

T — дата поставки активов.

Если $F > Se^{\tilde{r}(T-t)}$, то возьмем кредит в размере S под безрисковую процентную ставку \tilde{r} на $T - t$ лет, купим единицу базисных активов и одновременно займем короткую позицию по форвардному контракту на эти активы. В момент поставки активов доход инвестора составит

$$F - Se^{\tilde{r}(T-t)} > 0. \quad (2.6)$$

При рассматриваемой стратегии не требуется производить начальных затрат, и эта стратегия не содержит риска.

По условию на рынке отсутствуют прибыльные арбитражные возможности. Тогда $F \leq Se^{\tilde{r}(T-t)}$.

Если же $F < Se^{\tilde{r}(T-t)}$, то можно произвести короткую продажу базисных активов, полученную денежную сумму инвестировать под безрисковую ставку \tilde{r} на $T - t$ лет и занять длинную позицию по форвардному контракту на эти активы.

Тогда в момент поставки активов будет получен безрисковый доход

$$Se^{r(T-t)} - F > 0,$$

что противоречит нашим предположениям о рынке. Следовательно:

$$F = Se^{\tilde{r}(T-t)}. \quad (2.7)$$

Стоимости длинной и короткой позиций по форвардному контракту на активы, не приносящие доходов, определяются равенствами:

$$f_{\text{дл}} = (F - K) \cdot e^{-\tilde{r}(T-t)} = S - Ke^{-\tilde{r}(T-t)},$$

$$f_{\text{кор}} = (K - F) \cdot e^{-\tilde{r}(T-t)} = Ke^{-\tilde{r}(T-t)} - S,$$

где S — спот-цена активов в текущий момент времени t ;

K — цена поставки активов;

T — дата поставки активов;

\tilde{r} — безрисковая процентная ставка по инвестициям на $T - t$ лет.

Пример 2.1. Найдем форвардную цену акции, не приносящей дивидендов, с поставкой через 3 месяца, если текущая цена акции 40 долл., а безрисковая процентная ставка на 3 месяца равна 3%.

В данном случае

$$S = 40, \tilde{r} = 0,03, T - t = \frac{3}{12} = 0,25.$$

Тогда

$$F = 40e^{0,03 \cdot 0,25} = 40,30.$$

Если на рынке форвардная цена акции оказалась равной 42 долл., то возможна следующая прибыльная арбитражная стратегия: занять 40 долл. на 3 месяца под безрисковую ставку 3%, купить на спот-рынке акцию и занять короткую позицию по форвардному контракту. В момент поставки акции будет получен доход:

$$42 - 40e^{0,03 \cdot 0,25} = 1,70 \text{ долл.}$$

2.3.2. Форвардная цена активов, приносящих известные доходы

Таковыми активами могут служить купонные облигации или акции с известными заранее дивидендами.

Форвардная цена F активов с известными доходами определяется равенством:

$$F = (S - I) \cdot e^{\tilde{r}(T-t)},$$

где S — спот-цена активов в текущий момент времени t ;

I — приведенное значение доходов, поступающих от активов за время от t до T ;

T — дата поставки активов.

В самом деле, если $F > (S - I) \cdot e^{\tilde{r}(T-t)}$, то возможна следующая прибыльная арбитражная стратегия: занять сумму S на $T - t$ лет под безрисковую

ставку \tilde{r} , купить на спот-рынке активы и занять короткую позицию по форвардному контракту. Тогда в момент поставки T будет получен безрисковый доход, так как

$$F + Ie^{r(T-t)} - Se^{\tilde{r}(T-t)} = F - (S - I) \cdot e^{\tilde{r}(T-t)} > 0.$$

Так как по условию отсутствуют прибыльные арбитражные стратегии, то

$$F \leq (S - I) \cdot e^{\tilde{r}(T-t)}.$$

Если же $F < (S - I) \cdot e^{\tilde{r}(T-t)}$, то прибыльная арбитражная стратегия может быть таковой: производится короткая продажа базисных активов на спот-рынке, полученные средства инвестируются на $T - t$ лет под безрисковую ставку \tilde{r} и занимает длинная позиция по форвардному контракту на данные активы. Тогда

$$S \cdot e^{\tilde{r}(T-t)} - F - I \cdot e^{\tilde{r}(T-t)} = (S - I) \cdot e^{\tilde{r}(T-t)} - F > 0.$$

Следовательно, неравенство $F < (S - I) \cdot e^{\tilde{r}(T-t)}$ также выполняться не может, и остается единственная возможность:

$$F = (S - I) \cdot e^{\tilde{r}(T-t)}.$$

Стоимости длинной и короткой позиций по форвардному контракту на активы с известными доходами можно найти следующим образом:

$$f_{\text{дл}} = S - I - K \cdot e^{-\tilde{r}(T-t)},$$

$$f_{\text{кор}} = K \cdot e^{-\tilde{r}(T-t)} - S + I,$$

где K — цена поставки активов;
 S — спот-цена активов в текущий момент времени t ;
 I — приведенное значение доходов за время существования форвардного контракта;
 \tilde{r} — безрисковая процентная ставка на срок $T - t$ лет при непрерывном начислении процентов;
 T — дата поставки активов.

Пример 2.2. Найдем форвардную цену акции с поставкой через 8 месяцев, по которой дивиденды в размере 5 долл. ожидаются через 2 и 5 месяцев, если текущая цена акции равна 100 долл., а безрисковые процентные ставки на 2, 5 и 8 месяцев соответственно равны 5, 5,5 и 6% (при непрерывном начислении процентов).

В данном случае

$$S = 100 \text{ долл.}; I = 5 \cdot e^{-0,05 \frac{2}{12}} + 5 \cdot e^{-0,055 \frac{5}{12}} = 9,85 \text{ долл.}$$

Тогда форвардная цена активов определяется равенством:

$$F = (100 - 9,85) \cdot e^{0,06 \cdot \frac{8}{12}} = 93,83 \text{ долл.}$$

2.3.3. Форвардная цена активов, обладающих постоянной дивидендной доходностью

Предположим, что доходы от активов выплачиваются в виде самих этих активов, причем так, что за время τ единица активов с учетом накопленных доходов превращается в $e^{\tilde{q}\tau}$ единиц активов. В этом случае говорят, что активы обладают *постоянной дивидендной доходностью* \tilde{q} при непрерывном начислении.

Иностранную валюту можно рассматривать как актив с постоянной дивидендной доходностью. В самом деле, единицу иностранной валюты можно инвестировать под безрисковую ставку \tilde{r}_f в той стране, где действует эта валюта. Тогда через τ лет единица иностранной валюты превратится в $e^{\tilde{r}_f \tau}$ единиц этой валюты. Таким образом, иностранная валюта обладает постоянной дивидендной доходностью, и эта дивидендная доходность совпадает с безрисковой процентной ставкой \tilde{r}_f .

Во многих случаях фондовые индексы также можно рассматривать как активы с постоянной дивидендной доходностью.

Форвардная цена F активов с постоянной дивидендной доходностью \tilde{q} при непрерывном начислении может быть найдена по формуле:

$$F = S e^{(\tilde{r} - \tilde{q})(T - t)}, \quad (2.8)$$

где S — спот-цена активов в текущий момент времени t ;

T — дата поставки активов;

\tilde{r} — безрисковая процентная ставка на срок в $T - t$ лет при непрерывном начислении.

В этом случае для стоимости длинной и короткой позиций по форвардному контракту имеем равенства:

$$f_{\text{дл}} = S \cdot e^{-\tilde{q}(T-t)} - K \cdot e^{-\tilde{r}(T-t)},$$

$$f_{\text{кор}} = K \cdot e^{-\tilde{r}(T-t)} - S \cdot e^{-\tilde{q}(T-t)}.$$

Пример 2.3. Найдем 8-месячную форвардную цену английского фунта стерлингов, если текущий обменный курс равен 1,8 долл. за фунт, а безрисковые процентные ставки в США и в Англии при непрерывном начислении процентов равны 6 и 4% соответственно.

В данном случае

$$S = 1,8; T - t = \frac{8}{12}; \tilde{r} = 0,06; \tilde{q} = \tilde{r}_f = 0,04.$$

Тогда форвардный обменный курс через 8 месяцев составит

$$F = 1,8 \cdot e^{(0,06-0,04) \frac{8}{12}} = 1,8242 \text{ долл.}$$

Если же рыночный форвардный обменный курс окажется равным 1,9 долл., то возможна следующая прибыльная арбитражная стратегия: взять кредит в размере $1,8 \cdot e^{-0,04 \frac{8}{12}} = 1,7526$ долл. и купить на валютном спот-рынке $e^{-0,04 \frac{8}{12}} = 0,9737$ фунта, инвестировать их в Англии под безрисковую процентную ставку 4% и занять короткую позицию по форвардному контракту на один фунт стерлингов.

Тогда через 8 месяцев будет получен положительный доход в размере:

$$1,9 - 1,8 \cdot e^{-0,04 \frac{8}{12}} \cdot e^{0,06 \frac{8}{12}} = 1,9 - 1,8e^{(0,06-0,04) \frac{8}{12}} = 1,9 - 1,8242 = 0,0758 \text{ долл.}$$

2.4. Форвардная цена товаров

Пусть F — форвардная цена некоторого товара в момент времени t с датой поставки T .

Покажем, что при отсутствии прибыльных арбитражных возможностей справедливо неравенство:

$$F \leq (S + u) \cdot e^{\tilde{r}(T-t)}, \quad (2.9)$$

где S — спот-цена единицы активов в момент времени t ,
 u — приведенные значения затрат на хранение единицы товара в течение $T - t$ лет,

\tilde{r} — безрисковая процентная ставка на период от t до T при непрерывном начислении процентов.

В самом деле, если

$$F > (S + u) \cdot e^{\tilde{r}(T-t)},$$

то инвестор может поступить следующим образом: занять сумму $S + u$ под безрисковую ставку \tilde{r} на $T - t$ лет, купить единицу товара, оплатить затраты на его хранение и занять короткую позицию по форвардному контракту. Тогда в момент T будет получен доход:

$$F - (S + u) \cdot e^{\tilde{r}(T-t)} > 0.$$

Так как данная стратегия не требует никаких начальных затрат и не содержит риска, то это прибыльная арбитражная стратегия. Следовательно:

$$F \leq (S + u) \cdot e^{\tilde{r}(T-t)}.$$

Выясним теперь, существует ли прибыльная арбитражная стратегия, если

$$F < (S + u) \cdot e^{r(T-t)}.$$

Для получения безрискового дохода необходимо произвести короткую продажу единицы товара. Однако, если этот товар большинством инвесторов используется для потребления или в производстве, сделать это без дополнительных затрат невозможно.

Если же товар в основном используется как средство инвестирования, то возможна следующая стратегия: произвести короткую продажу единицы товара, экономя при этом затраты на хранение товара, полученные средства инвестировать под безрисковую процентную ставку \tilde{r} на $T - t$ лет и занять длинную позицию по форвардному контракту.

В момент T будет получен доход

$$(S + u) \cdot e^{r(T-t)} - F > 0.$$

Таким образом, если товар используется в основном как средство инвестирования, а не потребления, то

$$F = (S + u) \cdot e^{r(T-t)}.$$

Отметим, что к товарам, являющимся средством инвестирования, относятся, например, драгоценные металлы: золото, серебро, платина. Если же товар в основном используется как средство потребления, то

$$F < (S + u) \cdot e^{r(T-t)}.$$

В этом случае существует такое положительное число $\tilde{\alpha}$, что

$$F \cdot e^{\alpha(T-t)} = (S + u) \cdot e^{r(T-t)},$$

которое можно интерпретировать как меру физической полезности данного товара.

Если мера физической полезности товара равна $\tilde{\alpha}$, то форвардная цена этого товара может быть найдена следующим образом:

$$F = (S + u) \cdot e^{(r - \alpha)(T-t)},$$

где S — спот-цена товара в текущий момент времени t ;
 u — приведенное значение затрат на хранение товара;
 T — дата поставки товара;
 \tilde{r} — безрисковая процентная ставка на $T - t$ лет.

Пример 2.4. Найдем 10-месячную форвардную цену унции серебра, если текущая цена унции серебра равна 9 долл., затраты на хранение (охрану) составляют 0,24 долл. и выплачиваются поквартально вперед, а безрисковая процентная ставка для всех сроков при непрерывном начислении процентов составляет 10%.

В данном случае

$$S = 9, u = 0, 24 + 0, 24 \cdot e^{0,10 \cdot \frac{3}{12}} + 0, 24 \cdot e^{0,10 \cdot \frac{6}{12}} + 0, 24 \cdot e^{0,10 \cdot \frac{9}{12}} = 0, 93 \text{ долл.}$$

Тогда

$$F = (9 + 0, 93) \cdot e^{0,1 \cdot \frac{10}{12}} = 10, 79 \text{ долл.}$$

Пример 2.5. Оценим 9-месячную меру физической полезности одного барреля сырой нефти, если текущая цена барреля нефти равна 20,00 долл., затраты на хранение барреля нефти равны 0,5 долл. и оплачиваются в конце срока хранения, 9-месячная форвардная цена барреля нефти составляет 20,20 долл., а безрисковая процентная ставка на 9 месяцев при непрерывном начислении равна 8%.

В данном случае

$$S = 20, 00; F = 20, 20; u = 0, 5 \cdot e^{-0,08 \cdot \frac{9}{12}} = 0, 47 \text{ долл.}$$

Значит, для определения физической полезности барреля нефти имеем уравнение:

$$20, 20 \cdot e^{\alpha \cdot \frac{9}{12}} = (20, 00 + 0, 47) \cdot e^{0,08 \cdot \frac{9}{12}}.$$

Откуда найдем, что $\alpha = 0, 0977$.

Таким образом, 9-месячная мера физической полезности барреля сырой нефти составляет 9,77%.

2.5. Фьючерсные контракты

Форвардные контракты, торговля которыми производится на специальных биржах, называют **фьючерсными контрактами** (*future contract*), или просто **фьючерсами** (*futures*). Естественно, что для организации торговли форвардными контрактами по бирже эти контракты должны быть стандартизированы по следующим параметрам:

- объему и качеству поставляемых активов;
- времени, месту и условиям поставки активов.

Еще одним важным отличием фьючерсных контрактов от форвардных является то, что биржа гарантирует исполнение всех фьючерсов, покупаемых или продаваемых на бирже. Для этого каждый форвардный контракт разбивается на два контракта:

- контракт между биржей и стороной, занимающей длинную позицию,
- контракт между биржей и стороной, занимающей короткую позицию.

В каждый момент времени длинная позиция биржи по любому форвардному контракту уравнивается соответствующей короткой позицией. Таким образом, чистая фьючерсная позиция биржи в каждый момент времени равна нулю.

При такой организации торговли биржа берет на себя весь риск дефолта, так как, если одна из сторон не сможет выполнить свои обязательства по фьючерсному контракту, биржа все равно обязана исполнить другой контракт. Для уменьшения риска дефолта биржа требует, чтобы при открытии той или иной позиции вносилось специальное обеспечение.

При каждой фьючерсной бирже существует клиринговая палата. Все участники фьючерсного рынка должны иметь специальные счета в фирмах, являющихся членами клиринговой палаты. В момент открытия фьючерсной позиции на этот счет вносится специальное обеспечение, называемое **начальной маржой** (*initial margin*). Начальная маржа вносится либо наличными деньгами, либо высоколиквидными ценными бумагами, либо обеспечивается банковской гарантией. При этом начальная маржа составляет лишь малую долю от объема всего фьючерсного контракта, а счет маржи ежедневно корректируется. Эта процедура носит название **переоценки фьючерсной позиции по рыночной стоимости** (*mark to market*).

Для описания процедуры приведения фьючерсной позиции по рыночной стоимости предположим, что фьючерсная цена закрытия оказалась равной F_2 , в то время как фьючерсная цена закрытия предыдущего дня была равна F_1 .

Если $F_2 < F_1$, то счет маржи стороны, занимающей длинную позицию, дебетуется на величину $A(F_2 - F_1)$, где A — объем контракта, и кредитруется счет маржи стороны, занимающей короткую позицию. Если же $F_2 > F_1$, то дебетуется счет маржи стороны с короткой позицией, а кредитруется счет маржи стороны с длинной позицией.

Если в конце дня сальдо счета маржи превысит размер начальной маржи, то инвестор имеет право снять излишек с этого счета и использовать его по своему усмотрению. Если же это сальдо окажется меньше размера начальной маржи, то возможны следующие два случая:

- сальдо счета маржи больше некоторой определенной величины, называемой маржой поддержки;
- сальдо счета маржи меньше маржи поддержки.

В первом случае от инвестора не требуют дополнительного обеспечения. А во втором инвестор получает требование о внесении дополнительного обеспечения для того, чтобы сальдо счета маржи сравнялось с начальной маржой. Это дополнительное обеспечение называют **вариационной маржой** (*variation margin*). Обычно маржа поддержки составляет от 75 до 80% начальной маржи.

Важнейшей особенностью организации фьючерсной торговли является то, что любая открытая позиция может быть закрыта в любой момент времени. Для этого достаточно занять противоположную позицию. При этом доход (убыток) стороны, занимающей длинную позицию, если по счету маржи не начисляются проценты, составит

$$A(F_3 - F_{отк}),$$

где A — объем контракта;

$F_{отк}$ — фьючерсная цена при открытии позиции;

F_3 — фьючерсная цена при закрытии позиции.

Аналогично доход (убыток) стороны, занимающей короткую позицию, будет равен

$$A(F_{\text{отк}} - F_3).$$

Предположим, что в понедельник 1 марта 1999 г. открыта длинная позиция по казначейским облигациям США номиналом 100 000 долл. при фьючерсной цене $98\frac{5}{32}$. Это означает, что при покупке казначейской облигации номиналом 100 000 долл. инвестор должен будет уплатить сумму, равную

$$98\frac{5}{32} \cdot 1000 = 98\,156,25 \text{ долл.}$$

Начальная маржа для данного контракта составляет 2500 долл., а маржа поддержки установлена в 2000 долл. Данная позиция сохраняется до пятницы 5 марта, а затем закрывается при цене открытия биржи в понедельник 8 марта. Будем считать, что по счету маржи проценты не начисляются и излишки не снимаются. В табл. 2.1 показано, как происходила переоценка фьючерсной позиции по рыночной стоимости.

Таким образом, убыток инвестора составляет 1062,50 долл.

С другой стороны, доход инвестора можно вычислить следующим образом:

$$\left(97\frac{3}{32} - 98\frac{5}{32}\right) \cdot 1000 = -1062,50.$$

Таблица 2.1

ПЕРЕОЦЕНКА ФЬЮЧЕРСНОЙ ПОЗИЦИИ ПО РЫНОЧНОЙ СТОИМОСТИ

Дата торгов	Фьючерсная цена закрытия	Приведение к рыночному состоянию	Прочие поступления	Сальдо счета маржи
1.03	$98\frac{8}{32}$	+93,75	2500	2593,75
2.03	$96\frac{22}{32}$	-1562,50	1468,75	2500,00
3.03	$97\frac{0}{32}$	+312,50		2812,50
4.03	$97\frac{19}{32}$	+593,75		3406,25
5.03	$96\frac{30}{32}$	-656,25		2750,00
8.03	$97\frac{3}{32}$ (цена открытия)	+156,25	-2.906,25	

1062,50

Отметим еще несколько особенностей организации фьючерсной торговли на биржах.

1. Биржа устанавливает два вида ограничений:

- на *размер чистой позиции инвестора по тем или иным активам*. Цель состоит в снижении влияния одного инвестора на фьючерсный рынок;
- на *величину дневного изменения фьючерсной цены*. Если фьючерсная цена в течение одного дня изменяется на величину, превышающую установленный предел, торги останавливаются на определенное время. Цель установления таких пределов — ограничить размеры требований по марже.

2. В отличие от форвардных контрактов большая часть фьючерсных позиций закрывается до момента исполнения контрактов. Лишь очень небольшая доля контрактов заканчивается поставкой актива. Более того, много фьючерсных контрактов вообще не предполагают поставку активов, а по определенной схеме происходят расчеты наличными. Во многих случаях биржа требует специального уведомления, если инвестор будет настаивать на поставке активов.

2.6. Фьючерсные и форвардные цены активов

Биржевой фьючерсный рынок существует для большего числа активов. С другой стороны, банки и другие финансовые институты предлагают различные виды форвардных сделок, т. е. существует еще и **внебиржевой** (*over the counter* — ОТС) рынок форвардных контрактов. Таким образом, для одного и того же вида активов могут одновременно существовать две цены: форвардная и фьючерсная.

Однако если рынки удовлетворяют следующим условиям:

- отсутствуют транзакционные расходы и налоги;
- на форвардном и фьючерсном рынках инвесторы могут занимать длинные и короткие позиции на любые количества активов (хотя на биржевых рынках и существуют ограничения на чистые фьючерсные позиции);
- все инвесторы обладают достаточным капиталом (или кредитом), чтобы выполнить в случае необходимости все требования по марже;
- отсутствуют прибыльные арбитражные возможности;
- существует безрисковая процентная ставка, причем она одинакова для всех сроков и не меняется во времени.

то форвардная и фьючерсная цены на один и тот же вид активов с одинаковыми датами поставки должны совпадать.

Именно вследствие этого утверждения во многих случаях при исследовании фьючерсных цен активов предполагается, что эти цены совпадают с соответствующими форвардными ценами.

Кроме того, при соблюдении вышеперечисленных условий имеет место следующее равенство:

$$F = E(S_1) \cdot e^{(r - \hat{k})(T-t)}, \quad (2.10)$$

где F — фьючерсная цена активов на момент времени t ,
 T — дата поставки активов,
 $E(S_T)$ — ожидаемая спот-цена активов на дату поставки активов,
 \hat{k} — ожидаемая доходность рассматриваемых активов
 за период от t до T .

Равенство (2.10) показывает, что фьючерсные цены активов в ряде случаев могут служить оценкой ожидаемой в будущем спот-цены этих активов. В частности, если активы положительно (отрицательно) коррелируют с рынком, то фьючерсная цена активов будет меньше (больше) ожидаемой спот-цены этих активов.

2.7. Спекулятивные стратегии на фьючерсных рынках

Всех участников фьючерсных рынков можно разделить на три категории: спекулянты, арбитражеры и хеджеры.

Спекулянтами (*speculator*) называют участников рынка, основная цель которых сводится к получению прибыли на основе прогнозирования будущих цен на рынке.

Арбитражерами (*arbitrageur*) считают тех участников рынка, которые получают безрисковую прибыль за счет временных рассогласований цен на различные виды активов.

Наконец, к **хеджерам** (*hedger*) относят тех, кто занимает определенные позиции по базисным активам и стремится застраховать свои позиции от неблагоприятных изменений цен на эти активы.

Обычно на биржах ведется торговля теми фьючерсными контрактами, к которым проявляют интерес все три категории участников рынка.

Рассмотрим вначале простейшие спекулятивные стратегии на фьючерсных рынках.

Предположим, что инвестор убежден в том, что между моментами времени t_1 и t_2 фьючерсная цена некоторых активов будет расти. В этом случае он в момент времени t_1 занимает длинную позицию по фьючерсному контракту на эти активы. Закрыв свою позицию в момент времени t_2 , инвестор получит прибыль (убыток) в размере:

$$A[F(t_2) - F(t_1)],$$

где A — объем одного фьючерсного контракта с датой поставки T , $T > t_2$;
 $F(t_1)$, $F(t_2)$ — фьючерсные цены на базисные активы в моменты времени t_1 и t_2 соответственно.

Таким образом, если оправдается прогноз инвестора о росте фьючерсной цены активов, то он получит прибыль. Однако если его прогноз окажется неверным, то он может понести и большие убытки.

С другой стороны, если инвестор считает, что между моментами времени t_1 и t_2 фьючерсная цена будет падать, то он может в момент времени t_1 занять короткую позицию по соответствующему фьючерсному контракту. Закрыв эту позицию в момент времени t_2 , инвестор получит прибыль (убыток) в размере:

$$A[F(t_1) - F(t_2)].$$

Следовательно, если оправдается прогноз инвестора о падении фьючерсной цены, то он получит прибыль, в противном случае инвестор может понести большие убытки.

В целом простейшие спекулятивные стратегии на фьючерсных рынках характеризуются высоким уровнем риска, но при благоприятных обстоятельствах могут обеспечить большую прибыль. По существу, эти стратегии эквивалентны аналогичным стратегиям на спот-рынках активов. Однако транзакционные расходы на фьючерсных рынках значительно ниже таких расходов на спот-рынках. Поэтому спекулятивные стратегии на фьючерсных рынках более привлекательны для инвесторов, чем аналогичные стратегии на спот-рынках.

Вторая группа спекулятивных стратегий на фьючерсных рынках опирается на прогноз поведения спреда (разницы) между фьючерсными ценами одних и тех же активов с различными датами поставок.

Предположим, что в данный момент времени t фьючерсные цены некоторых активов с датами поставок T_1 и T_2 , $T_1 < T_2$, соответственно равны $F_{T_1}(t)$ и $F_{T_2}(t)$.

Если инвестор считает, что между моментами времени t_1 и t_2 межвременной спред будет возрастать, то он может в момент времени t_1 занять длинную позицию по долгосрочному фьючерсному контракту и короткую — по краткосрочному контракту. Закрыв свои позиции в момент времени t_2 , инвестор получит прибыль (убыток) в размере:

$$\begin{aligned} & A[F_{T_2}(t_2) - F_{T_2}(t_1)] + A[F_{T_1}(t_1) - F_{T_1}(t_2)] = \\ & = A[(F_{T_2}(t_2) - F_{T_1}(t_2)) - (F_{T_2}(t_1) - F_{T_1}(t_1))]. \end{aligned}$$

Если же инвестор убежден, что между моментами времени t_1 и t_2 межвременной спред будет уменьшаться, то в момент времени t_1 он может занять короткую позицию по долгосрочному контракту и длинную — по краткосрочному фьючерсному контракту. Закрыв эти позиции в момент времени t_2 , инвестор получит прибыль (убыток) в размере:

$$\begin{aligned} & A[F_{T_2}(t_1) - F_{T_2}(t_2)] + A[F_{T_1}(t_2) - F_{T_1}(t_1)] = \\ & = A[(F_{T_2}(t_1) - F_{T_1}(t_1)) - (F_{T_2}(t_2) - F_{T_1}(t_2))]. \end{aligned}$$

В обоих случаях, если оправдается прогноз инвестора о поведении межвременного спреда фьючерсных цен, он получит прибыль. Если же прогноз инвестора окажется неверным, то он понесет убытки.

В целом стратегии, опирающиеся на межвременные спреды фьючерсных цен, являются менее рискованными, чем простейшие спекулятивные стратегии, и в то же время менее доходными.

Спекулятивные стратегии могут строиться и на основе прогнозирования отношения фьючерсных цен на различные виды активов.

Пусть $F(t)$ и $\Phi(t)$ — фьючерсные цены в момент времени t на активы двух разных видов (и, вообще говоря, с разными датами поставок).

Если инвестор считает, что за время от момента t_1 до момента t_2 отношение фьючерсных цен $\frac{F(t)}{\Phi(t)}$ будет расти, то он может в момент времени t_1

занять длинную позицию по фьючерсным контрактам на активы первого вида и короткую позицию по фьючерсным контрактам на активы второго вида. При этом количества фьючерсных контрактов N_1 и N_2 инвестор должен выбрать так, чтобы соблюдалось следующее равенство:

$$N_1 A_1 F(t_1) \approx N_2 A_2 \Phi(t_1).$$

Закрыв свои позиции в момент времени t_2 , инвестор получит прибыль (убыток) в размере:

$$\begin{aligned} & N_1 A_1 [F(t_2) - F(t_1)] + N_2 A_2 [\Phi(t_1) - \Phi(t_2)] = \\ & = N_1 A_1 F(t_2) - N_2 A_2 \Phi(t_2) = N_1 A_1 \Phi(t_2) \left[\frac{F(t_2)}{\Phi(t_2)} - \frac{N_2 A_2}{N_1 A_1} \right] = \\ & = N_1 A_1 \Phi(t_2) \left[\frac{F(t_2)}{\Phi(t_2)} - \frac{F(t_1)}{\Phi(t_1)} \right]. \end{aligned}$$

Аналогичным образом инвестор может применить спекулятивную стратегию, если он прогнозирует убывание отношения фьючерсных цен активов. В обоих случаях, если оправдается прогноз инвестора, он получит соответствующую прибыль.

Пример 2.6. Текущие фьючерсные цены американского доллара и немецкой марки 30 и 16 руб. соответственно. Объемы имеющихся на рынке фьючерсных контрактов: 1000 долл. и 2000 марок. Инвестор, считающий, что отношение фьючерсных цен доллара и марки будет снижаться, занимает короткую позицию по 32 фьючерсам на доллары и длинную позицию по 30 фьючерсам на марки (в этом случае $32 \cdot 1000 \cdot 30 = 30 \cdot 2000 \cdot 16$).

Если через месяц фьючерсные цены доллара и марки окажутся равными 29 и 15,50 руб. соответственно, то инвестор должен получить прибыль, так как

$$\frac{30}{16} > \frac{29}{15,5} (1,875 > 1,871).$$

Действительно, прибыль инвестора составит:

$$32 \cdot 1000 \cdot (30 - 29) + 30 \cdot 2000 \cdot (15,5 - 16) = 2000 \text{ руб.}$$

Если же через месяц фьючерсные цены доллара и марки будут равны: 31 и 16,4 руб., то инвестор должен понести убытки, так как

$$\frac{30}{16} < \frac{31}{16,4} (1,875 < 1,890).$$

Действительно,

$$32 \cdot 1000 \cdot (30 - 31) + 30 \cdot 2000 \cdot (16,4 - 16,0) = -8,000 \text{ руб.}$$

2.8. Фьючерсы на казначейские векселя.

Процентный арбитраж

Рассмотрим T -летний фьючерсный контракт на казначейский вексель номиналом A , погашаемый через τ лет после момента его поставки. Фьючерсную цену казначейского векселя в данный (нулевой) момент времени обозначим через $F_T(\tau)$.

Если данный фьючерсный контракт можно рассматривать как форвардный, то имеет место следующее равенство:

$$F_T(\tau) = A e^{-f(T, T+\tau)\tau}, \quad (2.11)$$

$$\text{где } f(T, T+\tau) = \frac{\tilde{r}(T+\tau) \cdot (T+\tau) - \tilde{r}(T) \cdot T}{\tau};$$

$\tilde{r}(T)$, $\tilde{r}(T+\tau)$ — безрисковые процентные ставки по инвестициям на T и $T+\tau$ лет соответственно (при непрерывном начислении процентов).

В самом деле, рассмотрим следующую стратегию:

1. Взять кредит в размере $F_T(\tau) \cdot e^{r(T)T}$ на срок $T+\tau$ лет под безрисковую ставку $\tilde{r}(T+\tau)$.
2. Занять длинную позицию по фьючерсному контракту на казначейский вексель.
3. Инвестировать имеющуюся денежную сумму $F_T(\tau) \cdot e^{\tilde{r}(T)T}$ на T лет под безрисковую ставку $\tilde{r}(T)$.

Тогда в момент T будет получена сумма $F_T(\tau) \cdot e^{r(T)T} \cdot e^{\tilde{r}(T)T} = F_T(\tau)$, за счет которой будет приобретен казначейский вексель согласно фьючерсному контракту. На момент времени $T+\tau$ лет доход инвестора от данной стратегии составит $A - F_T(\tau) \cdot e^{-r(T)T} \cdot e^{\tilde{r}(T+\tau)(T+\tau)} = A - F_T(\tau) \cdot e^{f(T, T+\tau)\tau}$.

Так как стратегия, очевидно, является безрисковой, то при отсутствии прибыльных арбитражных возможностей доход от стратегии должен быть нулевым, т. е.

$$A - F_T(\tau) \cdot e^{f(T, T+\tau)\tau} = 0$$

и

$$F_T(\tau) = A \cdot e^{-f(T, T+\tau)\tau}.$$

Пример 2.7. Определим фьючерсную цену 90-дневного казначейского векселя номиналом 1 млн. долл., когда до момента передачи остается 140 дней, а безрисковые процентные ставки (при непрерывном начислении) на 140 и 230 дней равны 8 и 8,25% соответственно.

В данном случае

$$T = \frac{140}{365} = 0,383562; \tau = \frac{90}{365} = 0,246575; T + \tau = \frac{230}{365} = 0,630137;$$

$$f(T, T + \tau) = \frac{0,0825 \cdot 0,630137 - 0,08 \cdot 0,383562}{0,246575} = 0,086389.$$

Тогда фьючерсная цена казначейского векселя, определяемая равенством (2.11), составит

$$F_T(\tau) = 1\,000\,000 \cdot e^{-0,086389 \cdot 0,246575} = 978\,924 \text{ долл.}$$

Предположим теперь, что рыночная фьючерсная цена казначейского векселя номиналом A , погашаемого через τ лет после его передачи, равна

$$F_T^{\text{рн}}(\tau) \text{ и } F_T^{\text{рн}}(\tau) \neq F_T(\tau).$$

Тогда

$$F_T^{\text{рн}}(\tau) \neq A \cdot e^{\tilde{r}(T)T - \tilde{r}(T+\tau)(T+\tau)},$$

где $\tilde{r}(T), \tilde{r}(T + \tau)$ — безрисковые процентные ставки при непрерывном начислении на сроки в T и $T + \tau$ лет соответственно.

Число $\hat{R}(T)$, удовлетворяющее равенству

$$F_T^{\text{рн}}(\tau) = A \cdot e^{\hat{R}(T)T - \hat{R}(T+\tau)(T+\tau)}, \quad (2.12)$$

называется **неявной** (предполагаемой) **ставкой репо** (*implied repo rate*).

Замечание. Корпоративные клиенты финансовых институтов, владеющие рыночными ценными бумагами, могут получать краткосрочные кредиты под льготную процентную ставку, называемую **ставкой репо** (*reporate*). Для этого корпорация продает ценные бумаги финансовому институту и одновременно заключает соглашение с ним о выкупе этих ценных бумаг. Так как такой кредит имеет хорошее обеспечение, то ставка по нему может быть снижена. Неяв-

ная же ставка репо — это, в сущности, такая ставка, под которую можно брать краткосрочный кредит с помощью фьючерсного рынка.

Неявная ставка репо позволяет выявить наличие прибыльных арбитражных возможностей и выбрать соответствующую стратегию.

Действительно, если $\tilde{R}(T) \neq \tilde{r}(T)$, где $\tilde{r}(T)$ — безрисковая процентная ставка на T лет, а $\tilde{R}(T)$ — неявная ставка репо, то на рынке должна быть прибыльная арбитражная возможность.

Если $\tilde{R}(T) < \tilde{r}(T)$, то прибыльной будет следующая арбитражная стратегия:

1. Занять сумму $F_T^{\text{рбы}}(\tau)e^{-\tilde{r}(T)T}$ на $T + \tau$ лет под ставку $\tilde{r}(T + \tau)$.
2. Инвестировать полученную сумму на T лет под ставку $\tilde{r}(T)$.
3. Занять длинную позицию по фьючерсному контракту на казначейский вексель.

Если же $\tilde{R}(T) > \tilde{r}(T)$, то прибыльной является арбитражная стратегия:

1. Занять сумму $Ae^{-\tilde{r}(T+\tau)(T+\tau)}$ на T лет под безрисковую процентную ставку $\tilde{r}(T)$.
2. Купить казначейский вексель номиналом A , погашаемый через $T + \tau$ лет.
3. Занять короткую позицию по фьючерсному контракту на казначейский вексель, погашаемый через τ лет после передачи.

Пример 2.8. Рыночная фьючерсная цена 90-дневного казначейского векселя номиналом 1 млн. долл. с передачей через 56 дней равна 969 500 долл. Определим неявную ставку репо по кредитам на 56 дней, если безрисковая процентная ставка на 146 дней равна 12,27%.

В данном случае

$$F_T^{\text{рбы}}(\tau) = 969\,500 \text{ долл.}; \quad \tilde{r}(T + \tau) = 0,1227;$$

$$T + \tau = \frac{146}{365} = 0,4; \quad T = \frac{56}{365} = 0,153425.$$

Неявная ставка репо является решением уравнения

$$969\,500 = 1\,000\,000e^{\tilde{R}(T) \cdot 0,153425 - 0,1227 \cdot 0,4},$$

значит,

$$\tilde{R}(T) = 0,1180, \text{ т.е. } 11,80\%.$$

Предположим, что безрисковая процентная ставка на 56 дней равна 11%. Тогда можно поступить следующим образом: занять $1\,000\,000 \cdot e^{-0,1227 \cdot 0,4} = 952\,105$ долл. на 56 дней под ставку 11% и купить казначейский вексель номиналом 1 млн. долл., погашаемый через 146 дней (его цена в точности равна 952 105 долл.), одновременно заняв короткую позицию по 56-дневному

фьючерсному контракту на данный казначейский вексель. Через 56 дней будет получен арбитражный доход в размере:

$$969\,500 \text{ долл.} - 952\,105 \text{ долл.} \cdot e^{0,11 \frac{56}{365}} = 1190,24 \text{ долл.}$$

2.9. Фьючерсные контракты на краткосрочные процентные ставки

Рассмотрим фьючерсный контракт на 3-месячную ставку LIBOR, который является одним из наиболее популярных фьючерсных контрактов на процентные ставки. Такой контракт можно интерпретировать следующим образом: сторона, занимающая длинную позицию, обязана в определенный будущий момент времени T (дату поставки) разместить 1 млн. долл. на евродолларовом депозите под установленную заранее 3-месячную ставку f (играющую роль цены поставки).

Рассмотренная выше ситуация эквивалентна тому, что сторона, занимающая длинную позицию, размещает в момент времени T сумму в 1 млн. долл. под 3-месячную ставку LIBOR r , действующую в этот момент времени, а через 3 месяца после расчетной даты T получает еще и компенсацию в размере

ре $1\,000\,000 \cdot \left(\frac{f - r}{4} \right)$. Действительно, имеет место равенство:

$$1\,000\,000 \cdot \left(1 + \frac{r}{4} \right) + 1\,000\,000 \cdot \left(\frac{f - r}{4} \right) = 1\,000\,000 \cdot \left(1 + \frac{f}{4} \right).$$

Поэтому во фьючерсном контракте на 3-месячную ставку LIBOR не предполагается размещение средств на евродолларовых депозитах, а все расчеты производятся в наличной форме:

Через 3 месяца после расчетной даты T сторона, занимающая длинную позицию, получает денежную сумму в размере $1\,000\,000 \cdot \left(\frac{f - r}{4} \right)$, а сторона, занимающая короткую позицию, ее платит.

Стандартные арбитражные рассуждения показывают, что форвардная трехмесячная ставка LIBOR должна удовлетворять следующему равенству:

$${}_n f_1 = 4 \cdot \left[\frac{\left(1 + \frac{r_{n+1}}{4} \right)^{n+1}}{\left(1 + \frac{r_n}{4} \right)^n} - 1 \right], \quad (2.13)$$

где ${}_n f_1$ — форвардная 3-месячная ставка LIBOR через n трехмесячных периодов;

$r_n(r_{n+1})$ — процентная ставка при начислении процентов 4 раза в год, под которую можно в данный момент времени размещать средства на евродолларовом рынке на n (соответственно, на $n + 1$) трехмесячных периодов.

2.10. Фьючерсные контракты на казначейские облигации

Фьючерсные контракты на казначейские облигации рассмотрим на примере фьючерсных контрактов на долгосрочные казначейские облигации США, торгующими которыми ведется на *Chicago Board of Trade* (CBOT).

По условиям такого контракта производится передача любой казначейской облигации номиналом 100 000 долл., не погашаемой и не отзывающейся в течение 15 лет после даты передачи.

После передачи облигации сторона, занимающая короткую позицию по фьючерсному контракту, получает денежную сумму в размере:

$$1000 \cdot K_F \cdot k^* + AI, \quad (2.14)$$

где K_F — котировка фьючерсной цены, рассчитанная на номинал облигации в 100 долл.;

k^* — специальный поправочный коэффициент (*conversion factor*),

AI — накопленные проценты с момента последнего купонного платежа.

Поправочный коэффициент k^* находится в виде отношения стоимости передаваемой облигации к ее номиналу, когда стоимость облигации определяется исходя из следующих условий: срок до погашения снижен так, чтобы оставалось целое число 3-месячных периодов, а все безрисковые процентные ставки одинаковы и равны 8% (при начислении процентов дважды в год).

Если до погашения передаваемой облигации остается n полугодических периодов, то поправочный коэффициент находится по формуле:

$$k^* = \frac{1}{100\,000} \left[\sum_{i=1}^n \frac{q}{\left(1 + \frac{0,08}{2}\right)^i} + \frac{100\,000}{\left(1 + \frac{0,08}{2}\right)^n} \right], \quad (2.15)$$

где q — полугодичный купонный платеж.

Если же до погашения передаваемой облигации остается n полугодических периодов и 3 месяца, то

$$k^* = \frac{1}{100\,000} \left[\sum_{i=1}^{n+1} \frac{q}{\left(1 + \frac{0,08}{2}\right)^{i-\frac{1}{2}}} + \frac{100\,000}{\left(1 + \frac{0,08}{2}\right)^{2n+1}} - \frac{q}{2} \right]. \quad (2.16)$$

Пример 2.9. Определим поправочный коэффициент для 14%-ной купонной облигации, до погашения которой остается 20 лет и 2 месяца.

Для расчета поправочного коэффициента срок до погашения облигации считается равным 20 годам. Значит, в данном случае $n = 40$, $q = 7000$.

Тогда

$$k^* = \frac{1}{100\,000} \left(\frac{7000 \cdot 2}{0,08} \left(1 - \frac{1}{(1,04)^{40}} \right) + \frac{100\,000}{(1,04)^{40}} \right) = 1,5938.$$

Пример 2.10. Определим поправочный коэффициент для 14%-ной купонной облигации, когда до ее погашения остается 18 лет 4 месяца.

Для расчета поправочного коэффициента мы должны считать, что до погашения облигации остается 18 лет и 3 месяца. Значит, в данном случае $n = 36$, $q = 7000$, а поправочный коэффициент находится по формуле (2.16):

$$\begin{aligned} k^* &= \frac{1}{100\,000} \left(\sum_{i=1}^{37} \frac{7000}{(1,04)^{\frac{2i-1}{2}}} + \frac{100\,000}{(1,04)^{\frac{73}{2}}} - \frac{7000}{2} \right) = \\ &= \frac{1}{100\,000} (1,04)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{7000 \cdot 2}{0,08} \left(1 - \frac{1}{(1,04)^{37}} \right) + \frac{100\,000}{(1,04)^{37}} \right) - \frac{7}{200} = 1,50705. \end{aligned}$$

Обычно на рынке имеется несколько долгосрочных казначейских облигаций, которые можно использовать для передачи в рамках данного фьючерсного контракта. Естественно, что сторона, занимающая короткую позицию по такому контракту, выберет для передачи самую «дешевую для передачи» облигацию. Самая «дешевая для передачи» облигация может быть найдена при сравнении разности между рыночной ценой той или иной облигации и суммой, выплачиваемой стороной, занимающей длинную позицию по фьючерсному контракту. Эта разность определяется следующим образом:

$$1000K_i + (AI)_i - (1000K_F - k_i^* + (AI)_i) = 1000(K_i - K_F k_i^*),$$

где K_i — котировка цены i -й облигации;
 K_F — котировка фьючерсной цены;
 k_i^* — поправочный коэффициент для i -й облигации.

Таким образом, самую «дешевую для передачи» облигацию следует выбирать так, чтобы разность $K_i - K_F \cdot k_i^*$ была наименьшей.

Котировку фьючерсной цены долгосрочной казначейской облигации можно оценить с помощью формулы:

$$K_F = \frac{1}{1000} (S - I) \cdot e^{r(T-t)}, \quad (2.17)$$

где K_F — котировка фьючерсной цены долгосрочной казначейской облигации с датой передачи T ;
 S — цена облигации на текущий момент времени t самой «дешевой для передачи»;
 I — приведенное значение купонных платежей за время действия фьючерсного контракта;
 \tilde{r} — безрисковая процентная ставка при непрерывном начислении процентов по инвестициям на $T - t$ лет.

Применение формулы (2.17) для оценки котировки фьючерсной цены облигации затруднено тем, что заранее необходимо угадать облигацию, самую «дешевую для передачи».

2.11. Хеджирование позиций по базисным активам с помощью фьючерсных контрактов

Предположим, что в данный момент времени t инвестор владеет некоторыми активами и собирается их продать в момент времени T . В этом случае говорят, что инвестор на временном отрезке $[t, T]$ занимает короткую позицию по данным активам.

Если же в момент времени t инвестор узнает, что ему в момент времени T придется купить некоторые активы, то говорят, что на временном отрезке $[t, T]$ инвестор занимает длинную позицию по базисным активам.

Обе позиции инвестора по базисным активам являются рискованными, так как при неблагоприятных изменениях цен базисных активов он будет нести убытки. В данном случае под убытками следует понимать упущенную выгоду. Чтобы исключить или по крайней мере уменьшить риск позиций инвестора по базисным активам, используется хеджирование.

В некоторых случаях возможны следующие простейшие стратегии хеджирования.

1. Короткий хедж (short hedge). Если инвестор на временном отрезке $[t, T]$ занимает короткую позицию по базисным активам, то в момент времени t он может занять короткую позицию по фьючерсному контракту на данные активы с датой поставки T . Если $\Phi_T(t)$ — контрактная фьючерсная цена базисных активов на момент времени t , то инвестор в момент T сможет продать свои активы за $\Phi_T(t)$.

2. Длинный хедж (long hedge). Инвестор, занимающий длинную позицию по базисным активам на отрезке времени $[t, T]$, может в момент времени t занять длинную позицию по соответствующему фьючерсному контракту. В этом случае инвестор в момент времени T сможет купить необходимые ему активы по известной заранее цене $\Phi_T(t)$.

Простейшие стратегии хеджирования являются безрисковыми, но имеют существенные недостатки. Во-первых, эти стратегии исключают возможность получения прибыли при благоприятных изменениях цен на спот-рынке. Во-вторых, чтобы применить простейшие стратегии хеджирования, необходимо существование фьючерсного контракта на данный вид активов, который согласован с позицией инвестора как по срокам, так и по объемам. Такой фьючерсный контракт существует далеко не всегда.

Если простейшие стратегии хеджирования невозможны или не устраивают по тем или иным причинам инвестора, то он может применить более сложные стратегии, в которых:

- 1) используются фьючерсные контракты на активы, отличные от базисных;
- 2) хеджируется не вся позиция инвестора по базисным активам, а лишь некоторая ее часть.

Предположим, что на временном отрезке $[t, T]$ инвестор занимает определенную позицию по базисным активам и для хеджирования единицы базисных активов решает использовать фьючерсный контракт на единицу каких-то других активов с датой поставки T^* , где $T^* > T$.

При коротком хедже чистый доход (убыток) от хеджируемой позиции можно оценить следующим образом:

$$R_{sh} = S(T) - S(t) + [F(t) - F(T)], \quad (2.18)$$

где $S(t), S(T)$ — цены базисных активов на спот-рынке в моменты времени t и T соответственно,

$F(t), F(T)$ — фьючерсные цены хеджирующих активов в эти же моменты времени t и T .

Чистый доход (убыток) от нехеджируемой позиции при коротком хедже определяется следующим образом:

$$R_s = S(T) - S(t). \quad (2.19)$$

При длинном хедже чистый доход (убыток) от хеджируемой позиции составит

$$R_{lh} = S(t) - S(T) + [F(T) - F(t)], \quad (2.20)$$

а от нехеджируемой позиции

$$R_l = S(t) - S(T). \quad (2.21)$$

На основе равенств (2.18)–(2.21) легко найти ожидаемые доходы и дисперсии дохода от хеджируемых и нехеджируемых позиций:

$$\bar{R}_{sh} = \bar{S(T)} - S(t) + [F(t) - \bar{F(T)}]; \quad \bar{R}_s = \bar{S(T)} - S(t);$$

$$\bar{R}_{lh} = S(t) - \bar{S(T)} + [\bar{F(T)} - F(t)]; \quad \bar{R}_l = S(t) - \bar{S(T)};$$

$$\sigma^2(R_{sh}) = \sigma^2(R_{lh}) = \sigma_{S(T)}^2 - 2\text{Cov}(S(T), F(T)) + \sigma_{F(T)}^2;$$

$$\sigma^2(R_s) = \sigma^2(R_l) = \sigma_{S(T)}^2.$$

Определение. Отношение количества хеджируемых позиций к объему всей позиции инвестора по базисным активам называется **показателем хеджирования** (*hedge/hedging ratio*).

Если известен показатель хеджирования k , то можно определить количество фьючерсных контрактов, необходимых для хеджирования:

$$N = \frac{Q}{A} \cdot k,$$

где Q — объем позиции инвестора по базисным активам,
 A — объем одного фьючерсного контракта.

Оптимальный показатель хеджирования находится так, чтобы риск стратегии хеджирования был минимальным.

Если минимизируется дисперсия совокупного дохода при хеджирующей стратегии на отрезке времени $[t, T]$, то оптимальным будет показатель хеджирования

$$k^* = \rho \frac{\sigma_{\Delta S}}{\sigma_{\Delta F}}, \quad (2.22)$$

где $\sigma_{\Delta S}$ — стандартное отклонение приращения спот-цены активов за время $T - t$;

$\sigma_{\Delta F}$ — стандартное отклонение приращения фьючерсной цены хеджирующих активов за время $T - t$;

ρ — коэффициент корреляции между указанными выше приращениями.

Пример 2.11. Компания узнает, что через 3 месяца ей придется закупить 1 млн. галлонов дизельного топлива. Для хеджирования своей позиции решает использовать фьючерсы на сырую нефть. Объем одного фьючерсного контракта на сырую нефть 42 000 галлонов. Стандартные отклонения приращений цены на дизельное топливо и фьючерсной цены сырой нефти за 3 месяца равны соответственно 0,032 и 0,040, а коэффициент корреляции между этими приращениями равен 0,8.

В данном случае

$$\sigma_{\Delta S} = 0,032; \sigma_{\Delta F} = 0,040; \rho = 0,8.$$

Оптимальный показатель хеджирования находится следующим образом:

$$k^* = 0,8 \cdot \frac{0,032}{0,040} = 0,64.$$

Тогда количество фьючерсных контрактов, необходимых для хеджирования, равно

$$\frac{1\,000\,000}{42\,000} \cdot 0,64 = 15,2.$$

Таким образом, для хеджирования необходимо занять длинную позицию по 15 фьючерсным контрактам на сырую нефть.

2.12. Хеджирование портфелей облигаций против процентного риска

Предположим, что инвестор владеет портфелем облигаций и решает его хеджировать против процентного риска с помощью фьючерсов на казначейские облигации (или казначейские вексели) с датой передачи T .

Можно показать, что относительное изменение фьючерсной цены облигации, лежащей в основе фьючерсного контракта, при изменении безриско-

вых процентных ставок на величину $\Delta\tilde{r}$ (при непрерывном начислении процентов) удовлетворяет следующему приближенному равенству:

$$\frac{\Delta F}{F} \approx -[\tilde{D}_s - (T - t)] \Delta\tilde{r}, \quad (2.23)$$

где $\frac{\Delta F}{F}$ — относительное изменение фьючерсной цены облигации, соответствующее изменению безрисковых процентных ставок на величину $\Delta\tilde{r}$;
 t — текущий момент времени;
 T — дата передачи облигации;
 \tilde{D}_s — дюрация потока платежей, поступающих от облигации после даты ее передачи (при непрерывном начислении).

Для облигации с нулевым купоном $\tilde{D}_s - (T - t) = T^* - T$, где T^* — дата погашения облигации, а для долгосрочных облигаций можно считать, что $\tilde{D}_s - (T - t)$ совпадает с обычной дюрацией этой облигации при непрерывном начислении процентов.

Если инвестор для хеджирования своего портфеля облигаций займет короткую позицию по N фьючерсным контрактам на казначейские облигации, а безрисковые процентные ставки изменятся на величину $\Delta\tilde{r}$, то его доход составит величину:

$$\Delta P - N \cdot \Delta F,$$

где ΔP — изменение стоимости портфеля облигаций;
 ΔF — изменение фьючерсной цены облигации.

Так как

$$\frac{\Delta P}{P} \approx -D_p \cdot \Delta\tilde{r},$$

где P — текущая стоимость портфеля облигаций,
 D_p — его дюрация (при непрерывном начислении процентов),

то

$$\begin{aligned} \Delta P - N \Delta F &\approx -D_p \cdot P \cdot \Delta\tilde{r} + N \cdot F \cdot [\tilde{D}_s - (T - t)] \Delta\tilde{r} = \\ &= \{N \cdot F [\tilde{D}_s - (T - t)] - D_p \cdot P\} \Delta\tilde{r}. \end{aligned}$$

Следовательно, риск позиции инвестора с учетом хеджирования будет наименьшим, если

$$N \approx \frac{P}{F} \cdot \frac{D_p}{\bar{D}_S - (T - t)}. \quad (2.24)$$

Равенство (2.24) позволяет находить количество фьючерсных контрактов, необходимых для хеджирования портфеля облигаций против процентного риска. Однако следует отметить, что такая стратегия хеджирования обеспечивает защиту от процентного риска лишь в течение небольшого периода времени. Для защиты процентного риска на продолжительном отрезке времени стратегию хеджирования необходимо периодически пересматривать.

Пример 2.12. Инвестор владеет портфелем казначейских облигаций, поток платежей от которого указан в таблице:

Срок платежа, лет	0,5	1,0	1,5	2,0
Платеж, долл.	10 000	10 000	10 000	400 000

Для хеджирования портфеля облигаций против процентного риска инвестор решает использовать фьючерсные контракты на 3-месячные казначейские вексели. Определим, сколько потребуется таких контрактов в начальный момент времени для хеджирования, если все безрисковые процентные ставки одинаковы и равны 8%.

Текущую стоимость портфеля облигаций и его дюрацию можно найти следующим образом:

$$P = 10\,000 \cdot e^{-0,5 \cdot 0,08} + 10\,000 \cdot e^{-1,0 \cdot 0,08} + 10\,000 \cdot e^{-1,5 \cdot 0,08} + 400\,000 \cdot e^{-2,0 \cdot 0,08} = 368\,565,78 \text{ долл.};$$

$$D_p = \frac{1}{P} (10\,000 \cdot 0,5 \cdot e^{-0,5 \cdot 0,08} + 10\,000 \cdot 1,0 \cdot e^{-1,0 \cdot 0,08} + 10\,000 \cdot 1,5 \cdot e^{-1,5 \cdot 0,08} + 400\,000 \cdot 2,0 \cdot e^{-2,0 \cdot 0,08}) = \frac{709\,053,95}{368\,565,78} = 1,92.$$

Текущую фьючерсную цену казначейского векселя найдем по формуле (2.11):

$$F = 1\,000\,000 e^{-0,08 \cdot 0,25} = 980\,198,67.$$

Количество фьючерсных контрактов, необходимых для хеджирования, определим по формуле (2.24):

$$N = \frac{P}{F} \cdot \frac{D_p}{\bar{D}_S - (T - t)} = \frac{368\,565,78}{980\,198,67} \cdot \frac{1,92}{0,25} = 3.$$

Таким образом, в начальный момент времени для хеджирования портфеля облигаций следует занять короткую позицию по трем фьючерсным контрактам на казначейские вексели.

2.13. Фондовые индексы. Фьючерсные контракты на фондовые индексы

Для отслеживания конъюнктуры цен акций используется много различных рыночных индексов. Эти индексы различаются как по составу учитываемых акций, так и по методам их расчета.

Например, фондовый индекс S&P 500 рассчитывается на основе акций 500 крупнейших американских компаний, среди которых 400 промышленных корпораций, 40 коммунальных предприятий, 20 транспортных компаний и 40 финансовых институтов.

Этот индекс, как и многие другие, рассчитывается на основе метода взвешивания по стоимости, который сводится к следующему. В каждый момент времени t можно определить суммарную рыночную стоимость всех акций рассматриваемых корпораций по формуле:

$$V(t) = \sum_{i=1}^n u_i(t) \cdot S_i(t), \quad (2.25)$$

где $S_i(t)$ — рыночная цена одной акции i -й корпорации в момент времени t ,
 $u_i(t)$ — количество акций i -й корпорации, находящихся в обращении на момент времени t .

В некоторый момент времени t_0 индексу приписывается определенное значение, скажем A . Тогда значение индекса в момент t определяется следующим образом:

$$I(t) = \frac{V(t)}{V(t_0)} \cdot A. \quad (2.26)$$

Нетрудно заметить, что имеет место равенство:

$$I(t_2) = \frac{V(t_2)}{V(t_1)} \cdot I(t_1).$$

Таким образом, для определения значения индекса в момент времени t_2 не обязательно знать, какое значение было приписано индексу в начальный момент времени. Достаточно иметь информацию для некоторого предыдущего момента времени t_1 .

Главной особенностью фьючерсных контрактов на фондовые индексы является то, что никакие активы не меняют своих владельцев, а все расчеты производятся в денежной форме.

По условиям фьючерсного контракта на фондовый индекс сторона, занимающая длинную позицию, в момент окончания действия контракта получает денежную сумму в размере

$$L[I(T) - F_T(t)],$$

где $I(T)$ — значение фондового индекса в момент T окончания действия контракта;

$F_T(t)$ — фьючерсное значение фондового индекса в момент времени t ;

L — денежная сумма, определенная биржей для данного вида контрактов.

Аналогично, сторона, занявшая в момент времени t короткую позицию по фьючерсу на фондовый индекс, получает в момент T денежную сумму

$$L[F_T(t) - I(T)].$$

Для фьючерсных контрактов на фондовый индекс S&P 500 денежная сумма L определена в 500 долл.

Фьючерсные контракты на фондовые индексы широко используются для хеджирования портфелей акций. Оптимальное количество фьючерсных контрактов на фондовый индекс, необходимых для хеджирования данного портфеля акций, можно найти по формуле:

$$N = \frac{1}{L} \frac{P(t)}{F_T(t)} \cdot \beta_p, \quad (2.27)$$

где N — количество фьючерсных контрактов;

$F_T(t)$ — текущее фьючерсное значение фондового индекса с датой передачи T ;

β_p — коэффициент бета данного портфеля акций относительно рассматриваемого фондового индекса.

Коэффициент бета портфеля акций определяется следующим образом:

$$\beta_p = \frac{\text{Cov}(r_p, r_I)}{\sigma_I^2},$$

где r_p — доходность портфеля акций;

r_I — доходность фондового индекса;

σ_I^2 — дисперсия доходности фондового индекса.

При этом коэффициент бета портфеля акций является средневзвешенной суммой коэффициентов бета акций, составляющих этот портфель. Весовыми коэффициентами являются доли средств, инвестированных в тот или иной вид акций.

Пример 2.13. Инвестор собирается хеджировать имеющийся у него портфель акций с помощью фьючерсов на фондовый индекс S&P 500. Исходная информация приведена в таблице:

Акции	Количество акций в портфеле	Коэффициент бета акции	Начальная цена акции, долл.	Начальное фьючерсное значение индекса S&P 500
1	900	1.25	8.75	225.75
2	700	0.80	21.25	
3	1400	0.75	14.75	
4	2000	0.95	33.50	
5	1600	1.05	68.25	

Начальная стоимость портфеля акций находится следующим образом:

$$P = 8,75 \cdot 900 + 21,25 \cdot 700 + 14,75 \cdot 1400 + 33,50 \cdot 2000 + 68,25 \cdot 1600 = 219\,600 \text{ долл.}$$

Найдем коэффициент бета портфеля акций:

$$\begin{aligned} \beta_p = & \frac{8,75 \cdot 900}{219\,600} \cdot 1,25 + \frac{21,25 \cdot 700}{219\,600} \cdot 0,80 + \frac{14,75 \cdot 1400}{219\,600} \cdot 0,75 + \\ & + \frac{33,50 \cdot 2000}{219\,600} \cdot 0,95 + \frac{68,25 \cdot 1600}{219\,600} \cdot 1,05 = 0,9815. \end{aligned}$$

Количество фьючерсных контрактов, необходимых для хеджирования портфеля акций, определим с помощью формулы (2.27):

$$N = \frac{1}{500} \cdot \frac{219\,600}{225,75} \cdot 0,9815 \approx 2.$$

Если через месяц, когда инвестор закрывает свою позицию, цены акций окажутся равными 8,25, 20,75, 15,50, 32,50 и 65,25 долл. соответственно, а фьючерсное значение индекса S&P 500 — 221,50, то доход инвестора составил бы без хеджирования:

$$(8,25 - 8,75) \cdot 900 + (20,75 - 21,25) \cdot 700 + (15,50 - 14,75) \cdot 1400 + (32,50 - 33,50) \cdot 2000 + (65,25 - 68,25) \cdot 1600 = -6550 \text{ долл.,}$$

а при хеджировании:

$$-6550 + 2 \cdot 500 \cdot (225,75 - 221,50) = -2300 \text{ долл.}$$

2.14. Процентные свопы

Свопом, или **своповым контрактом** (*swap*), называется соглашение об обмене потока будущих платежей от одних активов на поток будущих платежей от других активов. В зависимости от того, какие активы положены в основу свопового контракта, выделяют различные виды свопов.

В частности, в **процентном свопе** (*interest rate swap*) производится обмен процентных платежей от условной основной суммы займа с фиксированной процентной ставкой на процентные платежи от той же условной основной суммы займа с плавающей процентной ставкой.

Во многих процентных свопах плавающая процентная ставка привязана к ставке предложения на лондонском межбанковском рынке 6-месячных евро-долларовых депозитов. Эту процентную ставку будем называть **ставкой LIBOR** (*London Interbank Offered Rate*). Например, в своповом контракте плавающая процентная ставка может быть установлена в размере $\text{LIBOR} + 0,5\%$.

Тогда, если на начало 6-месячного периода ставка LIBOR равна 8%, то при условной основной сумме в 1000 долл. плательщик плавающей ставки в конце рассматриваемого периода должен уплатить

$$\frac{1000 \cdot \frac{8,5}{100}}{100} = 42,5 \text{ долл.}$$

Выясним теперь, при каких обстоятельствах своповый контракт может быть выгодным обеим сторонам.

Предположим, что компаниям А и В необходимы займы на определенный срок в размере Q , причем компании А необходим займ с плавающей процентной ставкой (а такие займы удобны для финансирования оборотного капитала), а компании В — займ с фиксированной ставкой (например, для финансирования крупной инвестиции).

На рынках ссудного капитала компаниям А и В предлагаются следующие ставки:

	Фиксированная ставка	Плавающая ставка
Компания А	r_{Φ}^A	$\text{LIBOR} + r_{\Pi}^A$
Компания В	r_{Φ}^B	$\text{LIBOR} + r_{\Pi}^B$

Будем считать, что соблюдаются следующие условия.

$$1^{\circ}. \quad r_{\Phi}^A < r_{\Phi}^B; \quad r_{\Pi}^A < r_{\Pi}^B.$$

Это условие можно интерпретировать следующим образом: кредитный рейтинг компании А значительно выше кредитного рейтинга компании В. Поэтому компания А обладает абсолютным преимуществом на обоих рынках.

$$2^{\circ}. \quad r_{\Phi}^B - r_{\Phi}^A > r_{\Pi}^B - r_{\Pi}^A.$$

Это означает, что у компании *A* относительное преимущество на рынке с фиксированными ставками, а у компании *B* относительное преимущество на рынке с плавающими ставками.

Например, если *A* — крупная компания, то она может привлекать средства за счет эмиссии облигаций с фиксированной процентной ставкой, а компания *B* этого не может. С другой стороны, компания *B* может быть лучше известна местному банку, который выдает кредиты с плавающей ставкой.

Покажем, что при соблюдении условий 1° и 2° можно построить процентный своп, выгодный обеим компаниям.

Компания *A* берет займ с фиксированной процентной ставкой, т. е. там, где у нее есть относительное преимущество, а компания *B* берет займ с плавающей процентной ставкой, т. е. там, где у нее относительное преимущество, и они договариваются об обмене.

Предположим, что компания *A* платит компании *B* плавающую ставку y_{Π} , а получает от нее фиксированную ставку x_{Φ} .

Чтобы такой обмен был выгоден обеим компаниям, чистый процентный платеж компании *A*: $r_{\Phi}^A + y_{\Pi} - x_{\Phi}$ должен быть меньше $\text{LIBOR} + r_{\Pi}^A$, а чистый процентный платеж компании *B*: $x_{\Phi} + \text{LIBOR} + r_{\Pi}^B - y_{\Pi}$ должен быть меньше r_{Φ}^B (рис. 2.3).

Если числа δ_1 и δ_2 удовлетворяют условию:

$$\delta_1 + \delta_2 = (r_{\Phi}^B - r_{\Phi}^A) - (r_{\Pi}^B - r_{\Pi}^A),$$

то система линейных уравнений

$$\begin{cases} r_{\Phi}^A + y_{\Pi} - x_{\Phi} = \text{LIBOR} + r_{\Pi}^A - \delta_1 \\ x_{\Phi} + \text{LIBOR} + r_{\Pi}^B - y_{\Pi} = r_{\Phi}^B - \delta_2 \end{cases} \quad (2.28)$$

всегда имеет решение. Это означает, что при соблюдении условий 1° и 2° можно организовать обмен платежами, выгодный обеим компаниям *A* и *B*.

В реальных условиях компаниям, желающим заключить своповый контракт, трудно найти друг друга. Поэтому им приходится прибегать к услугам посредника, в качестве которого может выступать, например, банк. При этом посредник берет на себя обязательство по гарантированию соблюдения условий контракта.

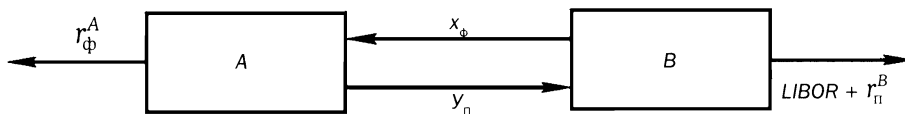


Рис. 2.3. Процентный своп

Обмен платежами при наличии посредника можно организовать так, как показано на рис. 2.4.

Если положительные числа δ_1 , δ_2 и ρ удовлетворяют условию

$$\delta_1 + \delta_2 + \rho = r_{\Phi}^B - r_{\Phi}^A - (r_{\Pi}^B - r_{\Pi}^A),$$

то процентные платежи x_A и y_B можно подобрать так, чтобы компания А имела выигрыш, равный δ_1 , компания В — выигрыш, равный δ_2 , а маржа банка составила бы ρ .

Пример 2.14. Компаниям А и В предлагаются следующие фиксированные и плавающие процентные ставки на рынках ссудного капитала:

	Фиксированная ставка	Плавающая ставка
Компания А	10,0%	LIBOR+0,4%
Компания В	11,20%	LIBOR+1,00%

Выясним, как организовать обмен платежами, если компании А необходим займ с плавающей процентной ставкой, компании В — займ с фиксированной ставкой, а маржа посредника должна составить 0,2%.

Если компании согласны иметь одинаковый выигрыш δ , то должно соблюдаться следующее равенство:

$$2\delta + 0,2 = (11,20 - 10) - (1,00 - 0,4) = 1,20 - 0,6 = 0,6.$$

Тогда $\delta = 0,2\%$. Следовательно, обмен платежами можно организовать как показано на рис. 2.5.



Рис. 2.4. Схема расчетов по процентному свопу с участием посредника



Рис. 2.5. Обмен платежами по свопу

2.15. Оценка стоимости процентных свопов

Предположим, что компания X согласилась в течение определенного периода времени каждые полгода платить проценты от условной суммы Q по плавающей ставке LIBOR и получать взамен проценты от той же суммы Q по фиксированной ставке r_Φ (рис. 2.6).

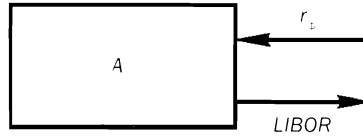


Рис. 2.6

Нетрудно заметить, что поток платежей при таком обмене совпадает с потоком платежей от портфеля, состоящего из длинной позиции по облигации номиналом Q с полугодовыми купонами при ставке r_Φ и короткой позиции по облигации такого же номинала Q с плавающей купонной ставкой, совпадающей с 6-месячной ставкой LIBOR. Тогда имеет место равенство:

$$V(t) = B_1(t) - B_2(t), \quad (2.29)$$

где $V(t)$ — стоимость процентного свопа для компании X в момент времени t ;

$B_1(t)$ — стоимость облигации с фиксированной купонной ставкой r_Φ в момент времени t ;

$B_2(t)$ — стоимость облигации с плавающей купонной ставкой LIBOR в момент времени t .

Чтобы определить стоимость облигации с фиксированной купонной ставкой, необходимо знать соответствующие ставки для дисконтирования платежей от этой облигации. Если ставки дисконтирования определены, стоимость облигации с фиксированной купонной ставкой может быть найдена следующим образом:

$$B_1(t) = \sum_{k=1}^n \frac{Q \frac{r_\Phi}{2}}{\left(1 + \frac{r_k}{2}\right)^{2(t_k - t)}} + \frac{Q}{\left(1 + \frac{r_n}{2}\right)^{2(t - t_n)}}, \quad (2.30)$$

где $B_1(t)$ — стоимость в момент времени t облигации с фиксированной купонной ставкой r_Φ и номиналом Q ;

t_1, t_2, \dots, t_n — даты обмена платежами;

r_1, r_2, \dots, r_n — ставки дисконтирования на периоды времени продолжительностью $t_1 - t, t_2 - t, \dots, t_n - t$ лет соответственно.

При оценке облигации с плавающей купонной ставкой следует учитывать, что при отсутствии прибыльных арбитражных возможностей стоимость обли-

гации должна совпадать с ее номиналом во все моменты времени, когда происходит оплата купонов.

Следовательно,

$$B_2(t) = \left[\frac{Q(\text{LIBOR})_0}{2} + Q \right] \cdot \frac{1}{\left(1 + \frac{r_1}{2}\right)^{2(t_1 - t)}}, \quad (2.31)$$

где $B_2(t)$ — стоимость облигации номиналом Q с полугодовыми купонами при 6-месячной ставке LIBOR в момент времени t ;
 $(\text{LIBOR})_0$ — 6-месячная ставка LIBOR, установленная в момент последнего обмена платежами;

$\frac{Q(\text{LIBOR})_0}{2} + Q$ — полный платеж по облигации в момент времени t_1 (дата первого купонного платежа после текущего момента времени t);
 r_1 — ставка дисконтирования на период продолжительностью $t_1 - t$ лет.

Определив стоимости облигаций по формулам (2.30) и (2.31), можно найти стоимость процентного свопа по формуле (2.29).

Пример 2.15. Финансовый институт согласился получать 8% от условной суммы 100 млн. долл. в обмен на 6-месячную ставку LIBOR при обмене платежами каждые полгода. До окончания действия этого соглашения остается 15 месяцев. Ставка LIBOR, установленная 3 месяцами раньше, равна 10,1%. Определим стоимость процентного свопа для финансового института, если ставки дисконтирования на 3, 9 и 15 месяцев равны соответственно 9,8, 10,2 и 10,8%.

В данном случае

$$Q = 100 \text{ млн. долл.}, r_{\Phi} = 0,08, r_1 = 0,098, r_2 = 0,102, r_3 = 0,108,$$

$$(\text{LIBOR})_0 = 0,101, t_1 - t = 0,25, t_2 - t = 0,75, t_3 - t = 1,25.$$

Тогда

$$B_1(t) = \frac{\frac{100 \cdot 0,08}{2}}{\left(1 + \frac{0,098}{2}\right)^{2 \cdot 0,25}} + \frac{\frac{100 \cdot 0,08}{2}}{\left(1 + \frac{0,102}{2}\right)^{2 \cdot 0,75}} + \frac{100 + \frac{100 \cdot 0,08}{2}}{\left(1 + \frac{0,108}{2}\right)^{2 \cdot 1,25}} = 98,8046 \text{ млн. долл.};$$

$$B_2(t) = \left(\frac{100 \cdot 0,101}{2} + 100 \right) \frac{1}{\left(1 + \frac{0,098}{2}\right)^{2 \cdot 0,25}} = 102,5672 \text{ млн. долл.}$$

Следовательно, стоимость процентного свопа для финансового института составит:

$$V(t) = B_1(t) - B_2(t) = 98,8046 - 102,5672 = -3,7626 \text{ млн. долл.}$$

Стоимость процентного свопа, представленного на рис. 2.6, можно найти, заменив его последовательностью форвардных контрактов на 6-месячную ставку LIBOR.

Действительно, в момент времени t_1 , когда производится первый обмен платежами, финансовый институт получает сумму $\frac{Qr_\Phi}{2}$, а платит сумму

$\frac{Q(\text{LIBOR})_0}{2}$. Приведенная стоимость такого обмена платежами равна

$$\left[\frac{Qr_\Phi}{2} - \frac{Q(\text{LIBOR})_0}{2} \right] \cdot \frac{1}{\left(1 + \frac{r_1}{2}\right)^{2(t_1-t)}} = \frac{Q}{2} [r_\Phi - (\text{LIBOR})_0] \frac{1}{\left(1 + \frac{r_1}{2}\right)^{2(t_1-t)}}.$$

В момент t_k , $k = 2, 3, \dots, n$, когда происходит k -й обмен платежами, финансовый институт получает сумму $\frac{Qr_\Phi}{2}$, а платит $\frac{Q(\text{LIBOR})_{k-1}}{2}$, где $(\text{LIBOR})_{k-1}$ — ставка LIBOR через $t_{k-1} - t$ лет. Приведенная стоимость такого обмена платежами должна совпадать со стоимостью короткой позиции по форвардному контракту на 6-месячную ставку LIBOR с датой передачи t_{k-1} и, следовательно, равна

$$\frac{Q}{2} [r_\Phi - F_{k-1}] \frac{1}{\left(1 + \frac{r_k}{2}\right)^{2(t_k-t)}},$$

где F_{k-1} — форвардная ставка LIBOR на $t_{k-1} - t$ лет.

Стоимость процентного свопа для финансового института равна сумме приведенных стоимостей всех обменов платежами, т. е.

$$V(t) = \frac{Q}{2} [r_\Phi - (\text{LIBOR})_0] \cdot \frac{1}{\left(1 + \frac{r_1}{2}\right)^{2(t_1-t)}} + \frac{Q}{2} \sum_{k=2}^n (r_\Phi - F_{k-1}) \cdot \frac{1}{\left(1 + \frac{r_k}{2}\right)^{2(t_k-t)}}. \quad (2.32)$$

Пример 2.16. Определим стоимость процентного свопа из примера 2.15 по формуле (2.32).

Форвардные ставки LIBOR на 9 и 15 месяцев находятся следующим образом:

$$F_1 = 2 \cdot \left[\frac{\left(1 + \frac{r_2}{2}\right)^{2 \cdot 0,75}}{\left(1 + \frac{r_1}{2}\right)^{2 \cdot 0,25}} - 1 \right] = 2 \cdot \left[\frac{\left(1 + \frac{0,102}{2}\right)^{1,5}}{\left(1 + \frac{0,098}{2}\right)^{0,5}} - 1 \right] = 0,1040,$$

$$F_2 = 2 \cdot \left[\frac{\left(1 + \frac{r_3}{2}\right)^{2 \cdot 1,25}}{\left(1 + \frac{r_2}{2}\right)^{2 \cdot 0,75}} \right] = 2 \cdot \left[\frac{\left(1 + \frac{0,108}{2}\right)^{2,5}}{\left(1 + \frac{0,102}{2}\right)^{1,5}} - 1 \right] = 0,1170.$$

Тогда стоимость процентного свопа для финансового института равна

$$V(t) = \frac{100}{2} [0,08 - 0,101] \cdot \frac{1}{\left(1 + \frac{0,098}{2}\right)^{2 \cdot 0,25}} + \frac{100}{2} [0,08 - 0,1040] \frac{1}{\left(1 + \frac{0,102}{2}\right)^{2 \cdot 0,75}} + \\ + \frac{100}{2} [0,08 - 0,1170] \frac{1}{\left(1 + \frac{0,108}{2}\right)^{2 \cdot 1,25}} = -3,7610 \text{ млн. долл.}$$

2.16. Валютные свопы

Валютным свопом (*currency swap*) называют соглашение об обмене основной суммы и фиксированных процентных платежей по займу в одной валюте на основную сумму и фиксированные процентные платежи в другой валюте.

Предположим, что на рынках ссудного капитала компаниям *A* и *B* предлагаются следующие фиксированные процентные ставки по займам в двух разных валютах:

компания *A*: q_1^A, q_2^A ;

компания *B*: q_1^B, q_2^B .

Будем считать, что выполняются следующие условия:

1. $q_1^A < q_1^B, q_2^A < q_2^B$, т. е. кредитный рейтинг компании *A* значительно выше кредитного рейтинга компании *B*, и компания *A* имеет абсолютное преимущество на обоих рынках.
2. $q_1^B - q_1^A > q_2^B - q_2^A$, т. е. компания *A* имеет относительное преимущество на рынке ссудного капитала в первой валюте, а компания *B* имеет относительное преимущество на рынке ссудного капитала во второй валюте.

Если компании *A* необходим займ в размере Q_2^A во второй валюте, а компании *B* — займ в размере Q_1^B в первой валюте и $Q_1^B = cQ_2^A$, где c — текущий обменный курс, то компании могут взять займы на тех рынках, где у них имеется относительное преимущество, и договориться об обмене процентных платежей, как показано на рис. 2.7.

Если $2\delta = q_1^B - q_1^A - (q_2^B - q_2^A)$, то компании А и В получают процентный выигрыш в размере δ .

При наличии посредника обмен процентными платежами можно организовать так, как показано на рис. 2.8.

При этом если соблюдается равенство:

$$2\delta + \mu = (q_1^B - q_1^A) - (q_2^B - q_2^A),$$

то обе компании А и В получают одинаковый процентный выигрыш, равный δ , а маржа посредника составит μ .

Пример 2.17. Компании А предлагаются фиксированные процентные ставки 8 и 11,6% по займам в американских долларах и в английских фунтах соответственно. Компании В предлагаются фиксированные процентные ставки 10,0 и 12,0% по аналогичным займам. Выясним, можно ли организовать обмен процентными платежами так, чтобы обе компании имели одинаковый процентный выигрыш, а маржа посредника составила бы 0,2%.

В данном случае

$$q_1^A = 8\%, q_2^A = 11,6\%, q_1^B = 10,0\%, q_2^B = 12\%.$$

Так как

$$q_1^A < q_1^B, q_2^A < q_2^B, \text{ а } q_1^B - q_1^A - (q_2^B - q_2^A) = 1,6\%,$$

то обе компании могут обеспечить себе процентный выигрыш в размере

$$\delta = \frac{1,6 - 0,2}{2} = 0,7\%.$$

Соответствующий обмен платежами приведен на рис. 2.9.

Если некоторая компания Х участвует в валютном свопе, то:

- в заранее установленные сроки она получает процентные платежи по ставке q_1 от суммы Q_1 в одной валюте и выплачивает проценты по ставке q_2 от суммы Q_2 в другой валюте;

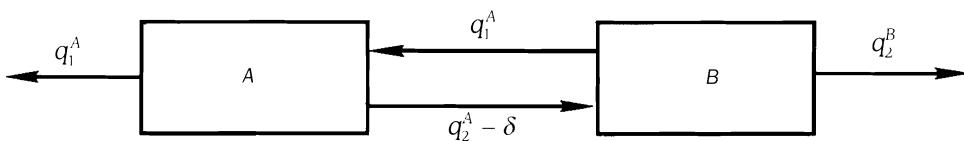


Рис. 2.7. Валютный своп



Рис. 2.8. Схема расчетов по процентному свопу при участии посредника



Рис. 2.9. Обмен платежами по валютному свопу

- в конечный момент времени компания X получает сумму Q_1 в первой валюте, а передает сумму Q_2 во второй валюте.

Поток платежей по данному свопу совпадает с потоком платежей от портфеля, состоящего из длинной позиции по облигации номиналом Q_1 в первой валюте с фиксированной купонной ставкой q_1 и короткой позиции по облигации номиналом Q_2 во второй валюте с фиксированной купонной ставкой q_2 .

Следовательно, в данный момент времени t стоимость валютного свопа $V(t)$ для компании X может быть найдена из следующего равенства:

$$V(t) = B_1(t) - c(t)B_2(t), \quad (2.33)$$

где $B_1(t)$ — стоимость облигации в первой валюте;

$B_2(t)$ — стоимость облигации во второй валюте;

$c(t)$ — текущий обменный курс.

Пример 2.18. Безрисковые процентные ставки в Японии и США одинаковы для всех сроков и равны соответственно 4 и 9% (при непрерывном начислении процентов). Финансовый институт согласился получать 5% от 1200 млн. японских йен и платить 8% от 10 млн. долл. США. Обмен платежами должен происходить один раз в год. Определим стоимость данного валютного свопа для финансового института, когда до окончания действия контракта остается 3 года, а текущий обменный курс — 110 йен за 1 долл. США.

Стоимость 3-летней облигации номиналом 1200 млн. йен с купонной ставкой 5% может быть найдена следующим образом:

$$B_1(t) = 60 \cdot e^{-0.04} + 60 \cdot e^{-0.04 \cdot 2} + 1260 \cdot e^{-0.04 \cdot 3} = 1230,55 \text{ млн. йен.}$$

Аналогично, стоимость 3-летней облигации номиналом 10 млн. долл. с купонной ставкой 8% будет равна:

$$B_2(t) = 0,8 \cdot e^{-0.09} + 0,8 \cdot e^{-0.09 \cdot 2} + 10,8 \cdot e^{-0.09 \cdot 3} = 9,6438 \text{ млн. долл.}$$

Тогда стоимость валютного свопа для финансового института:

$$V(t) = B_1(t) - c(t)B_2(t) = 1230,55 - 110 \cdot 9,64386 = 169,725 \text{ млн. йен.}$$

Любой валютный своп можно представить в виде последовательности форвардных контрактов на обмен валюты. В этом случае стоимость валютного свопа для компании X можно найти по формуле:

$$V(t) = \sum_{i=1}^n (q_1 Q_1 - F_i q_2 Q_2) e^{-r^{(1)}(t_i - t)} + (Q_1 - F_n Q_2) \cdot e^{-r^{(1)}(t_n - t)}, \quad (2.34)$$

где $V(t)$ — стоимость валютного свопа для компании X
в момент времени t ;
 t_1, t_2, \dots, t_n — даты обменов платежей;
 $\tilde{r}_i^{(1)}$ — безрисковая процентная ставка в стране
с первой валютой на срок $t_i - t$ лет, $i = 1, 2, \dots, n$;
 F_i — форвардный обменный курс второй валюты
на первую с датой поставки t_i , $i = 1, 2, \dots, n$.

Пример 2.19. Оценим стоимость валютного свопа из примера 2.18 с помощью формулы (2.34).

В данном случае

$q_1 = 0,05$, $Q_1 = 1200$ млн. йен, $q_2 = 0,08$, $Q_2 = 10$ млн. долл.,

$\tilde{r}_1^{(1)} = \tilde{r}_2^{(1)} = \tilde{r}_3^{(1)} = 0,04$, $\tilde{r}_1^{(2)} = \tilde{r}_2^{(2)} = \tilde{r}_3^{(2)} = 0,09$.

Тогда

$$F_1 = 110 \cdot e^{(0,04-0,09) \cdot 1} = 104,635237,$$

$$F_2 = 110 \cdot e^{(0,04-0,09) \cdot 2} = 99,532116,$$

$$F_3 = 110 \cdot e^{(0,04-0,09) \cdot 3} = 94,677877.$$

По формуле (2.34):

$$\begin{aligned} V(t) = & (0,05 \cdot 1200 - 104,635237 \cdot 0,08 \cdot 10) \cdot e^{-0,04 \cdot 1} + \\ & + (0,05 \cdot 1200 - 99,532116 \cdot 0,08 \cdot 10) \cdot e^{-0,04 \cdot 2} + \\ & + (0,05 \cdot 1200 - 94,677877 \cdot 0,08 \cdot 10) \cdot e^{-0,04 \cdot 3} + \\ & + (1200 - 94,677877 \cdot 10) \cdot e^{-0,04 \cdot 3} = 169,73 \text{ млн. йен.} \end{aligned}$$

2.17. Опционы и их основные характеристики

Важнейшим видом так называемых производных ценных бумаг являются **опционы** (*option*). Существуют четыре основных типа опционов:

- европейские опционы «колл» (*call*) и «пут» (*put*);
- американские опционы «колл» и «пут».

Европейский (*European-style*) **опцион «колл» («пут»)** представляет его держателю право купить (продать) определенное количество некоторых активов по заранее установленной **цене исполнения** (*strike/expiration price*) в момент окончания действия контракта.

Американский (*American-style*) **опцион «колл» («пут»)** предоставляет его держателю право купить (продать) определенное количество некоторых активов по заранее установленной цене исполнения в любое время до момента окончания действия контракта.

В опционном контракте всегда присутствуют две стороны: держатель опциона, имеющий право выбора совершить или не совершить ту или иную

операцию (купли или продажи), и сторона, выпустившая или подписавшая опцион, которая обязана совершить указанную операцию, если того пожелает держатель опциона. Так как стороны в опционном контракте не равноправны, то при заключении опционного контракта будущий держатель опциона обязан уплатить противоположной стороне определенную премию. Эта премия, по существу, является ценой опциона.

Говорят, что сторона, купившая опцион, занимает **длинную позицию по опциону** (*long the option*), а сторона, выпустившая или подписавшая опцион, — **короткую позицию** (*short the option*).

Обычно опционный контракт имеет установленную дату окончания своего действия, называемую **датой истечения опциона** (*maturity/expiration date*). Дату фактического выполнения соответствующей операции купли или продажи активов называют **датой исполнения опциона** (*exercise date*). Для европейских опционов момент исполнения всегда совпадает с моментом его истечения. Для американских опционов момент исполнения может наступать до момента его истечения.

Опционные и форвардные контракты являются разновидностями форвардных сделок. Отметим основные различия этих двух видов контрактов.

1. Форвардный контракт — это всегда взаимное обязательство купить (соответственно, продать) определенное количество базисных активов. Держатель же опционного контракта имеет право, а не обязательство купить или продать активы.
2. В момент заключения форвардного контракта обе стороны равноправны и подвергаются одинаковому риску. Поэтому в момент заключения форвардного контракта ни одна из сторон ничего не платит другой стороне. В момент же заключения опционного контракта стороны не равноправны. Одна сторона имеет право выбора купить или продать активы, а другая — обязана выполнить соответствующую операцию по требованию первой стороны. Именно поэтому при заключении опционного контракта первая сторона должна уплатить второй стороне, выпустившей или подписавшей опцион, определенную премию. Эта премия представляет собой плату за риск, которому подвергается сторона с короткой позицией по опциону из-за возможного неблагоприятного изменения цены базисных активов.

Рассмотрим европейский опцион «колл» с датой истечения T при цене исполнения X . Если S_T — цена базисных активов в момент T , то возможны лишь следующие два случая:

- 1) $S_T > X$, 2) $S_T \leq X$.

В первом случае держатель опциона «колл» может купить по цене X активы рыночной стоимостью S_T , большей X . Поэтому держатель опциона исполнит свой опцион, и его выигрыш составит $S_T - X$.

Во втором случае держатель имеет право купить по цене X активы стоимостью S_T , меньшей X . Следовательно, в этом случае держатель опциона «колл» свой опцион исполнять не будет, и его выигрыш равен нулю.

Таким образом, выигрыш держателя опциона «колл» на момент исполнения опциона определяется в виде $\max\{S_T - X, 0\}$. Графическое изображение выигрыша держателя опциона «колл» представлено на рис. 2.10.

Аналогичные рассуждения показывают, что выигрыш держателя европейского опциона «пут» с датой истечения T при цене исполнения X можно записать в виде

$$\max\{X - S_T, 0\}.$$

Графическое изображение выигрыша держателя европейского опциона «пут» представлено на рис. 2.11.

В каждый момент времени t важную роль играет то, как цена исполнения X соотносится со спот-ценой базисных активов S_t . Говорят, что опцион «колл» в данный момент времени t является **опционом «с выигрышем»** (in-

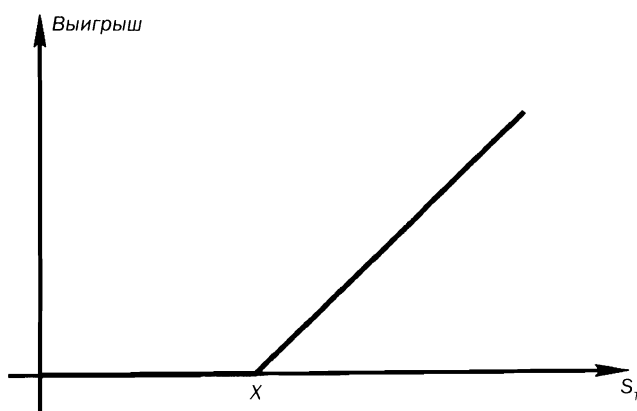


Рис. 2.10. Выигрыш держателя опциона «колл»

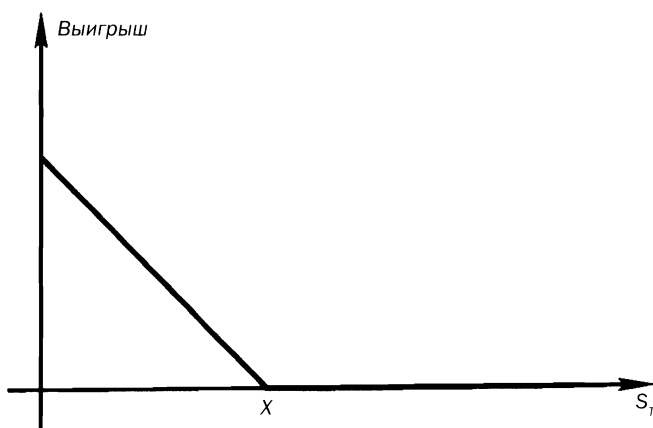


Рис. 2.11. Выигрыш держателя опциона «пут»

the-money), «без выигрыша» (at-the-money) или «с проигрышем» (out-of-the-money), если соответственно:

$$S_T > X, S_T = X, S_T < X.$$

Аналогично опцион «пут» является опционом «с выигрышем», «без выигрыша» или «с проигрышем», если соответственно:

$$S_T < X, S_T = X, S_T > X.$$

2.18. Арбитражные соотношения для европейских опционов

Рассматриваются два рынка: спот-рынок некоторых активов и рынок опционов на эти активы.

Будем считать, что выполняются следующие условия:

- рынки являются совершенными (см. разд. 2.1.);
- можно неограниченно брать ссуды или кредитовать под соответствующую (по срокам) безрисковую процентную ставку;
- отсутствуют прибыльные арбитражные возможности.

1. Если c и p — стоимости европейских опционов «колл» и «пут» соответственно на одни и те же активы с ценой исполнения X при дате истечения T , то имеет место паритет цен:

$$c - p = S - D - X \cdot e^{-\tilde{r}(T-t)}, \quad (2.35)$$

где t — текущий момент времени;

S — стоимость базисных активов в момент t ;

D — приведенное значение доходов, поступающих от активов за время от t до T ,

\tilde{r} — безрисковая процентная ставка при непрерывном начислении по инвестициям на $T - t$ лет.

Зная цену европейского опциона «колл» («пут»), паритет цен европейских опционов позволяет оценить стоимость аналогичного по всем параметрам европейского опциона «пут» («колл»). Кроме того, если паритет цен европейских опционов не соблюдается, то должны существовать прибыльные арбитражные стратегии.

Пример 2.20. Цена 6-месячного опциона «колл» на акцию с ценой исполнения 30 долл. равна 2 долл. Текущая цена акции — 29 долл., дивиденды по акции в размере 0,5 долл. ожидаются через 2 и 5 месяцев. Оценим стоимость аналогичного опциона «пут», если безрисковая процентная ставка (при непрерывном начислении) для всех сроков равна 10%.

В данном случае

$$X = 30 \text{ долл.}, S = 29 \text{ долл.}, T - t = \frac{6}{12}, \tilde{r} = 0,1;$$

$$D = 0,5 \cdot e^{-0,1 \cdot \frac{2}{12}} + 0,5 \cdot e^{-0,1 \cdot \frac{5}{12}} = 0,97 \text{ долл.}$$

В силу паритета цен европейских опционов (2.35) имеем равенство:

$$2 - p = 29 - 0,97 - 30e^{-0,1 \cdot \frac{6}{12}}.$$

Откуда $p = 2,51$ долл.

Если же рыночная цена европейского опциона «пут» окажется равной 2,10 долл., то прибыльную арбитражную стратегию можно построить следующим образом.

Так как рыночная цена опциона «пут» оказалась заниженной (2,10 долл. < 2,51 долл.), то этот опцион следует купить. Чтобы стратегия стала безрисковой, одновременно покупаются базисные активы и производится продажа опциона «колл». Для финансирования этих операций необходимо взять ссуду в размере

$$S + p^{\text{рын}} - c = 29 + 2,10 - 2,00 = 29,10 \text{ долл.}$$

на срок в 6 месяцев под безрисковую процентную ставку 10%.

Данная стратегия, очевидно, является безрисковой и не требует начальных затрат от инвестора, а в момент исполнения опционов инвестором будет получена прибыль:

$$\begin{aligned} X + D \cdot e^{\tilde{r} \cdot \frac{6}{12}} - (S + p^{\text{рын}} - c) \cdot e^{\tilde{r} \cdot \frac{6}{12}} &= 30 + 0,97 \cdot e^{0,1 \cdot \frac{6}{12}} - 29,10 \cdot e^{0,1 \cdot \frac{6}{12}} = \\ &= 0,43 \text{ долл.} \left(= (2,51 - 2,10) \cdot e^{0,1 \cdot \frac{6}{12}} \right). \end{aligned}$$

Для европейских опционов на активы с постоянной дивидендной доходностью \tilde{q} паритет цен принимает следующий вид:

$$c - p = S \cdot e^{-\tilde{q}(T-t)} - Xe^{-\tilde{r}(T-t)}. \quad (2.36)$$

2. В любой момент времени t до даты истечения европейских опционов на активы с известными доходами должны соблюдаться следующие ограничения:

$$\max\{S - D - Xe^{-\tilde{r}(T-t)}, 0\} < c < S - D; \quad (2.37)$$

$$\max\{Xe^{-\tilde{r}(T-t)} + D - S, 0\} < p < Xe^{-\tilde{r}(T-t)}, \quad (2.38)$$

где S — цена базисных активов;
 X — цена исполнения опционов;
 T — дата истечения опционов;

D — приведенное значение доходов, поступающих от базисных активов за время от t до T ;

\tilde{r} — безрисковая процентная ставка на срок $T - t$ лет.

Если не соблюдается одно из условий (2.37) или (2.38), то на рынке должны существовать прибыльные арбитражные стратегии.

Пример 2.21. Рассмотрим 10-месячный европейский опцион «колл» на акцию, по которой через 4 и 8 месяцев ожидаются дивиденды в размерах 2 и 3 долл. соответственно. Определим нижнюю и верхнюю границы для стоимости опциона с ценой исполнения 96,60 долл., если цена базисной акции составляет 100 долл., а безрисковые процентные ставки (при непрерывном начислении) на 4, 8 и 10 месяцев равны 6, 6,5 и 7% соответственно.

В данном случае

$$X = 96,60 \text{ долл.}, S = 100 \text{ долл.}, T - t = \frac{10}{12}, \tilde{r} = 0,07,$$

$$D = 2 \cdot e^{-0,06 \cdot \frac{4}{12}} + 3e^{-0,065 \cdot \frac{8}{12}} = 4,83 \text{ долл.}$$

Из неравенства (2.37) следует, что

$$4,04 \text{ долл.} = 100 - 4,83 - 96,60 \cdot e^{-0,07 \cdot \frac{10}{12}} < c < 100 - 4,83 = 95,17 \text{ долл.}$$

Таким образом, при отсутствии прибыльных арбитражных возможностей цена европейского опциона «колл» должна находиться между 4,04 и 95,17 долл.

Если же рыночная цена данного опциона «колл» окажется равной 3,00 долл., то инвестор может: купить опцион «колл», произвести короткую продажу акции и полученные средства $S - c^{\text{рын}} = 100 - 3 = 97$ инвестировать на 10 месяцев под безрисковую процентную ставку 7%. В момент истечения опциона инвестор либо купит акцию на спот-рынке (если $S_T < X$), либо купит ее по цене X , согласно опционному контракту, и, компенсировав недополученные дивиденды, вернет ее прежнему владельцу.

Прибыль инвестора на момент T составит не менее чем

$$97 \cdot e^{0,07 \cdot \frac{10}{12}} - 96,60 - 4,83e^{0,07 \cdot \frac{10}{12}} = 1,11 \text{ долл.}$$

Построенная стратегия, очевидно, является прибыльной арбитражной стратегией.

Для европейских опционов на активы с постоянной дивидендной доходностью \tilde{q} неравенства (2.37) и (2.38) принимают вид:

$$\max \{ Se^{-\tilde{q}(T-t)} - X \cdot e^{-\tilde{r}(T-t)}, 0 \} < c < S \cdot e^{-\tilde{q}(T-t)},$$

$$\max \{ Xe^{-\tilde{r}(T-t)} - Se^{-\tilde{q}(T-t)}, 0 \} < p < Xe^{-\tilde{r}(T-t)}.$$

3. Если c_1, c_2 (p_1, p_2) — стоимости европейских опционов «колл» (соответственно, опционов «пут») на одни и те же активы с ценами исполнения X_1, X_2 ($X_1 < X_2$) при дате истечения T , то

$$c_1 > c_2, c_1 + X_1 e^{-\tilde{r}(T-t)} < c_2 + X_2 e^{-\tilde{r}(T-t)};$$

$$p_1 < p_2, -p_1 + X_1 e^{-\tilde{r}(T-t)} < -p_2 + X_2 e^{-\tilde{r}(T-t)},$$

где \tilde{r} — безрисковая процентная ставка на срок $T - t$ при непрерывном начислении.

Важно отметить, что чем больше цена исполнения, тем меньше цена европейского опциона «колл» и тем больше цена европейского опциона «пут».

4. Если даны три европейских опциона «колл» («пут») на одни и те же активы с ценами исполнения X_1, X_2 и X_3 соответственно, причем

$$X_1 < X_2 < X_3, X_2 = \lambda X_1 + (1 - \lambda)X_3, \lambda > 0,$$

то

$$c_2 < \lambda c_1 + (1 - \lambda)c_3, (p_2 < \lambda p_1 + (1 - \lambda)p_3).$$

Данное утверждение позволяет сравнивать цены европейских опционов с разными ценами исполнения, но одинаковыми остальными характеристиками.

2.19. Основные арбитражные утверждения об американских опционах

Основное отличие американского опциона от соответствующего европейского опциона состоит в том, что американский опцион может быть исполнен в любое время, вплоть до даты его истечения. В силу этого цены американских опционов могут значительно отличаться от цен аналогичных европейских опционов.

Если спот-рынок базисных активов и рынок опционов на эти активы удовлетворяют условиям, приведенным в разд. 2.17, то имеют место следующие утверждения:

1. Стоимость американского опциона не может быть ниже стоимости аналогичного европейского опциона, т. е. $C \geq c, P \geq p$.

Действительно, у держателя американского опциона всегда больше возможностей получить прибыль, чем у держателя аналогичного европейского опциона. Поэтому держатель американского опциона должен платить за опцион не меньше, чем держатель аналогичного европейского опциона.

2. Американский опцион «колл» на активы, не приносящие доходов, никогда не желательно исполнять досрочно, т. е. до даты его истечения. Это, в частности, означает, что цена американского опциона «колл» на активы, не приносящие доходов, должна совпадать со стоимостью аналогичного европейского опциона.

Американский опцион «пут» даже на активы, не приносящие доходов, часто имеет смысл исполнить досрочно.

3. Если C и P — стоимости американских опционов «колл» и «пут» соответственно на одни и те же активы с ценой исполнения X , то при безрисковой процентной ставке, не зависящей от сроков инвестиции:

$$S - D - X \leq C - P \leq S - X \cdot e^{-\tilde{r}(T-t)}, \quad (2.39)$$

где S — стоимость базисных активов в текущий момент времени t ;
 T — дата истечения опционов;
 D — приведенное значение доходов, поступающих от базисных активов за время от t до T ;
 \tilde{r} — безрисковая процентная ставка при непрерывном начислении.

Пример 2.22. Стоимость 8-месячного американского опциона «пут» на акцию, по которой через 2 и 6 месяцев ожидаются дивиденды в размере 1 долл., равна 2 долл. Цена исполнения опциона 50 долл. Определим границы для стоимости аналогичного американского опциона «колл», если текущая цена опциона 52 долл., а безрисковая процентная ставка для всех сроков равна 8%.

В данном случае

$$T - t = \frac{8}{12}; X = 50 \text{ долл.}; S = 52 \text{ долл.}; \tilde{r} = 0,08; P = 2 \text{ долл.};$$

$$D = 1 \cdot e^{-0,08 \cdot \frac{2}{12}} + 1 \cdot e^{-0,08 \cdot \frac{6}{12}} = 1,95 \text{ долл.}$$

В силу неравенства (2.39) имеем

$$52 - 1,95 - 50 \leq C - 2 \leq 52 - 50 \cdot e^{-0,08 \cdot \frac{8}{12}}.$$

Следовательно,

$$2,05 \text{ долл.} \leq C \leq 6,60 \text{ долл.}$$

Если же рыночная цена американского опциона «колл» окажется больше 6,60 долл. или меньше 2,05 долл., то должна существовать прибыльная арбитражная возможность.

2.20. Основные стратегии с использованием европейских опционов

2.20.1. Простейшие стратегии

Простейшими стратегиями принято считать стратегии, в которых наряду с покупкой или продажей некоторых активов занимается та или иная позиция по европейскому опциону на эти активы.

Если инвестор покупает некоторые активы и одновременно покупает европейский опцион «пут» на эти активы, то на момент истечения опциона T прибыль инвестора составит:

$$S_T + D \cdot e^{\bar{r}(T-t)} + \max\{X - S_T, 0\} - S \cdot e^{\bar{r}(T-t)} - p \cdot e^{\bar{r}(T-t)} =$$

$$= \begin{cases} X + (D - S - p) \cdot e^{\bar{r}(T-t)}, & \text{если } S_T \leq X, \\ S_T + (D - S - p) \cdot e^{\bar{r}(T-t)}, & \text{если } S_T > X. \end{cases}$$

Зависимость прибыли инвестора от спот-цены активов на момент истечения опциона показана на рис. 2.12.

Таким образом, при данной стратегии убытки инвестора ограничены, а прибыль может быть сколь угодно большой.

При покупке базисных активов и короткой позиции по европейскому опциону «колл» прибыль инвестора на момент истечения опциона оценивается следующим образом (рис. 2.13):

$$S_T + D \cdot e^{\bar{r}(T-t)} - \max\{S_T - X, 0\} - S \cdot e^{\bar{r}(T-t)} + c \cdot e^{\bar{r}(T-t)} =$$

$$= \begin{cases} S_T + (D - S + c) \cdot e^{\bar{r}(T-t)}, & \text{если } S_T \leq X, \\ X + (D - S + c) \cdot e^{\bar{r}(T-t)}, & \text{если } S_T > X. \end{cases}$$

В данном случае убытки незначительны, но и возможная прибыль ограничена сверху.

Если инвестор произведет короткую продажу базисных активов, одновременно заняв длинную позицию по европейскому опциону «колл» на эти активы, то его прибыль на момент истечения опциона составит (рис. 2.14):

$$S \cdot e^{\bar{r}(T-t)} + \max\{S_T - X, 0\} - S_T - D \cdot e^{\bar{r}(T-t)} - c \cdot e^{\bar{r}(T-t)} =$$

$$= \begin{cases} -S_T + (S - D - c) \cdot e^{\bar{r}(T-t)}, & \text{если } S_T \leq X, \\ -X + (S - D - c) \cdot e^{\bar{r}(T-t)}, & \text{если } S_T > X. \end{cases}$$

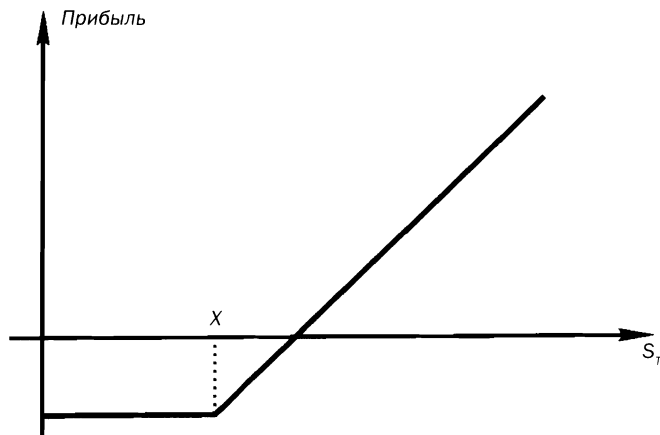


Рис. 2.12. Прибыль по длинной позиции по базисному активу и опциону «пут»

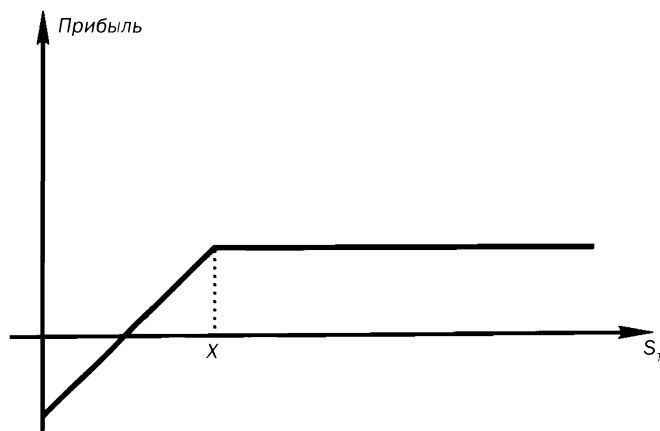


Рис. 2.13. Прибыль по длинной позиции по базисному активу и короткой позиции по опциону «колл»

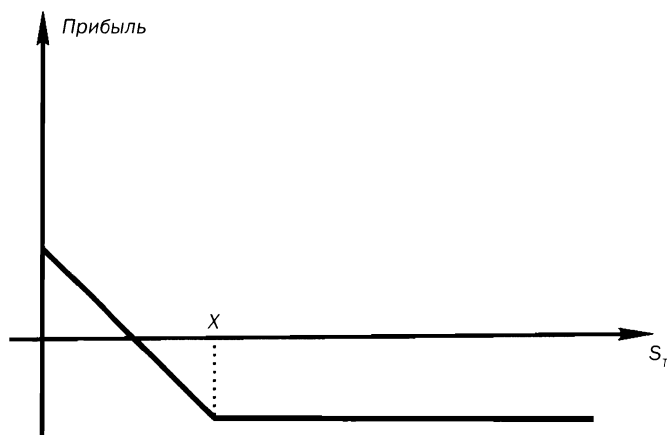


Рис. 2.14. Прибыль по короткой позиции по базисному активу и длинной позиции по опциону «колл»

Аналогично можно определить прибыль инвестора при короткой продаже базисных активов и короткой позиции по европейскому опциону «пут» на эти активы. Зависимость прибыли от спот-цены активов на момент истечения опциона изображена на рис. 2.15.

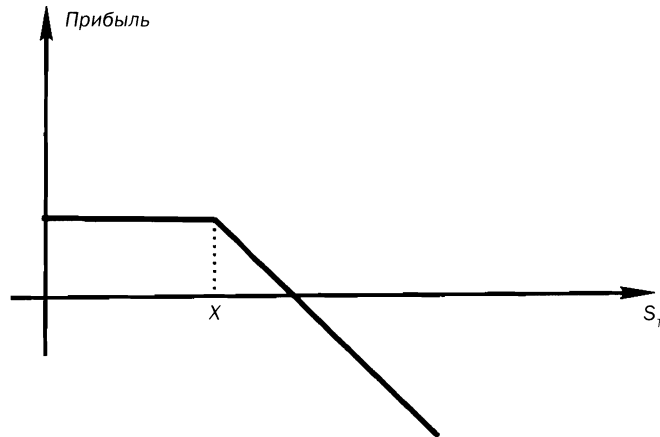


Рис. 2.15. Прибыль по короткой позиции по базисному активу и короткой позиции по опциону «пут»

2.20.2. Спреды опционов

Стратегии, в которых используются только европейские опционы одного и того же вида (и на одни и те же активы), называют **спредами опционов** (*option spread*).

Спред «быков» (*bull spread*) состоит из длинной позиции по европейскому опциону «колл» (или «пут») с ценой исполнения X_1 и из короткой позиции по европейскому опциону «колл» («пут») с ценой исполнения X_2 , где $X_2 > X_1$, при одной и той же дате истечения этих опционов.

Если спред «быков» составлен из опционов «колл», то прибыль инвестора на момент истечения опционов можно найти следующим образом:

$$\begin{aligned}
 & (c_2 - c_1) \cdot e^{\tilde{r}(T-t)} + \max\{S_T - X_1, 0\} - \max\{S_T - X_2, 0\} = \\
 & = \begin{cases} (c_2 - c_1) \cdot e^{\tilde{r}(T-t)}, & \text{если } 0 \leq S_T \leq X_1, \\ S_T - X_1 + (c_2 - c_1) \cdot e^{\tilde{r}(T-t)}, & \text{если } X_1 < S_T \leq X_2, \\ X_2 - X_1 + (c_2 - c_1) \cdot e^{\tilde{r}(T-t)}, & \text{если } S_T > X_2. \end{cases}
 \end{aligned}$$

Так как $c_2 > c_1$, а $X_2 - X_1 + (c_2 - c_1) \cdot e^{\tilde{r}(T-t)} > 0$ (см. разд. 2.17), то зависимость прибыли инвестора на момент истечения опционов от спот-цены активов в этот момент времени имеет вид, изображенный на рис. 2.16.

Спред «быков» применяется при игре на повышение, когда инвестор считает, что цена базисных активов значительно вырастет к моменту истечения опционов.

Спред «медведей» (*bear spread*) состоит из короткой позиции по европейскому опциону «колл» (или «пут») с ценой исполнения X_1 и из длинной позиции по европейскому опциону «колл» («пут») с ценой исполнения X_2 , где $X_2 > X_1$, при одной и той же дате истечения этих опционов.

Зависимость прибыли от спот-цены активов при спреде «медведей» показана на рис. 2.17.

Спред «медведей» применяется при игре на понижение.

Спред «бабочка» (*butterfly spread*) состоит из длинных позиций по европейским опционам «колл» (или «пут») с ценой исполнения X_1 и X_3 , где $X_1 < X_3$, и двух коротких позиций по европейскому опциону «колл» («пут») с ценой исполнения $X_2 = \frac{X_1 + X_3}{2}$ (все опционы имеют одну и ту же дату истечения).

Зависимость прибыли от спот-цены активов при спреде «бабочка» изображена на рис. 2.18.

Спред «бабочка» применяется, когда инвестор считает, что в момент истечения опционов спот-цена активов будет близкой к X_2 .

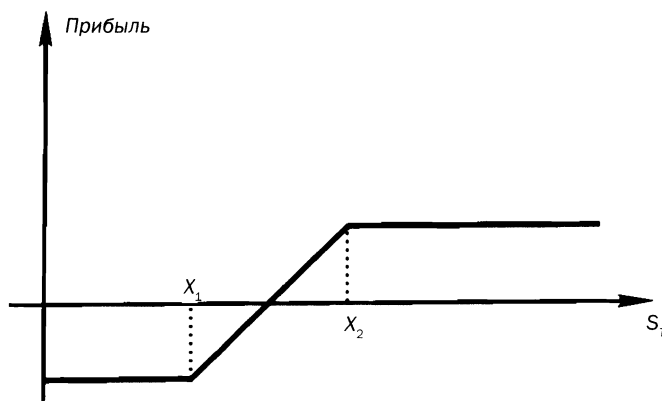


Рис. 2.16. Спред «быков»

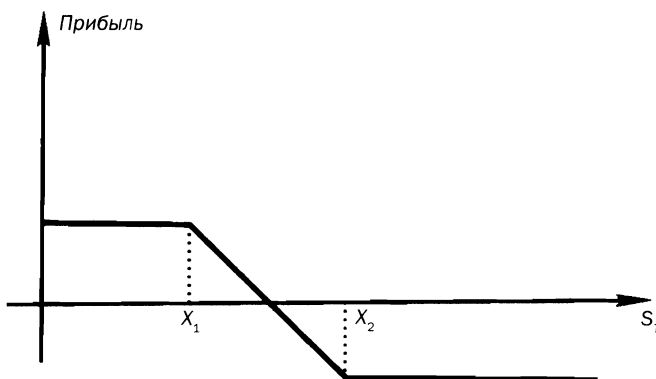


Рис. 2.17. Спред «медведей»

Стратегии, в которых используются европейские опционы одного и того же вида при одной и той же цене исполнения, но с разными датами истечения, называют **календарными спредами** (*calendar spread*).

Например, рассмотрим календарный спред, состоящий из короткой позиции по европейскому опциону «колл» с датой истечения T_1 и длинной позиции по европейскому опциону «колл» с датой истечения T_2 , где $T_2 > T_1$.

Прибыль инвестора от данной стратегии на момент времени T_1 может быть найдена следующим образом:

$$(c_1 - c_2) \cdot e^{r(T-t)} - \max\{S_T - X, 0\} + c_2^{T_1}(S_T),$$

где $c_2^{T_1}(S_T)$ — стоимость европейского опциона «колл» с датой истечения T_2 в момент времени T_1 при условии, что спот-цена активов в этот момент времени равна S_T (рис. 2.19).

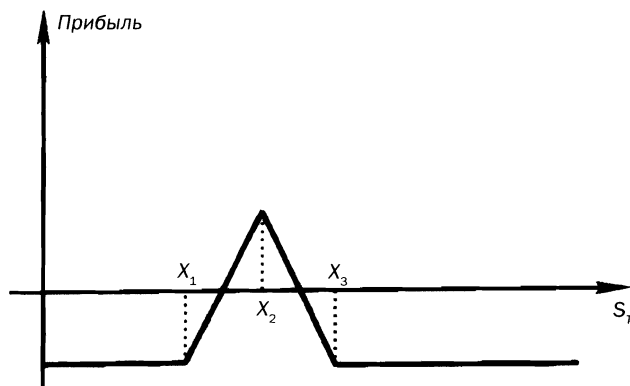


Рис. 2.18. Спред «бабочка»

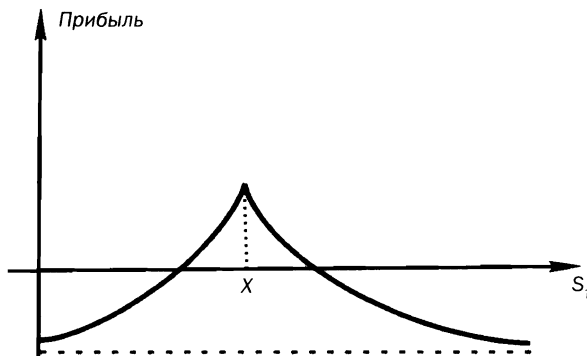


Рис. 2.19. Календарный спред

2.20.3. Комбинации опционов

Стратегии, в которых используются европейские опционы разных видов на одни и те же активы при одной и той же дате истечения, называют **комбинациями опционов**.

Стратегия «**стрэдл**» (*straddle*) состоит из длинных позиций по европейским опционам «колл» и «пут» с одной ценой исполнения X .

Зависимость прибыли инвестора на момент истечения опционов от спот-цены активов в этот момент изображена на рис. 2.20.

Стратегия «стрэдл» применяется, когда инвестор ожидает, что спот-цена активов может значительно отклониться от цены исполнения опционов, но не знает, в какую сторону произойдет это отклонение.

Стратегия «**стрип**» (*strip*) состоит из длинных позиций по одному европейскому опциону «колл» и двум европейским опционам «пут» с одной и той же ценой исполнения X , в то время как стратегия «**стрэп**» (*strap*) состоит из длинных позиций по двум европейским опционам «колл» и одному европейскому опциону «пут» (рис. 2.21 и 2.22).

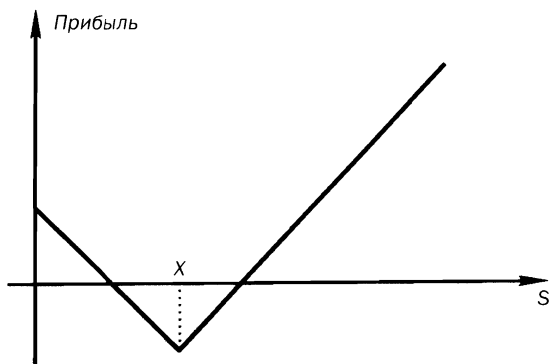


Рис. 2.20. Комбинация «стрэдл»

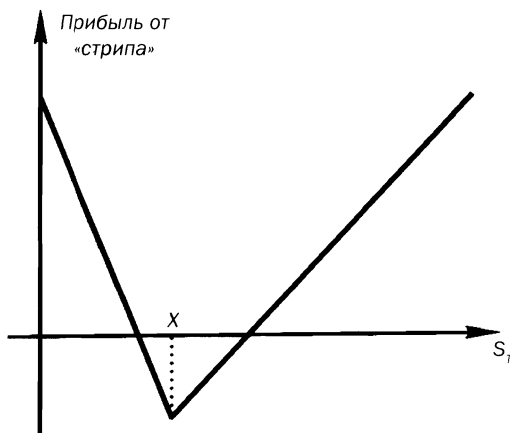


Рис. 2.21. Комбинация «стрип»

Стратегия «стрип» («стрэп») применяется, когда инвестор считает, что спот-цена активов значительно отклонится от цены исполнения опционов, причем более вероятным является понижение (соответственно, повышение) этой цены.

Каков бы ни был прогноз инвестора о будущей спот-цене активов, занимаемая те или иные позиции на спот-рынке активов и на рынке европейских опционов, он может построить стратегию под свой прогноз.

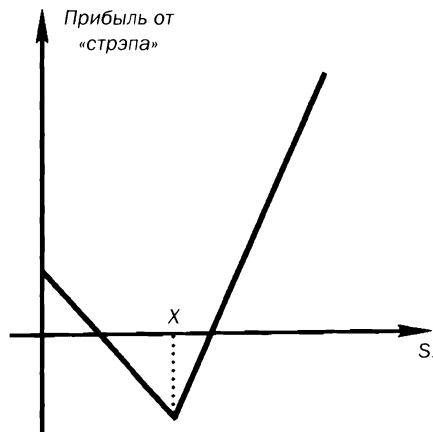


Рис. 2.22. Комбинация «стрэп»

2.21. Простейшая модель оценки производных финансовых инструментов «европейского типа»

Финансовый инструмент называется инструментом «европейского типа» (*European-style*), производным от некоторых базисных активов, если существует функция $F(z)$, такая, что в определенный будущий момент времени T стоимость финансового инструмента равна $F(S_T)$, где S_T — стоимость базисных активов в момент времени T .

В этом случае функция $F(z)$ называется платежной функцией производного финансового инструмента. Например, для европейских опционов «колл» и «пут» платежные функции имеют вид:

$$F_c(z) = \max\{z - X, 0\}, \quad F_p(z) = \max\{X - z, 0\}$$

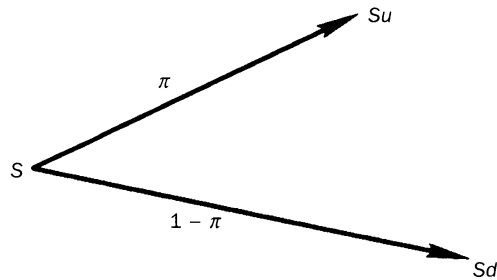
соответственно, где X — цена исполнения опционов.

Предположим, что базисные активы обладают постоянной дивидендной доходностью q , а их стоимость определяется следующей одноэтапной биномиальной моделью:

$$S_i = S; \\ S_T = \begin{cases} Su & \text{с вероятностью } \pi, \\ Sd & \text{с вероятностью } 1 - \pi, \end{cases}$$

где $u > 0$, $0 < d < 1$.

Иными словами, в начальный момент времени стоимость базисных активов известна и равна S , а к моменту T она может подняться до S_u с вероятностью π или упасть до S_d с вероятностью $1 - \pi$.



Нетрудно заметить, что при отсутствии прибыльных арбитражных возможностей на спот-рынке базисных активов должно выполняться неравенство

$$d < \left(\frac{1+r}{1+q} \right)^{T-t} < u, \quad (2.40)$$

где r — безрисковая процентная ставка на срок $T - t$ лет.

Рассмотрим финансовый инструмент «европейского типа», производный от рассматриваемых базисных активов, платежная функция которого $F(z)$.

В начальный момент времени t сформируем инвестиционный портфель, состоящий из покупки базисных активов и короткой продажи x производных финансовых инструментов на эти активы. Начальные затраты на данный портфель составят

$$S - x\P,$$

где Π — начальная стоимость одного производного инструмента.

Доход инвестора на момент T определяется следующим образом:

$$\begin{cases} Su(1+q)^{T-t} - xF(Su) & \text{с вероятностью } \pi, \\ Sd(1+q)^{T-t} - xF(Sd) & \text{с вероятностью } 1 - \pi. \end{cases}$$

Если число x подобрать так, чтобы

$$Su(1+q)^{T-t} - xF(Su) = Sd(1+q)^{T-t} - xF(Sd), \quad (2.41)$$

то, что бы ни случилось на рынке, доход инвестора будет один и тот же, т. е. стратегия окажется безрисковой. Так как по условию прибыльные арбитражные возможности отсутствуют, то доходность инвестиционного портфеля должна совпадать с безрисковой процентной ставкой, т. е.

$$(S - x\P) \cdot (1+r)^{T-t} = Su(1+q)^{T-t} - xF(Su) \quad (2.42)$$

при x , определяемом соотношением (2.41).

Выразив x из равенства (2.41) и подставив его в соотношение (2.42), получим:

$$\Pi = \frac{1}{(1+r)^{T-t}} \{ \pi^* F(S_u) + (1 - \pi^*) F(S_d) \},$$

$$\text{где } \pi^* = \frac{\left(\frac{1+r}{1+q} \right)^{T-t} - d}{u - d}. \quad (2.43)$$

Из неравенства (2.40) следует, что $0 < \pi^* < 1$. Кроме того, выполняется равенство

$$Su(1+q)^{T-t} \cdot \pi^* + Sd(1+q)^{T-t} (1 - \pi^*) = S(1+r)^{T-t}.$$

Это означает, что ожидаемая доходность инвестиции в базисные рискованные активы совпадает с безрисковой процентной ставкой, если в исходной одноэтапной биномиальной модели вероятность подъема цены активов равна π^* . Следовательно, π^* можно интерпретировать, как вероятность подъема цены базисных активов в **мире, нейтральном к риску*** (*risk-neutral world*). В этом случае равенство (2.43) можно переписать в следующем виде:

$$\Pi = \frac{\overline{F(S_T)}}{(1+r)^{T-t}}, \quad (2.44)$$

где $\overline{F(S_T)}$ — ожидаемая конечная стоимость производного финансового инструмента «европейского типа» в мире, нейтральном к риску.

Пример 2.23. Текущий обменный курс фунта стерлингов — 1,6 долл. США за один фунт. Инвестор считает, что через четыре месяца обменный курс может подняться до 1,64 долл. или упасть до 1,56 долл. Оценим стоимость 4-месячных европейских опционов «колл» и «пут» на 1000 фунтов стерлингов при цене исполнения 1,6, считая, что безрисковые процентные ставки на 4 месяца в США и в Англии равны 6 и 5% соответственно.

Иностранную валюту можно рассматривать как актив с постоянной дивидендной доходностью, равной безрисковой процентной ставке в стране, где действует эта валюта.

Следовательно, в нашем примере:

$$r = 0,06; q = 0,05; X = 1,6 \text{ долл.}; S = 1,6 \text{ долл.}; T - t = \frac{4}{12};$$

$$u = \frac{1,64}{1,6} = 1,025; d = \frac{1,56}{1,6} = 0,975.$$

* Когда инвесторы не требуют премии за риск при инвестициях в рискованные активы.

Вероятность подъема обменного курса в мире, нейтральном к риску, находится следующим образом:

$$\pi^* = \frac{\left(\frac{1,06}{1,05}\right)^{12} - 0,975}{1,025 - 0,975} = 0,5633.$$

Платежная функция европейского опциона «колл» имеет вид:

$$F_c(z) = \max\{z - X, 0\}.$$

Следовательно,

$$F_c(S_u) = F_c(1,64) = \max\{1,64 - 1,6; 0\} = 0,04;$$

$$F_c(S_d) = F_c(1,56) = \max\{1,56 - 1,6; 0\} = 0.$$

Тогда

$$c = \frac{1}{(1,06)^{12}} [0,5633 \cdot 0,04 + (1 - 0,5633) \cdot 0] \cdot 1000 = 22,10 \text{ долл.}$$

Платежная функция европейского опциона «пут» имеет вид:

$$F_p(z) = \max\{X - z, 0\}.$$

Тогда

$$F_p(S_u) = F_p(1,64) = \max\{1,60 - 1,64; 0\} = 0;$$

$$F_p(S_d) = F_p(1,56) = \max\{1,60 - 1,56; 0\} = 0,04$$

и

$$p = \frac{1}{(1,06)^{12}} [0,5633 \cdot 0 + (1 - 0,5633) \cdot 0,04] \cdot 1000 = 17,13 \text{ долл.}$$

2.22. Биномиальная модель для оценки стоимости производных финансовых инструментов

Будем считать, что базисные активы обладают постоянной дивидендной доходностью, равной q , а их стоимость на временном промежутке $[t_0, T]$ определяется геометрическим броуновским движением, заданным условиями:

$$dS_t = (aS_t)dt + (\sigma S_t)dw_t, \quad (2.45)$$

$$S_t = S, \quad (2.46)$$

где a — коэффициент смещения;

σ — волатильность;

$w_t = w(w, \tau)$ — винеровский случайный процесс (см. разд. 1.27.3).

Временной промежуток $[t, T]$ разобьем на n равных частей точками

$$t, t + h_n, \dots, t + kh_n, \dots, t + nh_n = T, \quad h_n = \frac{T - t}{n},$$

и построим n -этапную биномиальную модель со следующими параметрами (см. разд. 1.27.2):

$$u_n = e^{\sigma\sqrt{h_n}}, \quad d_n = e^{-\sigma\sqrt{h_n}}, \quad \pi_n = \frac{e^{r h_n} - d_n}{u_n - d_n}.$$

Биномиальная модель изображена на рис. 2.23. Можно доказать, что при возрастании числа этапов в биномиальной модели случайный процесс, определяемый этой моделью, будет на временном промежутке $[t, T]$ стремиться к геометрическому броуновскому движению, заданному условиями (2.45) и (2.46).

Рассмотрим теперь финансовый инструмент «европейского типа», производный от рассматриваемых базисных активов, стоимость которого в момент времени T определяется платежной функцией $F(z)$. Обозначим через $\Pi_k(i)$, $k = 0, 1, 2, \dots, n$, $i = 0, 1, 2, \dots, k$, стоимость производного финансового инструмента в момент времени $t + kh_n$ при условии, что до этого момента времени цена базисных активов поднималась i раз. Тогда $\Pi_0(0)$ — это искомая стоимость производного инструмента в момент времени t , а

$$\Pi_n(i) = F(Su_n^i d_n^{n-i}), \quad i = 0, 1, 2, \dots, n.$$

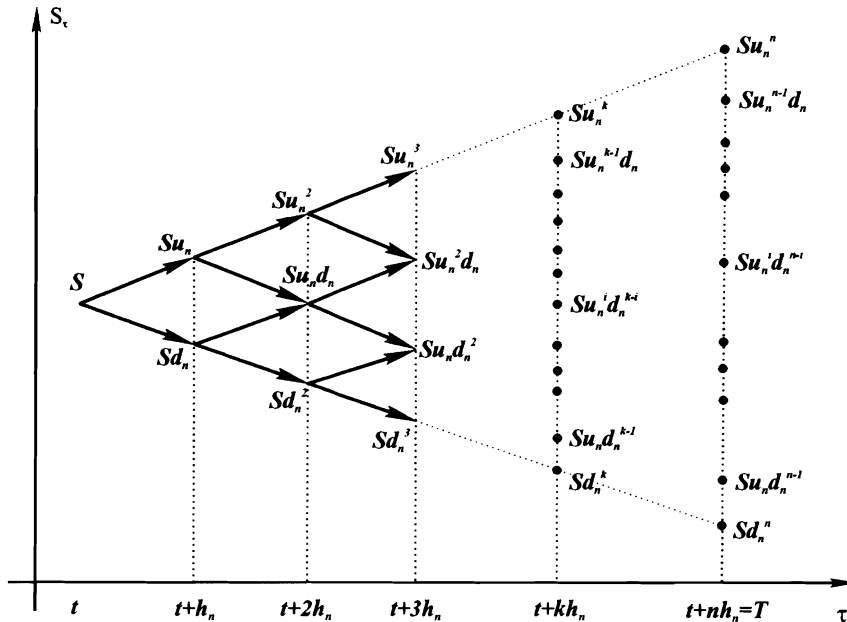
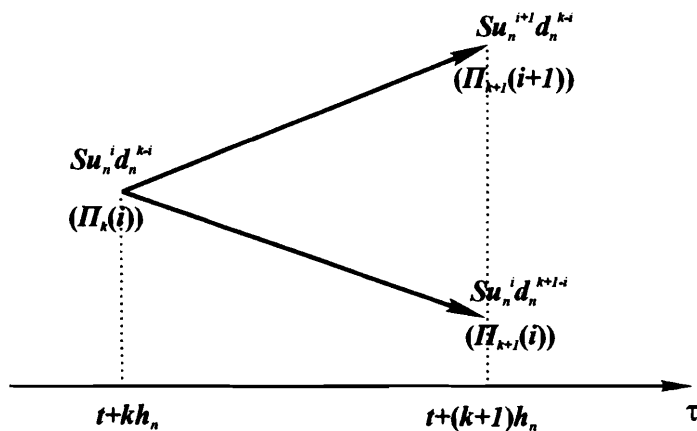


Рис. 2.23. Биномиальная n -этапная модель

Если до момента времени $t + kh_n$ цена базисных активов поднималась i раз, то в этот момент времени она окажется равной $Su_n^i d_n^{k-i}$, а стоимость производного инструмента — $\Pi_k(i)$. К моменту времени $t + (k+1)h_n$ цена базисных активов может подняться до $Su_n^{i+1} d_n^{k-i} = (Su_n^i d_n^{k-i})u_n$ с вероятностью π_n или опуститься до $Su_n^i d_n^{k+1-i} = (Su_n^i d_n^{k-i})d_n$ с вероятностью $1 - \pi_n$, а стоимость производного инструмента сможет принять только два значения: $\Pi_{k+1}(i+1)$ и $\Pi_{k+1}(i)$. Это означает, что мы находимся в условиях простейшей модели, рассмотренной в предыдущем разделе.



Из соотношения (2.43) следует, что

$$\Pi_k(i) = \frac{1}{(1+r)^{h_n}} \left\{ \pi_n^* \cdot \Pi_{k+1}(i+1) + (1 - \pi_n^*) \Pi_{k+1}(i) \right\}, \quad (2.47)$$

где $k = 0, 1, 2, \dots, n-1$; $i = 0, 1, 2, \dots, k$;

$$\pi_n^* = \frac{\left(\frac{1+r}{1+q} \right)^{h_n} - d_n}{u_n - d_n} \quad \text{— вероятность одного подъема цены базисных активов в мире, нейтральном к риску.}$$

Так как значения $\Pi_n(i)$ известны при всех $i = 0, 1, 2, \dots, n$, то равенство (2.47) позволяет последовательно найти:

$$\Pi_{n-1}(i), i = 0, 1, 2, \dots, n-1; \Pi_{n-2}(i), i = 0, 1, \dots, n-2; \dots; \Pi_0(0) = \Pi,$$

т. е. в конце концов найти искомую начальную стоимость производного финансового инструмента.

Кроме того, с помощью равенства (2.47) нетрудно показать, что

$$\Pi = \frac{\overline{F(S_T)}}{(1+r)^{T-t}}, \quad (2.48)$$

где $\overline{F(S_T)}$ — ожидаемая конечная стоимость производного финансового инструмента в мире, нейтральном к риску.

Пример 2.24. Рассмотрим 3-месячный европейский опцион «пут» на акцию с постоянной дивидендной доходностью $q = 8\%$ при цене исполнения 51 долл., когда цена акции 52 долл., безрисковая процентная ставка (для всех сроков) 12%, а волатильность цены акции оценивается в 30%.

В данном случае

$$X = 51 \text{ долл.}, S = 52 \text{ долл.}, T - t = \frac{3}{12}, r = 0,12, q = 0,08, \sigma = 0,3.$$

Для оценки стоимости опциона построим 3-этапную биномиальную модель (рис. 2.24) с параметрами:

$$u_3 = e^{\sigma\sqrt{h_3}} = e^{0,3\sqrt{\frac{1}{12}}} = 1,090, d_3 = e^{-\sigma\sqrt{h_3}} = e^{-0,3\sqrt{\frac{1}{12}}} = 0,917.$$

Нетрудно определить значение стоимости европейского опциона «пут» через 3 месяца (соответствующие значения указаны на рис. 2.24):

$$\Pi_3(3) = \max\{51 - 67,342; 0\} = 0; \Pi_3(2) = \max\{51 - 56,68; 0\} = 0;$$

$$\Pi_3(1) = \max\{51 - 47,706; 0\} = 3,294; \Pi_3(0) = \max\{51 - 40,154; 0\} = 10,846.$$

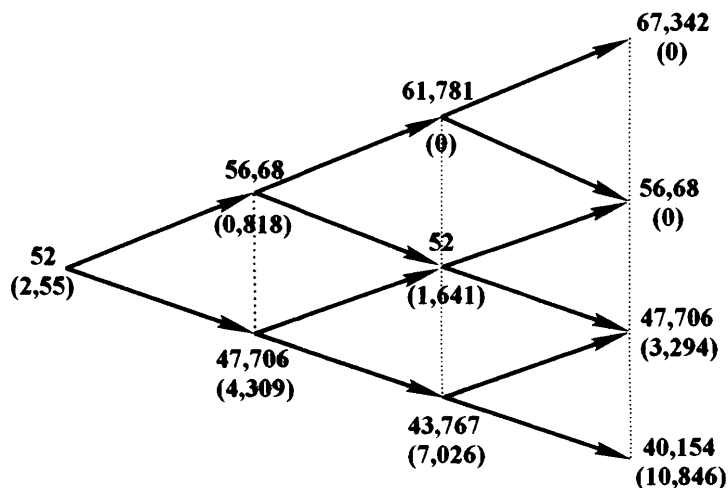


Рис. 2.24. Трехэтапная биномиальная модель

Чтобы найти значение стоимости опциона через два месяца, вычислим вероятность одного подъема цены акции в мире, нейтральном к риску:

$$\pi_3^* = \frac{\left(\frac{1 + 0,12}{1 + 0,08} \right)^{\frac{1}{12}} - 0,917}{1,090 - 0,917} = 0,497$$

и воспользуемся формулой (2.47). Получим, что

$$\Pi_2(2) = \frac{1}{(1,12)^{\frac{1}{12}}} [0,497 \cdot 0 + (1 - 0,497) \cdot 0] = 0;$$

$$\Pi_2(1) = \frac{1}{(1,12)^{\frac{1}{12}}} [0,497 \cdot 0 + (1 - 0,497) \cdot 3,294] = 1,641;$$

$$\Pi_2(0) = \frac{1}{(1,12)^{\frac{1}{12}}} [0,497 \cdot 3,294 + (1 - 0,497) \cdot 10,846] = 7,026.$$

Аналогично найдем, что

$$\Pi_1(1) = \frac{1}{(1,12)^{\frac{1}{12}}} [0,497 \cdot 0 + (1 - 0,497) \cdot 1,641] = 0,818;$$

$$\Pi_1(0) = \frac{1}{(1,12)^{\frac{1}{12}}} [0,497 \cdot 1,641 + (1 - 0,497) \cdot 7,026] = 4,309.$$

И наконец,

$$\Pi = \Pi_0(0) = \frac{1}{(1,12)^{\frac{1}{12}}} [0,497 \cdot 0,818 + (1 - 0,497) \cdot 4,309] = 2,55 \text{ долл.}$$

Стоимость данного опциона можно найти и с помощью формулы (2.48):

$$\begin{aligned} \Pi = \frac{1}{(1,12)^{\frac{1}{4}}} \cdot \left[0 \cdot (0,497)^3 + 0 \cdot 3 \cdot (0,497)^2 \cdot (1 - 0,497) + \right. \\ \left. + 3,294 \cdot 3 \cdot (0,497)(1 - 0,497)^2 + 10,846 \cdot (1 - 0,497)^3 \right] = 2,55 \text{ долл.} \end{aligned}$$

Биномиальную модель, изображенную на рис. 2.23, можно использовать и для оценки стоимости американских опционов на активы, обладающие постоянной дивидендной доходностью, цена которых определяется условиями (2.45) и (2.46).

В самом деле, обозначим через $C_k(i)$, $k = 0, 1, 2, \dots, n$, $i = 0, 1, 2, \dots, k$, стоимость американского опциона «колл» в момент времени $t + kh_n$ при условии, что он не исполнялся до этого момента времени, а цена базисных активов поднималась i раз. Тогда

$$C_n(i) = \max \{ S u_n^i d_n^{n-i} - X; 0 \}, \quad i = 0, 1, 2, \dots, n.$$

Предположим теперь, что до момента времени $t + kh_n$, $k = 0, 1, 2, \dots, n-1$, цена базисных активов поднималась i раз, а американский опцион «колл» до этого момента не исполнялся. Если в этот момент времени опцион будет исполнен, то инвестор получит выигрыш (доход) в размере $Su_n^i d_n^{k-i} - X$. Если же в момент времени $t + kh_n$ опцион исполняться не будет, то его стоимость $\bar{C}_k(i)$ может быть оценена на основе простейшей модели, изображенной на рис. 2.25.

Тогда

$$\bar{C}_k(i) = \frac{1}{(1+r)^{h_n}} \left\{ \pi_n^* C_{k+1}(i+1) + (1 - \pi_n^*) C_{k+1}(i) \right\},$$

$$\text{где } \pi_n^* = \frac{\left(\frac{1+r}{1+q} \right)^{h_n} - d_n}{u_n - d_n}.$$

Очевидно, что инвестор будет или не будет исполнять опцион в зависимости от того, что больше: $Su_n^i d_n^{k-i} - X$ или $\bar{C}_k(i)$.

Следовательно,

$$C_k(i) = \max \left\{ Su_n^i d_n^{k-i} - X, \frac{1}{(1+r)^{h_n}} \left\{ \pi_n^* C_{k+1}(i+1) + (1 - \pi_n^*) C_{k+1}(i) \right\} \right\}, \quad (2.49)$$

$$k = 0, 1, 2, \dots, n-1, \quad i = 0, 1, 2, \dots, k.$$

Так как значение $C_n(i)$ нам известно, то, последовательно применяя формулу (2.49), можно получить оценку стоимости американского опциона «колл» $C = C_0(0)$.

Точно так же можно найти оценку стоимости и американского опциона «пут».

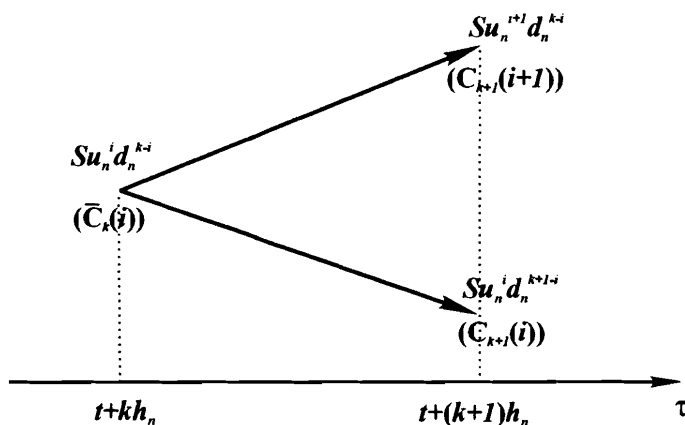


Рис. 2.25

Пример 2.25. В условиях примера 2.24 оценим стоимость опциона, считая его американским.

Биномиальная модель и все расчеты приведены на рис. 2.26.

Например,

$$P_2(0) = \max \{51 - 43,767; 7,026\} = 7,233$$

т. е. если за два месяца цена базисных активов опускалась два раза, то американский опцион «пут» выгодно исполнить досрочно.

Таким образом, стоимость американского опциона «пут» оказалась равной 2,60, что больше стоимости аналогичного европейского опциона (см. пример 2.24).

На основе биномиальной модели можно оценивать стоимости фьючерсных опционов, т. е. опционов на фьючерсные контракты.

По условиям фьючерсного опциона «колл» («пут») его держатель в момент исполнения опциона получает длинную (короткую) позицию по базисному фьючерсному контракту и денежную сумму в размере $\Phi_T - X$ ($X - \Phi_T$), где Φ_T — фьючерсная цена активов, лежащих в основе фьючерсного контракта, а X — цена исполнения опциона.

Так как стоимости той или иной позиции в момент заключения фьючерсного контракта равны нулю, то выигрыш держателя фьючерсного опциона «колл» («пут») на момент его исполнения составляет

$$\max \{\Phi_T - X; 0\} (\max \{X - \Phi_T; 0\}).$$

Во многих случаях можно считать, что фьючерсный опцион является обычным опционом на активы, которые удовлетворяют следующим условиям:

- 1) дивидендная доходность активов равна безрисковой процентной ставке;
- 2) волатильность цены активов совпадает с волатильностью цены тех активов, которые положены в основу базисного фьючерсного контракта;
- 3) начальная цена активов равна фьючерсной цене в рассматриваемый момент времени t .

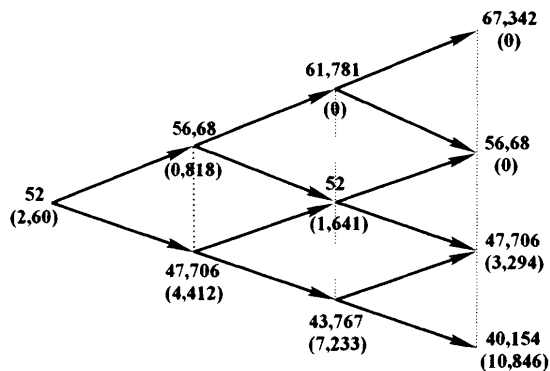


Рис. 2.26. Расчет стоимости американского опциона по биномиальной модели

Это означает, что для оценки фьючерсных опционов можно использовать биномиальную модель, изображенную на рис. 2.23, когда $S = \Phi$ (Φ — фьючерсная цена активов, лежащих в основе базисного фьючерсного контракта),

$u_n = e^{\sigma\sqrt{h_n}}$, $d_n = e^{-\sigma\sqrt{h_n}}$, где σ — волатильность цены активов, лежащих в основе базисного фьючерсного контракта, а вероятность одного подъема цены в мире, нейтральном к риску, определяется равенством

$$\pi_n^* = \frac{1 - d_n}{u_n - d_n}.$$

2.23. Формулы Блэка–Шоулза

Рассмотрим европейские опционы на активы с постоянной дивидендной доходностью, цена которых определяется геометрическим броуновским движением:

$$dS_t = (aS_t)dt + (\sigma S_t)dw_t,$$

$$S_t = S.$$

Будем считать, что финансовые рынки удовлетворяют следующим условиям:

- рынки являются совершенными;
- существует безрисковая процентная ставка, одинаковая для всех сроков и не меняющаяся с течением времени;
- отсутствуют прибыльные арбитражные возможности.

Временной промежуток $[t, T]$ (T — дата истечения опционов) разобьем на n равных частей точками

$$t, t + h_n, t + 2h_n, \dots, t + nh_n = T, h_n = \frac{T - t}{n},$$

и построим n -этапную биномиальную модель со следующими параметрами:

$$u_n = e^{\sigma\sqrt{h_n}}, d_n = e^{-\sigma\sqrt{h_n}}, \pi_n = \frac{e^{ah_n} - d_n}{u_n - d_n}.$$

Тогда стоимость европейских опционов «колл» и «пут» можно оценить с помощью соотношения (2.44), которые в данном случае принимают вид:

$$c_n = \frac{1}{(1+r)^{T-t}} \cdot \sum_{i=0}^n \max\{Su_n^i d_n^{n-i} - X, 0\} \cdot C_n(\pi_n^*)^i (1 - \pi_n^*)^{n-i}, \quad (2.50)$$

$$p_n = \frac{1}{(1+r)^{T-t}} \sum_{i=0}^n \max\{X - Su_n^i d_n^{n-i}, 0\} \cdot C_n(\pi_n^*)^i (1 - \pi_n^*)^{n-i}, \quad (2.51)$$

где $\pi_n^* = \frac{\left(\frac{1+r}{1+q}\right)^{h_n} - d_n}{u_n - d_n}.$

При $n \rightarrow \infty$ случайный процесс, определяемый биномиальной моделью, стремится к геометрическому броуновскому движению. Переходя к пределу при $n \rightarrow \infty$ в формулах (2.50) и (2.51), получим формулы Блэка–Шоулза:

$$c = Se^{-q(T-t)}N(d_1) - Xe^{-r(T-t)}N(d_2), \quad (2.52)$$

$$p = Xe^{-r(T-t)}N(-d_2) - Se^{-q(T-t)}N(-d_1), \quad (2.53)$$

где S — цена базисных активов в текущий момент времени t ;
 X — цена исполнения опционов;
 T — дата истечения опционов;
 \tilde{r} — безрисковая процентная ставка при непрерывном начислении;
 \tilde{q} — дивидендная доходность базисных активов при непрерывном начислении;

$$d_1 = \frac{\ln \frac{S}{X} + (T-t)\left(\tilde{r} - \tilde{q} + \frac{\sigma^2}{2}\right)}{\sigma\sqrt{T-t}}, \quad d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T-t}$$

(σ — волатильность базисных активов);

$$N(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^z e^{-\frac{x^2}{2}} dx = 1 - \Phi(z) \quad (\text{при } z > 0, \text{ см. табл. 1.1}).$$

Важнейшие частные случаи формул Блэка–Шоулза

1. Европейские опционы «колл» и «пут» на бездивидендную акцию

$$c = S \cdot N(d_1) - Xe^{-r(T-t)}N(d_2);$$

$$p = Xe^{-r(T-t)}N(-d_2) - S \cdot N(-d_1),$$

где
$$d_1 = \frac{\ln \frac{S}{X} + (T-t)\left(\tilde{r} + \frac{\sigma^2}{2}\right)}{\sigma\sqrt{T-t}};$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T-t}.$$

Пример 2.26. Найдем стоимости 6-месячных европейских опционов «колл» и «пут» на бездивидендную акцию с ценой исполнения 40 долл., когда текущая цена акции 42 долл., волатильность цены акции составляет 20%, а безрисковая процентная ставка при непрерывном начислении равна 10%.

В данном случае

$$S = 42 \text{ долл.}, X = 40 \text{ долл.}, \tilde{r} = 0,1, \sigma = 0,2, T - t = 0,5.$$

Тогда

$$d_1 = \frac{\ln \frac{42}{40} + 0,5 \left(0,1 + \frac{(0,2)^2}{2} \right)}{0,2\sqrt{0,5}} = 0,7693;$$

$$d_2 = 0,7693 - 0,2\sqrt{0,5} = 0,6279.$$

С помощью таблицы для нормального распределения найдем, что

$$N(d_1) = 1 - \Phi(0,7693) = 1 - 0,2206 = 0,7794,$$

$$N(d_2) = 1 - \Phi(0,6279) = 1 - 0,2643 = 0,7357,$$

$$N(-d_1) = \Phi(0,7693) = 0,2206,$$

$$N(-d_2) = \Phi(0,6279) = 0,2643.$$

Следовательно,

$$c = 42 \cdot 0,7794 - 40e^{-0,1 \cdot 0,5} \cdot 0,7357 = 4,74 \text{ долл.};$$

$$p = 40e^{-0,1 \cdot 0,5} \cdot 0,2643 - 42 \cdot 0,2206 = 0,79 \text{ долл.}$$

2. Европейский опцион «колл» и «пут» на иностранную валюту

$$c = S \cdot e^{-\tilde{r}_f(T-t)} N(d_1) - X \cdot e^{-\tilde{r}(T-t)} N(d_2);$$

$$p = Xe^{-\tilde{r}(T-t)} N(-d_2) - Se^{-\tilde{r}_f(T-t)} N(-d_1),$$

где
$$d_1 = \frac{\ln \frac{S}{X} + (T-t) \left(\tilde{r} - \tilde{r}_f + \frac{\sigma^2}{2} \right)}{\sigma \sqrt{T-t}},$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{T-t};$$

\tilde{r}_f — безрисковая процентная ставка (при непрерывном начислении)
в стране, где действует рассматриваемая валюта.

Пример 2.27. Найдем стоимости 9-месячных европейских опционов «колл» и «пут» на 1000 канадских долларов при цене исполнения 0,75 долл., когда текущий обменный курс — 0,75 долл. за один канадский доллар, безрисковые процентные ставки в США и в Канаде равны 7 и 9% соответственно (при непрерывном начислении), а волатильность обменного курса составляет 4%.

В данном случае

$$X = 0,75 \text{ долл.}; S = 0,75 \text{ долл.}; \tilde{r} = 0,07; \tilde{r}_f = 0,09; \sigma = 0,04; T - t = \frac{9}{12}.$$

Тогда

$$d_1 = \frac{\ln \frac{0,75}{0,75} + \frac{9}{12} \left(0,07 - 0,09 + \frac{(0,04)^2}{2} \right)}{0,04 \sqrt{\frac{9}{12}}} = -0,42;$$

$$d_2 = -0,42 - 0,04 \sqrt{\frac{9}{12}} = -0,45;$$

$$N(d_1) = \Phi(0,42) = 0,3372;$$

$$N(d_2) = \Phi(0,45) = 0,3264;$$

$$N(-d_1) = 1 - \Phi(0,42) = 0,6628;$$

$$N(-d_2) = 1 - \Phi(0,45) = 0,6736.$$

Значит,

$$c = 1000 \left[0,75e^{-0,09 \frac{9}{12}} \cdot 0,3372 - 0,75 \cdot e^{-0,07 \frac{9}{12}} \cdot 0,3264 \right] = 4,11 \text{ долл.};$$

$$p = 1000 \left[0,75 \cdot e^{-0,07 \frac{9}{12}} \cdot 0,6736 - 0,75e^{-0,09 \frac{9}{12}} \cdot 0,6628 \right] = 14,71 \text{ долл.}$$

3. Европейские фьючерсные опционы «колл» и «пут»

$$c = \Phi \cdot e^{-r(T-t)} N(d_1) - X \cdot e^{-r(T-t)} N(d_2);$$

$$p = X \cdot e^{-r(T-t)} N(-d_2) - \Phi \cdot e^{-r(T-t)} N(-d_1),$$

где
$$d_1 = \frac{\ln \frac{\Phi}{X} + (T-t) \cdot \frac{\sigma^2}{2}}{\sigma \sqrt{T-t}};$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{T-t};$$

Φ — текущая фьючерсная цена базисных активов.

Пример 2.28. Найдем стоимость 8-месячного фьючерсного опциона «колл» на акцию при цене исполнения 70 долл., когда текущая фьючерсная цена акции 66 долл., безрисковая процентная ставка при непрерывном начислении равна 7%, а волатильность цены базисной акции оценивается в 49,20%.

В данном случае

$$\Phi = 66 \text{ долл.}; X = 70 \text{ долл.}; \tilde{r} = 0,07; \sigma = 0,492; T - t = \frac{8}{12}.$$

Тогда

$$d_1 = \frac{\ln \frac{66}{70} + \frac{8}{12} \cdot \frac{(0,492)^2}{2}}{0,492 \sqrt{\frac{8}{12}}} = 0,05; d_2 = 0,05 - 0,492 \cdot \sqrt{\frac{8}{12}} = -0,35;$$

$$N(d_1) = 1 - \Phi(0,05) = 1 - 0,4801 = 0,5199; N(d_2) = \Phi(0,35) = 0,3632.$$

Следовательно,

$$c = 66 \cdot e^{-0,07 \cdot \frac{8}{12}} \cdot 0,5199 - 70e^{-0,07 \cdot \frac{8}{12}} \cdot 0,3632 = 8,48 \text{ долл.}$$

4. Европейские опционы «колл» и «пут» на активы с известными доходами. Стоимости европейских опционов на активы с известными доходами можно оценивать приближенно с помощью следующих формул:

$$c = S^* N(d_1) - Xe^{-\tilde{r}(T-t)} N(d_2);$$

$$p = Xe^{-\tilde{r}(T-t)} N(-d_2) - S^* N(-d_1),$$

$$\text{где } d_1 = \frac{\ln \frac{S^*}{X} + (T-t) \left(\tilde{r} + \frac{\sigma^2}{2} \right)}{\sigma \sqrt{T-t}},$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{T-t}$$

$$S^* = S - D,$$

D — приведенное значение доходов, поступающих от базисных активов за время от t до T .

Пример 2.29. Найдем стоимость 8-месячного европейского опциона «колл» на акцию, по которой через 3 и 6 месяцев ожидаются дивиденды в размере 2 долл. (каждый раз), если цена исполнения опциона 100 долл., текущая цена акции 100 долл., волатильность цены акции оценивается в 30%, а безрисковая процентная ставка при непрерывном начислении для всех сроков равна 8%.

В данном случае

$$S = 100 \text{ долл.}; X = 100 \text{ долл.}; \tilde{r} = 0,08; \sigma = 0,3; T - t = \frac{8}{12};$$

$$D = 2e^{-0,08 \cdot \frac{3}{12}} + 2e^{-0,08 \cdot \frac{6}{12}} = 3,88 \text{ долл.}; S^* = 100 - 3,88 = 96,12;$$

$$d_1 = \frac{\ln \frac{96,12}{100} + \frac{8}{12} \left(0,08 + \frac{(0,3)^2}{2} \right)}{0,3 \cdot \sqrt{\frac{8}{12}}} = 0,18; d_2 = 0,18 - 0,3 \sqrt{\frac{8}{12}} = -0,06;$$

$$N(d_1) = 1 - \Phi(0,18) = 1 - 0,4286 = 0,5714; N(d_2) = \Phi(0,06) = 0,4761.$$

Значит,

$$c = 96,12 \cdot 0,5714 - 100 \cdot e^{0,08 \cdot \frac{8}{12}} \cdot 0,4761 = 9,79 \text{ долл.}$$

Свойства стоимостей европейских опционов в модели Блэка-Шоулза

1. Стоимости европейских опционов, найденные по формулам Блэка-Шоулза (2.52) и (2.53), удовлетворяют паритету цен:

$$c - p = Se^{-q(T-t)} - Xe^{-r(T-t)}.$$

Пример 2.30. В примере 2.26 было найдено, что $c = 4,74$ долл., $p = 0,79$ долл., т. е. $c - p = 3,95$ долл. С другой стороны,

$$S \cdot e^{-q(T-t)} - X \cdot e^{-r(T-t)} = 42 \cdot e^{-0 \cdot \frac{6}{12}} - 40 \cdot e^{-0,1 \cdot \frac{6}{12}} = 3,95 \text{ долл.}$$

2. В модели Блэка-Шоулза стоимости европейских опционов определяются следующими показателями: текущей ценой базисных активов S , ценой исполнения опциона X , дивидендной доходностью базисных активов \tilde{q} , волатильностью цены базисных активов σ , безрисковой процентной ставкой \tilde{r} и временем, остающимся до даты истечения опциона $T - t$, т. е.

$$c = c(S, X, \tilde{q}, \sigma, \tilde{r}, T - t);$$

$$p = p(S, X, \tilde{q}, \sigma, \tilde{r}, T - t).$$

В табл. 2.2 показано, как увеличение того или иного показателя (при неизменности остальных показателей) влияет на стоимость европейского опциона.

Таблица 2.2

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ РИСКА НА СТОИМОСТЬ ЕВРОПЕЙСКИХ ОПЦИОНОВ

Показатель	S	X	\tilde{q}	σ	\tilde{r}	$T - t$
Стоимость европейского опциона «колл»	+	-	-	+	+	+
Стоимость европейского опциона «пут»	-	+	+	+	-	+

* Условие может нарушаться в случае опционов «с выигрышем».

3. При возрастании волатильности от 0 до $+\infty$ (и неизменяемых всех остальных показателей) стоимость европейского опциона «колл» возрастает от $Se^{-\tilde{q}(T-t)} - Xe^{-r(T-t)}$ до $Se^{-\tilde{q}(T-t)}$, а стоимость европейского опциона «пут» — от $Xe^{-r(T-t)} - Se^{-\tilde{q}(T-t)}$ до $Xe^{-r(T-t)}$.

Из последнего утверждения следует, что, какова бы ни была рыночная стоимость европейского опциона на активы с постоянной дивидендной доходностью, всегда существует и притом единственное значение σ , при котором стоимость опциона, найденная по формуле Блэка–Шоулза, совпадает с его рыночной ценой. Это значение σ называется **предполагаемой волатильностью** (*implied volatility*) базисных активов.

Если известна рыночная цена европейского опциона «колл» («пут»), то для отыскания предполагаемой волатильности базисных активов необходимо решить уравнение:

$$c^{pbbt} = S \cdot e^{\tilde{q}(T-t)} N(d_1) - X \cdot e^{-r(T-t)} N(d_2), \quad (2.54)$$

$$(p^{pbbt} = X \cdot e^{-r(T-t)} N(-d_2) - S \cdot e^{-\tilde{q}(T-t)} N(-d_1)), \quad (2.55)$$

$$\text{где } d_1 = \frac{\ln \frac{S}{X} + (T-t) \left(\tilde{r} - \tilde{q} + \frac{\sigma^2}{2} \right)}{\sigma \sqrt{T-t}};$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{T-t}.$$

Пример 2.31. Рыночная цена 3-месячного европейского опциона «колл» на бездивидендную акцию с ценой исполнения 20 долл. равна 1,88 долл. Найдем предполагаемую волатильность базисной акции, если текущая цена акции 21 долл., а безрисковая процентная ставка при непрерывном начислении равна 10%.

В данном случае

$$c^{pbbt} = 1,88 \text{ долл.}; S = 21 \text{ долл.}; X = 20 \text{ долл.}; \tilde{r} = 0,1; \tilde{q} = 0; T - t = 0,25.$$

Следовательно, уравнение (2.54) принимает вид

$$1,88 = 21N(d_1) - 20e^{-0,1 \cdot 0,25} N(d_2), \quad (2.56)$$

$$\text{где } d_1 = \frac{\ln \frac{21}{20} + 0,25 \left(0,1 + \frac{\sigma^2}{2} \right)}{\sigma \sqrt{0,25}};$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{0,25}.$$

Найти решение уравнения (2.56) можно, например, методом проб и ошибок.

Положим $\sigma^{(1)} = 0,20$. Тогда

$$d_1^{(1)} = \frac{\ln \frac{21}{20} + 0,25 \left(0,1 + \frac{(0,2)^2}{2} \right)}{0,2\sqrt{0,25}} = 0,79;$$

$$d_2^{(1)} = d_1^{(1)} - 0,2\sqrt{0,25} = 0,69;$$

$$N(d_1^{(1)}) = 1 - \Phi(0,79) = 1 - 0,2148 = 0,7852;$$

$$N(d_2^{(1)}) = 1 - \Phi(0,69) = 1 - 0,2451 = 0,7549;$$

$$c(\sigma^{(1)}) = 21 \cdot 0,7852 - 20 \cdot e^{-0,1 \cdot 0,25} \cdot 0,7549 = 1,76 < c^{PbH}.$$

Следовательно, значение σ следует увеличить.

Положим $\sigma^{(2)} = 0,23$. Тогда

$$d_1^{(2)} = \frac{\ln \frac{21}{20} + 0,25 \left(0,1 + \frac{(0,23)^2}{2} \right)}{0,23 \cdot \sqrt{0,25}} = 0,70; \quad d_2^{(2)} = d_1^{(2)} - 0,23 \cdot \sqrt{0,25} = 0,59;$$

$$N(d_1^{(2)}) = 1 - \Phi(0,70) = 1 - 0,2420 = 0,7580;$$

$$N(d_2^{(2)}) = 1 - \Phi(0,59) = 1 - 0,2776 = 0,7224;$$

$$c(\sigma^{(2)}) = 21 \cdot 0,7580 - 20e^{-0,1 \cdot 0,25} \cdot 0,7224 = 1,83 < c^{PbH}.$$

При $\sigma^{(3)} = 0,24$

$$d_1^{(3)} = 0,67; \quad d_2^{(3)} = 0,55; \quad N(d_1^{(3)}) = 0,7486; \quad N(d_2^{(3)}) = 0,7088;$$

$$c(\sigma^{(3)}) = 1,89 \text{ долл.} > c^{PbH}.$$

Таким образом, предполагаемая волатильность базисной акции находится между 0,23 и 0,24. Можно считать, что предполагаемая волатильность равна 0,235, или 23,50%.

Волатильность тех или иных активов можно оценивать на основе исторических данных (см. п. 1.22). Однако не всегда можно таким образом получить хорошую оценку волатильности. Тогда в качестве оценки волатильности можно рассматривать предполагаемую волатильность активов, определяемую на основе рынка опционов на эти активы.

2.24. Дельта-хеджирование

Если финансовый институт продает на внебиржевом рынке тот или иной опцион, то он подвергается рыночному риску, так как за опцион он получает фиксированную сумму — премию за опцион, а его доход (убыток) зависит от

спот-цены базисных активов на момент исполнения опциона. Например, в случае продажи европейского опциона «колл» прибыль финансового института на момент исполнения этого опциона оценивается следующим образом:

$$-\max\{S_T - X; 0\} + ce^{r(T-t)} = \begin{cases} ce^{r(T-t)}, & \text{если } S_T \leq X. \\ X - S_T + ce^{r(T-t)}, & \text{если } S_T > X. \end{cases}$$

Зависимость прибыли от спот-цены активов изображена на рис. 2.27.

Таким образом, продавая опцион, финансовый институт может понести очень большие убытки и поэтому заинтересован в снижении этого рыночного риска.

Финансовый институт может полностью исключить какой бы то ни было рыночный риск, купив аналогичный биржевой опцион. Однако часто опцион создается специально, исходя из запросов конкретного клиента, и купить такой опцион на бирже не удается. Именно в таком случае может использоваться дельта-хеджирование рыночного риска.

Рассмотрим финансовый инструмент, производный от некоторых базисных активов. Стоимость этого инструмента в текущий момент времени t зависит от спот-цены активов в этот момент времени и от многих других факторов.

Коэффициентом дельта (*delta*) финансового инструмента, производного от данных базисных активов, называется частная производная стоимости этого инструмента по спот-цене базисных активов, т. е.

$$\Delta = \frac{\partial \Pi}{\partial S}.$$

Основное свойство коэффициента дельта

Если спот-цена базисных активов мгновенно изменяется на величину δS , а все остальные факторы, влияющие на стоимость производного финансового инструмента, останутся неизменными, то приращение стоимости этого инструмента $\Delta \Pi$ можно приближенно оценить следующим образом:

$$\Delta \Pi \approx \Delta \cdot (\delta S). \quad (2.57)$$

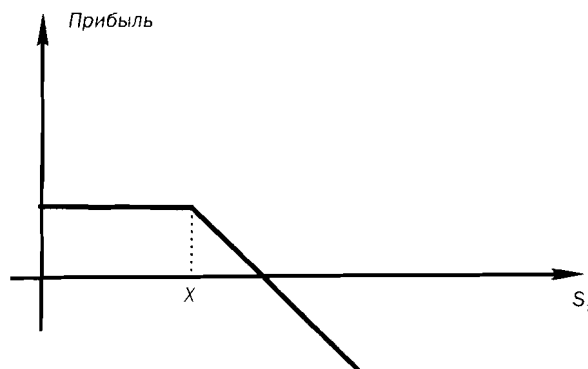


Рис. 2.27. Прибыль от продажи опциона «колл»

При этом, чем меньше δS (по абсолютной величине), тем меньше погрешность равенства (2.57).

Имеют место следующие утверждения:

1. Коэффициент дельта базисных активов всегда равен 1.
2. Коэффициент дельта фьючерсного контракта на активы с постоянной дивидендной доходностью можно найти по формуле:

$$\Delta_F = e^{(\tilde{r} - \tilde{q})(T-t)},$$

где \tilde{q} — постоянная дивидендная доходность при непрерывном начислении;

\tilde{r} — безрисковая процентная ставка при непрерывном начислении;

T — дата поставки активов.

3. Коэффициенты дельта европейских опционов на активы с постоянной дивидендной доходностью \tilde{q} определяются равенствами:

$$\Delta_c = e^{-\tilde{q}(T-t)} N(d_1);$$

$$\Delta_p = -e^{-\tilde{q}(T-t)} N(-d_1),$$

$$\text{где } d_1 = \frac{\ln \frac{S}{X} + (T-t) \left(\tilde{r} - \tilde{q} + \frac{\sigma^2}{2} \right)}{\sigma \sqrt{T-t}}.$$

Пример 2.32. Рассмотрим 5-месячный европейский опцион «пут» на бездивидендную акцию с ценой исполнения 100 долл., когда текущая спот-цена акции равна 100 долл., волатильность акции оценивается в 40%, а безрисковая процентная ставка при непрерывном начислении равна 8%.

В данном случае

$$S = 100 \text{ долл.}; X = 100 \text{ долл.}; \tilde{r} = 0,08; \tilde{q} = 0; T - t = \frac{5}{12}; \sigma = 0,4;$$

$$d_1 = \frac{\ln \frac{100}{100} + \frac{5}{12} \left(0,08 + \frac{(0,4)^2}{2} \right)}{0,4 \cdot \sqrt{\frac{5}{12}}} = 0,26;$$

$$N(-d_1) = \Phi(0,26) = 0,3974.$$

Следовательно,

$$\Delta_p = -0,3974.$$

Из приближенного равенства (2.57) следует, что, если цена базисной акции мгновенно вырастет на 1 долл., то цена опциона «пут» на эту акцию умень-

шится на 0,397 долл. (точное значение снижения стоимости опциона составляет 0,392 долл.).

4. Коэффициенты дельта американских опционов можно найти приближенно на основе n -этапной биномиальной модели:

$$\Delta_c \approx \frac{C_1(1) - C_1(0)}{S(e^{\sigma\sqrt{h_n}} - e^{-\sigma\sqrt{h_n}})};$$

$$\Delta_p \approx \frac{P_1(1) - P_1(0)}{S(e^{\sigma\sqrt{h_n}} - e^{-\sigma\sqrt{h_n}})},$$

где S — текущая цена базисных активов;

σ — волатильность базисных активов, $h_n = \frac{T-t}{n}$;

$C_1(1)$ ($P_1(1)$) — стоимость американского опциона «колл» («пут») в момент времени $t + h_n$ при условии, что поднялась цена базисных активов;

$C_1(0)$ ($P_1(0)$) — стоимость американского опциона «колл» («пут») в момент времени $t + h_n$, если цена базисных активов упала.

5. Коэффициент дельта портфеля финансовых инструментов, производных от одних и тех же базисных активов, является линейной комбинацией коэффициентов дельта этих финансовых инструментов.

Пример 2.33. Рассмотрим портфель, состоящий из покупки 10 000 английских фунтов стерлингов: из короткой позиции по 9-месячному фьючерному контракту на 5000 фунтов стерлингов и из длинной позиции по 6-месячному европейскому опциону «пут» на 2000 фунтов стерлингов с ценой исполнения 1,60 долл. Найдем коэффициент дельта портфеля, когда текущий обменный курс — 1,62 долл. за один фунт, волатильность обменного курса оценивается в 15%, а безрисковые процентные ставки при непрерывном начислении в США и Англии равны 10 и 13% соответственно.

Найдем коэффициент дельта фьючерсного контракта на один фунт стерлингов.

Так как $\tilde{r} = 0,10$, $\tilde{r}_f = 0,13$, $T^* - t = \frac{9}{12}$, то

$$\Delta_F = e^{(\tilde{r} - \tilde{r}_f)(T^* - t)} = e^{(0,10 - 0,13) \frac{9}{12}} = 0,9778.$$

Вычислим коэффициент дельта опциона «пут» на один фунт стерлингов. Так как

$$S = 1,62 \text{ долл.}; X = 1,60 \text{ долл.}; \sigma = 0,15; \tilde{r} = 0,10; T - t = \frac{6}{12};$$

то

$$d_1 = \frac{\ln \frac{S}{X} + (T-t) \left(\tilde{r} - \tilde{r}_f + \frac{\sigma^2}{2} \right)}{\sigma \sqrt{T-t}} = \frac{\ln \frac{1,62}{1,60} + \frac{6}{12} \left(0,10 - 0,13 + \frac{(0,15)^2}{2} \right)}{0,15 \cdot \sqrt{\frac{6}{12}}} = 0,03;$$

$$N(-d_1) = \Phi(0,03) = 0,4880.$$

Тогда

$$\Delta_p = -e^{-r_f(T-t)} N(-d_1) = -e^{-0,13 \cdot \frac{6}{12}} \cdot 0,4880 = -0,4573.$$

Следовательно, коэффициент дельта рассматриваемого портфеля можно найти следующим образом:

$$\Delta = 10\,000 \cdot 1 - 5000 \cdot 0,9778 + 2000 \cdot (-0,4573) = 4196,4.$$

Из приближенного равенства (2.57), в частности, следует, что при падении обменного курса на 0,01 долл. стоимость всего портфеля снизится на 41,96 долл.

Портфель финансовых инструментов, производных от одних и тех же базисных активов, называют **дельта-нейтральным** (*delta-neutral*), если коэффициент дельта этого портфеля равен 0.

Если инвестор занимает некоторую позицию по производному финансовому инструменту, то, занимая соответствующую позицию по какому-то другому финансовому инструменту на те же базисные активы, он может образовывать дельта-нейтральный портфель, т. е. дельта-нейтрализовать свою первоначальную позицию.

Пример 2.34. Финансовый институт продал 6-месячный европейский опцион «пут» на 2000 фунтов стерлингов с ценой исполнения 1,60 долл., когда текущий обменный курс — 1,62 долл. за один фунт, волатильность обменного курса оценивается в 15%, а безрисковые процентные ставки при непрерывном начислении в США и в Англии равны 10 и 13% соответственно.

Выясним, сколько фунтов стерлингов следует купить (или продать), чтобы дельта-нейтрализовать базисную позицию.

Коэффициент дельта европейского опциона «пут» равен -0,4573 (см. пример 2.33). Обозначим через x количество фунтов стерлингов, покупаемых для дельта-нейтрализации. Тогда

$$x - 2000 \cdot (-0,4573) = 0.$$

Откуда найдем, что $x = -914,6$. Таким образом, для дельта-нейтрализации базисной позиции требуется произвести короткую продажу 914,6 фунтов стерлингов.

Предположим, что инвестор занимает определенную позицию по финансовому инструменту, производному от данных базисных активов. Дельта-хед-

жирование риска, связанного с изменением цены базисных активов на рынке, сводится к следующему:

- 1) выбирается некоторый биржевой инструмент, производный от тех же базисных активов;
- 2) покупая или продавая выбранный инструмент, базисная позиция дельта-нейтрализуется;
- 3) инвестиционный портфель периодически ребалансируется, т. е. при помощи операций с выбранным инструментом восстанавливается дельта-нейтральность этого портфеля, утрачиваемая из-за изменения цены базисных активов и течения времени.

По существу, при дельта-хеджировании искусственным образом воспроизводится позиция, противоположная базисной, т. е. строится синтетический финансовый инструмент.

Пример 2.35. Финансовый институт продал 5-недельный европейский опцион «колл» на 100 000 бездивидендных акций с ценой исполнения 50 долл., когда текущая цена акции равна 49 долл., волатильность акции составляет 20%, а безрисковая процентная ставка равна 5%.

Для хеджирования своей позиции финансовый институт решает использовать операции с базисной акцией и ребалансировать свою позицию ежедневно. Ниже в табл. 2.3 приведен сценарий изменения цены базисной акции и расчет издержек финансового института на дельта-хеджирование.

В момент исполнения опциона финансовый институт обязан продать 100 000 акций по цене исполнения опциона в 50 долл.

Следовательно, чистые затраты финансового института составят $5\,127\,183 - 5\,000\,000 = 127\,183$ долл., а приведенные чистые затраты равны

$$127\,183 \cdot e^{-0.05 \cdot \frac{5}{12}} = 126\,573.$$

Премия за опцион составляет 87 889 долл. Таким образом, чистые приведенные издержки финансового института (без учета комиссионных) равны

$$126\,573 \text{ долл.} - 87\,889 \text{ долл.} = 38\,684 \text{ долл.}$$

Отметим, что при отсутствии хеджирования чистые приведенные издержки составили бы

$$312\,500 \text{ долл.} \cdot e^{-0.05 \cdot \frac{5}{12}} - 87\,889 \text{ долл.} = 218\,168 \text{ долл.}$$

2.25. Гамма-хеджирование

Коэффициентом гамма (*gamma*) финансового инструмента, производного от данных базисных активов, называется частная производная второго порядка от стоимости этого инструмента по цене базисных активов, т. е.

$$\Gamma = \frac{\partial^2 \Pi}{\partial S^2}.$$

Таблица 2.3

ДЕЛЬТА-ХЕДЖИРОВАНИЕ ПОРТФЕЛЯ АКЦИЙ

Номер недели i	Цена акции S_i	Коэффициент дельта Δ_i	Количество покупаемых (продаваемых) акций $A_i = 100\,000(\Delta_i - \Delta_{i-1})$	Стоимость покупаемых акций $A_i \cdot S_i$	Накопленные издержки $Q = Q_{i-1}e^{(r-\delta)\Delta t} + A_i \cdot S_i$
0	49,000	0,4140	41 400	2 028 600	2 028 600
1	48,125	0,2769	-13 710	-659 794	1 370 757
2	47,375	0,1495	-12 740	-603 557	768 519
3	50,250	0,5776	42 810	2 151 202	2 920 460
4	51,750	0,9013	32 370	1 675 147	4 598 417
5	53,125	1,0000	9 870	524 343	5 127 183

Коэффициент гамма производного финансового инструмента можно определить как частную производную от коэффициента дельта этого инструмента по цене базисных активов, т. е.

$$\Gamma = \frac{\partial \Delta}{\partial S}.$$

Основное свойство коэффициента гамма

Если спот-цена базисных активов мгновенно изменится на величину δS , а все остальные факторы, влияющие на стоимость производного финансового инструмента, останутся без изменения, то приращение стоимости этого инструмента $\Delta\Pi$ можно приближенно оценить следующим образом:

$$\Delta\Pi \approx \Delta \cdot (\delta S) + \frac{\Gamma}{2} (\delta S)^2, \quad (2.58)$$

причем при малых δS (по абсолютной величине) погрешности этого равенства значительно меньше погрешности равенства (2.57), учитывающего только коэффициент дельта.

Имеют место следующие утверждения:

1. Коэффициенты гамма базисных активов и фьючерсных контрактов на эти активы всегда равны 0.

2. Коэффициенты гамма европейских опционов на активы с постоянной дивидендной доходностью \tilde{q} определяются равенством:

$$\Gamma_c = \Gamma_p = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \frac{1}{S\sigma\sqrt{T-t}} e^{-q(T-t)} \cdot e^{-\frac{d_1^2}{2}} \quad (\pi \approx 3,14),$$

$$\text{где } d_1 = \frac{\ln \frac{S}{X} + (T-t) \left(\tilde{r} - \tilde{q} + \frac{\sigma^2}{2} \right)}{\sigma\sqrt{T-t}}.$$

Пример 2.36. Найдем коэффициент гамма европейского опциона «пут» из примера 2.32.

Так как

$$S = 100 \text{ долл.}; X = 100 \text{ долл.}; \tilde{r} = 0,08; \tilde{q} = 0; \sigma = 0,4; T - t = \frac{5}{12}; d_1 = 0,26;$$

то

$$\Gamma_p = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \frac{1}{100 \cdot 0,4 \cdot \sqrt{\frac{5}{12}}} e^{-\frac{0,26^2}{2}} = 0,0149.$$

Из равенства (2.58) следует, что если цена базисной акции мгновенно вырастет на 1 долл., то

$$\Delta p = -0,3974 \cdot 1 + \frac{0,0149}{2} \cdot 1 = -0,390,$$

т. е. стоимость опциона упадет на 0,390 долл.

3. Коэффициенты гамма американских опционов можно найти приближенно на основе n -этапной биномиальной модели:

$$\Gamma_c = \frac{2}{S^2 (u_n^2 - d_n^2)} \left\{ \frac{C_2(2) - C_2(1)}{u_n^2 - 1} + \frac{C_2(1) - C_2(0)}{d_n^2 - 1} \right\};$$

$$\Gamma_p = \frac{2}{S^2 (u_n^2 - d_n^2)} \left\{ \frac{P_2(2) - P_2(1)}{u_n^2 - 1} + \frac{P_2(1) - P_2(0)}{d_n^2 - 1} \right\},$$

$$\text{где } u_n = e^{\sigma\sqrt{h_n}}, d_n = e^{-\sigma\sqrt{h_n}}, h_n = \frac{T-t}{n}.$$

Коэффициент гамма портфеля финансовых инструментов, производных от одних и тех же базисных активов, является линейной комбинацией коэффициентов гамма этих инструментов.

Портфель финансовых инструментов, производных от одних и тех же базисных активов, называется **гамма-нейтральным** (*gamma-neutral*), если коэффициенты дельта и гамма этого портфеля равны нулю.

Если инвестор занимает некоторую позицию по производному финансовому инструменту, то, занимая соответствующие позиции по двум другим финансовым инструментам, производным от тех же самых базисных активов, он может образовать гамма-нейтральный портфель.

Пример 2.37. Инвестор приобрел финансовый инструмент, производный от некоторых базисных активов, коэффициенты дельта и гамма которого равны 0,50 и 0,02 соответственно.

Выясним, как гамма-нейтрализовать данную позицию, используя сами эти активы и биржевые опционы на них, если коэффициенты дельта и гамма биржевого опциона 1,5 и 0,01.

Предположим, что для гамма-нейтрализации позиций инвестора необходимо купить x единиц базисных активов и y биржевых опционов на эти активы. Тогда должны выполняться следующие равенства:

$$\begin{cases} 0,50 + x \cdot 1 + y \cdot 1,5 = 0, \\ 0,02 + y \cdot 0,01 = 0. \end{cases}$$

Следовательно, $y = -2$, $x = 2,5$. Таким образом, необходимо купить 2,5 единиц базисных активов и произвести короткую продажу двух биржевых опционов на эти активы.

Гамма-хеджирование, как и дельта-хеджирование, применяется для снижения риска, связанного с изменением цены активов на рынке при наличии определенной позиции по финансовому инструменту, производному от этих активов. Гамма-хеджирование предполагает следующие действия:

- 1) выбираются два биржевых инструмента, производных от тех же активов, что и базисный инструмент;
- 2) покупая или продавая выбранные финансовые инструменты, базисная позиция гамма-нейтрализуется;
- 3) инвестиционный портфель периодически ребалансируется, т. е. на основе операций с выбранными инструментами восстанавливается его гамма-нейтральность.

При гамма-хеджировании искусственным образом воспроизводится позиция, противоположная исходной, причем такое воспроизведение оказывается значительно точнее, чем при дельта-хеджировании.

2.26. Коэффициенты тета, ро и вега

Коэффициентом тета (Θ) производного финансового инструмента называют частную производную стоимости этого инструмента по времени, т. е.

$$\Theta = \frac{\partial \Pi}{\partial t}.$$

Коэффициент тета оценивает скорость изменения стоимости производного инструмента при условии, что все остальные факторы, влияющие на его стоимость, остаются неизменными.

Для финансовых инструментов, производных от активов с постоянной дивидендной доходностью, цена которых определяется геометрическим броуновским движением, имеет место следующее равенство:

$$\Theta + (\tilde{r} - \tilde{q}) \cdot S \cdot \Delta + \frac{\sigma^2}{2} \cdot S^2 \Gamma^2 = \tilde{r} \cdot П. \quad (2.59)$$

В частности, если портфель финансовых инструментов, производных от одних и тех же активов, является гамма-нейтральным, то равенство (2.59) принимает вид:

$$\Theta = \tilde{r} \cdot П.$$

Пример 2.38. Рассмотрим 6-месячный европейский опцион «пут» на 2000 фунтов стерлингов с ценой 1,60 долл., когда текущий обменный курс — 1,62 долл. за один фунт, волатильность обменного курса оценивается в 15%, а безрисковые процентные ставки при непрерывном начислении в США и в Англии равны 10 и 13% соответственно.

Коэффициент дельта опциона равен $2000 \cdot (-0,4573) = -914,6$ (см. пример 2.33), а его коэффициент гамма можно найти следующим образом:

$$\begin{aligned} \Gamma &= \frac{2000}{\sqrt{2\pi}} \cdot \frac{1}{S\sigma\sqrt{T-t}} e^{-\tilde{r}_f(T-t)} \cdot e^{-\frac{d_1^2}{2}} = \\ &= \frac{2000}{\sqrt{2\pi}} \cdot \frac{1}{1,62 \cdot 0,15 \cdot \sqrt{0,5}} \cdot e^{-0,13 \cdot 0,5} \cdot e^{-\frac{(0,03)^2}{2}} = 4349,35. \end{aligned}$$

Стоимость данного опциона можно найти по формуле (2.53), где $\tilde{q} = \tilde{r}_f$:

$$\begin{aligned} p &= 2000 \{ 1,60 \cdot e^{-0,10 \cdot 0,5} N(-d_2) - 1,62 \cdot e^{-0,13 \cdot 0,5} N(-d_1) \} = \\ &= 2000 \{ 1,60 e^{-0,10 \cdot 0,5} \cdot 0,5319 - 1,62 \cdot e^{-0,13 \cdot 0,5} \cdot 0,4880 \} = 147,17 \text{ долл.} \end{aligned}$$

Тогда из соотношения (2.59) получим, что

$$\begin{aligned} \Theta &= 0,10 \cdot 147,17 - (0,10 - 0,13) \cdot 1,62 \cdot (-914,6) - \\ &\quad - \frac{(0,15)^2}{2} \cdot (1,62)^2 \cdot 4349,35 = -158,14. \end{aligned}$$

Таким образом, за 10 дней стоимость опциона снизится на

$$158,14 \cdot \frac{10}{365} = 4,33 \text{ долл. только за счет фактора времени.}$$

Коэффициентом ро (ρ) финансового инструмента называется частная производная стоимости этого инструмента по безрисковой процентной ставке, т. е.

$$\rho = \frac{\partial П}{\partial \tilde{r}}.$$

В случае фьючерсного контракта на активы с постоянной дивидендной доходностью \tilde{q} коэффициент ρ находится по формуле:

$$\rho = S \cdot (T - t) \cdot e^{(\tilde{r} - \tilde{q})(T - t)}.$$

Для европейских опционов на активы с постоянной дивидендной доходностью

$$\rho_c = X(T - t) \cdot e^{-\tilde{r}(T - t)} \cdot N(d_2), \quad \rho_p = -X(T - t) \cdot e^{-\tilde{r}(T - t)} \cdot N(-d_2).$$

Коэффициент ρ используется при хеджировании процентного риска, т. е. риска, связанного с изменениями безрисковой процентной ставки, точно так же, как коэффициент дельта используется для хеджирования рыночного риска. Кроме того, если на биржевом рынке имеется несколько различных финансовых инструментов, производных от одних и тех же активов, то с помощью коэффициентов ρ и дельта можно построить хеджирование одновременно и рыночного, и процентного рисков. Для этого достаточно сформировать портфель с нулевыми коэффициентами ρ и дельта и периодически его ребалансировать.

Пример 2.39. Предположим, что финансовый институт продал 6-месячный европейский опцион «пут» в условиях примера 2.38.

Выясним, как в начальный момент времени построить инвестиционный портфель для хеджирования рыночного и процентного (в США) рисков, используя операции с фунтами стерлингов и с 9-месячными фьючерсными контрактами на фунт стерлингов.

Коэффициенты дельта опциона и фьючерсного контракта на один фунт стерлингов были уже найдены:

$$\Delta_F = 0,9778, \quad \Delta_p = -0,4573 \text{ (см. пример 2.33)}.$$

Коэффициент ρ для фьючерсного контракта находится следующим образом:

$$\rho_F = S \cdot (T - t) \cdot e^{(\tilde{r} - \tilde{q})(T - t)} = 1,62 \cdot \frac{9}{12} e^{(0,10 - 0,13) \cdot \frac{9}{12}} = 1,1880,$$

а для опциона:

$$\rho_p = -X \cdot (T - t) \cdot e^{-\tilde{r}(T - t)} \cdot N(-d_2) = -1,60 \cdot 0,5 \cdot e^{-0,1 \cdot 0,5} \cdot 0,5319 = -0,4048.$$

Так как инвестиционный портфель должен иметь нулевые коэффициенты дельта и ρ , то мы имеем систему уравнений:

$$\begin{cases} -2000 \cdot (-0,4573) + x \cdot 1 + y \cdot 0,9778 = 0, \\ -2000 \cdot (-0,4048) + y \cdot 1,1880 = 0, \end{cases}$$

где x — количество покупаемых фунтов стерлингов,
 y — число покупаемых фьючерсов.

Решив систему уравнений, получим

$$x = -248,25, \quad y = -681,48.$$

Следовательно, в начальный момент времени необходимо произвести короткую продажу 248,25 фунтов стерлингов и занять короткую позицию по фьючерсу на 681 фунтов стерлингов.

Коэффициентом вега производного финансового инструмента называется частная производная стоимости этого инструмента по волатильности базисных активов, т. е.

$$\Lambda = \frac{\partial \Pi}{\partial \sigma}.$$

Для европейских опционов на активы с постоянной дивидендной доходностью справедливо равенство:

$$\Lambda_c = \Lambda_p = S\sqrt{T-t} \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{d^2}{2}} \cdot e^{q(T-t)}.$$

Коэффициент вега используется для хеджирования риска, обусловленного возможными изменениями волатильности базисных активов.

Если на биржевом рынке имеется достаточно много различных финансовых инструментов, производных от одних и тех же активов, то, используя коэффициенты дельта, гамма, ро, вега и др., можно осуществить хеджирование разных рисков одновременно. Однако следует учитывать, что такое хеджирование потребует большого числа различных операций с биржевыми инструментами, что значительно увеличит транзакционные расходы, которые могут сделать такое хеджирование заведомо убыточным.

2.27. Специальные виды опционов

В настоящее время наряду с основными видами опционов существует и много других их видов, при этом постоянно появляются и новые разновидности опционов.

Рассмотрим некоторые, наиболее часто встречающиеся **специальные виды опционов** (*exotic options*).

2.27.1. Опцион на обмен активами

Держатель **опциона на обмен активами** (*exchange option*) имеет право в момент исполнения опциона получить некоторый актив А в обмен на другой актив В. Платежная функция такого опциона записывается в виде:

$$\max \{S_A^T - S_B^T, 0\},$$

где S_A^T, S_B^T — спот-цены активов А и В соответственно в момент исполнения опциона.

Стоимость опциона на обмен активами находится по формуле*:

$$c = S_A e^{-\tilde{q}_A(T-t)} N(d_1) - S_B e^{-\tilde{q}_B(T-t)} N(d_2),$$

$$\text{где } d_1 = \frac{\ln \frac{S_A}{S_B} + \left(\tilde{q}_B - \tilde{q}_A + \frac{\sigma^2}{2} \right) (T-t)}{\sigma \sqrt{T-t}};$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{T-t};$$

$$\sigma^2 = \sigma_A^2 + \sigma_B^2 - 2\rho\sigma_A \cdot \sigma_B;$$

S_A, S_B — спот-цены активов в текущий момент времени t ;

\tilde{q}_A, \tilde{q}_B — дивидендные доходности обмениваемых активов;

σ_A, σ_B — волатильности базисных активов А и В;

ρ — мгновенная корреляция между их ценами.

2.27.2. Бинарные опционы

Держатель **бинарного опциона** (*binary option*) получает в момент исполнения этого опциона заданную денежную сумму Q , если спот-цена базисных активов оказывается выше цены исполнения X . Платежная функция бинарного опциона записывается в виде:

$$Q \cdot J(S_T - X),$$

где S_T — спот-цена активов на момент исполнения опциона;

$$J(z) = \begin{cases} 1, & \text{если } z > 0, \\ 0, & \text{если } z \leq 0. \end{cases}$$

Стоимость бинарного опциона может быть найдена по формуле:

$$c = Q \cdot e^{-\tilde{r}(T-t)} N(d_2),$$

$$\text{где } d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{T-t}, \quad d_1 = \frac{\ln \frac{S}{X} + (T-t) \left(\tilde{r} - \tilde{q} + \frac{\sigma^2}{2} \right)}{\sigma \sqrt{T-t}}.$$

Хеджировать бинарные опционы достаточно сложно, так как даже небольшие изменения спот-цены активов на момент исполнения опциона могут вызывать значительные изменения дохода держателя опциона.

* Эта модель, впервые опубликованная в 1978 г. называется моделью Маргрейба (*Margrabe*) по фамилии ее автора.

2.27.3. Азиатские опционы

Платежная функция **азиатского опциона** (*Asian option*) «колл» («пут») имеет вид:

$$\max \{S_{\text{cp}} - X, 0\} \left(\max \{X - S_{\text{cp}}, 0\} \right),$$

где X — цена исполнения опциона;

S_{cp} — среднее геометрическое значение цены базисных активов за время существования опциона.

Если базисные активы обладают постоянной дивидендной доходностью, а их цена определяется геометрическим броуновским движением, то азиатский опцион можно рассматривать как обычный европейский опцион на активы с

дивидендной доходностью $\frac{1}{2} \left(\tilde{r} + \tilde{q} + \frac{\sigma^2}{6} \right)$, волатильность которых равна $\frac{\sigma}{\sqrt{3}}$.

Значит, стоимости азиатских опционов можно находить по формулам Блэка–Шоулза. При этом азиатские опционы стоят дешевле, чем соответствующие европейские опционы, и их проще хеджировать.

2.27.4. Барьерные опционы

Барьерные опционы (*barrier option*) бывают двух основных видов: **выходящие** (*knock-out*) и **входящие** (*knock-in*).

Выходящий опцион «колл» или «пут» прекращает свое существование как соответствующий опцион, когда цена базисных активов достигает некоторой заданной величины H . При этом если $H < S$ (S — начальная цена базисных активов), то опцион называют **выходящим при понижении** (*down-and-out*), а если $H > S$ — **выходящим при повышении** (*up-and-out*).

Входящий опцион «колл» или «пут» начинает существовать как соответствующий европейский опцион, когда цена базисных активов достигает заданной величины H . Такой опцион называют **входящим при понижении** (*down-and-in*), если $H < S$, и **входящим при повышении** (*up-and-in*), если $H > S$.

Очевидно, что покупка входящего и дополняющего его исходящего опционов равносильна покупке соответствующего европейского опциона. Значит, сумма стоимостей таких опционов, входящего и исходящего, всегда совпадает со стоимостью соответствующего европейского опциона.

Если базисные активы обладают постоянной дивидендной доходностью, а их цена определяется геометрическим броуновским движением, то имеют место следующие формулы:

$$c = S \cdot e^{-\tilde{q}(T-t)} \left(\frac{H}{S} \right)^{2\lambda} \cdot N(y) - X \cdot e^{-\tilde{r}(T-t)} \left(\frac{H}{S} \right)^{2\lambda-2} \cdot N(y - \sigma\sqrt{T-t})$$

(входящий при понижении «колл»),

$$p = X \cdot e^{-\tilde{r}(T-t)} \left(\frac{H}{S} \right)^{2\lambda-2} \cdot N(-y + \sigma\sqrt{T-t}) - S \cdot e^{-\tilde{q}(T-t)} \left(\frac{H}{S} \right)^{2\lambda} \cdot N(-y)$$

(входящий при повышении «пут»),

$$\text{где} \quad \lambda = \frac{\tilde{r} - \tilde{q} + \frac{\sigma^2}{2}}{\sigma^2}, \quad y = \frac{\ln\left(\frac{H^2}{SX}\right)}{\sigma\sqrt{T-t}} + \lambda\sigma\sqrt{T-t}.$$

Стоимость барьерного опциона всегда меньше стоимости соответствующего европейского опциона, а хеджировать его в общем случае сложнее.

2.27.5. Бермудские опционы

Держатель **бермудского опциона** (*Bermudan option*) «колл» («пут») имеет право купить (продать) базисные активы в один из будущих моментов времени: T_1, T_2, \dots, T_n по заранее установленной цене, соответствующей этому моменту времени.

В каждый момент времени $t, t < T_1$, стоимость бермудского опциона не может быть ниже стоимости соответствующего европейского опциона с датой истечения T_1 .

Если цена базисных активов определяется геометрическим броуновским движением, то стоимость бермудского опциона можно приближенно найти с помощью биномиальной модели.

2.28. Финансовые инструменты, производные от процентных ставок

2.28.1. Кэпы, флоры и коллары

Рассмотрим некоторую рыночную процентную ставку на срок в δ лет (например, 6-месячную ставку LIBOR). Ее значение в момент времени t будем обозначать $r(t, \delta)$.

Поток платежей от кэпа номиналом A на рассматриваемую процентную ставку, стартующего в момент времени T_0 при ставке исполнения x , определяется следующим образом:

Дата платежа	$T_1 = T_0 + \delta$	...	$T_k = T_0 + k\delta$	...	$T_n = T_0 + n\delta$
Платеж	$A\delta \cdot \max\{r(T_1, \delta) - x, 0\}$	..	$A\delta \cdot \max\{r(T_k, \delta) - x, 0\}$	...	$A\delta \cdot \max\{r(T_n, \delta) - x, 0\}$

Таким образом, **кэп** (*cap*) представляет собой портфель из европейских опционов «колл» на данную процентную ставку.

Поток платежей от флора номиналом A на данную процентную ставку, стартующего в момент времени T_0 при ставке исполнения x , имеет вид:

Дата платежа	$T_1 = T_0 + \delta$	..	$T_k = T_0 + k\delta$	...	$T_n = T_0 + n\delta$
Платеж	$A\delta \max\{x - r(T_0, \delta), 0\}$	..	$A\delta \max\{x - r(T_{k-1}, \delta), 0\}$	...	$A\delta \max\{x - r(T_{n-1}, \delta), 0\}$

Иными словами, **флор** (floor) — это портфель из европейских опционов «пут» на процентную ставку.

Портфель, состоящий из покупки кэпа и продажи флора с одинаковыми характеристиками, называют **колларом** (collar) заемщика.

Поток платежей от коллара заемщика, стартующего в момент времени T_0 :

Дата платежа	$T_1 = T_0 + \delta$	.	$T_k = T_0 + k\delta$	...	$T_n = T_0 + n\delta$
Платеж	$A\delta (r(T_0, \delta) - x)$	..	$A\delta (r(T_{k-1}, \delta) - x)$	...	$A\delta (r(T_{n-1}, \delta) - x)$

Следовательно, стоимость коллара заемщика в момент времени t может быть оценена следующим образом:

$$(collar)_t = \frac{A}{(1 + \delta r_0)^{\frac{T_0 - t}{\delta}}} - \sum_{k=1}^n \frac{A \cdot x\delta}{(1 + \delta r_k)^{\frac{T_k - t}{\delta}}} - \frac{A}{(1 + \delta r_n)^{\frac{T_n - t}{\delta}}},$$

где r_0, r_1, \dots, r_n — ставки дисконтирования при начислении процентов $\frac{1}{\delta}$ раз в год на сроки: $T_0 - t, T_1 - t, \dots, T_n - t$ соответственно.

Аналогичным образом можно оценивать и коллар кредитора, состоящий из покупки флора и продажи кэпа с одинаковыми характеристиками.

2.28.2. Опционы на купонные облигации

Европейские, американские и бермудские опционы на купонные облигации определяются стандартным образом.

Например, европейский опцион «колл» на купонную облигацию с датой погашения T^* , имеющий дату истечения T , $T < T^*$, предоставляет держателю право купить базисную купонную облигацию в момент времени T по цене X .

Применение формул Блэка-Шоулза для оценки стоимости европейских опционов на купонные облигации может давать неверные оценки, так как в модели Блэка-Шоулза не учитывается эффект «приближения к номиналу» и предполагается детерминированность процентной ставки.

2.28.3. Свопционы

Держатель европейского **свопциона** (*swaption*) имеет право войти в заранее установленный своповый контракт в определенный будущий момент времени T (когда должен происходить обмен платежами).

Если покупатель европейского процентного свопциона желает получать проценты по плавающей ставке, а платить проценты по фиксированной процентной ставке r_ϕ , то, исполнив свопцион, он должен в моменты времени

$$t_1 = T + \delta, \quad t_2 = T + 2\delta, \quad \dots, \quad t_n = T + n\delta$$

выплачивать одну и ту же сумму $\delta \cdot A \cdot r_\phi$, а получать суммы

$$\delta Ar(T, \delta), \quad \delta Ar(t_1, \delta), \quad \dots, \quad \delta Ar(t_{n-1}, \delta)$$

соответственно.

Держатель бермудского процентного опциона имеет право войти в процентный своп в любой из моментов времени:

$$T, \quad T + \delta, \quad \dots, \quad T + k\delta,$$

где $k < n$.

Очевидно, что стоимость бермудского опциона в момент времени t , $t < T$, не может быть ниже стоимости европейского свопциона с датой исполнения T .

С другой стороны, стоимость бермудского опциона не может быть выше стоимости соответствующего кэпа со ставкой исполнения r_ϕ .

2.28.4. Облигации со встроенными опционами

Говорят, что облигация содержит **встроенный опцион** (*embedded option*), если эмитент облигации или ее держатель по условиям эмиссии имеет право изменить денежный поток от облигации.

Отзывная облигация (*callable bond*) является облигацией со встроенным опционом, так как эмитент такой облигации имеет право ее выкупить и тем самым прекратить платежи по облигации. Отзывная облигация эквивалентна портфелю, состоящему из покупки соответствующей безопционной облигации и продажи опциона отзыва, являющегося бермудским опционом «колл» на эту безопционную облигацию. Это означает, что стоимость отзывной облигации должна равняться разности между стоимостью соответствующей безопционной облигации и стоимостью опциона отзыва.

Продаваемая облигация (*puttable bond*) также является облигацией со встроенным опционом, так как ее держатель имеет право продать облигацию эмитенту до ее погашения. Продаваемая облигация совпадает с портфелем, состоящим из покупки соответствующей безопционной облигации и покупки опциона на продажу этой облигации, который является бермудским опционом «пут».

Другими важными примерами облигаций со встроенными опционами являются облигации с встроенными кэпами и флорами.

Облигация с полугодовой плавающей купонной ставкой называется **облигацией с кэпом** (*capped bond*), если установлен уровень купонной ставки x , та-

кой, что купонный платеж за k -й купонный период определяется следующим образом:

$$q_k = \begin{cases} \frac{f_{k-1}}{2} \cdot A, & \text{если } f_{k-1} < x, \\ \frac{x}{2} \cdot A, & \text{если } f_{k-1} \geq x, \end{cases}$$

где q_k — купонный платеж за k -й купонный период, $k = 1, 2, \dots, n$;
 f_{k-1} — значение купонной ставки в конце $(k-1)$ -го купонного периода;
 A — номинал облигации.

Текущая цена облигации с кэпом должна равняться текущей цене аналогичной безопционной облигации за вычетом текущей цены кэпа на соответствующую процентную ставку.

Облигация с полугодовой плавающей купонной ставкой называется **облигацией с флором** (*bond with embedded floor*), если установлен уровень купонной ставки x такой, что купонный платеж за k -й купонный период определяется следующим образом:

$$q_k = \begin{cases} \frac{f_{k-1}}{2} \cdot A, & \text{если } f_{k-1} > x, \\ \frac{x}{2} \cdot A, & \text{если } f_{k-1} \leq x. \end{cases}$$

Цена облигации с флором должна совпадать с суммой цены аналогичной безопционной облигации и цены флора на соответствующую процентную ставку.

Для оценки стоимости финансовых инструментов, производных от процентной ставки, часто используется так называемая биномиальная модель процентных ставок.

2.29. Биномиальная модель эволюции процентной ставки

Обозначим через ${}_kZ_1$ форвардную процентную ставку на один год через k годовых периодов от текущего момента времени, $k = 0, 1, 2, 3, \dots$.

В биномиальной модели процентной ставки предполагается, что форвардная ставка ${}_0Z_1$ известна с определенностью и равна δ_0 , а остальные форвардные процентные ставки ${}_kZ_1$, $k = 1, 2, 3, \dots$, являются случайными величинами и определяются следующим образом.

Форвардная ставка ${}_1Z_1$ принимает значения δ_1 и $\delta_1 e^{2\sigma}$ с вероятностью $\frac{1}{2}$, где δ_1 — наименьшее значение форвардной ставки через один год, а σ — годовая волатильность процентных ставок.

Форвардная ставка ${}_2Z_1$ принимает значения δ_2 и $\delta_2 e^{2\sigma}$ с вероятностью $\frac{1}{2}$, если ${}_1Z_1 = \delta_1$, и значения $\delta_2 e^{2\sigma}$ и $\delta_2 e^{4\sigma}$ с вероятностью $\frac{1}{2}$ если ${}_1Z_1 = \delta_1 e^{2\sigma}$.

В общем случае форвардные ставки ${}_kZ_1$, $k = 1, 2, 3, \dots$, принимают значения $\delta_k e^{2i\sigma}$ и $\delta_k e^{2(i+1)\sigma}$ с вероятностью $\frac{1}{2}$ при условии, что

$${}_kZ_1 = \delta_{k-1} e^{2i\sigma}, \quad i = 0, 1, 2, \dots, k,$$

где δ_k — наименьшее значение форвардной ставки через k годовых периодов, σ — годовая волатильность процентных ставок.

Биномиальную модель процентной ставки удобно изображать графически с помощью биномиального дерева (рис. 2.28).

Пример 2.40. Трехэтапная биномиальная модель процентной ставки при следующих параметрах: $\sigma = 10\%$; $\delta_0 = 6\%$; $\delta_1 = 6,5\%$; $\delta_2 = 7\%$ и $\delta_3 = 7,5\%$ приведена на рис. 2.29.

В данной модели форвардная процентная ставка на один год через три года от текущего момента времени принимает значения: 7,5; 9,161; 11,189 и 13,666% с вероятностями, равными $\frac{1}{8}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{3}{8}$ и $\frac{1}{8}$ соответственно.

Рассмотренная нами биномиальная модель дает возможность находить цены безопционных облигаций с годовыми купонами.

Обозначим через $Q(k, i)$ цену n -летней облигации с годовыми купонами, которая окажется через k лет при условии, что

$${}_kZ_1 = \delta_k e^{2i\sigma}, \quad i = 0, 1, 2, \dots, k, \quad k = 0, 1, 2, \dots, n.$$

Очевидно, что цена этой облигации через n лет всегда будет равной ее номиналу, т. е.

$$Q(n, i) = A \text{ при } i = 0, 1, 2, \dots, n.$$

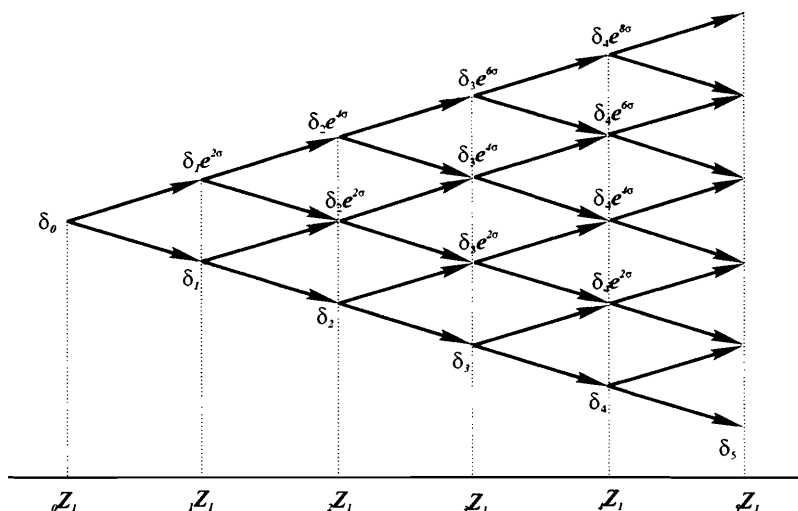


Рис. 2.28. Биномиальная модель процентной ставки

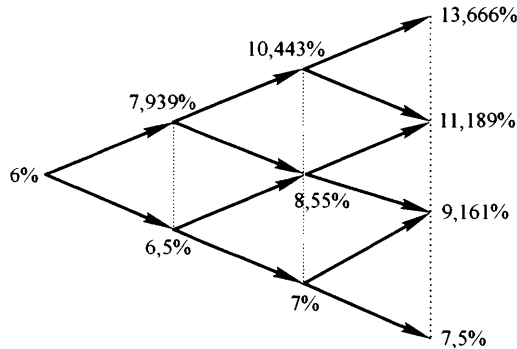
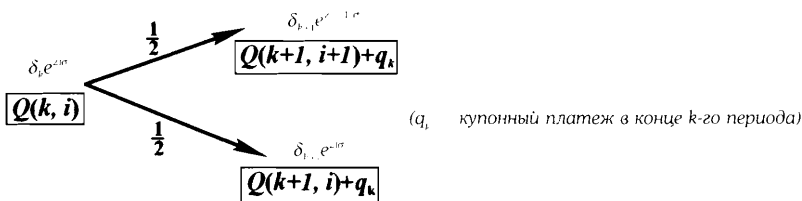


Рис. 2.29. Трехэтапная биномиальная модель

Цена облигации в другие будущие моменты времени должна совпадать с приведенной стоимостью ожидаемого потока платежей от этой облигации. Поток платежей от облигации через k лет можно изобразить в следующем виде:



Следовательно, должно выполняться следующее равенство:

$$Q(k, i) = \frac{[Q(k+1, i+1) + q_k] \cdot \frac{1}{2} + [Q(k+1, i) + q_k] \cdot \frac{1}{2}}{1 + \delta_k e^{2i\sigma}}, \quad (2.60)$$

$k = 0, 1, 2, \dots, n-1; i = 0, 1, 2, \dots, k.$

Так как цены облигации $Q(n, i)$ при $i = 0, 1, 2, \dots, n$ нам известны, то рекуррентное равенство (2.60) позволяет последовательно найти цены $Q(n-1, i)$ при $i = 0, 1, 2, \dots, n-1$; $Q(n-2, i)$ при $i = 0, 1, 2, \dots, n-2$ и т. д. до цены $Q(0, 0)$, которая и является ценой облигации на текущий момент времени.

Пример 2.41. На рис. 2.30 приведен расчет цены 8%-ной облигации номиналом 100 долл. с годовыми купонами, до погашения которой остается 4 года, в условиях биномиальной модели процентной ставки из примера 2.40.

Например,

$$Q(3, 2) = \frac{100 + 8}{1 + 0,11189} = 97,132;$$

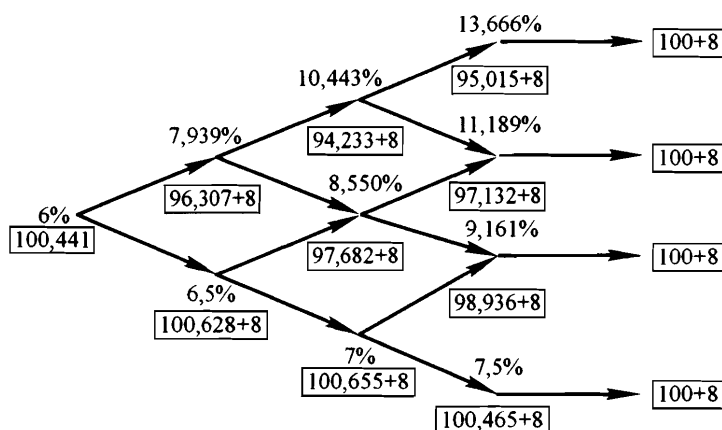


Рис. 2.30. Расчет цены облигации по биномиальной модели

$$Q(2,1) = \frac{(97,132 + 8) \cdot \frac{1}{2} + (98,936 + 8) \cdot \frac{1}{2}}{1 + 0,0855} = 97,682;$$

$$Q(0,0) = \frac{(96,307 + 8) \cdot \frac{1}{2} + (100,628 + 8) \cdot \frac{1}{2}}{1 + 0,06} = 100,441.$$

Следовательно, текущая цена данной облигации равна 100,441 долл.

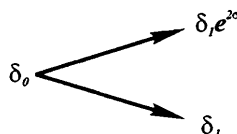
Для построения биномиальной модели процентной ставки необходимо предварительно определить следующие параметры: волатильность процентной ставки σ и наименьшие значения форвардных процентных ставок — $\delta_0, \delta_1, \delta_2, \dots$

Возможный способ оценки волатильности процентной ставки был рассмотрен ранее. Выясним, как при заданной волатильности σ можно на основе рыночной информации подобрать параметры: $\delta_0, \delta_1, \delta_2, \dots$

Предположим, что в данный момент времени известны рыночные доходности: $r_1, r_2, \dots, r_k, \dots$ (r_k — рыночная доходность на срок в k лет). Заметим, что в этом случае можно найти цену безопционной облигации номиналом 100 долл. с нулевым купоном, погашаемой через k лет:

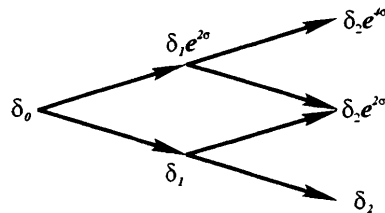
$$P_k = \frac{100}{(1 + r_k)^k}, \quad k = 1, 2, 3, \dots$$

Очевидно, что δ_0 совпадает с рыночной доходностью r_1 . Параметр δ_1 выбирается так, чтобы цена 2-летней облигации с нулевым купоном и номиналом 100 долл., определяемая биномиальной моделью



совпала с ценой P_2 (для отыскания δ_1 можно использовать метод проб и ошибок).

Если параметры δ_0 и δ_1 уже найдены, то δ_2 подбирается так, чтобы цена 3-летней облигации с нулевым купоном, определяемая биномиальной моделью

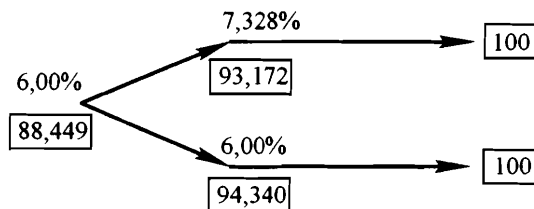


совпала с ценой P_3 и т. д.

Пример 2.42. Построим биномиальную модель процентной ставки в случае, когда волатильность процентной ставки равна 10%, а рыночные доходности на один, два, три и четыре года равны соответственно 6,00; 6,606; 7,272 и 8,00%.

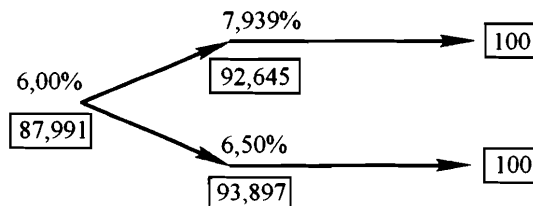
1. Полагаем $\delta_0 = 6,00\%$.
2. Положим $\delta_1 = 6,00\%$.

Ниже приведен расчет цены 2-летней облигации с нулевым купоном на основе биномиальной модели:



Так как $88,449 > P_2 = \frac{100}{(1 + 0,06606)^2} = 87,991$, то значение δ_1 следует увеличить.

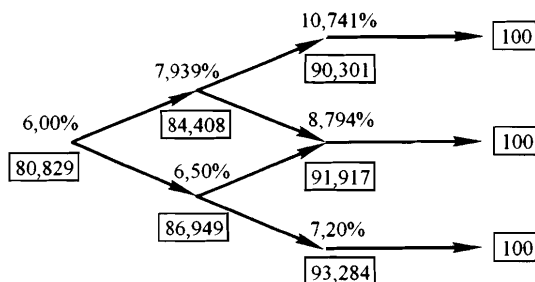
Если $\delta_1 = 6,5\%$, то



Так как $87,991 = P_2$, то $\delta_1 = 6,50\%$.

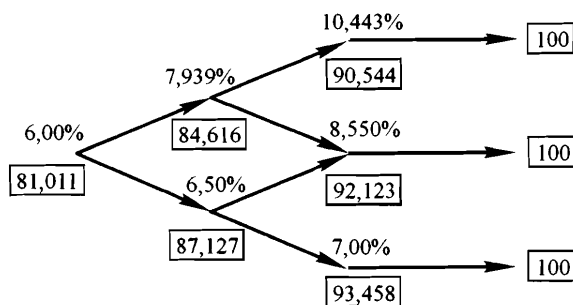
3. Положим $\delta_2 = 7,20\%$.

Тогда для 3-летней облигации с нулевым купоном имеем:



Так как $80,829 < P_3 = \frac{100}{(1 + 0,07272)^3} = 81,010$, то значение δ_2 следует уменьшить.

Если $\delta_2 = 7,00\%$, то



Так как $81,011 \approx P_3$, то $\delta_2 = 7,00\%$. Аналогичным образом найдем, что $\delta_1 = 7,50\%$.

Таким образом, мы построим биномиальную модель процентной ставки, которую уже рассматривали в примере 2.40.

Отметим важное свойство биномиальной модели процентной ставки.

На основе рыночных доходностей (при заданной волатильности) можно построить биномиальную модель процентной ставки, с помощью которой находится цена любой безопционной облигации с годовыми купонами. С другой стороны, цену безопционной облигации можно определить, зная рыночные доходности для различных сроков. Однако цены безопционной облигации, найденные этими двумя разными способами, всегда совпадают.

Пример 2.43. В примере 2.41 было установлено, что цена 8%-ной облигации номиналом 100 долл. с годовыми купонами, до погашения которой остается 4 года, равна 100,441 долл.

С другой стороны, цена данной облигации может быть найдена на основе рыночных доходностей из примера 2.42:

$$P = \frac{8}{1,06} + \frac{8}{(1,06606)^2} + \frac{8}{(1,07272)^3} + \frac{108}{(1,08)^4} = 100,450 \text{ долл.}$$

Небольшое расхождение цен объясняется погрешностями при расчетах.

Замечание. Мы рассмотрели биномиальную модель процентной ставки с годовыми этапами. Аналогичным образом можно определить биномиальную модель с этапами, составляющими только части года. В частности, биномиальная модель с полугодовыми этапами имеет следующий вид (рис. 2.31).

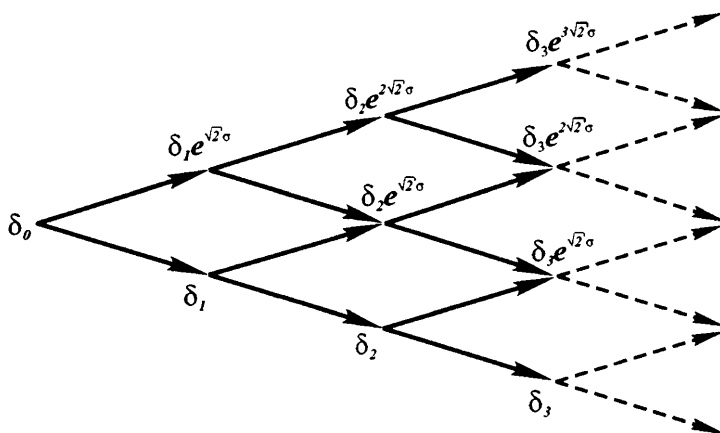


Рис. 2.31. Биномиальная модель с полугодовыми этапами

2.30. Оценка стоимости облигаций со встроенными опционами

Будем считать, что построена биномиальная модель процентной ставки с годовыми купонами следующего вида (рис. 2.32).

1. Рассмотрим n -летнюю облигацию с годовыми купонами, отзываемую через n_0 лет. Предположим, что номинал облигации равен A , а цена отзыва в k -м году равна F_k , $k = n_0, n_0 + 1, \dots, n - 1$.

Обозначим через $\tilde{Q}(k, i)$ цену отзывной облигации через k лет при условии, что форвардная ставка ${}_k Z_1$ на один год через k лет принимает значение, равное $\delta_k e^{2i\sigma}$, $k = 0, 1, 2, \dots, n$, $i = 0, 1, 2, \dots, k$.

Цена отзывной облигации в каждый момент времени должна совпадать с приведенной стоимостью ожидаемого потока платежей от этой облигации. Следовательно, имеют место следующие соотношения:

$$\begin{aligned} \bar{Q}(n, i) &= A, \quad i = 0, 1, 2, \dots, n; \\ \bar{Q}(k, i) &= \min \left\{ F_k, \frac{\left[\bar{Q}(k+1, i+1) + q_k \right] \cdot \frac{1}{2} + \left[\bar{Q}(k+1, i) + q_k \right] \cdot \frac{1}{2}}{1 + \delta_k e^{2i\sigma}} \right\}, \\ k &= n_0, n_0 + 1, \dots, n-1; \quad i = 0, 1, 2, \dots, k; \\ \bar{Q}(k, i) &= \frac{\left[\bar{Q}(k+1, i+1) + q_k \right] \cdot \frac{1}{2} + \left[\bar{Q}(k+1, i) + q_k \right] \cdot \frac{1}{2}}{1 + \delta_k e^{2i\sigma}}, \\ k &= 0, 1, 2, \dots, n_0 - 1; \quad i = 0, 1, 2, \dots, k, \end{aligned} \quad (2.61)$$

где q_k — купонный платеж за k -й год.

Пример 2.44. Дана 8%-ная облигация номиналом 100 долл. с годовыми купонами, отзываемаемая через 2 года по номиналу, срок до погашения которой 4 года. Расчет цены облигации в условиях биномиальной модели процентной ставки из примера 2.40 приведен на рис. 2.33.

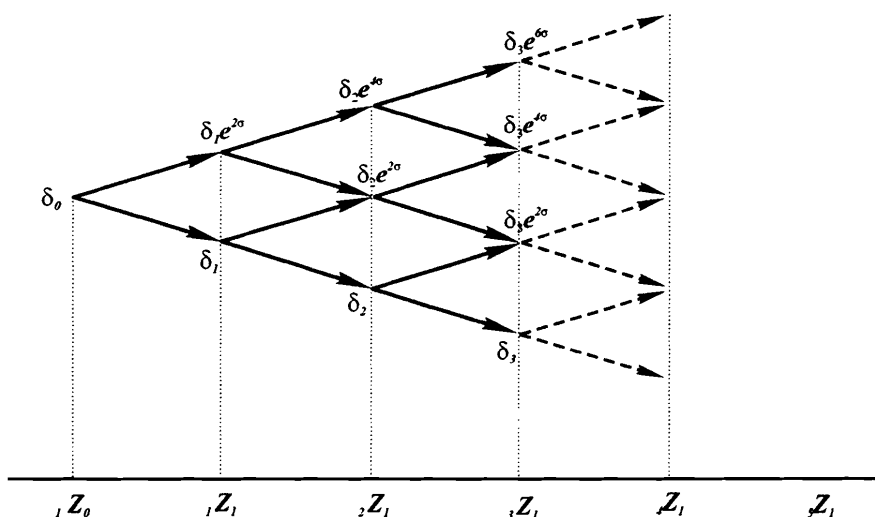


Рис. 2.32

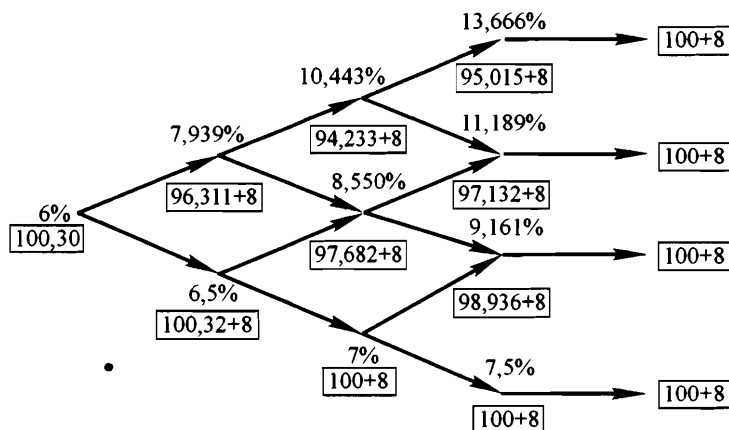


Рис. 2.33

Например,

$$\tilde{Q}(3, 0) = \min \left\{ 100, \frac{100 + 8}{1 + 0,075} \right\} = 100;$$

$$\begin{aligned} \tilde{Q}(2, 0) &= \min \left\{ 100, \frac{(98,936 + 8) \frac{1}{2} + (100 + 8) \frac{1}{2}}{1 + 0,07} \right\} = \\ &= \min \{ 100, 100,44 \} = 100. \end{aligned}$$

Таким образом, текущая цена данной отзывной облигации равна 100,30 долл. Так как цена аналогичной безопционной облигации равна 100,44 долл. (см. пример 2.41), то текущая цена опциона отзыва, встроенного в данную облигацию, определяется следующим образом:

$$100,44 \text{ долл.} - 100,30 \text{ долл.} = 0,14 \text{ долл.}$$

2. Рассмотрим n -летнюю облигацию с годовыми купонами, продаваемую эмитенту через n_0 лет. Предположим, что номинал облигации равен A , а цена «продажи» эмитенту в k -м году равна

$$\Phi_k, \quad k = n_0, n_0 + 1, \dots, n - 1.$$

Обозначим через $\hat{P}(k, i)$ — цену «продаваемой» облигации через k лет при условии, что форвардная процентная ставка ${}_k Z_1$ принимает значение

$$\delta_k e^{2i\sigma}, \quad k = 0, 1, 2, \dots, n, \quad i = 0, 1, 2, \dots, k.$$

Имеет место следующее равенство:

$$\begin{aligned}\tilde{P}(n, i) &= A, \quad i = 0, 1, 2, \dots, n; \\ \tilde{P}(k, i) &= \max \left\{ \Phi_k, \frac{\left[\tilde{P}(k+1, i+1) + q_k \right] \cdot \frac{1}{2} + \left[\tilde{P}(k+1, i) + q_k \right] \cdot \frac{1}{2}}{1 + \delta_k e^{2i\sigma}} \right\}, \quad (2.62) \\ k &= n_0, n_0 + 1, \dots, n-1; \quad i = 0, 1, 2, \dots, k; \\ \tilde{P}(k, i) &= \frac{\left[\tilde{P}(k+1, i+1) + q_k \right] \cdot \frac{1}{2} + \left[\tilde{P}(k+1, i) + q_k \right] \cdot \frac{1}{2}}{1 + \delta_k e^{2i\sigma}}, \\ k &= 0, 1, \dots, n_0 - 1; \quad i = 0, 1, 2, \dots, k.\end{aligned}$$

Пример 2.45. В условиях примера 2.44 предположим, что облигация является «продаваемой» после двух лет по номиналу. Расчет цены такой облигации приведен на рис. 2.34.

Например,

$$\begin{aligned}\tilde{P}(3, 3) &= \max \left\{ 100, \frac{(100+8) \cdot \frac{1}{2} + (100+8) \cdot \frac{1}{2}}{1 + 0,13666} \right\} = \max \{100, 95,02\} = 100; \\ \tilde{P}(2, 0) &= \max \left\{ 100, \frac{(100+8) \cdot \frac{1}{2} + (100,465+8) \cdot \frac{1}{2}}{1 + 0,07} \right\} = 101,15;\end{aligned}$$

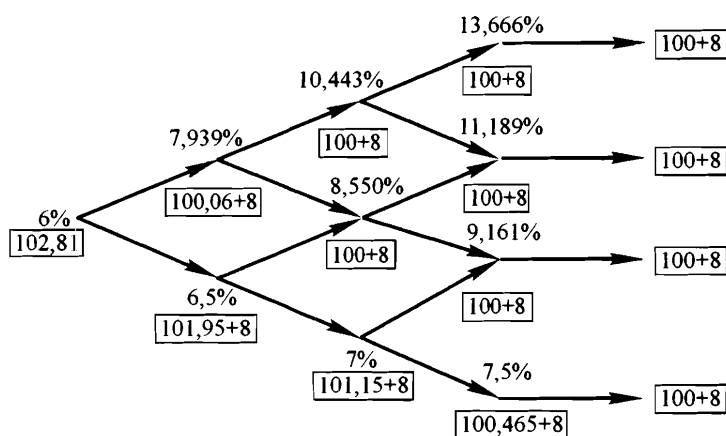


Рис. 2.34

$$\tilde{P}(1, 1) = \frac{(100 + 8) \frac{1}{2} + (100 + 8) \frac{1}{2}}{1 + 0,07939} = 100,06.$$

Таким образом, текущая цена данной «продаваемой» облигации равна 102,81 долл., а цена опциона продажи, встроенного в облигацию, может быть найдена следующим образом:

$$102,81 \text{ долл.} - 100,44 \text{ долл.} = 2,37 \text{ долл.}$$

3. Пусть дана n -летняя облигация номиналом A с годовой плавающей купонной ставкой при наличии встроенного кэпа на уровне $x\%$. Предположим, что плавающая купонная ставка определяется биномиальной моделью, изображенной на рис. 2.28.

Обозначим через $\tilde{u}(k, i)$ цену данной облигации на конец $(k + 1)$ -го года, при условии, что форвардная процентная ставка ${}_kZ_1$ принимает значение

$$\delta_k e^{2i\sigma}, \quad k = 0, 1, \dots, n-1; \quad i = 0, 1, 2, \dots, k.$$

Так как цена облигации в каждый момент времени должна совпадать с приведенной стоимостью ожидаемого потока платежей, то

$$\begin{aligned} \tilde{u}(n-1, i) &= A + \frac{A \cdot \min\{x, \delta_{n-1} e^{2i\sigma}\}}{100}, \quad i = 0, 1, 2, \dots, n-1; \\ \tilde{u}(k, i) &= \left(\frac{\tilde{u}(k+1, i+1)}{1 + \delta_{k+1} e^{2(i+1)\sigma}} \right) \cdot \frac{1}{2} + \left(\frac{\tilde{u}(k+1, i)}{1 + \delta_{k+1} e^{2i\sigma}} \right) \cdot \frac{1}{2} + A \cdot \frac{\min\{x, \delta_k e^{2i\sigma}\}}{100}, \end{aligned} \quad (2.63)$$

$$k = 0, 1, 2, \dots, n-2; \quad i = 0, 1, 2, \dots, k.$$

$$\text{Цена облигации в текущий момент времени } u = \frac{\tilde{u}(0, 0)}{1 + \delta_0}.$$

Пример 2.46. Дана 4-летняя облигация с годовой плавающей ставкой, определяемой биномиальной моделью из примера 2.40, при наличии встроенного кэпа на уровне 8%.

Расчет цены облигации приведен ниже на рис. 2.35.

Например,

$$\tilde{u}(2, 0) = \frac{108}{1 + 0,09161} \cdot \frac{1}{2} + \frac{107,5}{1 + 0,075} \cdot \frac{1}{2} + \frac{100 \cdot \min\{8, 7\}}{100} = 106,47.$$

$$\tilde{u}(0, 0) = \frac{103,89}{1 + 0,07939} \cdot \frac{1}{2} + \frac{105,09}{1 + 0,065} \cdot \frac{1}{2} + 6 = 103,46.$$

Так как $\tilde{u}(0,0)$ — это цена облигации на конец первого года, то текущая цена облигации

$$\tilde{u} = \frac{\tilde{u}(0,0)}{1 + 0,06} = \frac{103,46}{1,06} = 97,61 \text{ долл.}$$

Цена безопционной облигации с плавающей купонной ставкой в моменты времени, когда производятся купонные платежи, всегда равна ее номиналу. Следовательно, текущая цена «кэпового» опциона, встроенного в облигацию, равна 100,00 долл. — 97,61 долл. = 2,39 долл.

Аналогичным образом можно находить цены и других облигаций со встроенными опционами.

Замечание 1. Предположим, что ведется активная торговля некоторой облигацией со встроенным опционом, и нам известна рыночная цена этой облигации. С другой стороны, по заданному значению волатильности σ можно построить биномиальную модель процентной ставки, на основе которой можно найти теоретическую цену данной облигации. Значение σ , при котором теоретическая цена облигации совпадает с ее рыночной ценой, называют **предполагаемой волатильностью процентной ставки** (*implied interest rate volatility*). Найти предполагаемую волатильность можно, например, методом проб и ошибок. Предполагаемую волатильность процентной ставки можно использовать для оценки других облигаций со встроенными опционами.

Замечание 2. На основе биномиальной модели можно оценивать стоимость и других финансовых инструментов, производных от процентных ставок.

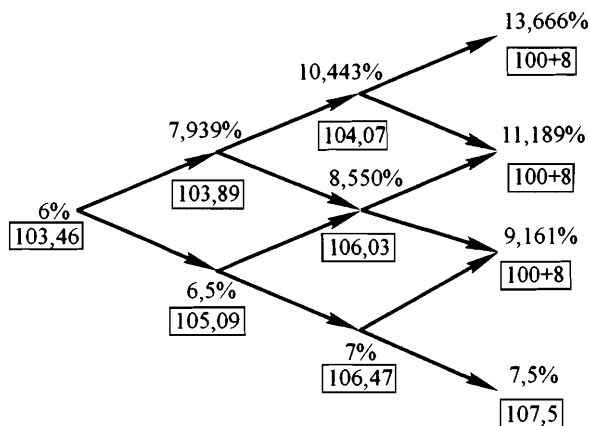


Рис. 2.35

2.31. Меры риска для облигаций со встроенными опционами

Рассмотрим некоторую облигацию со встроенным опционом, текущая рыночная стоимость которой равна V_0 .

Предположим, что построена биномиальная модель процентной ставки. Тогда на основе этой биномиальной модели можно определить теоретическую стоимость данной облигации. Теоретическая стоимость облигации со встроенным опционом может отличаться от ее рыночной стоимости.

Величина Δz , которую необходимо добавить ко всем форвардным процентным ставкам биномиальной модели, чтобы теоретическая стоимость облигации со встроенным опционом совпала с ее рыночной стоимостью, называется «спредом с учетом опциона» (*option-adjusted spread*).

«Спред с учетом опциона» является мерой того, насколько облигация со встроенным опционом отличается от аналогичной безопционной облигации.

При заданной рыночной стоимости облигации с возрастанием волатильности процентной ставки «спред с учетом опциона» для отзывной облигации уменьшается, а для «продаваемой» облигации, наоборот, увеличивается.

Пример 2.47. Предположим, что текущая рыночная стоимость отзывной облигации, рассмотренной в примере 2.44, равна 99,43 долл.

Расчеты, приведенные на рис. 2.36, показывают, что «спред с учетом опциона» для данной облигации составляет 29,9 базисного пункта (б. п.).

Так как теоретическая цена отзывной облигации, равная 99,429 долл., практически совпадает с ее рыночной ценой, то «спред с учетом опциона» действительно составляет 29,9 б. п. (рис. 2.36).

Кроме «спреда с учетом опциона» в качестве меры риска облигации со встроенным опционом рассматривают эффективную дюрацию и эффективную выпуклость этой облигации.

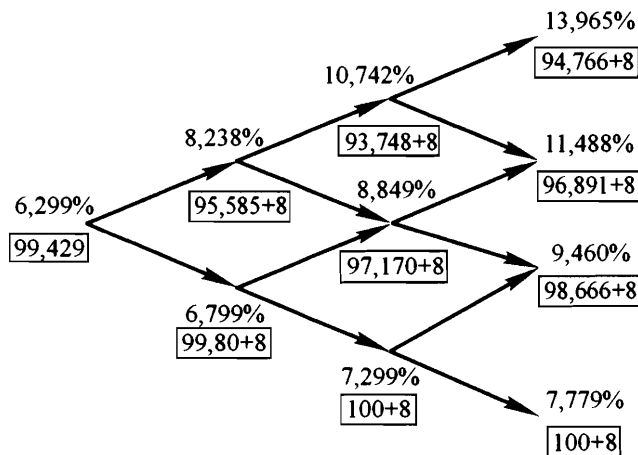


Рис. 2.36

Эффективная дюрация и **эффективная выпуклость** облигации со встроенным опционом определяются следующим образом:

$$D^{\text{э}} = \frac{V_- - V_+}{2V_0(\Delta y)}, \quad (2.64)$$

$$C^{\text{э}} = \frac{V_- + V_+ - 2V_0}{V_0(\Delta y)^2}, \quad (2.65)$$

где $D^{\text{э}}$ — эффективная дюрация облигации;
 $C^{\text{э}}$ — эффективная выпуклость облигации;
 V_0 — начальная рыночная стоимость облигации;
 $V_{\pm}(V)$ — стоимость облигации при параллельном сдвиге кривой рыночных доходностей на величину Δy ($-\Delta y$).

Для определения стоимости $V_{\pm}(V)$ можно поступить следующим образом:

- 1) выбрать достаточно малую величину $\Delta y > 0$;
- 2) ко всем заданным рыночным доходностям прибавить (отнять) Δy и построить биномиальную модель процентной ставки при новых рыночных доходностях;
- 3) ко всем форвардным процентным ставкам добавить «спред с учетом опциона»;
- 4) по полученной модели процентной ставки рассчитать стоимости $V_{\pm}(V)$.

Пример 2.48. Рассмотрим отзывную облигацию из примера 2.47. Исходная биномиальная модель процентной ставки была построена на основе рыночных доходностей: 6,00; 6,606; 7,272 и 8,00% (см. пример 2.42). Начальная рыночная цена облигации $V_0 = 99,43$ долл.

При сдвиге кривой рыночных доходностей на величину $\Delta y = 10$ б. п. рыночные доходности окажутся равными 6,10; 6,706; 7,372 и 8,10%, а биномиальная модель процентной ставки примет вид, указанный на рис. 2.37.

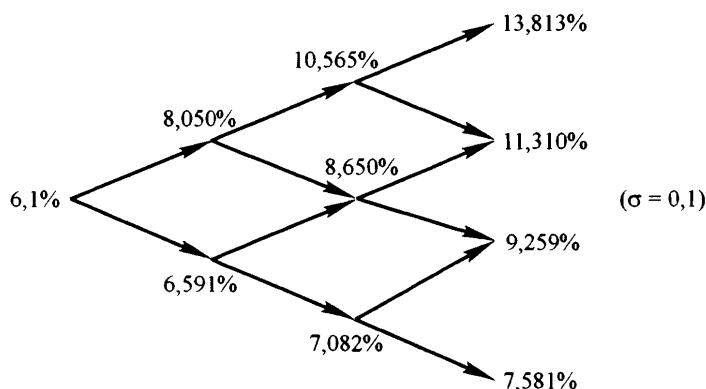


Рис. 2.37

Добавив ко всем форвардным процентным ставкам спред с учетом опциона, равный 29,9 б. п. (см. пример 2.47), найдем стоимость V_1 . Расчеты приведены на рис. 2.38.

Следовательно, $V_1 = 99,1088$ долл.

Если все рыночные доходности уменьшатся на $\Delta y = 10$ б. п., то они окажутся равными 5,9; 6,506; 7,172 и 7,9% соответственно. Соответствующая биномиальная модель процентной ставки представлена на рис. 2.39.

Расчет стоимости V приведен на рис. 2.40.

Таким образом, $V = 99,7399$ долл.

Эффективная дюрация и эффективная выпуклость облигации могут быть найдены по формулам (2.64) и (2.65):

$$D^e = \frac{99,7399 - 99,1088}{2 \cdot 99,43 \cdot 0,001} = 3,17;$$

$$C^e = \frac{99,7399 + 99,1088 - 2 \cdot 99,43}{99,43 \cdot (0,001)^2} = -113,65.$$

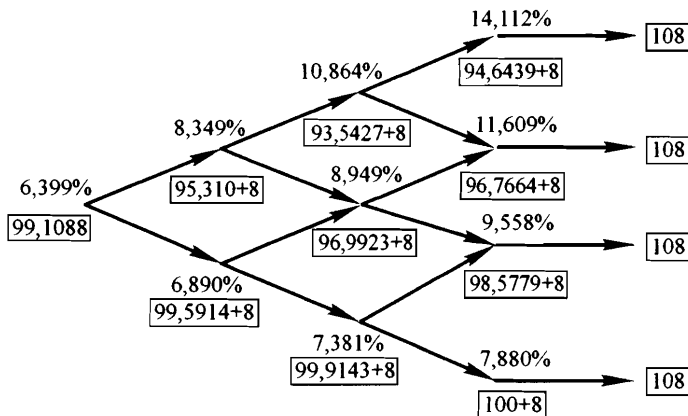


Рис. 2.38

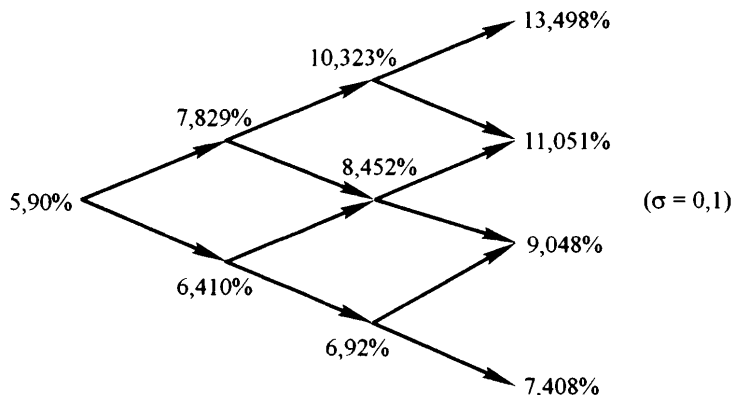


Рис. 2.39

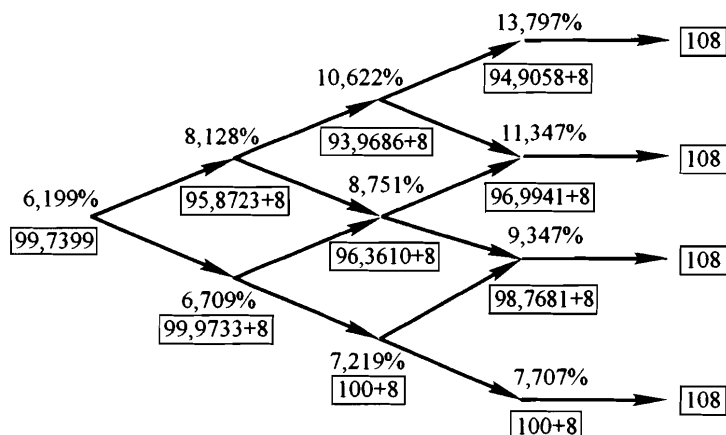


Рис. 2.40

2.32. Модели временной структуры процентных ставок с непрерывным временем

Для оценки стоимости финансовых инструментов, производных от процентных ставок, используются модели временной структуры процентных ставок с непрерывным временем.

Временная структура процентных ставок определяется внутренними доходностями облигаций с нулевыми купонами при различных сроках до погашения. Таким образом, процентная ставка $\tilde{r}(t, t + \tau)$ при непрерывном начислении в момент времени t по инвестициям на τ лет удовлетворяет равенству

$$\tilde{r}(t, t + \tau) = \frac{1}{\tau} \ln \frac{A}{B(t, t + \tau)},$$

где $B(t, t + \tau)$ — стоимость (в момент t) облигации с нулевым купоном, погашаемой через τ лет;
 A — номинал облигации.

Краткосрочной процентной ставкой $\tilde{r}(t)$ на момент времени t называют

$$\lim_{\tau \rightarrow 0} \tilde{r}(t, t + \tau),$$

т. е. $\tilde{r}(t) = \lim_{\tau \rightarrow 0} \tilde{r}(t, t + \tau)$.

Если известна траектория краткосрочной процентной ставки $\tilde{r}(t)$ на промежутке времени $[t_0, T]$, то при $t, t + \tau \in [t_0, T]$:

$$\tilde{r}(t, t + \tau) = \int_t^{t+\tau} \tilde{r}(u) du;$$

$$B(t, t + \tau) = A \cdot e^{-\int_t^{t+\tau} \tilde{r}(u) du}.$$

Следовательно, зная траекторию краткосрочной процентной ставки на некотором временном промежутке, можно определить и временную структуру процентных ставок на этом промежутке.

Во многих моделях временной структуры процентных ставок эволюция краткосрочной процентной ставки задается с помощью стохастических дифференциальных уравнений.

Модель Рендельмана–Барттера

В частности, в модели Рендельмана–Барттера краткосрочная процентная ставка удовлетворяет уравнению

$$d\tilde{r}_t = (a\tilde{r}_t) dt + (\sigma\tilde{r}_t) d\omega_t, \quad (2.66)$$

т. е. определяется геометрическим броуновским движением.

Следует отметить, что в модели Рендельмана–Барттера не учитывается эффект «возвращения к среднему» (*mean reversion*): если процентная ставка сильно отклонится от некоторого своего среднего значения, то в дальнейшем проявляется тенденция возвращения этой процентной ставки к среднему значению.

Модель Васичека

Эффект возвращения к среднему учитывается в модели Васичека:

$$d\tilde{r}_t = a(b - \tilde{r}_t) dt + \sigma d\omega_t, \quad (2.67)$$

где a и b — некоторые числа;

σ — годовая волатильность процентной ставки.

Одним из недостатков модели Васичека является то, что в ней допускается появление отрицательных процентных ставок с положительной вероятностью.

Модель Кокса–Ингерсолла–Росса

Модель

$$d\tilde{r}_t = a(b - \tilde{r}_t) dt + \sigma\sqrt{\tilde{r}_t} d\omega_t, \quad (2.68)$$

учитывает эффект «возвращения к среднему», и в ней отрицательные процентные ставки появляться с положительной вероятностью не могут.

Параметры моделей (2.66), (2.67) и (2.68) подбираются на основе предположения об отсутствии прибыльных арбитражных возможностей. Поэтому эти модели называют арбитражными моделями временной структуры процентных ставок. Арбитражные модели временной структуры процентных ставок часто оказываются не согласованными с текущей временной структурой процентных ставок.

Важнейшими примерами неарбитражных моделей являются:

модель Хо–Ли

$$d\tilde{r}_t = \Theta(\tau) dt + \sigma d\omega_t; \quad (2.69)$$

модель Халла–Уайта

$$d\tilde{r}_t = (\Theta(\tau) - a\tilde{r}_t) dt + \sigma dw_t, \quad (2.70)$$

в которых функция $\Theta(\tau)$ подбирается так, чтобы модель была согласована с текущей временной структурой процентных ставок. Кроме того, в модели Халла–Уайта учитывается еще и эффект «возвращения к среднему».

К числу неарбитражных моделей временной структуры процентных ставок относится также **модель Хиза–Джерроу–Мортон**, обобщающая модель Халла–Уайта.

Литература

1. Буренин А. Н. Рынок ценных бумаг и производных финансовых инструментов. — М.: 1-я Федеративная Книготорговая Компания, 1998.
2. Das S. Swap and derivatives financing. — N.Y.: McGraw-Hill, 1994.
3. Elton E. J., Gruber M. J. Modern portfolio theory and investment analysis. 5th ed. — N.Y.: John Wiley & Sons, Ltd., 1995.
4. Figlewsky S., Silber W. L., Subrahmanyam M. G. Financial options: From theory to practice. — N.Y.: McGraw-Hill, 1990.
5. Hull J. C. Options, futures, and other derivatives. 4th ed. — L.: Prentice Hall, 2000.
6. Martellini L., Priaulet P. Fixed-income securities. — John Wiley & Sons, Ltd., 2001.

III. Управление рыночными рисками*

М. А. Рогов

3.1. Введение

Настоящий раздел посвящен управлению рыночными рисками, но, заметим, по ходу изложения материала, в целом соответствующего программе экзамена на квалификацию *Financial Risk Manager (FRM)*, нередко возникает потребность в более подробных пояснениях. Поэтому основной текст сопровождается самостоятельными примерами, посвященными отдельным общим и частным вопросам риск-менеджмента, новейшим разработкам, а также российской специфике предмета**. Общие для различных направлений риск-менеджмента вопросы могут освещаться в настоящем разделе несколько иначе, чем авторами смежных разделов. Это не снижает правомерности выводов, но позволяет по-другому взглянуть на проблему, что представляется плодотворным.

Следует упомянуть, что материал настоящей главы опирается на базовые понятия количественного анализа рынков капиталов, производных финансовых инструментов и др., которые предполагаются усвоенными читателями ранее.

Помня, что со времен Мартина Лютера образование становится национальным при условии обучения на национальном языке, автор старался не злоупотреблять иностранной лексикой, но в связи с тем, что языком оригинала большинства ведущих работ в этой области (а также экзаменов по курсу) остается американский вариант английского языка, специальные термины и ключевые понятия, вводимые или используемые в настоящей главе, выделены жирным шрифтом и по возможности (обычно — после первого упоминания в тексте) снабжены в скобках их аналогами на английском языке для удобства при чтении литературы и подготовке к экзамену.

* В разделах 3.20–3.22 и в примерах 3.5, 3.10–3.15 автор с благодарностью использует материалы проведенных под его научным руководством расчетов и исследований аспиранта Международного университета «Дубна» А. С. Громова. Автор выражает большую благодарность за редакцию и вклад в создание данного раздела А. А. Лобанову, а также проф., д-ру физ.-мат. наук, зав. кафедрой С. К. Завриеву за неоценимое плодотворное влияние на научное мировоззрение автора.

** Читатель может без ущерба для усвоения основного материала пропускать примеры, рекомендуемые, однако, для более глубокого погружения в материал.

3.2. Рыночные риски: определения и классификация

Рыночный риск (*market risk*) — это возможность несоответствия характеристик экономического состояния объекта значениям, ожидаемым лицами, принимающими решения под действием рыночных факторов.

Однако часто используется (прежде всего, при объяснении методологии *value at risk*) понятие риска, связанное с возможностью лишь неблагоприятных исходов, убытков и негативных последствий.

Например, инвестор ожидает, что доходность портфеля ценных бумаг будет находиться в пределах некоторого диапазона. Возможность отклонения рыночного уровня доходности за пределы этого интервала является рыночным риском. При этом часто под риском понимается возможность отклонения доходности только в отрицательном диапазоне.

Рыночные риски — одна из трех, часто выделяемых на практике основных групп экономических рисков, включающих также кредитные и операционные риски. Рыночные риски связаны с неопределенностью колебаний рыночной конъюнктуры — ценовыми и курсовыми (валютными) рисками, процентным риском, ликвидностью и т. п. — и чувствительностью к этим колебаниям несущих риски объектов (например, активов и т. п.). Рыночные риски иногда называют **техническими** (не путать с разновидностями операционных и иных рисков!) по ассоциации с техническим анализом, применяемым для исследования и прогнозирования цен, курсов, объемов и иных индикаторов, связанных с рынком. Не только прямые ценовые факторы являются источниками рыночных рисков. Например, корреляция между доходностью различных инструментов не является прямым ценовым фактором, но косвенно влияет на ценовые характеристики портфеля, содержащего эти инструменты.

Классификация рыночных рисков нужна, потому что она позволяет четко структурировать проблемы и влияет на анализ ситуаций и выбор эффективного управления. Классификация рисков должна соответствовать конкретным целям каждого исследования и проводиться с позиций системного подхода. Исходя из этих принципов, можно выделить наиболее широко употребляемую классификацию рыночных рисков по сегментам рынка, в том числе:

- **процентный риск** (*interest rate risk*),
- **валютный риск** (*exchange rate risk*),
- **ценовой риск рынка акций**, или **фондовый риск** (*equity risk*),
- **ценовой риск товарных рынков**, или **товарный риск** (*commodity risk*),
- **риск рынка производных финансовых инструментов** (*derivative risk*).

По мере рассмотрения проблемы, тех или иных измерителей риска, часто вводят в употребление виды рисков, связанные с конкретным аспектом проблемы или параметром, например риск, связанный с возможностью параллельного сдвига кривой процентных ставок, риск, связанный с изменением финансовых результатов из-за колебания валютных курсов, риск, связанный с изменением показателей при трансляции финансовых отчетов в разных валютах для консолидированной финансовой отчетности из-за колебания валютных курсов (так называемый трансляционный риск) и т. д.

3.3. Портфельный подход и система управления рисками

Риски, ассоциируемые с какими-либо конкретными активами или пассивами предприятия, не могут рассматриваться изолированно. Любое новое экономическое решение должно анализироваться с позиции его влияния на изменения доходности и риска всей совокупности активов и пассивов (портфеля) предприятия, поскольку возможные сочетания этих решений могут значительно изменять характеристики всего портфеля в целом.

Портфельный подход (*portfolio approach*) предполагает восприятие активов и пассивов предприятия (а в общем случае и иных благ) как элементов единого целого — портфеля, сообщающих ему характеристики риска и доходности, что позволяет эффективно проводить анализ возможностей и оптимизацию параметров экономических рисков.

Портфель — это набор активов (пассивов), являющихся титулами собственности или иных благ, который представляет собой композитный (составной) актив (пассив), имеющий параметры риска и доходности (стоимости), изменяющиеся под воздействием комбинации двух факторов:

- изменения состава портфеля (выбытие активов, обмен);
- изменения риска и доходности (стоимости) составляющих портфель активов (пассивов) в связи с изменениями как самих активов (пассивов), так и прочей конъюнктуры.

Понятие портфеля наиболее широко используется для обозначения совокупности ценных бумаг, и присущие им рыночные риски формируют результирующий *портфельный риск*.

В свете проблемы управления портфельным риском выделяют три элемента системы экономических отношений:

- лицо, принимающее решения (субъект риска);
- объект принимаемых решений (портфель);
- среда субъекта риска и портфеля (рынок).

Субъект риска — это экономический агент, представленный одним лицом или группой лиц, характеризующийся индивидуальными предпочтениями и возможностями. Субъект риска решает некоторую многокритериальную задачу оптимизации портфеля, одним из критериев которой выступают предпочтения по риску.

Рынок — это среда, в которой находятся портфель и субъект риска. Здесь рынок понимается как совокупность возможных вариантов портфеля, к которому может перейти субъект риска в результате выполнения принимаемых решений (рынок задан также изменением конъюнктуры).

Основные блоки *системы управления риском* явно или неявно выполняют следующие функции:

- **построение критерия управления** на основе выявленных предпочтений по риску субъекта риска с решением проблемы согласования интересов, если это необходимо;
- **диагностика портфеля** (анализ параметров риска) с учетом колебания конъюнктуры и использованием соответствующих банков данных;

- **оптимизация портфеля** по критерию управления с применением финансовой инженерии для синтеза финансовых инструментов с нужными для управления рисковыми и другими параметрами.

3.4. Тактический и стратегический риск-менеджмент

Риск-менеджмент оказывает влияние на стоимость и финансовых, и нефинансовых предприятий. Используя **тактический риск-менеджмент**, можно сократить стоимость финансирования. Это происходит в силу различных факторов.

Во-первых, иногда менеджеры прогнозируют *отличное от рынка поведение процентных ставок*. Например, такие производные финансовые инструменты, как свопы, оцениваются на основе прогнозируемых рынком процентных ставок, отражаемых в кривой доходности. Если менеджеры прогнозируют иное движение ставок в будущем, чем это заложено в текущей рыночной стоимости свопа, они могут сыграть на этом.

Во-вторых, можно понизить стоимость путем *арбитража на различных рынках*. Арбитраж на развитых западных рынках в основном является результатом асимметричности налогового и иного государственного регулирования различных сегментов рынка.

Различие *налогового режима* дает вполне понятный эффект, не требующий особых пояснений. А вот пример влияния *государственного регулирования*: иногда арбитраж связан с барьером к доступу на конкретный рынок заимствований. Если такой барьер реально существует, предложение инструментов с фиксированным доходом на этом рынке ограничено, их цена выше цены, которая могла бы быть определена на свободном рынке. Соответственно эти ценные бумаги приносят купонный доход на уровне ниже рыночного. Те игроки, которые могут иметь доступ на эти сегменты рынка (например, государственные учреждения, Мировой банк, транснациональные корпорации), могут прибегнуть к арбитражу и, таким образом, сократить стоимость финансирования.

Финансирование можно удешевить путем *снижения транзакционных издержек*. Например, свопы, не требующие отвлечения основной суммы кредита, позволяют экономить на разнице (спреде) между ценами спроса и предложения, на затратах на поиск информации, на ликвидности и т. д. Международные компании могут заимствовать капиталы на более дешевых для них рынках и трансформировать их с помощью свопов в синтетический заемный капитал на нужном им рынке (в нужной валюте), на котором у них нет преимуществ.

Пример 3.1. Можно снизить стоимость капитала путем *продажи опционов*. Например, предприятие, финансируемое за счет заимствований с плавающей ставкой, может купить процентный кэп для защиты от роста ставок. Можно поступить иначе — продать пакет процентных опционов *флор**. Премии, получаемые за них, снижают стоимость финансирования. Например, фирма,

* Процентный флор (*interest rate floor*) — пакет процентных опционов, предусматривающих выплату продавцом покупателю в обмен на премию разницы между

которая платит по трехлетним долгам ставку $\text{LIBOR}^* + 50 \text{ б. п.}^{**}$, продает 4%-ный флор. Предположим, стоимость этого погашаемого за три года флора составляет 35 б. п.. Если ставка LIBOR равна или превышает 4%, фирма в итоге будет выплачивать $\text{LIBOR} + 50 - 35 = \text{LIBOR} + 15 \text{ б. п.}$, но если LIBOR упадет ниже 4%, фирма будет выплачивать ровно 4,15% (4% по ставке флора плюс спред в 15 б. п.). Если ставка LIBOR возрастет, процентные платежи, выплачиваемые фирмой, увеличатся, однако фирма получит выгоду от снижения LIBOR только до уровня ставки флора. Фирма не получит выгоду от понижения ставок до уровня ниже ставки флора.

Корпорации могут пытаться снизить стоимость финансирования путем выпуска «гибридных» долговых обязательств (*hybrid debts*). Например, облигации со встроенным опционом на покупку акций заемщика — **варранты** (*warrant*) — позволяют снизить стоимость обслуживания долга за счет опционной премии, выплачиваемой покупателями таких облигаций. Другим примером является встроенный опцион в таком инструменте, как **отзывная облигация** (*callable bond*). Фактически, это облигация с правом заемщика в определенный момент погасить долг (процентный опцион «пут»).

Поскольку стоимость компании отражает прогнозируемые дисконтированные финансовые потоки, то **стратегический риск-менеджмент** связан с двумя основными моментами: во-первых, с оптимизацией чувствительности стоимости фирмы к изменчивости ставки дисконтирования (портфельный риск), во-вторых, с оптимизацией объемов прогнозируемых денежных потоков. Хотя известная **теорема Модильяни–Миллера** (*Modigliani-Miller theorem*) гласит, что *стоимость фирмы не зависит от структуры капитала*, на реальном рынке допущения, на которых она основана, не выполняются. Поэтому если риск-менеджмент ставит своей целью повлиять на стоимость фирмы, он должен влиять на такие факторы, как налоги, транзакционные издержки, инвестиционные решения и т. п. (рис. 3.1). Риск-менеджмент позволяет сузить разброс прибыли.

Управление риском может увеличить стоимость фирмы путем снижения налоговых выплат и сопутствующих потерь. Во-первых, это теоретически возможно, в случае если *функция объема налогов выпуклая*. Такая зависимость может существовать в силу прогрессивной шкалы налогообложения, или, например, при наличии налоговых льгот, зависящих от объема налогооблагаемой базы или другого показателя (оборота и т. д.). Фактически выпуклая зависимость может появиться из-за возможности применить для некоторых объемов базы обложения **альтернативный минимальный налог**, например налог на вмененный доход (патент), налоговый кредит и т. д.

базисной ставкой (например, LIBOR) и ставкой флора, в случае если базисная ставка ниже ставки флора. Профиль риска флора аналогичен профилю риска опциона «пут». Процентный кэп (*interest rate cap*) — это пакет процентных опционов, предусматривающих выплату продавцом покупателю в обмен на премию разницы между базисной ставкой и ставкой флора, в случае если базисная ставка выше ставки кэпа. Профиль риска кэпа аналогичен профилю риска опциона «колл».

* LIBOR (*London interbank offered rate*) — ставка предложения на лондонском межбанковском рынке депозитов.

** б. п. — базисный пункт.

Пример 3.2. Предположим что фирма в отсутствие риск-менеджмента получала прибыль чрезвычайно неравномерно (рис. 3.2): в одном году — очень большую (900 млн. руб.), а в следующем году — маленькую (100 млн. руб.).

Пусть шкала ставок налога на прибыль будет прогрессивной, т. е. кривая функции налога является выпуклой (рис. 3.3). Например, налог с 100 тыс. руб. составляет 20% (20 тыс. руб.), с 500 тыс. руб. — 22% (110 тыс. руб.), а с 900 тыс. руб. — 30% (270 тыс. руб.).

Фирма за два года выплатила 290 тыс. руб. налогов, что составило 29% прибыли, полученной за два года, или в среднем 145 тыс. руб. в год.

После введения на фирме риск-менеджмента прибыль стала устойчивой — на уровне 500 тыс. руб. в год, а налог за два года составил 220 тыс. руб., т. е. 22%, или в среднем 110 тыс. руб. в год. Эффект риск-менеджмента позволил снизить налоговые выплаты в среднем на 35 тыс. руб. в год.

Во-вторых, авансовые налоговые платежи делают очень эффективным решение проблемы *неравномерности распределения прибыли во времени*, связанной с выгодой, упущенной из-за неравномерно больших авансовых налоговых выплат, несоответствующих средней прибыли за отчетный период. Например, в отсутствие риск-менеджмента фирма получила в первом квартале большую

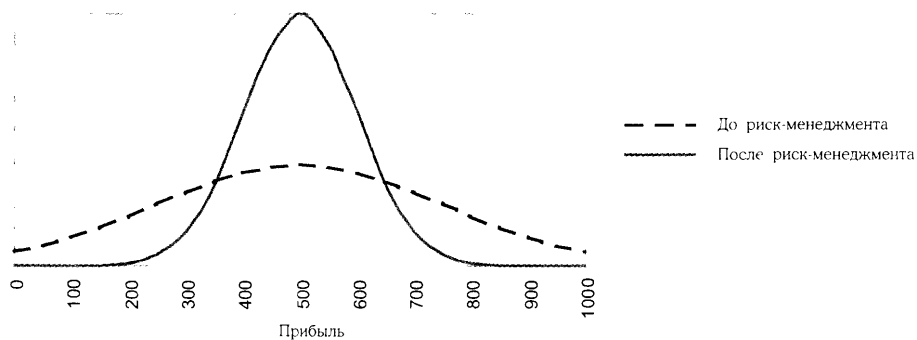


Рис. 3.1. Влияние риск-менеджмента на распределение прибыли

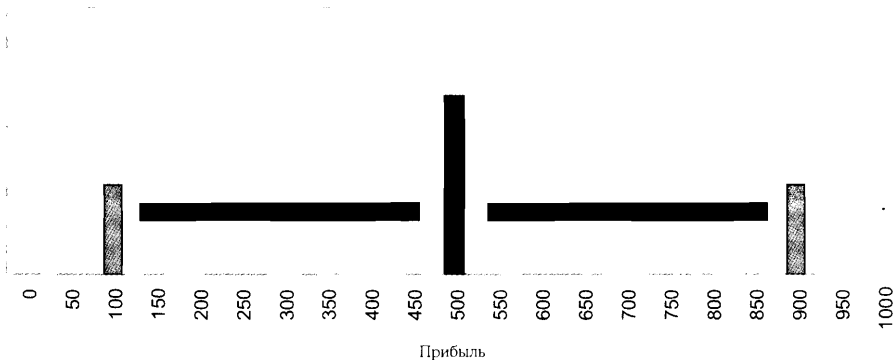


Рис. 3.2. Распределение прибыли до и после риск-менеджмента

часть годовой прибыли, заплатила авансом намного больше налоговых платежей, чем потребовалось бы в целом за год, и, таким образом, упустила выгоду от вложения отвлеченных в налоговые выплаты средств.

Пример 3.3. Российский социальный налог (рис. 3.4) и риск-менеджмент.

В современной налоговой системе России не предусмотрены налоги с прогрессивной шкалой. Более того, доходы таких групп, как, например, индивидуальные предприниматели и адвокаты, в России с 2001 г. подлежат обложению социальным налогом по регрессивной шкале.

Средняя величина выплат социального налога на доход у таких предпринимателей будет снижаться, если их риск-менеджмент приведет не к уменьшению величины разброса дохода, как было бы в случае прогрессивной шкалы налога, а к его росту (это тоже риск-менеджмент, только целью оптимизации является не снижение риска, а его рост). При прочих равных условиях российский предприниматель, как и адвокат, имеет мотивы зарабатывать дискретно, неравномерно, предпочитая разовые большие притоки денег их стабильному равномерному течению. Иначе говоря, адвокату гораздо выгоднее изредка находить себе особо крупные дела с большими гонорарами, чем мак-

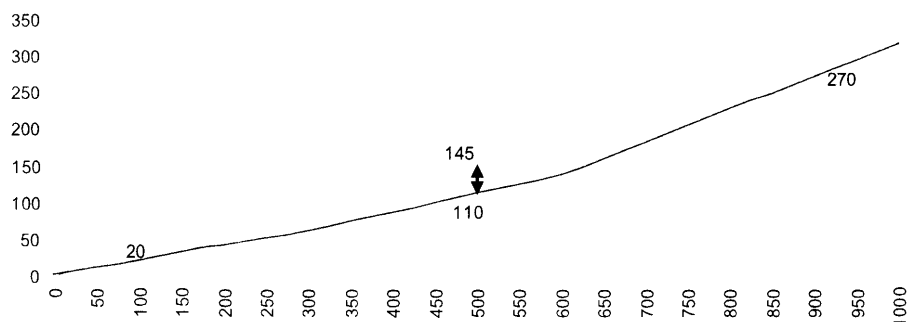


Рис. 3.3. Эффект от риск-менеджмента при прогрессивном налоге на прибыль

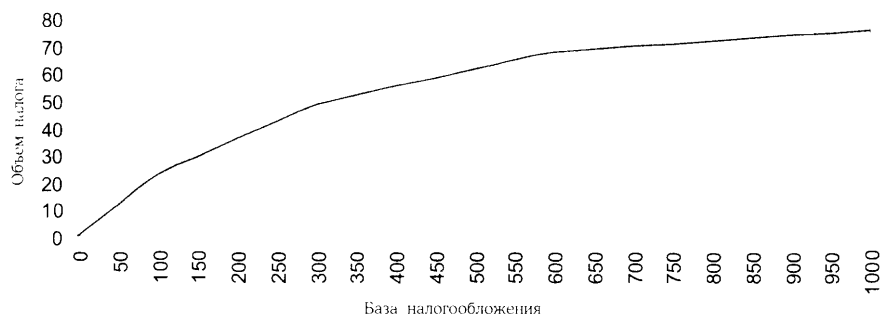


Рис. 3.4. Кривая социального налога

симально диверсифицировать портфель мелких дел. Если предположить, что величина гонорара положительно коррелирует с тяжестью преступного деяния или объемом споров, то можно сделать спекулятивный вывод, что в таких условиях государством стимулируется ситуация, при которой будут выигрывать судебные разбирательства в первую очередь как мафия, так и крупный капитал и еще дольше ждать своей очереди малый бизнес и обыватели.

Однако, например, альтернативный *налог на вмененный доход (патент)*, обеспечивающий *выпуклость* кривой налогообложения, российским налоговым кодексом предусмотрен. Поэтому для определения налогового эффекта всегда следует строить конкретную модель налогообложения предприятия с учетом распределения по-разному облагаемых видов деятельности и налоговых льгот. В любом случае сохраняется эффект риск-менеджмента, если он снижает упущенную из-за неравномерных авансовых налоговых платежей выгоду.

Управление риском может увеличить стоимость фирмы путем снижения стоимости **финансового краха** (*financial distress*). Эффект риск-менеджмента зависит от двух факторов: *насколько сильно хеджированы риски* финансового краха фирмы и *насколько велики их последствия* в стоимостном выражении. Вероятность финансового краха и отказа выплачивать долги определяется также двумя факторами — **покрытием фиксированных требований кредиторов** (*fixed-claims coverage*) (вероятность разорения растет с падением покрытия фиксированных требований) и волатильностью дохода (вероятность дефолта растет с ростом волатильности дохода).

Стоимость финансового краха складывается из *прямых затрат*, связанных с разорением, процессами банкротства, реорганизации или ликвидации, и *косвенных убытков*, связанных с изменением поведения различных партнеров фирмы — кредиторов, клиентов, поставщиков, персонала и т. д. Существует точка зрения, согласно которой наименее устойчиво доверие клиентов к качеству производимого фирмой продукта в условиях кризиса для фирм, занимающихся производством продукции или оказанием услуг, *которые не имеют образцов для демонстрации* качества в каждый данный момент (*credence goods*): сравните, например, авиаперевозки — в их реальном качестве можно удостовериться только после оказания услуги, и руду, качество которой можно оценить по образцу. Исходя из этой точки зрения, риск-менеджмент особенно эффективен для таких фирм.

Пример 3.4. *Диверсификация клиентского портфеля в условиях современного российского рынка.*

В российской экономике 90-х годов крупный отечественный бизнес в основном представлен так называемыми **кэптивами** (*captives*) — различными финансово-промышленными и банковскими группами, объединениями, холдингами, представляющими собой унаследованную от советского прошлого или разросшуюся в период перехода к рынку систему предприятий различных отраслей в различных регионах, а также предприятий-инструментов, решающих определенные управленческие задачи, связанные с технологией, маркетингом, налоговой оптимизацией и т. д.

Входящие в эти объединения финансовые организации подчиняются писаным или неписанным правилам, сводящимся в основном к необходимости удовлетворения любых нужд головного офиса группы, приоритетного обслуживания участников группы (системных предприятий) в соответствии с установившимися деловыми обычаями внутри группы (холдинга) и более или менее самостоятельной работе на открытом рынке (с внешними клиентами). При этом часто при удовлетворении своих потребностей предприятие отдает приоритет поставщикам — участникам той же системы, в которое оно входит. Это объясняется, во-первых, меркантилистской политикой головных офисов — *минимизацией* расходов, сопровождающихся денежными оттоками за пределы системы (группы, холдинга), а во-вторых, *минимизацией кредитных рисков* для данного предприятия — рисков невыполнения обязательств партнерами в полном объеме, часто весьма высокими, если партнер не является участником той же системы.

Концепция стратегии развития предприятий в таких группах или холдингах может базироваться на следующих принципах:

1. *Заданные факторы* — текущие условия рынка и правила взаимодействия в группе (холдинге).
2. *Управляемые факторы* — выбор направлений деятельности в пределах, не затрагивающих компетенцию головного офиса группы (управляющей компании холдинга).
3. В качестве меры деятельности предлагается система критериев для различных горизонтов планирования:
 - долгосрочной стратегической целью является, например, наращивание консолидированной стоимости компаний группы (холдинга);
 - среднесрочной — обеспечение устойчивости и динамичности развития, т. е. оптимизация риска отклонений от тенденции развития;
 - краткосрочной — обеспечение уровня рентабельности бизнеса не ниже некоторого приемлемого (например, текущего) уровня.

Иными словами, для обеспечения целенаправленного устойчивого и динамичного развития бизнеса компаний группы (холдинга) необходимо достичь *диверсификации* направлений бизнеса и клиентуры в среднесрочной перспективе (в том числе оптимальной доли системных клиентов, оптимального соотношения продаж внешним крупным клиентам и розничных продаж, оптимальной региональной структуры продаж) при условии сохранения текущей устойчивости и рентабельности бизнеса не ниже некоторого приемлемого уровня для наращивания стоимости бизнеса в долгосрочном плане.

Все это указывает на необходимость выработки и достижения оптимальных значений некоторых базовых параметров стратегии: структуры клиентского портфеля, минимального приемлемого уровня рентабельности, максимального приемлемого уровня риска.

Для выбора оптимального набора базовых параметров стратегии был сделан ряд предположений:

- Рассматривались три категории клиентов — системные, внешние крупные клиенты, внешние розничные клиенты. В каждой группе клиентов анализировались параметры доходности (рентабельности продаж)

и риска: прямые и косвенные оценки возможного снижения рентабельности продаж при снижении спроса на услуги компаний группы (холдинга) в данной категории клиентов под воздействием реализации каких-либо рисков.

- Рентабельность продаж системным клиентам (до реализации рисков) существенно выше, чем рентабельность продаж внешним клиентам, в силу своего монополизированного положения поставщика данных услуг в системе.
- Высокая доля накладных расходов в рознице уменьшает рентабельность продаж по сравнению с продажами крупным клиентам.
- Системные клиенты действуют более или менее согласованно, и в случае реализации рисков (т. е. в случае отказа от услуг компаний) сокращение их спроса максимально.
- Розничные клиенты наиболее устойчивы, как следствие освоения рынка они увеличивают будущий спрос на услуги компаний, поэтому при сокращении их спроса под воздействием каких-либо причин относительная величина этого сокращения спроса — самая малая для всех трех групп клиентов.
- Корреляция спроса на услуги компаний между всеми категориями клиентов положительная.
- Внешние клиенты (крупные и розничные) весьма сильно коррелируют друг с другом в силу своего внешнего положения по отношению к услугам компаний.
- Крупные и системные клиенты коррелируют друг с другом в силу сходства величины бизнеса.
- Целевой показатель оптимизации: минимизация риска.
- Ограничение оптимизации: целевой уровень рентабельности должен быть выше уровня рентабельности внешних клиентов.
- Ограничение оптимизации по структуре клиентуры: доли клиентов каждой категории неотрицательны и в сумме составляют 100%.
- Выбор оптимальной структуры клиентуры исходя из минимизации риска при заданном минимальном уровне рентабельности и ограничения по структуре клиентуры.

Оптимизационные расчеты по оценкам для сценариев, построенных в соответствии с указанными выше предположениями, показали, что оптимальной является следующая структура клиентуры:

- системные клиенты — 30–50%;
- внешние крупные клиенты — 60–50%;
- розничные клиенты — 0–10%.

Наибольший доход и риск вносят системные клиенты, наименьший риск и доход — розничные продажи, а за счет корреляции между различными категориями клиентов в диверсифицированном клиентском портфеле удастся

Таблица 3.1

**ОПТИМИЗАЦИЯ ДОЛИ СИСТЕМНЫХ КЛИЕНТОВ И ДОЛИ РОЗНИЦЫ
В ОБЩЕМ ОБЪЕМЕ ПРОДАЖ НА ПРИМЕРЕ ОДНОГО ИЗ СЦЕНАРИЕВ**

Группы клиентов	Системные клиенты	Внешние клиенты		Предположения
		крупные	розничные	
Рентабельность по группам клиентов				
Если принять за единицу рентабельность продаж системным клиентам, то рентабельность продаж в каждой группе клиентов (оценочно)	1,00	0,70	0,40	1 Рентабельность продаж системным клиентам существенно выше по сравнению с рентабельностью продаж внешним клиентам как минимум на 30%. 2. Накладные расходы уменьшают рентабельность продаж розничным клиентам по сравнению с продажами крупным клиентам минимум на 3/7, т.е. до 40% рентабельности продаж системным клиентам.
Косвенная оценка риска				
Если принять за 100% объем спроса в каждой данной группе клиентов, то ожидаемое с высокой вероятностью сокращение годового объема спроса из-за реализации рисков в данной группе клиентов не превысит (оценочно)	80%	70%	60%	3. Системные клиенты действуют более или менее согласованно, и в случае отказа от услуг компаний группы (холдинга) сокращение их спроса максимально (например, 80%). 4. Розничные клиенты наиболее устойчивы при сокращении их спроса под воздействием каких-либо причин, относительная величина этого сокращения спроса — самая малая из всех групп клиентов (например, 60%). 5 Крупные клиенты по риску сокращения спроса — между розничными и системными (например, 70%).
Риск по группам клиентов				
Если принять за единицу рентабельность продаж системным клиентам, то ожидаемое с высокой вероятностью падение рентабельности продаж в каждой данной группе клиентов из-за реализации рисков не превысит (расчет)	0,80	0,49	0,24	Произведение вероятности сокращения спроса на уровень рентабельности

Таблица 3.1 (продолжение)

Корреляция рентабельности продаж в каждой паре групп клиентов (оценочно), K				
Системные клиенты	1.00	0.60	0.40	6. Корреляция между всеми группами клиентов положительная: например, не менее 40%.
Крупные клиенты		1.00	0.80	7а. Внешние клиенты (крупные и розница) весьма сильно коррелируют друг с другом (например, на 80%).
Розничные клиенты			1.00	7б. Крупные и системные клиенты коррелируют друг с другом в силу сходства величины бизнеса (например, на 60%).
Структура портфеля клиентуры (расчет)				
Доля в портфеле клиентуры, Z	37%	59%	4%	Выбор оптимальной структуры портфеля клиентуры исходя из минимизации риска при заданном минимальном уровне рентабельности и неотрицательности долей клиентуры, составляющих в сумме 100%
Средняя рентабельность портфеля клиентуры в целом (задана)				
Рентабельность продаж по портфелю клиентуры в целом (по отношению к рентабельности продаж системным клиентам)	0.80			Ограничение оптимизации: целевой уровень рентабельности должен быть выше уровня рентабельности внешних клиентов, например не меньше 80% рентабельности продаж системным клиентам. Рентабельность продаж в целом рассчитывается как взвешенные долями каждой категории клиентов в портфеле клиентуры рентабельности продаж этим категориям
Риск портфеля клиентуры в целом, P (расчет)				
Если принять за единицу рентабельность продаж системным клиентам, то ожидаемое с высокой вероятностью падение рентабельности продаж в целом по портфелю клиентов из-за реализации рисков не превысит	0.53			Целевой показатель оптимизации: минимизация риска по портфелю в целом с учетом взаимной корреляции*
Косвенная оценка риска портфеля клиентуры в целом (расчет)				
Если принять за 100% объем спроса всех клиентов, то ожидаемое с высокой вероятностью сокращение объема спроса из-за реализации рисков не превысит	66%			Частное риска портфеля и рентабельности портфеля

* Риск всего портфеля клиентуры P рассчитывается по следующей формуле:

$$P = \sqrt{Z_s^2 P_s^2 + Z_k^2 P_k^2 + Z_r^2 P_r^2 + 2Z_s Z_k P_s P_k K_{sk} + 2Z_s Z_r P_s P_r K_{sr} + 2Z_k Z_r P_k P_r K_{kr}}$$

где Z_s, Z_k, Z_r – доли системных, крупных и розничных клиентов соответственно, P_s, P_k, P_r – риск системных, крупных и розничных клиентов соответственно, K_{sk}, K_{sr}, K_{kr} – коэффициенты корреляции системных и крупных, системных и розничных, крупных и розничных клиентов соответственно.

понижить риск до уровня ниже риска, соответствующего крупным клиентам, при обеспечении уровня рентабельности выше уровня рентабельности продаж крупным клиентам.

Однако, учитывая системный характер компаний, т. е. запросы головного офиса группы, можно предположить, что объем системных клиентов все же должен превышать 50% всего оборота. Исходя из указанных предположений, можно рекомендовать следующую стратегию в отношении структуры клиентского портфеля:

- системные клиенты — 50–60%;
- внешние крупные клиенты — 40–35%;
- розничные клиенты — 5–10%.

При выработке оптимальной структуры бизнеса и распределении ресурсов (штата, помещений, техники, рекламы и др.) следует учитывать указанную стратегическую целевую структуру клиентского портфеля.

Последовательно анализируя предположения, лежащие в основе описанной выше задачи оптимизации структуры оборота компании по группам клиентов, можно вывести принципиальные требования к уровню риска и доходности проектов (включая как новые для данного предприятия виды бизнеса, так и оптимизационные процессы, например, модернизацию, автоматизацию и т. д.), которые должны стать ядром инвестиционной политики в области инноваций и региональной политики (где филиал, отделение или дочерняя компания играют роль проекта).

Рентабельность портфеля проектов в целом должна быть выше соответствующих показателей, базирующихся на рентабельности продаж крупным внешним клиентам.

Оценка риска по портфелю проектов (максимальный ожидаемый диапазон снижения рентабельности под действием рисков) должна быть не выше оценок риска крупных внешних клиентов.

При прочих равных условиях предпочтение должно отдаваться проектам, рентабельность которых мало или отрицательно коррелирует с рентабельностью деятельности компаний, доходы от которой имеют наибольший удельный вес.

В соответствии с предложенными оптимальными базовыми параметрами стратегии группы (холдинга) руководство может поставить приоритетными задачами активизацию продвижения услуг на несистемный рынок услуг и повышение рентабельности продаж внешним клиентам, в связи с чем планируется пересмотреть политику рекламы и продвижения услуг, бюджет подразделений и т. д.

3.5. Измерение риска

Два важных аспекта характеризуют риск: во-первых, **волатильность** или (иначе говоря) финансовых индикаторов, вероятность или частота событий, и, во-вторых, **чувствительность** (*exposure*) критериев деятельности к их последствиям. Хотя корпорации практически не имеют возможности контролировать волатильность финансовых переменных, они могут приспособить свою чувствительность к этим рискам, например с помощью производных контрактов.

Соответственно можно предложить две основных категории измерителей риска: показатели чувствительности и вероятностные (статистические) величины. Однако в сочетании с какими-либо посылками, например законом «Больше риск — больше доходность» или идеей геометрического смысла вероятности «Чем больше площадь мишени, тем больше вероятность попадания в нее при прочих равных условиях» и т. п., вероятностные показатели могут нести или подразумевать информацию о чувствительности, и наоборот, показатели чувствительности могут быть интерпретированы как вероятностные оценки. Разделение становится еще более условным, с принятием во внимание субъективности, являющейся принципиальным свойством оценок экономического риска.

Измерители линейной чувствительности к движению финансовых переменных используются под различными обозначениями. На рынке инструментов с фиксированным доходом чувствительность к движению процентных ставок измеряется *дюрацией*. На рынке акций чувствительность к фактору рынка в целом (например, фондовому индексу) называется *систематическим риском* или коэффициентом *бета*. На рынке производных инструментов чувствительность к изменению цены базового актива измеряется коэффициентом *дельта*. Показатели — производные второго порядка — называются *выпуклостью* на рынке инструментов с фиксированным доходом и коэффициентом *гамма* на рынке производных инструментов. Выпуклость измеряет изменчивость дюрации по мере изменения процентной ставки. Аналогично гамма измеряет изменения дельты при изменении цены базового актива. Оба показателя измеряют чувствительность второго порядка (или *квадратичную чувствительность*) к изменениям финансовых переменных. Существует множество иных показателей риска, применяемых по отношению к производным инструментам: *вега*, *тета*, *ро*, *лямбда*, «*скорость*», «*цвет*» и др., которые рассматриваются ниже.

Фундаментальный экономический анализ (микроэкономический анализ деятельности предприятий и инвестиционных проектов на основе бухгалтерской и управленческой отчетности) использует следующие показатели, которые фактически являются измерителями риска: запасы, разрывы, коэффициенты ликвидности, финансовой устойчивости, плечо финансового рычага и плечо производственного рычага (*leverage*), коэффициенты эластичности различных экономических показателей по соответствующим факторам и т. д. Все эти измерители в той или иной степени характеризуют чувствительность (или порог чувствительности) критериев эффективности экономической деятельности к изменениям внутрихозяйственной и внешней (рыночной) конъюнктуры. Эти показатели определяют приоритет изучаемых и контролируемых параметров, они помогают вскрыть взаимосвязи и логические зависимости между факторами рисков. Параметры чувствительности можно представить графически с помощью профиля риска, в связи с чем анализ рисков называют также *профилированием риска*. **Профиль риска** (*risk profile*) — это график зависимости изменения экономического показателя (V), например стоимости данного финансового инструмента, от изменения влияющего фактора (S) (курса, процентной ставки, цены базового актива, стоимостей иных товаров или ценных бумаг, объемов торгов и т. д.). Примеры профиля риска приведены на рис. 3.5.

Другими показателями риска являются различные косвенные показатели: рейтинги ценных бумаг, заемщиков, рынков, государств; премии за риск, содержащиеся в доходности различных активов; котировки производных финансовых инструментов; параметры дефицита (длина и продолжительность очереди, объем запасов) и т. д. Все эти показатели статистическими, экспертными либо рыночными оценками характеризуют риски активов.

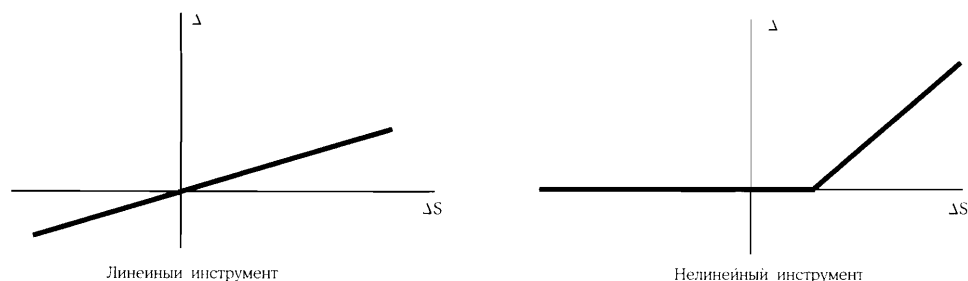


Рис. 3.5. Примеры профиля риска

Одно из основных мест среди измерителей риска занимают *вероятности событий*, нежелательных для субъекта риска, *параметры их распределений*, производные от этих параметров показатели.

Вероятность разорения выражает степень уверенности в том, что капитал предприятия окажется недостаточным для удовлетворения всех претензий кредиторов. Вероятность потери или получения дохода и т. п. часто уступает место показателям распределения вероятностей этих событий.

Чтобы ответить на вопросы, как подвержена та или иная компания процентному, валютному и ценовому рискам, следует, прежде всего, ознакомиться с финансовой отчетностью фирмы: балансовым отчетом, отчетом о прибылях и убытках и другими документами, в том числе с пояснительными записками.

Анализируя балансовый отчет (табл. 3.2), следует задаться следующими основными вопросами:

- Какова ликвидность компании? Каково соотношение ликвидных активов и текущих обязательств компании?
- Насколько высок уровень заемного капитала? Коэффициент долговой нагрузки (отношение заемного капитала к общей массе активов) является и финансовым рычагом, повышающим рентабельность собственных средств, и источником финансовой зависимости.
- Чувствительна ли компания к риску, связанному с влиянием изменения курсов валют на консолидированную отчетность (т. е. к трансляционному валютному риску)? Такой риск имеет место, если у консолидированной компании есть дочерние организации в разных странах.
- Чувствительна ли компания к риску, связанному с влиянием колебаний курсов валют на транзакционные издержки? Этот риск очень актуален для импортеров, экспортеров и посреднических компаний.

- Подвержена ли компания долгосрочным валютным рискам? Такая ситуация может случиться, например, при репатриации прибыли из зарубежных филиалов компании в виде дивидендов, роялти и межфилиальных расчетов.
- Насколько чувствительна компания к процентному риску? Прежде всего, следует изучить структуру заемных средств компании: если они предоставлены под плавающую ставку, ее изменение приведет к изменению расходов по обслуживанию долга. Соответственно и стоимость компании может изменяться при колебаниях ставки.
- Подвержена ли компания влиянию колебаний цен на товарном рынке? Эластичность спроса и предложения на рынке может привести к зависимости показателей компании от волатильности товарных цен.

Анализ отчета о прибылях и убытках и других отчетов и документов строится на следующих ключевых моментах (табл. 3.3):

- Каков спрос на продукцию (услуги) фирмы?
- Изменились ли затраты (себестоимость) по отношению к доходам (выручке)?
- Имеется ли чувствительность к валютным рискам?
- Как хорошо обслуживается долг?

Далее в современных формах бухгалтерской отчетности организаций, предусмотренных действующими в России правилами бухгалтерского учета, указаны поля статей отчетности, абсолютные значения которых или динамика этих значений позволяют охарактеризовать финансовые риски предприятия.

Очень важно обращать внимание не только на очень высокие или низкие количественные показатели, соотношения, но и на качественные признаки, в том числе примечания, высказанные в пояснительной записке к отчетности. Следует также упомянуть, что в экономике с низкой степенью информационной «прозрачности» бизнеса, каковой в настоящий период является российская, необходимо часто проводить корректировку искаженной бухгалтерской отчетности с учетом управленческой информации.

3.6. Доходность и волатильность

Итак, рыночный риск часто измеряется дисперсией, разбросом возможных исходов. «Плоский» график функции плотности распределения означает больший риск, «острый» график — меньший риск.

При измерении рыночных рисков в качестве случайной переменной берут доходность (*return*) финансового актива. Рассмотрим, например, период измерения, равный месяцу. Доходы, измеренные на конец предыдущего месяца, обозначаются индексом $i - 1$, на конец текущего месяца — i . **Арифметическая, или дискретная доходность** r определяется как прирост стоимости актива P плюс такие промежуточные выплаты, как, например, дивиденды или купонные платежи D , при этом промежуточные выплаты реинвестируются только в конце месяца:

$$r_i = \frac{P_i + D_i - P_{i-1}}{P_{i-1}}. \quad (3.1)$$

Таблица 3.2

Бухгалтерский баланс
на 1 октября 2002 г.

Форма № 1 по ОКУД
Дата (год, месяц, число)

Организация ЗАО «ПРИНЦЕССА ГЛАДИОЛУСОВ» по ОКПО

Идентификационный номер налогоплательщика _____ по ИНН

Вид деятельности _____ по ОКВЭД

Организационно-правовая форма / форма собственности _____ по ОКОПФ/ОКФС

Единица измерения: тыс. руб. / млн. руб. (ненужное зачеркнуть) по ОКЕИ

Адрес 107150 Москва, бульвар Маршала Рокоссовского, дом 24, кв. 11

Дата утверждения _____
Дата отправки (принятия) _____

Коды

0710001	
49897941	
7701234567	
16	17
0372	

Актив	Код строки	На начало отчетного года	На конец отчетного периода	
1	2	3	4	
I. ВНЕОБОРОТНЫЕ АКТИВЫ				
Нематериальные активы	110			
в том числе:				
патенты, лицензии, товарные знаки (знаки обслуживания), иные аналогичные с перечисленными права и активы	111			ценовой риск (анализ динамики цен)
организационные расходы	112			риски потерь от приобретения компаний (операционный риск)
деловая репутация организации	113			
Основные средства	120			ценовой риск (анализ динамики цен)
в том числе:				
земельные участки и объекты природопользования	121			риск национализации (кредитный риск)
здания, машины и оборудование	122			
Незавершенное строительство	130			риск морального износа (ценовой и процентный риск)
Доходные вложения в материальные ценности	135			
в том числе:				
имущество для передачи в лизинг	136			имущественные риски
имущество, предоставляемое по договору проката	137			
Долгосрочные финансовые вложения	140			ценовой риск
в том числе:				
инвестиции в дочерние общества	141			фондовый риск
инвестиции в зависимые общества	142			
инвестиции в другие организации	143			
займы, предоставленные организациям на срок более 12 месяцев	144			процентный риск
прочие долгосрочные финансовые вложения	145			
Прочие внеоборотные активы	150			
ИТОГО по разделу I	190			ликвидность
II. ОБОРОТНЫЕ АКТИВЫ				
Запасы	210			ценовые и имущественные (операционные) риски
в том числе:				
сырье, материалы и другие аналогичные ценности	211			
животные на выращивании и откорме	212			
затраты в незавершенном производстве (издержках обращения)	213			
готовая продукция и товары для перепродажи	214			
товары отгруженные	215			
расходы будущих периодов	216			
прочие запасы и затраты	217			
налог на добавленную стоимость по приобретенным ценностям	220			
Дебиторская задолженность (платежи по которой ожидаются более чем через 12 месяцев после отчетной даты)	230			кредитный риск
в том числе:				
покупатели и заказчики	231			процентный риск
векселя к получению	232			
задолженность дочерних и зависимых обществ	233			
авансы выданные	234			
прочие дебиторы	235			

Дебиторская задолженность (платежи по которой ожидаются в течение 12 месяцев после отчетной даты)	240			кредитный риск
в том числе				
покупатели и заказчики	241			
векселя к получению	242			риск зависимости (из-за недостаточности оплаченного капитала)
задолженность дочерних и зависимых обществ	243			
задолженность участников (учредителей) по взносам в уставный капитал	244			
авансы выданные	245			
прочие дебиторы	246			
Краткосрочные финансовые вложения	250			кредитный и процентный риски
в том числе				
займы предоставленные организациям на срок менее 12 месяцев	251			
собственные акции, выкупленные у акционеров	252			
прочие краткосрочные финансовые вложения	253			ликвидность
Денежные средства	260			
в том числе				валютный риск
касса	261			
расчетные счета	262			
валютные счета	263			
прочие денежные средства	264			
Прочие оборотные активы	270			
ИТОГО по разделу II	290			
БАЛАНС (сумма строк 190 + 290)	300			

Пассив	Код строки	На начало отчетного года	На конец отчетного периода	
1	2	3	4	
III. КАПИТАЛЫ И РЕЗЕРВЫ				
Уставный капитал	410			достаточность капитала
Добавочный капитал	420			
Резервный капитал	430			защита от риска
в том числе:				
резервы образованные в соответствии с законодательством	431			
резервы образованные в соответствии с учредительными документами	432			
Фонд социальной сферы	440			
Целевые финансирование и поступления	450			
Нераспределенная прибыль прошлых лет	460			
Непокрытый убыток прошлых лет	465			
Нераспределенная прибыль отчетного года	470	x		
Непокрытый убыток отчетного года	475	x		
ИТОГО по разделу III	490			
IV. ДОЛГОСРОЧНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА				
Займы и кредиты	510			риск зависимости, процентный риск валютный риск
в том числе:				
кредиты банков, подлежащие погашению более чем через 12 месяцев после отчетной даты	511			
займы, подлежащие погашению более чем через 12 месяцев после отчетной даты	512			
Прочие долгосрочные обязательства	520			
ИТОГО по разделу IV	590			
V. КРАТКОСРОЧНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА				
Займы и кредиты	610			ликвидность, риск зависимости
в том числе:				
кредиты банков, подлежащие погашению в течение 12 месяцев после отчетной даты	611			процентный и валютный риски
займы, подлежащие погашению в течение 12 месяцев после отчетной даты	612			
Кредиторская задолженность	620			
в том числе:				
поставщики и подрядчики	621			
векселя к уплате	622			
задолженность перед дочерними и зависимыми обществами	623			
задолженность перед персоналом организации	624			
задолженность перед государственными внебюджетными фондами	625			
задолженность перед бюджетом	626			
авансы полученные	627			
прочие кредиторы	628			

Задолженность участникам (учредителям) по выплате доходов	630		
Доходы будущих периодов	640		
Резервы предстоящих расходов	650		
Прочие краткосрочные обязательства	660		
ИТОГО по разделу V	690		
БАЛАНС (сумма строк 490 + 590 + 690)	700		

Справка о наличии ценностей, учитываемых на забалансовых счетах

Наименование показателя	Код строки	На начало отчетного года	На конец отчетного периода
1	2	3	4
Арендованные основные средства	910		
в том числе по лизингу	911		
Товарно-материальные ценности, принятые на ответственное хранение	920		
Товары, принятые на комиссию	930		
Списанные в убыток задолженность неплатежеспособных дебиторов	940		
Обеспечение обязательств и платежей полученные	950		
Обеспечение обязательств и платежей выданные	960		
Износ жилищного фонда	970		
Износ объектов внешнего благоустройства и других аналогичных объектов	980		
	990		

имущественные (операционные) риски

кредитный риск

Руководитель Миронова Н.В. (подпись) (расшифровка подписи) Главный бухгалтер Балушкин К.О. (подпись) (расшифровка подписи)
 « 01 » октября 2002 г. (квалификационный аттестат профессионального бухгалтера от « 12 » октября 1999 г. № 3856106)

Таблица 3.3

Приложение
к приказу Минфина РФ
от 13 января 2000 г. №4н
с изменениями от 4 декабря 2002 г.

Отчет о прибылях и убытках
за 1 октября 2002 г.

Форма № 2 по ОКУД
Дата отчета: _____ по ОКВЭД
Организация ЗАО «ПРИНЦЕССА ГЛАДИОЛУСОВ» по ОКПО
Идентификационный номер налогоплательщика 7701234567 ИНН
Вид деятельности _____ по ОКВЭД
Организационно-правовая форма / форма собственности _____ по ОКФС / ОКФН
Единица измерения: тыс. руб. / млн. руб. (ненужное зачеркнуть) _____ по ОКЕИ

Коды
0710002
49897941
7701234567
16 17
0372

Наименование показателя	Код строки	За период	отчетный период	За аналогичный период предыдущего года
1	2	3	4	5
I. Доходы и расходы по обычным видам деятельности				
Выручка (нетто) от продажи товаров, продукции, работ, услуг (за минусом налога на добавленную стоимость, акцизов и аналогичных обязательных платежей)	010			
в том числе от продажи	011			
	012			
	013			
Себестоимость проданных товаров, продукции, работ, услуг	020			
в том числе проданных	021			
	022			
	023			
Валовая прибыль	030			

разброс выручки

разброс рентабельности продаж

разброс прямых издержек

В долгосрочном плане практикуется использование **геометрической**, или **непрерывно наращенной доходности** x , определяемой как натуральный логарифм отношения стоимостей (цен) с учетом промежуточных выплат:

$$x_t = \ln \frac{P_t + D_t}{P_{t-1}}. \quad (3.2)$$

Преимущество использования геометрической доходности двояко. Во-первых, она может быть *экономически более содержательной*, чем арифметическая доходность. Если геометрическая доходность распределена нормально, это распределение никогда не приведет к тому, чтобы цена была отрицательной, поскольку левый хвост распределения логарифмов отношения цен стремится к $-\infty$ при отношении цен, стремящемся к нулю, т. е. при текущей цене, стремящейся к нулю. Напротив, в левом хвосте нормально распределенной арифметической доходности величина стремится к $-\infty$ при отрицательной величине текущей цены, что экономически бессмысленно. Поэтому рассмотрение нормального распределения арифметической доходности допускает некоторые aberrации в поведении цен. Для некоторых данных использование геометрической доходности особенно удобно. Например, обменные валютные курсы могут быть выражены через каждую из двух валют для каждой пары: курс доллара в рублях или курс рубля в долларах. Распределения геометрической доходности любого этих курсов абсолютно симметричны, чего нельзя сказать о распределениях арифметической доходности. Использование геометрической доходности также удобно при конвертации. Например, австрийский инвестор хочет измерять доходность в евро. Она может быть выведена из данных с базовой валютой в долларах: $\ln(\text{отношение курсов евро к рублю}) = \ln(\text{отношение курсов евро к доллару}) + \ln(\text{отношение курсов рубля к доллару})$. Тогда геометрическая доходность, выраженная в евро, просто равна разности геометрической доходности рубля, выраженной в долларах, и геометрической доходности евро, выраженной в долларах.

Второе преимущество геометрической доходности заключается в том, что она очень *легко применяется для множества периодов*. Например, рассмотрим доходность за двухмесячный интервал времени. Геометрическая доходность может быть представлена как сумма двух одномесячных доходностей. Следует добавить, что очень часто *разница между арифметической и геометрической*

доходностями мала. Предположим, $x = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) = \ln(1+r)$. Если r мало,

то x , можно разложить в ряд Тейлора как $x = r - \frac{r^2}{2} + \frac{r^3}{3} - \dots \approx r$. Но геомет-

рическая и арифметическая доходности могут иметь *существенные различия*, если временной горизонт составляет годы или если рынок совершает большие скачки, как на развивающихся рынках. Например, в период галопирующей гиперинфляции в первой половине 90-х годов в России ставка рефинансирования ЦБ РФ составляла более 200% годовых, т. е. величина r_t была очень значительна и разница между арифметической и геометрической доходностью была большой.

На практике распределение доходности обычно оценивается по ретроспективе, предполагая, что наблюдения идентичны и независимо распределены. Если N — число наблюдений, то *ожидаемая доходность* m может быть оценена простой средней \bar{x} , а риск, вариация — оценкой дисперсии. Квадратный корень из оценки дисперсии доходности — стандартное отклонение —

называют **волатильностью** (изменчивостью) $\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$. Она изме-

ряет риск актива как *степень разброса значений доходности вокруг ожидаемого уровня*.

На практике волатильность может определяться не только путем расчетов непосредственно по статистике цен актива, но и исходя из моделей ценообразования производных инструментов (опционов). При этом подразумевается, что если модели ценообразования опционов в качестве одной из переменных предполагают использование волатильности базового актива, то можно решить обратную задачу и вычислить по фактическим котировкам опционов **предполагаемую** (*implied*) **волатильность**, которая отражает не прошлое и, возможно, устаревшее, а текущие ожидания участников рынка (и, конечно, качество модели ценообразования). В реальности опционов с разными параметрами (например, ценами и сроками исполнения) на один и тот же базовый актив одновременно может быть множество, и предполагаемая волатильность по каждому из них может не совпадать, поэтому для прогноза применяют различные модели усреднения этих данных.

Пример 3.5. Расчет и анализ корреляции и волатильности на российском финансовом рынке.

В качестве активов для формирования портфеля были выбраны: доллар США (USD), немецкая марка (DEM) и акции, входящие в расчет индекса РТС (Российской торговой системы). Дневные значения индекса были получены как среднее арифметическое от значения открытия и значения закрытия индекса на соответствующий день.

Такой выбор активов обусловлен тем, что, несмотря на многообразие инструментов на финансовом рынке, на момент проведения расчетов (лето 2000 г.) иностранная валюта (первоначально вместо немецкой марки предполагалось использовать евро, однако требования к объему ретроспективы данных в 255 + 1 дней не позволили этого сделать, так как торги по евро на ММВБ начались 01.01.99) являлась альтернативным направлением вложения капитала. Это объясняется неустойчивостью российского финансового рынка, опасениями инвесторов относительно падения курсов российских ценных бумаг. Включение акций в портфель (покупка пая фонда, имеющего структуру, аналогичную рыночному портфелю), входящих в расчет индекса РТС, должно послужить его диверсификации (индекс РТС выступает индикатором изменения стоимости акций).

Объем выборки значений курсов доллара США, немецкой марки и индекса РТС составил 511 наблюдений (из расчета 255 рабочих дней в году плюс

255 + 1 дней ретроспективы). Таким образом, был охвачен период времени с 29.04.98 по 15.05.00 включительно*.

Были рассчитаны коэффициенты корреляции (табл. 3.4). Заметим, что, например, корреляция между доходностями индекса РТС и курса доллара, взятых за два года, почти отсутствует (то же наблюдается и в отношении корреляции немецкой марки и РТС). Однако первое впечатление обманчиво: рассчитав коэффициенты корреляции за каждый год отдельно, можно увидеть, что двухгодичная корреляция складывается из двух, довольно крупных и противоположных по знаку значений. Продолжая анализ корреляции, можно сказать, что это вызвано изменением поведения инвесторов, которые в 1998–1999 гг. имели хорошую альтернативу вложению капитала в доллары, но после событий августа 1998 г. позиции российских ценных бумаг начали ослабевать. Ослабление корреляции доллара США и немецкой марки в 1999–2000 гг. по сравнению с периодом 1998–1999 гг. вызвано, видимо, введением евро.

Рассматривая волатильность активов, рассчитанную за весь двухлетний период, можно заметить, что самой низкой волатильностью обладает доллар США: это можно связать с тем, что курс доллара регулируется Центральным банком РФ. Почти в два раза этот уровень превосходит волатильность немецкой марки, и на порядок большей волатильностью обладает индекс РТС, что вполне характерно для высокорискованного рынка акций (табл. 3.5).

Таблица 3.4

КОРРЕЛЯЦИЯ ДОХОДНОСТЕЙ АКТИВОВ

USD/DEM	DEM/PTC	PTC/USD
<i>За год (1999–2000)</i>		
0.737	0.349	0.826
<i>За предыдущий год (1998–1999)</i>		
0.996	–0.729	–0.701
<i>За два года</i>		
0.983	–0.165	–0.013

* Фактический календарный период составил два года и пятнадцать дней, а не ровно два года, как предполагалось. Дело в том, что торги по немецкой марке на ММВБ и в РТС проводились не каждый рабочий день. Например, 29.05.99 торги в РТС не велись, 31.05.99 не велись торги по немецкой марке на ММВБ, причем курс USD сохранялся на одном уровне (24.44 руб.). В таком случае данные 29.05.99 о курсе немецкой марке и 31.05.99 об индексе РТС считались полученными в один день. Преобразованные таким образом данные минимально искажают истинные корреляционные связи между элементами и ненамного продлевают период исследования (15 дней вместо 40 в случае отказа от всех дат с отсутствующими значениями).

Таблица 3.5

ВОЛАТИЛЬНОСТЬ ДОХОДНОСТИ АКТИВОВ

USD	DEM	PTC
0.00487109	0.008766368	0.032394

Интервалы времени, за которые рассчитываются волатильность и другие параметры, могут быть самыми различными: часы, дни, недели, месяцы, кварталы, годы. В связи с этим встает проблема агрегирования — выражения волатильности и ожидаемой доходности для разных периодов. В практике риск-менеджмента широко используется подход, базирующийся на двух сильных допущениях: об эффективности рынка и о том, что на протяжении всего периода времени распределение доходностей остается постоянным.

Предположение об **эффективности рынка** предусматривает, что текущая цена учитывает всю важную информацию об активе в данный момент времени, цены меняются под действием новостей, которые не были спрогнозированы, поэтому корреляция во времени между ценами равна нулю. Учитывая формулы для математического ожидания и дисперсии суммы некоррелированных случайных величин, получаем, что ожидаемая доходность m и дисперсия пропорциональны времени T , а волатильность σ пропорциональна квадратному корню из переменной времени T , измеряемому, например, в годах:

$\mu_T = \mu_{\text{ефф.}} T; \sigma_T = \sigma_{\text{ефф.}} \sqrt{T}$. Например, если ожидаемая доходность актива на эффективном рынке при неизменных условиях за год составляет 24% годовых, а волатильность актива составляет 36% за год, то за месяц доходность

составит $\frac{24}{12} = 2\%$, а волатильность $36 \cdot \sqrt{\frac{1}{12}} = 10,4\%$.

Важно отметить, что, поскольку *волатильность растет пропорционально квадратному корню из времени, а средняя (ожидаемая доходность) — пропорционально времени*, на долгосрочных горизонтах планирования доминирует средняя, а на краткосрочных — волатильность. Это является причиной, по которой в качестве измерителя риска *в течение дня* часто принимают только волатильность, игнорируя уровень ожидаемой доходности (т. е. принимают среднюю равной нулю).

Пример 3.6. Пусть доходность акций, рассчитанная по годовым данным, составляет 11,1%, а риск — 15,4%. Вероятность того, что доходность будет ниже нуля (убыток), можно вычислить по статистическим таблицам исходя из указанных параметров распределения. Соответствующая вероятность убытков за

* Следует иметь в виду, что на практике при $T > 10$ данное допущение приводит к значительной погрешности.

год для аналогичного нормального распределения составляет 23,6%. Пользуясь приведенными выше формулами, можно вычислить показатели ожидаемой доходности, волатильности, коэффициента вариации (отношения волатильности к ожидаемой величине), а также вероятность убытка за соответствующие интервалы времени (табл. 3.6).

Таблица 3.6

ДОХОДНОСТЬ И ВОЛАТИЛЬНОСТЬ В РАЗЛИЧНЫХ ВРЕМЕННЫХ ИНТЕРВАЛАХ

Интервал	Период, лет	Ожидаемая доходность (μ), %	Волатильность (σ), %	Коэффициент вариации, σ/μ	Вероятность убытков, %
Годовой	1	11.1000	15.40	1.39	23.6
Квартальный	0,25000	2.7750	7.70	2.77	35.9
Месячный	0,08333	0.9250	4.45	4.81	41.8
Недельный	0,01918	0.2129	2.13	10.00	46.0
Дневной	0.00397	0.0440	0.97	22.05	48.2
Часовой	0.00050	0.0055	0.34	61.82	49.4

Из табл. 3.6 видно, что вероятность понести убытки за год (23,6%) гораздо ниже, чем вероятность понести убытки за день (48,2%). Это наблюдение обосновывает рассуждения о том, что *долгосрочные инвестиции в акции менее рискованны, чем краткосрочные*. Это, однако, не всегда верно, поскольку величина убытков может накапливаться со временем.

Пример 3.7. В качестве примера, иллюстрирующего применение мер риска, можно привести показатель **рентабельности капитала с учетом риска** (*risk-adjusted return on capital, RAROC*), разработанный *Bankers Trust* в конце 70-х годов*. Например, если взять двух трейдеров, получивших каждый прибыль в 10 млн. долл.: один на рынке государственных облигаций США, а другой — на валютном рынке. Кто из трейдеров сработал лучше? И куда должна фирма направить больше капитала? Показатель RAROC рассчитывает прибыль на капитал с учетом риска, который определяется как размер капитала, необходимый, чтобы покрыть 99% максимального ожидаемого за год убытка.

* Подробнее о показателе RAROC см. п. 8.6.

Предположим, трейдер имеет открытую позицию по валютным контрактам на сумму в 100 млн. долл., а волатильность евро к доллару составляет 12% за год. Фирма хочет держать достаточно капитала, чтобы покрыть 99% возможных убытков. Поскольку 1% для функции нормального распределения соответствует 2,326 стандартных отклонений от средней, наихудший ожидаемый убыток $2,326 \cdot 0,12 \cdot 100 = 28$ млн. долл. Тогда оценка эффективности трейдера составит отношение прибыли на достаточный для покрытия рисков капитал $RAROC = 10/28 = 36\%$.

Приведем таблицу квантилей нормального распределения (табл. 3.7), выраженных в количестве стандартных отклонений, соответствующих вероятностям отклонения от среднего.

Таблица 3.7

КВАНТИЛИ НОРМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Вероятность, %	99,99	99,90	99,00	97,72	97,50	95,00	90,00	84,13	50,00
Квантиль	3,715	3,090	2,326	2,000	1,960	1,645	1,282	1,000	0,000

Рассмотрим теперь результаты работы трейдера по облигациям. Предположим, что выигрыш был получен на среднюю номинальную величину 200 млн. долл., а волатильность этих облигаций составляет около 4%. Максимальный убыток составит тогда $2,326 \cdot 0,04 \cdot 200$ млн. долл. = 19 млн. долл. Величина $RAROC$ для этого трейдера составляет $10/19 = 53\%$. Скорректировав рентабельность на капитал с учетом риска, мы видим, что трейдер, занимающийся облигациями, оказался более эффективным. Посредством вознаграждения трейдеров, основанного на показателе $RAROC$, корректировка по риску улучшает культуру риск-менеджмента в банке.

$RAROC$ может также использоваться для установки торговых лимитов. Например, трейдер, который потерял 10% капитала по своей оценке $RAROC$ за месяц, должен будет остановить торговлю.

3.7. Коэффициенты бета и альфа

Одним из популярных методов оценки рыночного риска является расчет и анализ показателя *систематического рыночного риска* — **бета-коэффициента** (β), оценивающего чувствительность риска акции по отношению к риску всего рынка в целом:

$$\beta_i = \frac{\text{Cov}(r_i, r_m)}{D(r_m)}, \quad (3.3)$$

где β_i — бета-коэффициент i -го актива;

Cov_{im} — ковариация случайных величин доходности i -го актива и рынка (индекса);

D_m — дисперсия доходности рынка.

Этот метод основан на **модели оценки капитальных активов** У. Шарпа (*Capital Asset Pricing Model* — *CAPM*) и применяется для оценки риска акций, котирующихся на фондовых биржах. Поскольку рыночная доходность в общем случае неизвестна, для ее оценки используют какой-либо индекс с широкой базой. Все ценные бумаги, обращающиеся на данном рынке, рассматриваются как «рыночный портфель», а изменение значения наиболее представительного *фондового индекса* выступает показателем изменений стоимости рыночного портфеля. Широкое применение индексной модели на практике объяснено тем, что бета-коэффициент данной ценной бумаги оценивается за некоторый период времени в прошлом и становится инструментом прогнозирования. Он интерпретируется как мера чувствительности, которая показывает, насколько при заданных или ожидаемых изменениях доходность фондового индекса изменит ожидаемое значение доходности рассматриваемой ценной бумаги.

Одним из косвенных показателей риска служит величина **премии за риск** — разность доходности данного актива r_i , которому присущ риск, и доходности безрисковых вложений r_f , в качестве которого на практике часто принимают уровень доходности по казначейским обязательствам США:

$$r_i - r_f$$

Модель *CAPM* предполагает, что премия за систематический риск данной ценной бумаги пропорциональна премии за риск по рыночному портфелю (индексу) с коэффициентом пропорциональности β_i :

$$r_i - r_f = \beta_i (r_m - r_f). \quad (3.4)$$

В реальности премии за риск конкретных активов могут отклоняться от расчетных премий за систематический риск этих активов, и величина этих отклонений может быть охарактеризована как **несистематический (специфический) риск активов**, который описывается **альфа-коэффициентом** (α), показывающим переоценку или недооценку рынком систематического риска для данного актива:

$$\alpha_i = r_i - r_f - \beta_i (r_m - r_f). \quad (3.5)$$

На практике производят статистическое уточнение оценок бета- и альфа-коэффициентов с учетом различных моделей регрессионной зависимости.

Существуют различные точки зрения на применимость альфа- и бета-коэффициентов в фундаментальном анализе, в котором положительные или отрицательные значения альфа-коэффициента непосредственно интерпретируются как сигналы на продажу или покупку переоцененных (соответственно, недооцененных) акций.

3.8. Разрывы срочной структуры как мера процентного риска и риска потери ликвидности

Для случаев, когда менеджеры концентрируют свое внимание на влиянии *несовпадения сроков погашения, исполнения или переоценки процентных активов и пассивов* на процентный доход, весьма популярным является **анализ разрывов срочной процентной структуры** (*gap analysis*).

Статьи аналитического баланса группируются в отдельные категории: **процентные активы и пассивы** (они приносят процентный доход или расход — это, например, облигации, долговые обязательства, кредиты, депозиты, средства в управлении и т. д.), **непроцентные активы и пассивы** (например, счета ностро и лоро*, денежные средства в кассе, долевые ценные бумаги, основные фонды, собственные средства, прочие активы). Процентные активы и пассивы группируются по срокам до погашения или переоценки (по срокам поступления процентного дохода) на несколько диапазонов. Чем большее количество диапазонов используется (т. е. чем уже диапазоны), тем точнее результат. Часто используется следующая группировка: первые 12 диапазонов месячные, затем четыре квартальных, затем годовые диапазоны и наконец диапазон с открытой границей «свыше стольких-то лет». Группировка на диапазоны обычно производится таким образом, чтобы все процентные активы оказались учтены в диапазонах, предшествующих последнему, в котором часто учитывают активы и пассивы с очень длинным сроком до погашения или даже бессрочные инструменты. В приведенном ниже примере 3.8 используется 6 диапазонов: до 1 месяца, от 1 до 3 месяцев, от 3 до 6 месяцев, от 6 до 12 месяцев, от года до 3 лет, свыше 3 лет.

Разрыв (gap) срочности t определяется как разность суммы процентных активов данной срочности A_t и процентных пассивов данной срочности L_t . Для каждого диапазона можно вычислить величину такого разрыва:

$$Gap_t = A_t - L_t. \quad (3.6)$$

Можно рассчитать **кумулятивный разрыв** (cumulative gap) накопленным итогом разрывов для каждой срочности. Кумулятивный разрыв представляет собой разрыв для диапазона, включающего в себя все предыдущие диапазоны, начиная с первого, со срочностью t_0 :

$$Cumulative_Gap_T = \sum_{t=t_0}^T Gap_t. \quad (3.7)$$

Коэффициент отношения разрыва к общей величине активов (gap ratio) для разрывов и кумулятивных разрывов рассчитывается соответственно:

$$Gap\ Ratio_t = \frac{Gap_t}{\sum A}; \quad (3.8)$$

$$Cumulative\ Gap\ Ratio_t = \frac{Cumulative\ Gap_t}{\sum A}. \quad (3.9)$$

Пример 3.8. В табл. 3.8 приведена срочная структура активов и пассивов и расчет разрывов на реальном примере российского банка.

Положительный разрыв означает, что процентные активы в пределах данной срочности превышают по своей массе процентные пассивы. Если процентные ставки вырастут, рост процентного дохода превысит рост стоимости

* Корреспондентские счета данного банка в других банках и других банков в данном банке соответственно.

обслуживания долга (процентный расход), и **чистый процентный доход** (*net interest income*) увеличится. Если же процентные ставки упадут, то доходы по процентным активам упадут сильнее, чем стоимость обслуживания долга, и чистый процентный доход снизится.

Отрицательный разрыв означает, что процентные пассивы в пределах данной срочности превышают по массе активы. Если процентные ставки вырастут, стоимость обслуживания долга (процентный расход) вырастет больше, чем процентный доход, и чистый процентный доход снизится. Если же процентные ставки упадут, то стоимость обслуживания долга упадет больше, чем процентный доход, и чистый процентный доход вырастет.

Чем больше абсолютная величина разрыва, тем сильнее влияние изменения процентных ставок на процентный доход, т. е. сильнее чувствительность к процентному риску.

Таблица 3.8

ПРОЦЕНТНАЯ СТРУКТУРА БАЛАНСА РОССИЙСКОГО БАНКА

	Баланс	До 1 мес.	От 1 до 3 мес.	От 3 до 6 мес.	От 6 до 12 мес.	От 1 до 3 лет	Свыше 3 лет
	Сумма	Сумма	Сумма	Сумма	Сумма	Сумма	Сумма
Процентные активы							
Гос. облигации, дисконтные	445 930	38 147	100 381	187 264	120 088		0
Гос. облигации, купонные	1 207 201	125 357	846 077	611 082	252 353		67 605
Муниципальные облигации	180 375		6 981	62 000	103 016	28 290	29 089
Налоги, долговые обязательства	207 483	27 949					179 333
Размещенные МБК	366 857	365 900					957
Коммерческие кредиты	2 090 259	3 973	1 735 303	14	1 763	78 606	270 701
Счета в управлении							
Итого процентных активов	4 498 304	561 375	2 678 842	260 360	478 220	106 896	412 612
Непроцентные активы							
Касса	106 185	106 185					
Счета НОСТРО	96 869	96 869					
Долговые ценные бумаги	133 727	302 667					131 119
Прочие активы	1 356 263						
Итого АКТИВОВ	6 491 348	6 491 348	2 678 842	260 360	478 220	106 896	106 896
Процентные пассивы							
Государств. счета	1 804 080		1 804 080				
Счета местных бюджетов	62 597	62 597					
Счета ЛОРО	106 476	106 476					
Привлеченные МБК	69 132	69 132					
Депозиты физических лиц	534 522	43 554	20 518	65 018	223 628	161 804	
Депозиты юридических лиц	35 239	2 043	5 500	155			27 541
Долговые ценные бумаги	411 229	149 082	165 766	80 685	2 640	1 651	11 404
Средства в управлении							
Итого процентных пассивов	3 113 274	432 886	2 105 864	145 858	226 268	163 454	38 944
Непроцентные пассивы							
Собственные средства	1 179 586						1 179 586
Счета добровольных организаций	722 090	722 090					
Прочие пассивы	1 476 399	1 476 399					
Итого ПАССИВОВ	6 491 348	2 631 374	2 105 864	145 858	226 268	163 454	1 218 530
GAP		128 490	572 978	114 502	251 952	56 439	373 668
GAP в процентах к сумме активов		1,98	8,83%	1,76%	3,88%	0,87	5,76%
Cumulative GAP		128 490	701 467	815 969	1 067 921	1 011 362	1 385 030
Cumulative GAP в процентах к сумме активов		1,98	10,81	12,57%	16,45%	15,58%	21,34%

Идеальным с точки зрения минимизации риска является *нулевой разрыв*, но, во-первых, такая ситуация практически не реальна, а во-вторых, при уверенности в росте или падении процентных ставок можно, напротив, стремиться увеличить доходы, наращивая положительный или отрицательный разрыв соответственно.

Важным допущением при анализе разрывов в качестве измерения процентного риска является *симметричное движение ставок для разных инструментов*. Так, если ставки *overnight* (суточный межбанковский депозит) вырастут на 1%, то и по кредитам, облигациям, депозитным сертификатам они также вырастут на 1%. В этом отношении показатели дюрации и выпуклости представляют собой гораздо более совершенный инструментарий по сравнению с анализом разрывов, но они требуют более сложных расчетов по портфелю банка. Для пакета облигаций эти расчеты гораздо проще и намного эффективней.

С помощью анализа разрывов срочной структуры активов и пассивов можно также исследовать риск **недостаточной балансовой ликвидности**, т. е. недостаточности денежных и других быстро оборачиваемых активов для покрытия потребностей в оборотных средствах и обеспечения платежеспособности фирмы.

Хотя схемы рассуждений и расчетов при анализе разрывов схожи, следует указать два существенных отличия срочной структуры процентных активов и пассивов и срочной структуры активов и пассивов по ликвидности.

Первое отличие заключается в том, что при измерении ликвидности не имеет значение, являются ли активы и пассивы чувствительными к изменению процентных ставок.

Второе отличие срочной структуры активов и пассивов от структуры процентных активов и пассивов заключается в том, что они распределены по временным диапазонам в зависимости от *ликвидности*, а не от времени поступления ожидаемого процентного дохода. Например, облигация обеспечивает процентный доход в момент погашения, но в срочной структуре активов и пассивов по ликвидности она должна быть отнесена в диапазон, соответствующий не сроку до погашения, а *сроку, в течение которого ее можно реализовать на рынке без существенных потерь*. Так, если имеется облигация с погашением через год, которая котируется на биржевом рынке и в течение дня, безусловно, может быть продана по рыночной цене, то в срочной структуре по ликвидности она будет отнесена в диапазон, в который попадают активы со сроком в один день (в нашем примере — до 1 месяца), а в срочной процентной структуре этот процентный актив попадает в диапазон 1 год. Часто группировка на диапазоны по ликвидности просто соответствует группировкам активов и пассивов в принятой на данный момент форме баланса, так как структура актива и пассива баланса косвенно отражает принятые в данной стране представления о шкале ликвидности.

Если разрывы ликвидности *отрицательны*, это свидетельствует о *недостатке* ликвидных источников для покрытия нужд и долгов в полном объеме, что является очень тревожным сигналом. Если разрывы *положительны* и слишком велики, это свидетельствует о избытке ликвидных средств и значительно упущенной от их вложения выгоды.

Риск-менеджмент, направленный на управление ликвидностью, заключается в приведении в соответствие срочной структуре активов срочной структуры пассивов, что особенно актуально для инвестиционных компаний и банков, работающих на конкретных сегментах рынка с заданным уровнем ликвидности активов. С другой стороны, финансовые и особенно нефинансовые предприятия обычно сталкиваются с нехваткой ликвидных активов. Один из широко применяемых инструментов риск-менеджмента — поддержание минимального запаса ликвидности («ликвидной подушки») с помощью установления лимитов*.

3.9. Дюрация и иммунизация портфеля

Отсутствие работающих механизмов банкротства в России ведет к тому, что на предприятиях представление об оценке эффективности управления в рыночных условиях часто сводится к критерию величины текущей чистой прибыли. Игнорируются критерии, учитывающие альтернативные варианты вложения средств, цену фирмы с учетом динамики рыночных факторов, долгосрочную эффективность. Однако широкая приватизация предприятий, рост конкуренции в отрасли и экономическая свобода, доступность первичного и вторичного рынков капитала ставят все более актуальную задачу построения критерия эффективности управления портфелем предприятия, отвечающего вышеперечисленным требованиям.

Критерий эффективности управления портфелем логично увязывать с той или иной моделью оценки эффективности проектов, инвестиций и мероприятий, большинство из которых требует в качестве одного из параметров ставку дисконтирования разновременных потоков ценностей.

Эффективность можно рассчитать как *внутреннюю норму доходности* (IRR) рыночного портфеля — такую ставку дисконта, при которой приведенная стоимость рыночного портфеля PV становится равной его текущей рыночной стоимости C , т. е. *чистая приведенная стоимость* ($NPV = PV - C$) становится равной нулю:

$$NPV = \sum_t \frac{X_t}{(1 + IRR)^t} - C = 0. \quad (3.10)$$

Условия минимума функции приведенной стоимости портфеля $PV(j) = \sum_t X_t j^{-t}$; задаются как:

$$PV'_j \equiv -\sum_t t X_t j^{-t-1} = 0; \quad (3.11)$$

$$PV''_j \equiv \sum_t t(t+1) X_t j^{-t-2} > 0. \quad (3.12)$$

* О методах управления ликвидностью баланса см. также п. 4.5, 4.6.

Взвесив сроки до погашения долями соответствующих приведенных выплат в приведенной стоимости, можно получить средневзвешенную длительность — дюрацию портфеля (D):

$$D = \frac{\sum_t tX_t j^{-t}}{\sum_t X_t j^{-t}}. \quad (3.13)$$

Заметим, что дюрация портфеля равна эластичности приведенной стоимости портфеля по валовой ставке дисконта:

$$D = -\frac{PV'_I}{PV} j. \quad (3.14)$$

Дюрацию можно интерпретировать как *математическое ожидание* случайной величины T , которая принимает значение t с вероятностью

$$\Pr(T = t) = \frac{X_t j^{-t}}{\sum_t X_t j^{-t}}, \quad (3.15)$$

а ее производная по валовой ставке дисконта прямо пропорциональна дисперсии σ_T^2 величины T :

$$D'_I = -\frac{\sigma_T^2}{j}. \quad (3.16)$$

Дюрация показывает средневзвешенный срок поступления доходов, т. е. длительность аналогичного по доходности портфеля с единичным поступлением. Дюрация портфеля D_p может быть выражена через дюрации составляющих его активов D_i и структуру (доли приведенных стоимостей активов в приведенной стоимости портфеля a_i , $\sum_i a_i = 1$):

$$D = \sum_i a_i D_i. \quad (3.17)$$

Минимальная чувствительность приведенной стоимости к изменению ставки дисконта достигается при нулевой дюрации портфеля. Например, при равенстве приведенных стоимостей активов и пассивов оптимальная структура портфеля должна обеспечить равенство дюрации активов и пассивов. Управление структурой активов и пассивов должно стремиться оптимизировать чувствительность приведенной стоимости портфеля к изменению ставки дисконта, например минимизировать риск колебания цены фирмы из-за флуктуаций рыночного уровня доходности. В этом заключается смысл **иммунизации** (*immunization*) портфеля — адаптации его структуры к изменениям конъюнктуры.

Стратегию иммунизации портфеля фирмы, готовой не только или не столько спекулировать на рынке, сколько хеджировать свои риски, можно построить на управлении дюрацией какого-либо одного композитного (сложного) актива, входящего в портфель. Рассматривая структуру портфеля и дюрации прочих инструментов, входящих в его состав, как экзогенный (внеш-

ний) параметр, можно пытаться подбирать структуру изменяемого актива согласно условию оптимальности*. Этот композитный актив может представлять собой специально выделенный для иммунизационных стратегий пакет облигаций.

Иммунизационный пакет облигаций должен максимизировать чистую приведенную стоимость облигаций (превышение приведенной стоимости бумаг над приведенными затратами на обслуживание долга — амортизацию заемного капитала), обеспечивая желаемый уровень чувствительности портфеля предприятия к риску колебания рыночной нормы эффективности (дюрации). При этом не должно нарушаться бюджетное ограничение на величину заемных средств.

Данная постановка позволяет сформулировать модель принятия решений в виде задачи целочисленной оптимизации, в которой определяются оптимальные количества облигаций каждой серии в пакете:

$$\begin{aligned} \max_{\{q_1, q_2, \dots, q_n\}} E'; \\ |D| \leq M; \\ P \leq R; \\ q_i \geq 0, q_i \in Z, i = 1, 2, \dots, n, \end{aligned}$$

где D — дюрация портфеля (цены фирмы) в годах;

N — количество видов облигаций;

i — номер облигации;

q_i — количество i -х облигаций в пакете (шт.);

M — максимально допустимый уровень дюрации портфеля (лет);

P — фактический суммарный объем заемного капитала (млн. руб.);

R — бюджетное ограничение или лимит кредитной линии (млн. руб.);

Z — множество целых чисел;

E — чистая приведенная стоимость портфеля фирмы или «цена фирмы» (млн. руб.).

Имеет ли смысл производить иммунизацию? В общем случае следует сопоставлять издержки в форме амортизации капитала, размещаемого в облигации, и упущенной выгоды с пользой страхования от возможной потери капитала с учетом предпочтений по риску лиц, принимающих решения. Даже если субъективные оценки вероятностей событий совпадут с используемыми данными, различное восприятие риска может привести к противоположным ответам на подобный вопрос. Уместно напомнить о так называемом *эффекте определенности*, заключающемся в том, что определенные исходы (доход) иногда оцениваются как непропорционально более привлекательные, чем неопределенные исходы (возможное снижение потерь).

* Подробнее об оптимизации портфеля фиксированных обязательств см. п. 11.2.

3.10. Показатели риска производных финансовых инструментов

Риск производных инструментов измеряется рядом показателей, обозначаемых в основном греческими буквами, поэтому в целом они иногда называются «греческими» (*the «Greeks»*).

Первым из этих показателей является **дельта** (Δ , *delta*). Дельта измеряет величину изменения стоимости данного финансового инструмента V при малом изменении базового ценового фактора r (например, ставки процента или цены базового актива):

$$Delta = \frac{\Delta V}{\Delta r}. \quad (3.18)$$

Если изобразить зависимость стоимости инструмента от базового ценового фактора линией, то дельта характеризует *угол наклона*, при этом ее величина равна тангенсу этого угла. Как и цена базисного пункта, и дюрация, дельта отражает тот же самый риск — *чувствительность стоимости инструмента V к изменению процентной ставки r* :

$$Duration = -Delta \cdot \frac{1+r}{V}. \quad (3.19)$$

Если график зависимости стоимости производного инструмента от базового ценового фактора — прямая линия, то дельта — постоянная величина. Но так бывает не всегда, дельта может быть переменной величиной и может сама изменяться под действием факторов риска, в частности дельта непостоянна для опционов.

Показатель **гамма** (Γ , *gamma*) измеряет изменение дельты при изменении базового ценового фактора:

$$Gamma = \frac{\Delta Delta}{\Delta r}. \quad (3.20)$$

Гамма измеряет тот же риск, что и *выпуклость*. Если график зависимости стоимости производного инструмента от базового ценового фактора *выпуклый*, то гамма *положительна*, при *вогнутом* графике гамма *отрицательна*, а если профиль риска — *прямая линия*, то гамма равна нулю. Показатель гамма прежде всего актуален для опционов. Наибольшего значения гамма достигает для опционов «без выигрыша» (*at-the-money*), но гамма близка к нулю для опционов «с проигрышем» (*out-of-the-money*), равно как и «с выигрышем» (*in-the-money*).

Вера (*vega**) — еще один показатель риска производных инструментов; она измеряет изменение стоимости финансового инструмента при изменении волатильности базового ценового фактора:

$$Vega = \frac{\Delta V}{\Delta \sigma}. \quad (3.21)$$

* Это «псевдогреческое» название, такой буквы в греческом алфавите, конечно, нет. Для обозначения этого показателя используют греческую заглавную букву лямбда (Λ) и (реже) буквы каппа (κ , *kappa*), тау (τ , *tau*) и дзета (ζ , *zeta*).

Тета (Θ , *theta*) измеряет изменение стоимости финансового инструмента при изменении срока, оставшегося до его исполнения:

$$Theta = \frac{\Delta V}{\Delta t}. \quad (3.22)$$

Часто этот показатель указывается инвестиционными компаниями в отчетах о прибылях и убытках.

Ро (ρ , *rho*) используют для обозначения показателя изменения стоимости процентных опционов при изменении процентной ставки.

Лямбда (λ , *lambda*) измеряет изменение стоимости опционов при изменении величины дивидендов d для опционов на акции или уровня валютной процентной ставки для валютных опционов:

$$Lambda = \frac{\Delta V}{\Delta d}. \quad (3.23)$$

Показатель изменения гаммы при изменении базового ценового фактора носит название «**скорость**» (*speed*)*:

$$Speed = \frac{\Delta Gamma}{\Delta r}. \quad (3.24)$$

Если дельта — это первая производная функции стоимости инструмента по базовому ценовому фактору, то гамма — вторая производная, а скорость — производная третьего порядка. Скорость позволяет следить за ростом гаммы и дельты при работе с опционами.

Показатель, измеряющий изменение дельты по мере изменения времени до исполнения контракта, называется «**очарование**» (*charm*):

$$Charm = \frac{\Delta Delta}{\Delta t}. \quad (3.25)$$

Если портфель производных инструментов хеджируется так, что его дельта (чувствительность к изменению ценового фактора) равна нулю, хеджирование следует постоянно корректировать день от дня, а «очарование» показывает, насколько сильно нужно менять хеджирование.

«Цвет» (*color*) измеряет изменение гаммы по мере изменения времени до исполнения контракта:

$$Color = \frac{\Delta Gamma}{\Delta t}. \quad (3.26)$$

Например, при приближении к моменту исполнения по показателю «цвета» менеджеры могут узнать, как небольшие изменения цены базисного актива повлияют на хеджирование.

* Данный показатель также обозначается греческой буквой омега (ω , *omega*).

3.11. Управление рыночным риском портфеля производных финансовых инструментов

Прежде всего, менеджерам портфеля необходимо элиминировать путем хеджирования дельта-риска — чувствительности стоимости портфеля к колебаниям цен базовых активов. Для этого им необходимо знать, какова должна быть структура портфеля, чтобы изменения в цене базового актива при параллельном сдвиге кривой доходности не повлияли бы на стоимость портфеля.

Пример 3.9. Рассмотрим пример хеджирования дельты портфеля, состоящего из процентного свопа и кэпа.

Процентный своп имеет номинал (*notional principal*) 25 млн. долл. и срок действия 2 года. По свопу банк получает шестимесячный *LIBOR**, производит выплаты по фиксированной ставке 7,765%, расчеты производятся раз в полгода.

Банк продал одногодичный кэп на трехмесячный *LIBOR* с номиналом 50 млн. долл., ставкой кэпа 8,5%, расчеты производятся ежеквартально.

Предположим также, что расчеты производятся в середине декабря, а сглаженная кривая доходности бескупонных бумаг задана графиком, показанным на рис. 3.6.

По данному свопу банк платит фиксированную ставку, так что сумма, которую он выплачивает в июне и декабре следующего и последующего годов, постоянна. Однако получает банк различные суммы. В июне банк получит уже известную сумму (она определяется шестимесячной ставкой *LIBOR*, действующей в настоящий момент, и номиналом свопа — 25 млн. долл.): $r_6/2 \cdot 25$ млн. долл. Но остальные платежи к получению не известны, они зависят от будущих шестимесячных ставок *LIBOR*. Размер платежа, который банк получит в декабре следующего года, зависит от шестимесячной ставки *LIBOR*, но не той, которая установилась сейчас, а той, которая установится через шесть месяцев: ${}_6r_{12}/2 \cdot 25$ млн. долл. В июне и декабре последующего года банк получит суммы, определяемые шестимесячными ставками *LIBOR*, которые реализуются через 12 и 18 месяцев соответственно: ${}_{12}r_{18}/2 \cdot 25$ млн. и ${}_{18}r_{24}/2 \cdot 25$ млн. долл. График платежей показан на рис. 3.7.

Изменение на один базисный пункт** в текущих (спот) ставках окажет два разных эффекта на стоимость свопа и соответственно дельту. Во-первых, изменится денежный поток, связанный с плавающей составляющей (*floating-rate leg*) свопа. Во-вторых, денежные потоки как плавающей, так и фиксированной

* Шестимесячная ставка — это ставка размещения средств на 6 месяцев (она выражена в процентах годовых), а не половина годовой ставки (ставки размещения на 12 месяцев). Чтобы вычислить сумму процентов за 6 месяцев по шестимесячной ставке, надо номинал умножить на половину шестимесячной ставки, но не на половину годовой ставки. Аналогично, чтобы вычислить сумму процентов за 3 месяца по трехмесячной ставке, надо номинал умножить на четверть трехмесячной ставки, а не на четверть годовой ставки.

** Изменение процентной ставки на один базисный пункт — это изменение ее абсолютной величины на 0,01

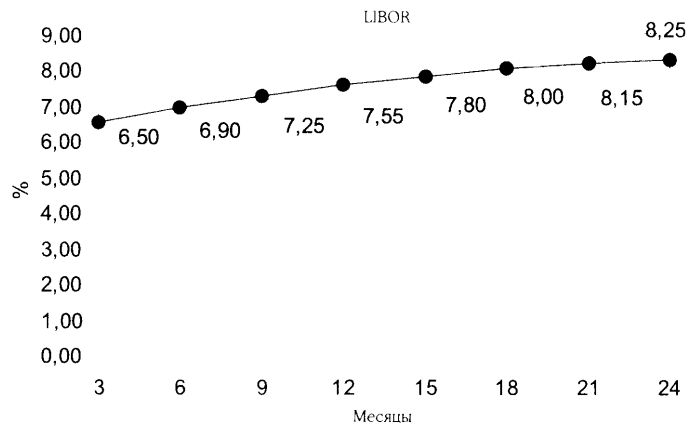


Рис. 3.6. Кривая доходности бескупонных облигаций

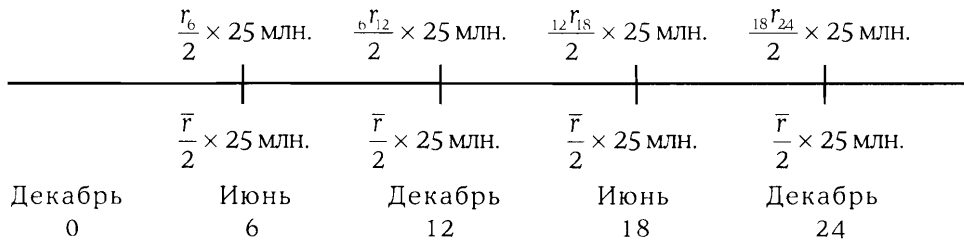


Рис. 3.7. График платежей по свопу

составляющей (*fixed-rate leg*) свопа должны быть дисконтированы по новым процентным ставкам. Чтобы измерить дельту, следует учесть оба этих фактора.

Сначала рассмотрим плавающий денежный поток. Платежи в декабре следующего года и июне последующего года могут измениться (первый ближайший платеж уже зафиксирован). Поскольку мы увеличиваем все ставки на один базисный пункт (параллельный сдвиг), то могли бы ожидать, что форвардные ставки также увеличатся на один базисный пункт*. Ожидаемая выплата по плавающей составляющей за период 6–12 месяцев составляет 991 977 долл., исходя из новой форвардной ставки: $0,0793582/2 \cdot 25 \text{ млн. долл.} = 991 977$.

Расчет дельты свопа приведен в табл. 3.9.

* Напомним, что форвардная ставка f на период от t до T рассчитывается исходя из ставок спот r по формуле:

$$f_{t,T} = \frac{(1 + r_T)^T}{(1 + r_t)^t} - 1.$$

Таблица 3.9

РАСЧЕТ ПЛАТЕЖЕЙ ПО СВОПУ

Период свопа, месяцы	0-6	6-12	12-18	18-24
Новые ставки спот (+1 б. п.), %	6.91	7.56	8.01	8.26
Новые форвардные ставки, %	—	7.93582	8.28375	8.04357
Новые плавающие денежные потоки	862 500	991 977	1 035 469	1 005 446
Фиксированные денежные потоки	970 692	970 692	970 692	970 692
Чистый денежный поток за период	-108 192	21 285	64 777	34 754
PV чистого денежного потока	-104 579	19 789	57 828	29 826
PV первоначального чистого денежного потока	-104 584	17 712	56 884	28 989
Разница в PV для каждого периода (дельта каждого срока погашения)	5	1 077	944	837
Суммарная дельта свопа	$5 + 1\,077 + 944 + 837 = 2\,863$			

Следует обратить внимание, что, хотя в первом периоде все ставки известны, небольшая дельта все же появляется благодаря тому, что при изменении ставок на один базисный пункт приведенная текущая стоимость денежного потока изменится и для этого периода тоже. В целом видно, что дельта свопа составляет 2863, т. е. при росте ставок всего на один базисный пункт ожидается изменение стоимости свопа на 2863 долл.

Как можно хеджировать дельта-риск процентного свопа? Это можно сделать по-разному: позициями на текущем рынке облигаций, процентными форвардами, другими свопами и фьючерсами. Ниже приводится пример хеджирования с помощью евродолларовых* фьючерсов. Евродолларовый контракт эквивалентен стоимости трехмесячного депозита на сумму 1 млн. долл. Если ставки поднимутся на один базисный пункт, стоимость такого депозита упадет на $0,0001/4 \cdot 1 \text{ млн. долл.} = 25 \text{ долл.}$, т. е. дельта длинной позиции по одному евродолларовому фьючерсу составляет -25 долл.

Попробуем максимально хеджировать дельта-риск свопа (табл. 3.10).

Открывая длинные позиции по евродолларовым фьючерсам, удалось получить портфель инструментов (свопа и фьючерсов) с гораздо меньшей дель-

* Евродоллары — это американские доллары, размещенные за пределами США.

Таблица 3.10

Месяц начала периода	0	6	12	18	Итого дельта
Дельта процентного свопа	+5	+1077	+944	+837	+2863
Дельта евродолларового фьючерса	-25	-25	-25	-25	
Количество фьючерсных контрактов	0	+43	+38	+33	
Дельта фьючерсов	0	-1075	-950	-825	-2850
Дельта портфеля, состоящего из процентного свопа и фьючерсов	+5	+2	-6	+12	+13

той — всего +13 долл., т. е. при росте ставок на 1 б. п. следует ожидать рост стоимости портфеля всего на 13 долл., а не на 2863 долл. Если бы банк получал фиксированный денежный поток, а платил плавающий в отличие от рассмотренного свопа, то дельта была бы отрицательная, и для хеджирования необходимо было бы открывать короткие позиции в евродолларовых фьючерсах.

Как хеджировать дельту кэпа? Проданный банком кэп — это пакет процентных опционов. Если трехмесячный *LIBOR* превысит 8,5%, банк заплатит держателю опциона разницу между трехмесячной ставкой *LIBOR* и 8,5%. Аналогично держатель опциона получит платежи от банка, если трехмесячный *LIBOR* превысит 8,5% в месяцы 6 и 9. Данный кэп — это пакет из трех опционов: одного — с трехмесячным сроком до исполнения, другого — с шестимесячным и третьего — с девятимесячным. Цена (ставка) исполнения составляет 8,5%. Поскольку эти опционы могут быть исполнены только в будущем, ставкой, которую можно сравнить со ставкой исполнения, будет не текущая трехмесячная ставка *LIBOR*, а форвардная ставка трехмесячного *LIBOR*. Эти форвардные ставки трехмесячного *LIBOR* для месяцев 3, 6 и 9 вычисляются исходя из кривой процентных ставок, приведенной на рис. 3.6. В табл. 3.11 приведены данные для кэпа.

Естественно, если рассматривать портфель, состоящий из кэпа и свопа, хеджирование дельты с помощью евродолларовых фьючерсов можно провести с учетом портфельного эффекта (табл. 3.12).

Как видно, в шестой месяц нет необходимости одновременно открывать длинную позицию по 43 фьючерсным контрактам и короткую позицию по 10 фьючерсным контрактам, а достаточно просто открыть длинную позицию по 33 контрактам, что весьма снижает транзакционные издержки (комиссионные, накладные расходы и т. д.).

Таблица 3.11

Срок до исполнения опциона, месяцев	3	6	9	Итого
Ставка кэпа (цена исполнения), %	8.5	8.5	8.5	
Форвардная ставка, %	${}_3r_0 = 7.18$	${}_6r_4 = 7.68$	${}_9r_{12} = 8.01$	
Стоимость опциона*				
в базисных пунктах	0.38	8.95	23.89	
в долларах	475	11 168	29 863	41 525
Дельта	-24	-243	-426	-693
Количество фьючерсных контрактов	-1	-10	-17	
Дельта фьючерсов	+25	+250	+425	+700
Дельта портфеля, состоящего из кэпа и фьючерсов	+1	+7	-1	+7

* Стоимость опциона, как и значения показателей вега и гамма, могут быть получены из формулы ценообразования опционов Блэка-Шоулза.

Хеджирование дельта-риска, рассмотренное выше, т. е. **хеджирование риска параллельного сдвига кривой процентных ставок** (*parallel shift risk*), не ограждает, однако, портфель от **рисков поворота** (*rotation/twist risk*) этой кривой, **риска скачкообразных изменений** (*jump risk*) процентных ставок, **риска изменения волатильности** (*volatility risk*) процентных ставок и других рисков.

Рассмотрим два портфеля, хеджированные от дельта-риска: положительная дельта, возникающая на некоторых сроках погашения (исполнения), полностью гасится отрицательной дельтой на других сроках погашения, однако в этих двух портфелях сделано это по-разному. В первом портфеле очень большая положительная дельта трехмесячного срока погашения компенсируется очень большой отрицательной дельтой четырехлетнего срока погашения. Во втором портфеле отрицательные и положительные дельты более или менее равномерно распределены по множеству сроков погашения (рис. 3.8).

Предположим, что в будущем произойдет поворот кривой доходности: краткосрочные ставки упадут, а долгосрочные поднимутся, как показано на рис. 3.9.

Рассмотрим, какое влияние поворот кривой доходности окажет на портфели (табл. 3.13).

Из этой таблицы видно, что в первом портфеле поворот кривой доходности вызвал только падение стоимости, несмотря на нулевую суммарную дель-

Таблица 3.12

Срок, месяцев	0	3	6	9	12	15	18	Итого
Дельта свопа	+5		+1077		+944		+837	+2863
Дельта кэпа		-24	-243	-426				-693
Дельта портфеля из свопа и кэпа	+5	-24	+834	-426	+944		+837	+2170
Количество фьючерсных контрактов	0	-1	+33	-17	-38		+33	
Дельта фьючерсов	0	+25	-825	+425	-950		-825	-2150
Дельта по портфелю, состоящему из свопа, кэпа и фьючерсов	+5	+1	+9	-1	-6		+12	+20

ту, а во втором вызванное поворотом кривой доходности падение стоимости на одних сроках компенсировалось ее ростом на других сроках.

Если стремиться минимизировать риск потери стоимости портфеля из-за поворота кривой ставок, следует выбрать второй портфель. Но если предпочтение по риску иное, при этом более вероятным прогнозом является, например, противоположный поворот кривой (рост краткосрочных ставок и падение долгосрочных ставок), то менеджер может намеренно выбрать первый портфель, ожидая роста его стоимости при сохранении значительного риска.

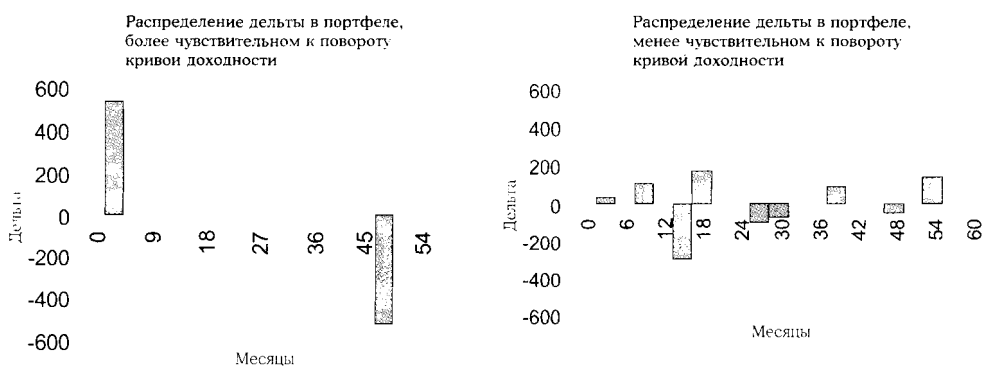


Рис. 3.8. Распределение дельты в двух хеджированных портфелях

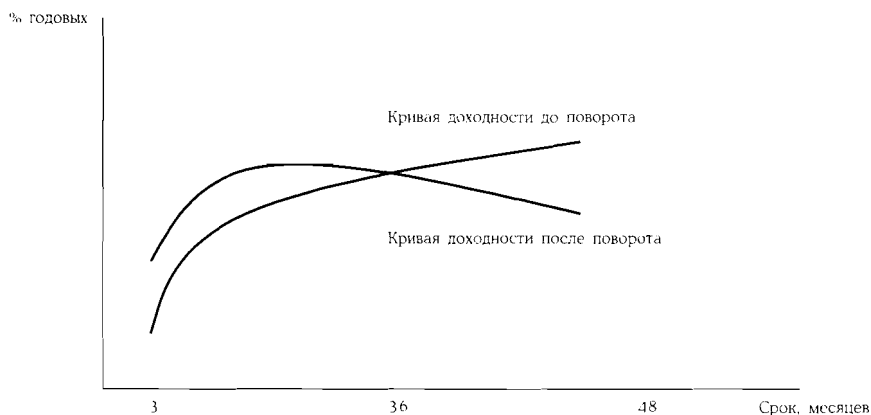


Рис. 3.9. Непараллельный сдвиг кривой процентных ставок

После хеджирования дельта-риска портфель остается подверженным гамма- и вега-рискам. Например, у рассмотренного ранее кэпа, состоящего из опционов на 3, 6 и 9 месяцев, величины этих рисков будут такими, как показано в табл. 3.14.

Поскольку процентные форварды имеют ненулевую гамму, можно их использовать для хеджирования гамма-риска. Однако для хеджирования вега-риска у менеджера есть только одна возможность — опционы.

Банк в данном кэпе продал опционы, поэтому ему просто необходимо приобрести другие опционы. Но *опционы обладают различной вегой при различных ставках и в различные моменты времени*, поэтому, хеджировав вега-риск при данных процентных ставках в данный момент, необходимо *постоянно пересматривать вега-хедж* с учетом этих двух факторов. Важно также учитывать еще один фактор, состоящий в том, что ставки могут измениться скачкообразно. Поэтому при хеджировании следует рассматривать оба сценария: если ставки будут изменяться понемногу и если процентные ставки сделают скачок.

Однако не всякая последовательность хеджирования будет успешной. Рассмотрим пример хеджирования дельты, гаммы и веги портфеля (табл. 3.15). Из этой таблицы видно, что гамма-хеджирование приводит вновь к появлению риска дельты только что хеджированного по риску дельты портфеля, а вега-хеджирование приводит к возобновлению риска дельты и риска гаммы предварительно хеджированного по этим рискам портфеля. Поэтому рекомендуется на практике выполнять хеджирование в обратном порядке: **вега-гамма-дельта-хедж*** (табл. 3.16).

* Возможно, у читателя возникнет ассоциация с принципом оптимизации Беллмана, согласно которому оптимизация проводится от последнего шага к предпоследнему, от предпоследнего к предыдущему и т. д.

Таблица 3.13

Срок, месяцев	Изменение процентной ставки	Дельта первого портфеля	Изменение стоимости первого портфеля	Дельта второго портфеля	Изменение стоимости второго портфеля
3	Падение	Положительная	Падение	Положительная	Падение
6	Падение	0	0	0	0
9	Падение	0	0	Положительная	Падение
12	Падение	0	0	0	0
15	Падение	0	0	Отрицательная	Рост
18	Падение	0	0	Положительная	Падение
21	Падение	0	0	0	0
24	Падение	0	0	0	0
27	Падение	0	0	Отрицательная	Рост
30	Падение	0	0	Отрицательная	Рост
33	Падение	0	0	0	0
36	—	0	0	0	0
39	Рост	0	0	Положительная	Рост
42	Рост	0	0	0	0
45	Рост	0	0	0	0
48	Рост	Отрицательная	Падение	Отрицательная	Падение
51	Рост	0	0	0	0
54	Рост	0	0	Положительная	Рост
60	Рост	0	0	0	0

Таблица 3.14

Срок до исполнения опциона, месяцев	3	6	9	Итого по кэпу
Гамма	-100	-390	-399	-889
Вега	-200	-1838	-3075	-5113

Таблица 3.15

Состояние портфеля	Дельта	Гамма	Вега
Первоначальный портфель	+1750	-1000	-5000
Хеджирование дельты фьючерсами	-1750	0	0
Портфель после хеджирования	0	-1000	-5000
Хеджирование гаммы свопами и процентными форвардами	-5000	+1000	0
Портфель после хеджирования	-5000	0	-5000
Хеджирование дельты фьючерсами	+5000	0	0
Портфель после хеджирования	0	0	-5000
Хеджирование веги опционами	+500	+500	+5000
Портфель после хеджирования	+500	+500	0
Хеджирование дельты фьючерсами	-500	0	0
Портфель после хеджирования	0	+500	0
Хеджирование гаммы свопами и процентными форвардами	+2000	-500	0
Портфель после хеджирования	+2000	0	0
Хеджирование дельты фьючерсами	-2000	0	0
Портфель после хеджирования	0	0	0

3.12. Показатель *value at risk* (VaR)

Рассмотренные выше традиционные меры риска, к сожалению, обладают следующими серьезными недостатками:

1. Многие из них не могут быть агрегированы (т. е. сведены в один показатель такого же типа) безразлично к факторам риска (так, например, нельзя агрегировать дельта- и вега-риски). Факторы риска не могут быть агрегированы для различных рынков, например дельта валютного опциона и дельта опциона на акции не суммируются.

Таблица 3.16

Состояние портфеля	Дельта	Гамма	Beta
Первоначальный портфель	+1750	-1000	-5000
Хеджирование веги опционами	+500	+500	+5000
Портфель после хеджирования	+2250	-500	0
Хеджирование гаммы свопами и процентными форвардами	-2500	0	0
Портфель после хеджирования	-250	0	0
Хеджирование дельты фьючерсами	+250	0	0
Портфель после хеджирования	0	0	0

2. Традиционные меры риска не измеряют «капитал под риском», т. е. капитал, покрывающий потери, вызываемые данными факторами риска. Поэтому на основе этих показателей трудно применять анализ качества управления портфелем с учетом риска.
3. Традиционные меры риска *сравнительно плохо позволяют контролировать риск*. Лимиты позиций, определяемые по факторам риска или показателям чувствительности, часто неэффективны.

Все это объясняет ту огромную популярность, которой в современном риск-менеджменте пользуется подход к измерению рисков на основе показателя «стоимости под риском» (**value at risk — VaR**)*, более или менее успешно справляющегося с вышеперечисленными проблемами.

VaR — это выраженная в данных денежных единицах (базовой валюте) оценка величины, которую не превысят ожидаемые в течение данного периода времени потери с заданной вероятностью.

Показатель VaR обычно не используется применительно к рынкам, находящимся в состоянии кризиса.

Пусть фиксирован некоторый портфель открытых позиций. VaR портфеля для данного доверительного уровня $(1 - \alpha)$ и данного периода поддержания позиций t определяется как такое значение, которое обеспечивает покрытие возможных потерь x держателя портфеля за время t с вероятностью $(1 - \alpha)$:

$$\Pr(\text{VaR} \geq x) = 1 - \alpha. \quad (3.27)$$

Как следует из определения, величина VaR для портфеля заданной структуры — это *наибольший ожидаемый убыток*, обусловленный колебаниями цен на финансовых рынках, который рассчитывается:

- на определенный период времени в будущем (временной горизонт);

* Учитывая устоявшийся среди профессионалов способ употребления в русской речи этой аббревиатуры (возможно, вопреки буквальному переводу), автор далее употребляет VaR как существительное мужского рода.

- с заданной вероятностью его непревышения (уровень доверия);
- при данном предположении о характере поведения рынка (метод расчета).

Доверительный интервал и временной горизонт являются ключевыми параметрами, без которых невозможны ни расчет, ни интерпретация показателя VaR. Так, значение VaR в 10 млн. руб. для временного горизонта в один день и доверительного интервала 99% будет означать (при условии сохранения тенденций рыночной конъюнктуры):

- вероятность того, что в течение следующих 24 часов мы потеряем меньше чем 10 млн. руб., составляет 99%;
- вероятность того, что наши убытки превысят 10 руб. в течение ближайших суток, равна 1%;
- убытки, превышающие 10 млн. руб., ожидаются в среднем один раз в 100 дней торгов.

Временной горизонт (*holding period*) для расчета VaR часто выбирается исходя из *срока удержания* данного инструмента в портфеле или его *ликвидности*, т. е. исходя из минимального реального срока, на протяжении которого можно реализовать на рынке данный инструмент (закрыть позиции) без существенного ущерба, поскольку именно в пределах этого срока трейдеры не в состоянии что-либо сделать для снижения потерь. Например, «недельный VaR», «месячный VaR» — это оценки возможных потерь за неделю и месяц соответственно*.

Следует отличать от горизонта расчета VaR **глубину периода расчетов VaR** (*observation period*) — объем ретроспективных или искусственно смоделированных данных, на основе которых рассчитывается оценка. Например, фраза «глубина расчетов месячного VaR составила 2 года» означает, что данные брались за 2 года, т. е. за 24 месяца, а фраза «глубина расчетов недельного VaR составила 2 года» означает, что данные брались за 2 года, т. е. за 104 недели**.

Уровень доверия*** (*confidence level*), или вероятность, выбирается в зависимости от предпочтений по риску, выраженных в регламентирующих документах надзорных органов или в корпоративной практике, отражая оценки менеджеров. Например, Базельский комитет по банковскому надзору рекомендует уровень в 99%, на который ориентируются надзорные органы; на практике наиболее популярен уровень в 95%, но встречаются также и другие (обычно между 95 и 99%).

* Аналогичный термин используется применительно к волатильности: недельная волатильность, месячная волатильность — это стандартные отклонения соответствующих случайных величин — логарифма отношения цен на начало данной и на конец предыдущей недели, на начало данного и на конец предыдущего месяца и т. д.

** Те же термины применимы к волатильности. Например, фраза «Трехмесячная дневная волатильность за последние полгода была стабильна в отличие от недельной дневной волатильности» сформулирована некорректно, но она, тем не менее, означает, что волатильность дневных изменений цен, рассчитываемая каждый рабочий день на массиве данных глубиной три последних месяца, за последние полгода была стабильнее волатильности тех же изменений, рассчитанной за каждый рабочий день на массиве данных глубиной одну неделю.

*** В литературе также используется термин «доверительный интервал».

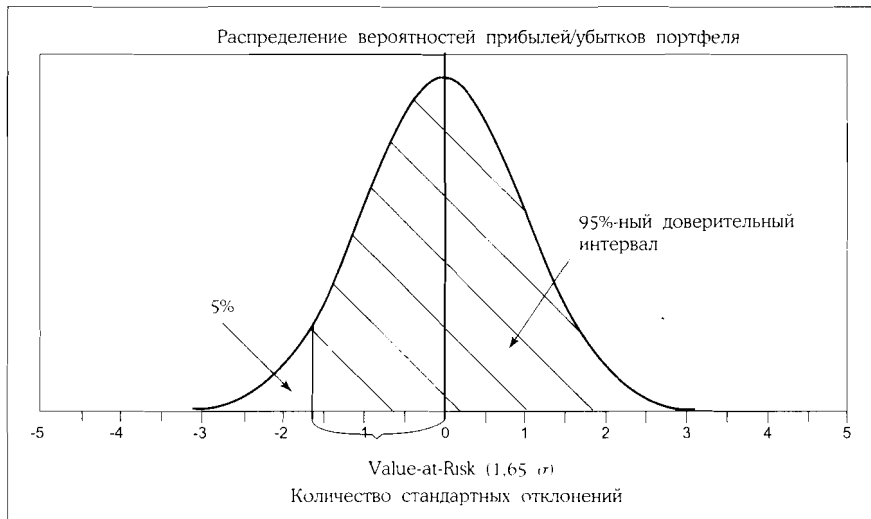


Рис. 3.10. Определение величины VaR на графике распределения прибылей и убытков

Кривая на рис. 3.10 задает распределение вероятностей прибылей и убытков для заданных портфеля и периода поддержания позиций. Заштрихованная область соответствует выбранному доверительному уровню 95% (ее площадь составляет 95% от общей площади под кривой). VaR представляет собой максимальную величину возможных потерь, отвечающих заданному доверительному уровню.

Существуют две основных группы подходов к оценке VaR. Первая группа основана на так называемом «**локальном оценивании**» (*local valuation*), т. е. на линейной или более сложной аппроксимации функции стоимости финансового инструмента, важнейшим примером которого является параметрический дельта-нормальный метод. Вторая группа использует «**полное оценивание**» (*full valuation*), подразумевающее полный перерасчет стоимости финансового инструмента без аппроксимирующих предположений. К этой группе относятся метод исторического моделирования и метод Монте-Карло*.

Показатель VaR используется в риск-менеджменте в следующих целях:

- для расчета лимитов по открытым позициям;
- для расчета достаточности капитала и распределения капитала между направлениями бизнеса;
- для оценки доходности операций с учетом риска.

* При использовании любого из перечисленных подходов модель расчета VaR необходимо верифицировать во избежание риска применения неадекватной модели (модельного риска). Подробнее об этом виде риска см. п. 8.10., 9.5.3.

3.13. Верификация моделей расчета VaR по историческим данным

Верификация модели расчета VaR по историческим данным (*backtesting*) — это процедура, позволяющая установить степень адекватности модели оценки рыночного риска в виде показателя VaR реальным условиям рынка*.

Процесс верификации включает в себя следующие этапы:

1. Расчет T значений VaR выбранным методом с заданными параметрами.
2. Оценка T фактических изменений стоимости портфеля V_i во времени для каждого периода, для которого был рассчитан VaR:

$$\Delta V_i = V_i - V_{i-1}, i = 1, 2, \dots, T.$$

3. Сравнение дневных значений VaR_i и соответствующих им фактических изменений стоимости портфеля ΔV_i . Случай, когда выполняются условия:

$$\Delta V_i < 0, |\Delta V_i| > VaR_i,$$

т. е. изменение стоимости отрицательно (убыток) и при этом по абсолютной величине превосходит VaR, считается случаем превышения.

4. Пусть существует вероятность того, что модель для данного уровня доверия (например, 95%), неадекватна.
5. Выдвигается нулевая гипотеза о том, что вышеуказанная вероятность — правильная.
6. Можно вычислить, для какой вероятности количество превышений будет таким, что нулевая гипотеза не отвергается при заданном количестве наблюдений.

В табл. 3.17 рассчитаны соответствующие значения для дневного 95%-го VaR.

Например, при количестве наблюдений, равном 255, не будет отвергаться следующая нулевая гипотеза: вероятность того, что данная модель расчета 95%-го VaR не соответствует реальности, если число превышений больше 2, но меньше 12, равна 0,025.

Чем больше количество наблюдений, тем легче отвергается модель оценки VaR в случае ее некорректности. Чем меньше вероятность, тем труднее понять, завышена ли оценка VaR, поэтому на практике многие стремятся задавать вероятность на уровне 5%.

Если по результатам верификации модели точность оценок VaR оказывается неудовлетворительной, необходимо проверить выбранное распределение доходности и его параметры на соответствие реально наблюдаемым, проанализировать ретроспективу данных на наличие аномальных явлений на рынке и, возможно, изменить ее глубину при оценке входных параметров модели.

* Верификация модели расчета VaR может проводиться по различным статистическим критериям, в том числе таким, как частота превышений убытками величины VaR, независимость превышений, независимость приращений (прибылей/убытков), равномерность распределения квантилей, общая адекватность модели. Стандартная методика верификации VaR-моделей, предложенная Базельским комитетом, рассматривается в п. 9.5.3. Подробнее о методах верификации см. также [32].

Таблица 3.17

Вероятность	Количество превышений N из общего числа наблюдений		
	$T = 255$	$T = 510$	$T = 1000$
0,01	$N < 7$	$1 < N < 1$	$4 < N < 17$
0,025	$2 < N < 12$	$6 < N < 21$	$15 < N < 36$
0,05	$6 < N < 21$	$16 < N < 36$	$37 < N < 65$
0,075	$11 < N < 28$	$27 < N < 51$	$59 < N < 92$
0,10	$16 < N < 36$	$38 < N < 65$	$81 < N < 120$

3.14. Дельта-нормальный метод*

Исторически понятие *value at risk* неразрывно связано с дельта-нормальным методом расчета этого показателя, который был впервые реализован банком *J.P. Morgan Chase* в своей знаменитой системе *RiskMetrics*, начавшей функционирование в открытом режиме с конца октября 1994 г. и получившей всеобщее признание в качестве отраслевого стандарта.

Дельта-нормальный (*delta-normal*) метод** расчета величины *VaR* позволяет получить оценку *VaR* в замкнутом виде. В его основе лежит посылка о нормальном законе распределения логарифмических доходностей*** факторов рыночного риска (цен первичных «неразложимых» активов, от которых зависит стоимость более сложных инструментов, позиций и портфеля в целом):

$$r_t = \ln (P_t/P_{t-1}) \sim N(\mu, \sigma^2). \quad (3.28)$$

Предположение о нормальном распределении изменений факторов риска значительно облегчает нахождение величины *VaR*, так как в этом случае *распределение доходностей инструментов, являющихся линейными комбинациями факторов риска, также будет нормальным*. Это фундаментальное свойство будет сохраняться для любого портфеля, состоящего из инструментов с линейными ценовыми характеристиками, как, например, акций или валют.

В случае нормально распределенной случайной величины доверительный интервал $(1 - \alpha)$ всегда характеризуется единственным параметром — квантилью $(k_{1-\alpha})$, которая показывает положение искомого значения случайной ве-

* В данном разделе использованы материалы из статьи А. А. Лобанова «Проблема метода при расчете *value at risk*»//Рынок ценных бумаг 2000. №21 С. 54–58.

** Дельта-нормальный и дельта-гамма подходы в литературе называют часто «ковариационным» (*variance-covariance*), «аналитическим» или «параметрическим» методом.

*** Если логарифмы отношений цен распределены нормально, то сами отношения будут подчиняться логнормальному распределению.

личины (симметрично в обоих хвостах распределения) относительно среднего ($E[r_t]$), выраженное в количестве стандартных отклонений доходности портфеля (σ_t). Так, для наиболее часто используемых значений доверительного интервала 95 и 99% соответствующие квантили будут равны 1,65 и 2,33 стандартных отклонений доходности портфеля.

3.14.1. VaR для одного актива

Для формального определения величины VaR, используемого в дельта-нормальном методе, рассмотрим сначала инвестиционную позицию, состоящую лишь из одной единицы какого-либо актива. Очевидно, что размер дневной прибыли или убытка по такой единичной позиции будет в точности равен изменению цены этого актива за этот день. В этом случае наименьшая ожидаемая цена следующего дня с заданной вероятностью $(1 - \alpha)$ будет равна

$$P_{t+1} = P_t e^{E[r_t] - k_{1-\alpha} \sigma_t}. \quad (3.29)$$

Математическое ожидание *однодневной доходности* обычно принимается равным нулю.

Она может быть определена как по историческим данным, например, с использованием моделей, учитывающих вариацию риска во времени, так и исходя из *предполагаемых волатильностей* (полученных на основе котировок опционов) или же на основе комбинации этих двух подходов.

Волатильность доходности может быть оценена по историческим данным как на основе обычной выборочной дисперсии, так и с использованием моделей, учитывающих вариацию дисперсии во времени, простейшей из которых является экспоненциальное сглаживание, реализованное в системе RiskMetrics:

$$\sigma_t^2 = \lambda \sigma_{t-1}^2 + (1 - \lambda) r_t^2, \quad (3.30)$$

где λ — параметр сглаживания*.

Другой подход к оценке стандартного отклонения доходности состоит в расчете *предполагаемой волатильности* на основе котировок опционов. Возможны также комбинации этих двух подходов.

Интересующая нас величина VaR отражает не цену или стоимость как таковую, а ее наибольшее ожидаемое *изменение* за один день, которое можно определить следующим образом:

$$VaR = P_t (e^{-k_{1-\alpha} \sigma_t} - 1). \quad (3.31)$$

На практике величину $e^{-k_{1-\alpha} \sigma_t} - 1$ обычно заменяют на ее приближенное значение $-k_{1-\alpha} \sigma_t$. Эта линейная аппроксимация для малых значений σ_t также основана на разложении исходной функции в ряд Тейлора. Весьма часто знак «минус» опускают и оперируют абсолютным значением величины VaR.

Для временных горизонтов, превосходящих один день, обычно допускают, что дисперсия изменений цен пропорциональна длительности временного горизонта

* Подробнее о выборе параметра сглаживания см. п. 3.20.

прогнозирования, что позволяет получать оценку рыночного риска на необходимую перспективу путем простого масштабирования однодневной величины VaR^* .

Для отдельной позиции, состоящей из нескольких инструментов, подверженных *единственному* фактору риска, величина VaR с временным горизонтом T дней и доверительным интервалом $(1 - \alpha)$ может быть рассчитана по следующей формуле:

$$VaR = k_{1-\alpha} V \sigma_t \sqrt{T}, \quad (3.32)$$

где V — текущая стоимость позиции (произведение текущей цены на количество единиц актива).

Таким образом, центральной проблемой при расчете VaR дельта-нормальным методом является нахождение дисперсии доходности инструмента (для единичной позиции) или портфеля в целом (для совокупности нескольких позиций). Ниже в этом разделе мы будем придерживаться стандартного (однодневного) временного горизонта для расчета показателя VaR .

3.14.2. VaR для диверсифицированного портфеля

Дельта-нормальный метод расчета показателя VaR уходит своими корнями в современную **теорию портфеля финансовых активов** (*modern portfolio theory*, *MPT*), в которой мерой рыночного риска выступает дисперсия (или стандартное отклонение) доходности портфеля. В этом методе волатильность доходности используется в качестве базы для получения другой, более удобной на практике меры риска — наибольшего ожидаемого убытка.

Для расчета показателя VaR дельта-нормальным методом стоимости всех инструментов, входящих в портфель, должны быть предварительно представлены в виде аналитических зависимостей от некоторого набора факторов рыночного риска, однодневные логарифмические изменения которых подчиняются совместному нормальному распределению с математическим ожиданием, равным нулю:

$$r_t \sim N(0, \Sigma),$$

где Σ — ковариационная матрица доходностей факторов риска.

Заметим, что ковариационная матрица доходностей может быть представлена в следующем виде:

$$\Sigma = \xi^T \Omega \xi = D \Omega D, \quad (3.33)$$

где ξ — вектор-столбец волатильностей доходностей активов;
 Ω — корреляционная матрица;
 D — диагональная матрица волатильностей (матрица, в которой на главной диагонали находятся волатильности доходностей соответствующих активов, а остальные элементы — нули).

* Такая оценка будет приемлемой только для сравнительно небольших интервалов времени (не более 10). Альтернативный подход к прогнозу волатильности изложен в п. 3.22.

При наличии в портфеле опционов и иных инструментов с нелинейными ценовыми характеристиками изменения их стоимости оцениваются путем линейной аппроксимации на основе показателя дельта ($\Delta P \approx \Delta \delta r$)*.

Выбор множества факторов риска, которое бы достаточно полно отражало возможные источники риска и одновременно было бы разумно ограниченным, представляет собой отдельную научную проблему, обычно решаемую эвристическим путем. В зависимости от количества факторов риска инструменты подразделяются на **однофакторные** (например, акции, валюты, бескупонные облигации) и **многофакторные** (например, форвардные контракты на поставку валюты). Следует также учитывать, что один и тот же фактор риска, например процентная ставка, может одновременно влиять на стоимость сразу нескольких инструментов, входящих в портфель.

С формальной точки зрения набор факторов риска задает обычное векторное пространство, в котором портфель отображается в виде вектора, показывающего *линейную* чувствительность стоимости портфеля к изменениям выбранных факторов риска и называемого **VaR-отображением** портфеля (*VaR-map*). Определение влияющих факторов риска и построение VaR-отображения является ключевой процедурой дельта-нормального метода и называется **декомпозицией портфеля по факторам риска** (*risk mapping*). Элементами вектора VaR-отображения в заданном многомерном пространстве факторов риска выступают показатели чувствительности позиций к изменению факторов риска. Показатели чувствительности позволяют рассчитать дисперсию изменений стоимости портфеля (в относительном или абсолютном выражении) через известные дисперсии и ковариации доходностей факторов риска**. В зависимости от последовательности преобразований доходностей в денежные величины в процессе вычисления дисперсии изменений стоимости портфеля (т. е. формы VaR-отображения) возможно появление нескольких эквивалентных вариантов дельта-нормального метода, приводящих в итоге к одинаковому результату.

Рассмотренный выше метод вычисления VaR для одной позиции может быть обобщен для портфеля, состоящего из позиций по нескольким различным инструментам. Стоимость такого портфеля (V) является функцией многих переменных, количество которых равно числу выбранных факторов риска. Приращение стоимости портфеля в окрестности ее текущего значения может быть линейно аппроксимировано членами первого порядка ряда Тейлора:

$$\Delta V \approx \frac{\partial V}{\partial r_1} \Delta r_1 + \frac{\partial V}{\partial r_2} \Delta r_2 + \dots + \frac{\partial V}{\partial r_n} \Delta r_n. \quad (3.34)$$

Это разложение позволяет выразить в общем виде изменения стоимости портфеля через относительные изменения факторов риска:

$$\Delta V \approx \left(r_1 \frac{\partial V}{\partial r_1} \right) \frac{\Delta r_1}{r_1} + \left(r_2 \frac{\partial V}{\partial r_2} \right) \frac{\Delta r_2}{r_2} + \dots + \left(r_n \frac{\partial V}{\partial r_n} \right) \frac{\Delta r_n}{r_n}. \quad (3.35)$$

* Отсюда происходит название этого метода — дельта-нормальный.

** Обширная и регулярно обновляемая база данных по волатильностям и корреляциям доходности различных валют, процентных ставок, товарных контрактов, акций и фондовых индексов находится в открытом доступе на сайте системы RiskMetrics в Интернете (www.riskmetrics.com).

Выражения в скобках являются не чем иным, как чувствительностями (эластичностями) изменений стоимости портфеля по отношению к изменениям факторов риска. Легко видеть, что показатель чувствительности можно представить в (3.35) в виде произведения коэффициента дельта на текущее значение фактора риска. Поскольку стандартное отклонение является однородной функцией ($\sigma[\alpha x] = \alpha \sigma[x]$), эти коэффициенты будут также связывать стандартное отклонение стоимости портфеля со стандартными отклонениями доходностей факторов риска. Из (3.35) следует, что дисперсию изменений стоимости портфеля можно оценить по следующей формуле:

$$\sigma_{\Delta V}^2 \approx s_1^2 \sigma_1^2 + s_2^2 \sigma_2^2 + \dots + s_n^2 \sigma_n^2 + 2s_1 s_2 \sigma_1 \sigma_2 \rho_{1,2} + \dots + 2s_{n-1} s_n \sigma_{n-1} \sigma_n \rho_{n-1,n} = V^2 \sigma_{\Delta V}^2, \quad (3.36)$$

где s_i — чувствительность изменений стоимости портфеля по отношению к малым изменениям доходности факторов риска;
 σ_i — стандартное отклонение доходности i -го фактора риска;
 $\rho_{i,j}$ — коэффициент корреляции между доходностями i -го и j -го факторов риска.

Теперь можно непосредственно воспользоваться базовой формулой (3.32) для определения величины VaR. В матричном виде эта формула будет иметь вид:

$$VaR = k_{1-\alpha} \sqrt{S^T \Sigma S} = k_{1-\alpha} V \sqrt{W^T \Sigma W}, \quad (3.37)$$

где S — вектор-столбец чувствительностей абсолютных изменений стоимости портфеля по отношению к доходностям факторов риска;
 W — вектор-столбец чувствительностей доходности портфеля по отношению к доходностям факторов риска;
 V — текущая стоимость портфеля.

Выгодное отличие данного метода состоит в том, что для перерасчета VaR портфеля при изменении значений факторов риска достаточно провести только переоценку стоимости портфеля (значения волатильностей и корреляций при стабильном состоянии рынка можно обновлять реже, например еженедельно или ежемесячно*). Очевидно, что при существенном изменении структуры портфеля необходимо произвести полный перерасчет соответствующих параметров, входящих в формулу расчета VaR (волатильностей, корреляций и коэффициентов чувствительности). В то же время при изменении структуры портфеля только по одной позиции изменение риска портфеля можно оценить и без перерасчета VaR (подробнее об этом см. п. 3.19).

Рассмотренный «канонический» вариант дельта-нормального метода расчета VaR является прямолинейным и универсальным: теоретически он применим для портфелей любой сложности, стоимость которых можно представить в виде функции от факторов рыночного риска. Однако на практике та-

* Базельский комитет по банковскому надзору требует от банков, использующих собственные VaR-модели для определения достаточности капитала, обновлять свои базы данных как минимум раз в три месяца и при каждом значительном изменении рыночных цен [15, р. 133].

кой подход оказывается весьма трудоемким: нахождение точных аналитических зависимостей для коэффициентов чувствительности портфеля становится чрезвычайно громоздкой задачей с усложнением структуры портфеля.

Альтернативный подход предусматривает «разложение» исходного портфеля в виде упрощенной (в общем случае) совокупности так называемых **стандартных позиций** (*standardized positions*), каждая из которых является функцией лишь одного фактора риска и обладает такой же дельта-чувствительностью к изменениям доходности данного фактора риска, как и исходный портфель. Стоимость такого портфеля будет складываться из стоимостей стандартных позиций и не будет равна стоимости исходного портфеля:

$$\tilde{V} = \sum_{i=1}^n X_i \neq V.$$

Для каждой из полученных однофакторных позиций можно найти величину ее «индивидуального» *PVaR* по формуле (3.32). Однако совокупный рыночный риск портфеля в общем случае — не механическая сумма рисков составляющих его позиций в силу несовершенных (отличных от 1) корреляций между ценами входящих в него инструментов. Ввиду этого обстоятельства возможны два различных способа расчета величины *VaR* портфеля, приводящие, тем не менее, к одному и тому же результату: через промежуточные показатели *VaR* отдельных позиций или дисперсию изменений стоимости портфеля.

Первый из указанных способов является двуступенчатым: сначала рассчитываются индивидуальные риски каждой позиции, которые затем суммируются с учетом корреляционных связей. Этот способ реализован в системе *RiskMetrics*; он позволяет получить картину риска как отдельных позиций, так и портфеля в целом. Соответствующая формула для расчета *VaR* портфеля имеет вид

$$VaR = \sqrt{PVaR^T \Omega PVaR}, \quad (3.38)$$

где *PVaR* — вектор-столбец индивидуальных рисков позиций.

Второй способ предполагает вычисление дисперсии изменений стоимости портфеля, что дает возможность непосредственно рассчитать величину его рискованной стоимости. Используя предыдущие обозначения, мы можем представить изменение стоимости портфеля, состоящего из *n* однофакторных стандартных позиций в следующем виде:

$$\Delta \tilde{V} \approx \frac{dX_1}{dr_1} \Delta r_1 + \frac{dX_2}{dr_2} \Delta r_2 + \dots + \frac{dX_n}{dr_n} \Delta r_n. \quad (3.39)$$

Очевидно, что для обеспечения эквивалентности обоих портфелей с точки зрения их дельта-чувствительности к изменениям факторов риска ($\Delta V \approx \Delta \tilde{V}$) стандартные позиции должны быть такими, чтобы коэффициенты при Δr_i в разложениях (3.35) и (3.39) были равны. Тогда мы можем выразить изменение стоимости портфеля стандартных позиций через доходности как факторов риска, так и стандартных позиций:

$$\Delta \tilde{V} \approx \left(r_1 \frac{dX_1}{dr_1} \right) \frac{\Delta r_1}{r_1} + \left(r_2 \frac{dX_2}{dr_2} \right) \frac{\Delta r_2}{r_2} + \dots + \left(r_n \frac{dX_n}{dr_n} \right) \frac{\Delta r_n}{r_n}, \quad (3.40)$$

$$\begin{aligned}\Delta \tilde{V} &\approx X_1 \left[\frac{dX_1}{dr_1} \frac{r_1}{X_1} \frac{\Delta r_1}{r_1} \right] + X_2 \left[\frac{dX_2}{dr_2} \frac{r_2}{X_2} \frac{\Delta r_2}{r_2} \right] + \dots + X_n \left[\frac{dX_n}{dr_n} \frac{r_n}{X_n} \frac{\Delta r_n}{r_n} \right] = \\ &= X_1 a_1 \frac{\Delta r_1}{r_1} + X_2 a_2 \frac{\Delta r_2}{r_2} + \dots + X_n a_n \frac{\Delta r_n}{r_n}.\end{aligned}\quad (3.41)$$

Отсюда можно непосредственно рассчитать дисперсию абсолютных изменений стоимости портфеля стандартных позиций аналогично (3.36), оценив предварительно ожидаемую волатильность и коэффициенты корреляции факторов риска. Наконец, мы можем рассчитать величину VaR следующим способом:

$$VaR = k_\alpha \sqrt{\tilde{S}^T \Sigma \tilde{S}} = k_\alpha \sqrt{X^T \tilde{\Sigma} X}, \quad (3.42)$$

где \tilde{S} — вектор-столбец чувствительностей изменений стоимости стандартных позиций к изменениям доходности факторов риска, элементами которого являются выражения в скобках из (3.40);
 X — вектор-столбец текущих стоимостей стандартных позиций;
 $\tilde{\Sigma}$ — ковариационная матрица изменений доходностей стандартных позиций, элементами которой являются дисперсии и ковариации выражений в скобках из (3.41). Заметим, что $\tilde{\Sigma} = A \Sigma A$, где A — диагональная матрица, элементами которой являются коэффициенты a_i из (3.41).

Пример 3.10. Расчет VaR дельта-нормальным методом на современном российском рынке.

Для всех расчетов были выбраны доверительный уровень в 95% и временной горизонт (период удержания позиции) в один день; период расчета VaR составил 255 дней (количество рабочих дней в году), дата первого дня расчета — 08.05.1999, последнего — 15.05.2000.

Расчеты были выполнены для двух портфелей: «рыночного», структура которого отражает структуру торгов активами (доллар США, немецкая марка, РТС), и «равномерного», в котором каждый из трех активов первоначально составляет одну треть стоимости.

Структура «рыночного» портфеля (рис. 3.11) определялась следующим образом: на основе данных по дневным объемам торгов по вышеперечисленным валютам на ММВБ и данным по дневным объемам торгов в РТС за май 1998 г. были получены средние значения дневных объемов торгов. Пропорционально этим значениям были рассчитаны доли входящих в портфель активов, например для доллара США:

$$\begin{aligned}\text{Доля USD} &= \\ &= \frac{\text{Объем торгов USD} + \text{Объем торгов DEM} + \text{Объем торгов РТС}}{\text{Объем торгов USD}} \approx 0,915.\end{aligned}$$

Доля каждого актива в портфеле составила: USD — 91,5%, DEM — 2%, РТС — 6,5%. Размер каждого портфеля был установлен на уровне 1 млн. руб., который



Рис. 3.11. Структура рыночного портфеля

был размещен в вышеперечисленные активы по состоянию на 07.05.1999. Количество единиц i -го актива в портфеле определяется по формуле:

$$Q_i = \frac{1\,000\,000 \cdot \text{Доля } i\text{-го актива}}{\text{Курс } i\text{-го актива}}. \quad (3.43)$$

Дневной 95%-ный VaR для каждого из активов вычисляется по формуле:

$$\text{VaR} = 1,645 \times \sigma_i \times V_i, \quad (3.44)$$

где V_i — объем позиции, выраженный в базовой валюте (рублях);

σ_i — волатильность, рассчитанная на предыдущем этапе;

1,645 — коэффициент, соответствующий 95%-ному доверительному уровню.

Аналитический метод может быть обобщен на портфель с произвольным числом различных активов, в этом случае 95%-ный VaR рассчитывается следующим образом:

$$\text{VaR}_{\text{порт}} = 1,645 \cdot \sigma_{\text{порт}} \cdot V, \quad (3.45)$$

где $\sigma_{\text{порт}} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_i a_j \text{Cov}_{ij}};$

Cov_{ij} — ковариации доходностей i -го и j -го активов;

a_i — доля i -го актива в портфеле;

n — количество активов.

В приведенном примере все расчеты проводились в среде электронных таблиц MS Excel. Ниже приведены фрагменты таблиц для нескольких дней (табл. 3.18–3.26).

Данные из табл. 3.21 представляют собой дневные риски по каждому активу, рассчитанные на один и тот же объем позиции.

В табл. 3.22 произведен расчет VaR для каждой позиции из «рыночного» портфеля ($V = 1\,000\,000 Q_i$). Данная таблица позволяет сделать любопытные выводы относительно рыночного портфеля. Как видно из таблицы, возможные дневные потери в «рыночном» портфеле даже без учета корреляции (не-

Таблица 3.18

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ*

	Дата	USD	DEM	Индекс РТС
255	15.05.00	28,30	13,07	215,95
254	12.05.00	28,32	13,09	220,60
253	11.05.00	28,34	13,15	222,58
252	10.05.00	28,36	12,99	228,72
251	06.05.00	28,36	12,92	228,29
250	05.05.00	28,36	12,94	225,92
249	04.05.00	28,38	13,18	225,565
248	03.05.00	28,40	13,24	228,095
247	28.04.00	28,43	13,39	225,995

* Числа в левом столбце носят информативный характер и в расчетах не участвуют; они показывают номер дня вычисления VaR .

Таблица 3.19

НАТУРАЛЬНЫЕ ЛОГАРИФМЫ ОТНОШЕНИЙ КУРСОВ χ_i

USD	DEM	РТС
-0,000706	-0,004573179	-0,008913
-0,000705	0,012241928	-0,027234
0	0,005403332	0,001904
0	-0,001546791	0,010436
-0,000705	-0,01837724	0,00155

Таблица 3.20

ВОЛАТИЛЬНОСТИ АКТИВОВ*

USD	DEM	РТС
0,004305847	0,009416762	0,029462
0,004487666	0,009492356	0,030038
0,004509962	0,009839771	0,030321
0,004509962	0,009816612	0,030899

* Глубина периода $N = 85$ дней (четыре рабочих месяца).

диверсифицированный VaR) принимают значения, уже примерно в 2–2,5 раза меньшие недиверсифицированного VaR «равномерного» портфеля.

Формула для расчета волатильности портфеля из трех активов приобретает вид:

$$\sigma_{\text{порт}} = \sqrt{\alpha_1^2 \text{Cov}_{11} + \alpha_2^2 \text{Cov}_{22} + \alpha_3^2 \text{Cov}_{33} + 2\alpha_1\alpha_2 \text{Cov}_{12} + 2\alpha_2\alpha_3 \text{Cov}_{23} + 2\alpha_3\alpha_1 \text{Cov}_{31}}. \quad (3.46)$$

В табл. 3.25 приведены значения VaR портфелей, рассчитанные с учетом эффекта диверсификации.

После расчета VaR портфеля производится фактическая переоценка его стоимости, дневные убытки по портфелю сравниваются с соответствующими значениями VaR и подсчитывается количество превышений убытками величины VaR за весь период расчета.

Общее количество случаев превышения за весь период оказалось равным четырем. Это означает, что вероятность неадекватности модели мала (1–2,5%), а значит, модель достаточно точно прогнозирует дневное изменение стоимости портфеля. Такой результат достигается во многом благодаря низкой волатильности доллара США, доля которого в портфеле составляет около 91%.

На результат повлияла структура портфеля: в «равномерном» портфеле насчитывается четырнадцать случаев превышения, а вероятность неадекватности модели возрастает до 5–7,5%.

Меняя долю вложений в немецкие марки в портфеле, мы видим, что увеличение доли в десять раз (до 17%) никак не отражается на количестве случаев превышения. Если сделать предположение о доходности больше рискованного актива, это будет означать увеличение доходности при сохранении уровня риска. В целом можно ожидать, что инвестор увеличит долю позиции по немецкой марке в портфеле.

Проведя аналогичное исследование для каждого актива в отдельности (т. е. рассматривается портфель, в который входит один актив), при том что в каждый актив был вложен одинаковый капитал (333 333 руб.), получаем табл. 3.27.

Полученные результаты можно интерпретировать следующим образом:

- USD: изменения курса доллара контролируются со стороны ЦБ РФ, поэтому характеризуются низкой волатильностью и легко прогнозируются. Малое количество превышений объясняется тем, что VaR, как правило, превосходил реальное изменение стоимости портфеля в несколько раз. В случае формирования на основе рассчитанных оценок страхового фонда на каждый день, расходы на содержание такого фонда (упущенная выгода от вложения отвлеченных в фонд средств) оказываются высокими;
- DEM: количество превышений удовлетворяет 95%-ному доверительному уровню. Большее по отношению к доллару количество превышений объясняется более свободным формированием курса (отсутствием контроля со стороны ЦБ РФ);
- PTC: как актив, характеризующийся наибольшей волатильностью, пакет акций PTC вызвал наибольшую ошибку работы метода VaR. Однако количество превышений также удовлетворяет 95%-ному доверительному уровню.

Таблица 3.21

ЗНАЧЕНИЯ *Var* ДЛЯ КАЖДОЙ ПОЗИЦИИ ИЗ «РАВНОМЕРНОГО» ПОРТФЕЛЯ

USD	DEM	PTC	Сумма
2368,216	5179,219	16204,1861	23751,621
2468,216	5220,796	16520,8121	24209,824
2480,479	5411,874	16676,7404	24569,093
2480,479	5399,136	16994,267	24873,882

Таблица 3.22

ЗНАЧЕНИЯ *Var* ДЛЯ КАЖДОЙ ПОЗИЦИИ ИЗ РЫНОЧНОГО ПОРТФЕЛЯ

USD	DEM	PTC	Сумма
6500,984	304,6599	3177,291	9982,9349
6775,495	307,1056	3239,375	10321,9756
6809,159	318,3455	3269,949	10397,4535
6809,159	317,5963	3332,209	10458,9643

Таблица 3.23

КОВАРИАЦИИ ДОХОДНОСТЕЙ АКТИВОВ

USD/DEM	DEM/PTC	PTC/USD
1,9466E-05	2,59065E-05	-5,55243E-06
2,09925E-05	3,28672E-05	1,79289E-06
1,98186E-05	5,29394E-05	-1,11606E-06
1,98553E-05	5,35978E-05	-1,49812E-06
1,98497E-05	5,38146E-05	-2,12937E-06

Таблица 3.24

ВОЛАТИЛЬНОСТЬ «РЫНОЧНОГО» ПОРТФЕЛЯ

0,004400733
0,00466939
0,00465921
0,004670798
0,004715488
0,004714527

Таблица 3.25

VaR «равномерного» портфеля	VaR рыночного портфеля
17863,36	7261,209
18437,89	7704,494
18891,75	7687,696
19173,98	7706,816
20060,20	7780,555
20043,17	7778,969
20122,56	7771,660
20120,10	7829,210
20275,95	7851,210

Таблица 3.26

VaR портфеля	Переоценка стоимости портфеля	Дневное изменение стоимости портфеля	Отклонение от VaR	Количество случаев превышения
7261,209	1233005	-3756,8	3504,41	0
7704,494	1236762	-2109,4	5595,089	0
7687,696	1238872	-4443,67	3244,022	0
7706,816	1243315	381,365	8088,182	0
7780,555	1242934	1482,46	9263,015	0
7778,969	1241452	-892,967	6886,002	0
7771,66	1242344	-2463,51	5308,151	0
7829,21	1244808	-23,087	7806,122	0
7851,21	1244831	2171,848	10023,06	0
7827,827	1242659	-2437,07	5390,76	0

Таблица 3.27

	USD	DEM	PTC
Количество превышений	1	10	19

Можно рассмотреть влияние глубины ретроспективы N , по которой рассчитывается волатильность, на точность дельта-нормального метода (табл. 3.28–3.30).

Таблица 3.28

а) $N = 43$ дня

Актив	USD	DEM	PTC	Портфель
Количество превышений	2	9	22	9

Таблица 3.29

б) $N = 64$ дня

Актив	USD	DEM	PTC	Портфель
Количество превышений	2	11	19	5

Таблица 3.30

в) $N = 85$ дней

Актив	USD	DEM	PTC	Портфель
Количество превышений	1	10	19	4

Из приведенных таблиц следует, что увеличение глубины ретроспективы оказывает положительное влияние на точность расчетов.

Достоинства дельта-нормального метода

- Сравнительная простота реализации.
- Сравнительно небольшие затраты на сбор первичных данных и вычисления.
- Приемлемая точность оценки VaR в большинстве случаев практического применения.

Недостатки дельта-нормального метода

- Низкая точность оценки риска нелинейных инструментов, таких как опционы. Дельта-нормальный метод измеряет чувствительность инструмента к риску только посредством дельты, т. е. изменение цены инструмента рассчитывается пропорционально величине дельты и изменению цены базисного актива, тогда как для нелинейного инструмента важную роль играет выпуклость и чувствительность к другим факторам риска (например, к изменению волатильности базисного актива). Поэтому дельта-нормальный метод приемлем для оценки нелинейных инструментов только при нахождении цены базового актива в очень узком диапазоне.

- Для распределений доходностей большинства финансовых активов характерны так называемые «толстые хвосты» (*fat tails*) — отклонения на краях распределения плотности вероятностей от нормального распределения, вследствие чего оценки *VaR*, рассчитанные на основе нормального распределения, оказываются заниженными или завышенными (в зависимости от величины уровня доверия).
- Игнорирование **риска одиночных событий** (*event risk*), которые могут привести к аномальным убыткам и не происходят достаточно часто, чтобы быть представленными в последних исторических данных (на основе которых оцениваются корреляции и волатильности доходностей)*.

3.15. Дельта-гамма-вега-приближение

Если в портфеле содержатся опционы, то применение к нему дельта-нормального подхода для расчета *VaR* сталкивается со следующими проблемами:

- дельта портфеля может изменяться очень быстро (высокая гамма);
- дельта портфеля может быть различной для роста и падения цены базисного актива;
- возможна ситуация, когда предельные потери по инструменту нельзя оценить, исходя из предельных отклонений цены базисного актива в обе стороны, т. е. функция изменения стоимости является немонотонной. В этом случае следует проверять поведение стоимости портфеля во всех промежуточных состояниях базисного актива.

Один из главных недостатков дельта-нормального подхода заключается в том, что он не учитывает какие-либо иные виды риска, кроме риска дельты. Однако в рамках данного подхода в расчет могут быть также включены и показатели, отражающие гамма- и вега-риск**, которые являются членами ряда Тейлора, аппроксимирующего приращение функции стоимости инструмента *V*:

$$dV = \Delta dS + \frac{1}{2} \Gamma dS^2 + \Lambda d\sigma + \dots, \quad (3.47)$$

где Δ , Γ , Λ — оценки дельты, гаммы и веги соответственно для портфеля в целом***;

S — цена базисного актива.

* Для учета риска экстремальных событий применяется стресс-тестирование, являющееся разновидностью сценарного анализа (подробнее см. гл. VIII).

** Базельский комитет по банковскому надзору в своих требованиях к моделям расчета *VaR* особо указывает, что для опционов модель должна учитывать их нелинейные ценовые характеристики и включать факторы риска, отражающие волатильность цен и процентных ставок базисных активов (вега-риск) [15, р. 133–134].

*** Предполагается, что опционы в этом портфеле имеют один и тот же базисный актив.

Дельта-гамма-вега-приближение (*delta-gamma-vega approximation*) позволяет рассчитывать VaR для портфеля опционов с одним и тем же базовым активом по следующей формуле:

$$VaR = |\Delta| (k_\alpha \sigma S) - \frac{1}{2} \Gamma (k_\alpha \sigma S)^2 + |\Lambda| |S d \sigma|. \quad (3.48)$$

Если гамма отрицательна, что соответствует короткой чистой позиции по портфелю опционов, то второе слагаемое в формуле (3.48) увеличит риск, в то время как положительная гамма скорректирует величину VaR в сторону снижения. Если чистая позиция по опционам в целом по портфелю имеет положительную вегу, то волатильность снижается, если отрицательную — падает.

Хотя дельта-гамма-вега-приближение учитывает нелинейные характеристики риска, остаются следующие проблемы:

- в методе предполагается *нормальное распределение как доходностей базисных активов* (факторов риска), *так и их квадратов*, что, как правило, не выполняется ни в теории, ни на практике*;
- объем вычислений возрастает геометрически с ростом числа факторов риска. Так, при использовании только дельта-гамма-приближения уже при 100 факторах риска требуется рассчитать 100 оценок дельты, 5050 значений элементов ковариационной матрицы и дополнительно 5050 элементов матрицы коэффициентов гамма, включающей вторые частные производные по каждой позиции портфеля по каждому фактору риска**;
- необходимость проверки поведения стоимости портфеля при всех промежуточных состояниях факторов риска сохраняется, если он состоит из нелинейных инструментов с немонотонной функцией изменения стоимости.

Важно также иметь в виду, что в случае, когда доля опционов в портфеле существенна, *волатильность портфеля за период не пропорциональна квадратному корню из отношения временных горизонтов*, и ее следует оценивать непосредственно для интересующего временного горизонта расчета VaR путем полного оценивания.

Для больших диверсифицированных портфелей, в которых опционы не доминируют, дельта-нормальный метод представляет собой наиболее быстрый и эффективный способ расчета VaR. Для портфелей, чувствительных к относительно небольшому количеству источников риска с некоторой (существенной) долей опционов, дельта-гамма-вега-приближение обеспечивает более высокую точность при сравнительно невысоких требованиях к вычислительной мощности. Для портфелей со значительной долей опционов необходим подход на основе полного оценивания, который предусматривает

* Заметим, что если изменения цен распределены по нормальному закону, то квадраты этих случайных величин будут подчиняться распределению хи-квадрат

** На практике с целью сокращения объема вычислений можно ограничиться рассмотрением только диагональных элементов матрицы коэффициентов гамма.

полную переоценку портфеля при различных значениях базисного актива и иных факторов риска:

$$\Delta V = V(S_1) - V(S_0). \quad (3.49)$$

Эти методы расчета VaR теоретически более корректны, однако сопряжены с затратами на многовариантное полное оценивание портфеля, которые значительно возрастают с увеличением количества позиций. Величина VaR может быть непосредственно получена исходя из построенного эмпирического распределения изменений стоимости портфеля.

3.16. Метод исторического моделирования

Метод исторического моделирования (*historical simulation*) относится к группе методов полного оценивания и является непараметрическим. Он основан на предположении о стационарности поведения рыночных цен в ближайшем будущем. Суть данного метода заключается в следующем. Сначала выбирается период времени глубины T (например, 200 торговых дней), за который отслеживаются исторические изменения (например, дневные) цен P всех N входящих в портфель активов:

$$\Delta P_{i,t} = P_{i,t} - P_{i,t-1}, \quad i = 1, 2, \dots, N; \quad t = 1, \dots, T. \quad (3.50)$$

Для каждого из этих T сценариев изменений моделируется гипотетическая цена P^* каждого актива в будущем как его текущая цена P_0 плюс прирост цены, соответствующий данному сценарию:

$$P_{i,t}^* = P_{i,0} + \Delta P_{i,t}, \quad i = 1, 2, \dots, N, \quad t = 1, 2, \dots, T. \quad (3.51)$$

Затем производится полная переоценка всего текущего портфеля по ценам, смоделированным на основе исторических сценариев, и для каждого сценария вычисляется, насколько изменилась бы стоимость сегодняшнего портфеля:

$$\Delta V_t = V_t^* - V_0, \quad t = 1, 2, \dots, T. \quad (3.52)$$

После этого полученные T изменений портфеля ранжируются по убыванию (от самого большого прироста до самого большого убытка), которые можно пронумеровать от 1 до T . В соответствии с желаемым уровнем доверия $(1 - \alpha)$ величина VaR определяется как такой максимальный убыток, который не превышает в $(1 - \alpha)T$ случаях*, т. е. VaR равен абсолютной величине изменения с номером, равным целой части числа $(1 - \alpha)T$.

Данный метод относительно легко реализуем, если в распоряжении риск-менеджеров имеется ежедневно обновляемая база данных по всем факторам риска, которым подвержены инструменты портфеля. Как правило, чем больше глубина ретроспективы, используемой для моделирования цен, тем выше

* Например, если за $T = 400$ (сценариев) оказалось 300 случаев убытка и 100 случаев прироста, то $VaR_{0.05}$ — это абсолютная величина 21-го по величине убытка ($400 + 1 - (1 - \alpha)T = 400 + 1 - (1 - 0.05) \times 400 = 21$), т. е. изменения под номером 380.

точность оценок VaR, но одновременно и сильнее опасность использования устаревших данных, «заглушающих» новые тенденции рынка.

В методе исторического моделирования изменения значений факторов риска измеряются за интервалы, соответствующие выбранному горизонту расчета VaR. Например, для расчета месячного VaR следует построить распределение смоделированных месячных изменений стоимости портфеля за несколько предшествующих лет.

Пример 3.11. Расчет VaR методом исторического моделирования на современном российском рынке.

Сбор дневных значений VaR осуществлялся согласно алгоритму из примера 3.10, при этом глубина данных об изменениях стоимости портфеля составила 255 дней. В табл. 3.31 приведен фрагмент вычислений.

Таблица 3.31

Переоценка стоимости портфеля	Дневной прирост стоимости	VaR	Величина превышения VaR	Количество случаев превышения
1233005.45	-3756.80	-7350.19	-3593.39	0
1236762.25	-2109.40	-7350.19	-5240.79	0
1238871.65	-4443.67	-7350.19	-2906.52	0
1243315.33	381.37	-7350.19	-7731.56	0
1242933.96	1482.46	-7350.19	-8832.65	0
1241451.50	-892.97	-7350.19	-6457.23	0

Таким же образом были рассчитаны значения VaR для каждого актива и проведена верификация модели по историческим данным (табл. 3.32).

Таблица 3.32

Актив	USD	DEM	PTC	Портфель
Количество превышений	2	5	13	5

Метод исторического моделирования в данном случае показал меньшее количество ошибок, чем дельта-нормальный, что, главным образом, обусловлено выбором ретроспективы. Хотя было бы правильнее удалить аномальные наблюдения из выборки данных, этого не было сделано ради исследовательских целей, в результате чего колебания стоимости портфелей за кризисный период (август-сентябрь 1998 г.) сильно завысили значения VaR для периода, когда рынок стабилизировался (около 30% наблюдений). В свою очередь, подавляющее большинство случаев превышения (24 из 25) наблюдалось в тот период, когда «кризисные» изменения стоимости портфеля перестали учитываться в расчетах.

Достоинства метода исторического моделирования

- Отсутствие предположений о нормальном распределении доходностей факторов риска или какой-либо другой стохастической модели динамики цен на рынке, кроме реально наблюдавшейся в прошлом (что позволяет учесть эффект «толстых хвостов» такого распределения).
- Хорошая точность оценки риска нелинейных инструментов.
- Простота полной переоценки портфеля, осуществляемой по историческим сценариям.
- Учет (в неявном виде) гамма-риска, вега-риска, а также корреляционных взаимосвязей в динамике цен активов.
- Отсутствие риска использования ошибочной модели для оценки стоимости инструментов.
- Интуитивная простота и наглядность.

Недостатки метода исторического моделирования

- Использование только одной траектории эволюции цен.
- Несоблюдение в реальности базовой посылки метода о том, что прошлое может служить хорошей моделью будущего.
- Высокая вероятность ошибок измерения при малой глубине исторической ретроспективы.
- Игнорирование различий между старыми и последними наблюдениями, тогда как удаление из выборки наиболее старых наблюдений может резко улучшить точность модели*.
- Большой объем вычислений для крупных диверсифицированных портфелей при том, что агрегирование (например, использование одной дельты для различных инструментов) может снизить преимущества полного оценивания.

3.17. Метод Монте-Карло

Метод Монте-Карло, или метод стохастического моделирования (*Monte Carlo simulation*), основан на моделировании случайных процессов с заданными характеристиками. В отличие от метода исторического моделирования, в методе Монте-Карло изменения цен активов генерируются псевдослучайным образом в соответствии с заданными параметрами распределения, например математическим ожиданием μ и волатильностью σ . Имитируемое распределение может быть, в принципе, любым, а количество сценариев — весьма большим (до нескольких десятков тысяч). В остальном метод аналогичен методу исторического моделирования.

* Известны модификации метода исторического моделирования, в которых производится взвешивание используемых входных данных (см., например, [19]).

3.17.1. Метод Монте-Карло для одного фактора риска

Моделирование траектории цен производится по различным моделям. Например, распространенная модель *геометрического броуновского движения* дает в итоге следующие выражения для моделирования цен S на каждом шаге процесса, состоящего из очень большого количества шагов, охватывающих период T :

$$dS_t = S_t(\mu dt + \sigma dz_t), \quad (3.53)$$

где dz_t – винеровский случайный процесс.

Если траектория цен состоит из n равных шагов (например, n дней), то один шаг $\Delta t = \frac{1}{n}$, а случайная величина ε подчиняется стандартному нормальному распределению ($\mu = 0$, $\sigma = 1$).

Существуют и иные модели эволюции цен, например экспоненциальная и др.

Траектория цен — это последовательность псевдослучайным образом смоделированных цен, начиная от текущей цены и заканчивая ценой на некотором конечном шаге, например на тысячном или десятитысячном. Чем больше число шагов, тем выше точность метода.

Каждая траектория представляет собой сценарий, по которому определяется цена на последнем шаге исходя из текущей цены. Затем производится полная переоценка портфеля по цене последнего шага и расчет изменения его стоимости для каждого сценария. Оценка VaR производится по распределению изменений стоимости портфеля.

Генерация случайных чисел в методе Монте-Карло состоит из двух шагов. Сначала можно воспользоваться генератором случайных чисел, равномерно распределенных на интервале между 0 и 1. Затем, используя как аргументы полученные случайные числа, вычисляют значения функций моделируемых распределений.

Однако следует помнить, что генераторы случайных чисел работают на детерминированных алгоритмах и воспроизводят так называемые «псевдослучайные числа», поскольку с некоторого момента последовательности этих псевдослучайных чисел начинают повторяться, т. е. они не являются независимыми. В простейших генераторах это происходит уже через несколько тысяч генераций, а в более сложных — через миллиарды генераций. Если массив случайных чисел начинает повторяться слишком быстро, то метод Монте-Карло перестает моделировать случайные, независимые сценарии, и оценка VaR начинает отражать ограниченность генератора, а не свойства портфеля. Оптимальное количество шагов в процессе зависит от объема выборки, состава портфеля и сложности составляющих его инструментов и др.

Пример 3.12. Элементы расчета VaR методом Монте-Карло на современном российском рынке.

Для расчета VaR можно использовать различные модификации метода Монте-Карло; в данном случае метод описывается следующим образом.

1. По ретроспективным данным рассчитываются оценки математического ожидания \bar{x} и волатильности σ .
2. С помощью датчика случайных чисел генерируются нормально распределенные случайные числа ε с математическим ожиданием, равным \bar{x} , и стандартным отклонением σ .
3. Полученными на предыдущем шаге случайными числами ε заполняется таблица размерностью 500 столбцов на 1000 строк (вообще говоря, размерность таблицы произвольная и зависит, например, от имеющихся вычислительных мощностей, но, чтобы метод обеспечивал приемлемую точность, она должна быть достаточно большой).
4. Вычисляется траектория моделируемых цен вплоть до S_{1000} по формуле $S_t = S_{t-1}e^{\varepsilon}$, где e — основание натурального логарифма, S_t — текущая цена (курс) актива.
5. Производится переоценка стоимости портфеля (состоящего в данном примере из одного актива) по формуле: $\Delta V = Q(S_{1000} - S_0)$, где Q — количество единиц актива.
6. Шаги 4 и 5 выполняются 500 раз для заполнения таблицы 500×1000 . Полученные 500 значений ΔV сортируются по убыванию (от самого большого прироста до самого большого убытка). Эти ранжированные изменения можно пронумеровать от 1 до 500. В соответствии с желаемым уровнем доверия $(1 - \alpha)$ риск-менеджер может определить VaR как такой максимальный убыток, который не превышает в $500(1 - \alpha)$ случаях, т. е. VaR равен абсолютной величине изменения с номером, равным $500(1 - \alpha)$.
7. Шаги 1–6 повторяются для каждого расчета каждого дневного VaR.

В качестве объекта исследования был выбран индекс РТС. Генерация случайных чисел производилась при помощи встроенного генератора MS Excel (рис. 3.12).

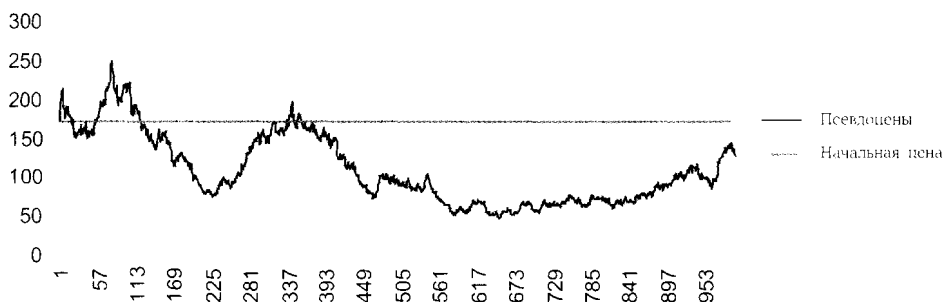


Рис. 3.12. Моделирование стоимости портфеля методом Монте-Карло

На графике показана одна из 500 траекторий цен от начальной цены S_0 до последней S_{1000} . Вообще говоря, S_{1000} может принимать значения как выше первоначальной цены S_0 , так и ниже, однако в результате проведенного моделирования случайная переменная S_{1000} в подавляющем большинстве случаев принимала значения, во много раз превышающие первоначальную цену и лишь в 2–3 случаях — меньшие (например, для $S_0 = 168,2$ последняя цена $S_{1000} = 40,4$, а прогнозируемое на ее основе дневное падение стоимости портфеля составило 76%).

Метод Монте-Карло является наиболее технически сложным из всех описанных методов расчета VaR. Кроме того, для выполнения расчетов в полном объеме необходимы значительные вычислительные мощности и временные ресурсы*. Конечно, современные компьютеры работают в несколько раз быстрее, но все равно еще очень далеко до обработки информации в режиме реального времени, как этого требуют трейдеры, если риск-менеджеры хотят устанавливать VaR-лимиты на величину открытых позиций.

Существует вариант метода Монте-Карло, согласно которому можно не задавать какое-либо конкретное распределение для моделирования цен, а использовать непосредственно исторические данные. Подобно методу исторического моделирования, на основе ретроспективы моделируются гипотетические цены, но их последовательность не является единственной и не ограничена глубиной периода ретроспективы, поскольку выборка производится с *возвращением*, т. е. возмущение из исторических данных выбирается случайным образом, и каждый раз в выборе участвуют *все данные*. Эта «загрузка» (*bootstrap*) историческими данными позволяет учесть эффект «толстых хвостов» и скачки цен, не строя предположений о виде распределения. Это несомненные достоинства метода, который, в отличие от метода исторического моделирования, позволяет рассмотреть не какую-либо одну траекторию цен (сценарий), а сколь угодно много, что, как правило, повышает точность оценок. Недостатками «загрузки» является низкая точность при малых объемах выборки и использование предположения о независимости доходностей во времени.

3.17.2. Метод Монте-Карло для портфеля активов

Чтобы проводить моделирование по Монте-Карло для *многофакторного* процесса, можно точно так же моделировать каждый из k рассматриваемых факторов исходя из сгенерированных случайных чисел:

$$dS_{t,j} = \mu_{t,j} S_{t,j} dt + \sigma_{t,j} S_{t,j} dz, \quad j = 1, 2, \dots, k. \quad (3.54)$$

С целью учета *корреляции* между факторами необходимо, чтобы случайные величины ε_i и ε_j точно так же коррелировали между собой. Для этого используется **разложение Холецкого** (*Cholesky factorization*), суть ко-

* Так, например, минимальное время генерации случайных чисел в количестве 500×1000 на компьютере Intel Pentium 200 МГц, 90 Мб SDRAM составляет 8 мин., и еще 2 мин. занимает пересчет смоделированных цен. Таким образом, минимальное время, необходимое для вычисления всего лишь 255 оценок VaR, составляет 42,5 ч.

торого состоит в разложении корреляционной матрицы на две (множители Холецкого) и использовании их для вычисления коррелированных случайных чисел.

Корреляционная матрица является симметричной и может быть представлена произведением треугольной матрицы низшего порядка с нулями в верхнем правом углу на такую же транспонированную матрицу. Например, для случая двух факторов имеем:

$$\begin{bmatrix} 1 & \rho \\ \rho & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & 0 \\ a_{12} & a_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ 0 & a_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11}^2 & a_{11}a_{12} \\ a_{11}a_{12} & a_{12}^2 + a_{22}^2 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{cases} a_{11}^2 = \rho, \\ a_{11}a_{12} = 1, \\ a_{12}^2 + a_{22}^2 = 1, \end{cases}$$

отсюда

$$\begin{bmatrix} 1 & \rho \\ \rho & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ \rho & \sqrt{1-\rho^2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & \rho \\ 0 & \sqrt{1-\rho^2} \end{bmatrix}. \quad (3.55)$$

Коррелированные случайные числа ε_1 и ε_2 получаются путем перемножения множителя Холецкого и вектора независимых случайных чисел η :

$$\begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ \rho & \sqrt{1-\rho^2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \end{bmatrix}. \quad (3.56)$$

При расчетах необходимо правильно выбрать количество множителей, чтобы получилась положительно определенная матрица, но это отдельный вопрос, остающийся за пределами данной главы.

Достоинства метода Монте-Карло

- Высокая точность расчетов.
- Высокая точность применительно к инструментам с нелинейными ценовыми характеристиками.
- Возможность моделирования любых исторических и гипотетических распределений, учет эффекта «толстых хвостов» и скачков цен (вега-риска).

Недостатки метода Монте-Карло

- Высокая сложность моделей и соответственно высокий риск неадекватности моделей.
- Высокие требования к вычислительной мощности и значительные затраты времени на проведение расчетов.

3.18. Сравнительный анализ методов расчета VaR

Поскольку современный финансовый риск-менеджмент оперирует показателями на основе *value at risk*, необходимо четко представлять себе, какой из методов расчета VaR и в каких условиях показывает наилучшие результаты.

Параметрические методы (локального оценивания)

Дельта-нормальный метод (ковариационный метод) прост, допускает аналитическое представление, не требует полной переоценки позиций, не требует обширной базы ретроспективных данных, однако имеет ряд минусов, главным из которых является то, что гипотеза о нормальном распределении, как правило, не соответствует параметрам реального финансового рынка. Данный метод также плохо подходит для оценки риска активов с нелинейными ценовыми характеристиками.

Дельта-гамма-вега-приближение позволяет учесть соответствующие риски (изменение дельты, изменение волатильности), что позволяет усилить достоинства дельта-нормального метода за счет возможности более приемлемой оценки нелинейных инструментов, поступившись, однако, простотой, присущей дельта-нормальному методу.

Методы полного оценивания

Метод исторического моделирования позволяет наглядно и полно оценить риск с учетом «толстых хвостов» без предположений о характере распределения, однако он предполагает наличие обширной базы данных по всем факторам риска.

Метод Монте-Карло общепризнан наилучшим, так как обладает рядом неоспоримых достоинств, в частности не использует гипотезу о нормальном распределении доходностей, показывает высокую точность для нелинейных инструментов и устойчив к выбору ретроспективы. К недостаткам метода можно отнести техническую сложность расчетов и модельный риск.

В табл. 3.33 приведены сравнительные характеристики всех рассмотренных методов.

3.19. Предельный VaR, VaR приращения и относительный VaR

Предельный VaR (*marginal VaR*) показывает, на какую величину изменится риск портфеля при малых изменениях* размера позиции по данному активу или фактору риска.

Пусть x_i — сумма денежных средств, вложенных в i -й вид актива, тогда предельный VaR определяется как:

$$\text{Marginal VaR}_i = \frac{d\text{VaR}(\Pi)}{dx_i}. \quad (3.57)$$

Таким образом, предельный VaR — это показатель, характеризующий чувствительность VaR портфеля к изменению его структуры и являющийся просто частной производной VaR портфеля по размеру позиции.

Предельный VaR используется в том случае, когда полная ликвидация данной позиции или нескольких позиций нецелесообразна, а управление совокупным риском портфеля осуществляется посредством балансирования позиций, т. е. частичной покупки или продажи актива.

* В предельном случае — при изменении размера позиции на одну денежную единицу.

Зная предельный VaR для каждого актива, входящего в портфель, размер позиции по i -му активу в портфеле x_i и его процентное изменение θ_i , можно найти приращение VaR портфеля*:

$$\Delta VaR(\Pi) = \sum_i x_i \theta_i \frac{\partial VaR(\Pi)}{\partial \omega_i}. \quad (3.58)$$

Например, имея в портфеле актив A стоимостью 1000 долл. США с предельным $VaR(A) = 100$ долл., мы хотим дополнительно вложить 10 долл. в актив A, тогда VaR портфеля изменится следующим образом: $\Delta VaR(\Pi) = (10/1000 - 1) \times 100 = 1$ долл.

Важной характеристикой предельного VaR (и его отличием от VaR приращения) является свойство аддитивности:

$$VaR(\Pi) = \sum_i x_i \text{ marginal VaR}_i. \quad (3.59)$$

Таким образом, суммируя предельные VaR, умноженные на величину позиций по всем инструментам**, можно получить VaR портфеля. На практике предельный VaR удобно использовать, например, при установлении лимитов, когда важно, чтобы сумма частных рисков была равна риску целого. В частности, с помощью данного показателя можно провести декомпозицию VaR портфеля по входящим в него инструментам (позициям) или факторам риска. Воспользовавшись (3.59), получим следующее выражение для оценки вклада позиции в общий риск портфеля:

$$VaR \text{ contribution} = \frac{x_i \cdot \text{marginal VaR}}{VaR(\Pi)} \cdot 100\% = \frac{1}{VaR(\Pi)} \cdot x_i \cdot \frac{\partial VaR(\Pi)}{\partial x_i} \cdot 100\%. \quad (3.60)$$

Приведенное разложение риска портфеля по позициям следует интерпретировать в предельном смысле, т. е. оно показывает процентные вклады инструментов в изменение VaR портфеля в результате изменения размера всех позиций на одну и ту же (малую) относительную величину.

Показатель **VaR приращения** (*incremental VaR — IVaR*) данной позиции в портфеле отражает величину риска, добавляемого данной позицией к совокупному риску портфеля. VaR приращения, как и предельный VaR, отражает влияние изменения структуры портфеля на величину его риска, однако от последнего он отличается тем, что изменение размера позиции может быть большим, и тогда VaR портфеля будет изменяться нелинейно.

При помощи данного показателя можно определить, как изменится VaR портфеля при (значительном) изменении размера или ликвидации какой-либо позиции.

В общем случае VaR приращения определяется как разность между VaR первоначального портфеля и VaR портфеля без данной позиции:

$$IVaR = VaR(\Pi) - VaR(\Pi - n). \quad (3.61)$$

* Поскольку формула (3.57) представляет собой предельное разложение, точность аппроксимации (3.58) будет тем выше, чем меньше изменение размера позиции θ .

** Произведение предельного VaR позиции на величину данной позиции называют также *component VaR*.

Таблица 3.33

Критерии \ Метод		Дельта-нормальный	Дельта-гамма-вега	Историческое моделирование	Монте-Карло
1.	Оценивание	Локальное	Локальное	Полное	Полное
2.	Применимость к нелинейным инструментам	Нет	Да	Да	Да
3.	Учет исторического распределения	Как оценка нормального распределения	Как оценка нормального распределения	Точно то, что было	Полностью
4.	Учет «предполагаемой» волатильности	Возможно	Возможно	Нет	Да
5.	Допущение о нормальном распределении доходностей	Да	Да	Нет	Нет
6.	Оценка экстремальных событий	Плохая	Плохая	Плохая	Возможна
7.	Модельный риск	Может быть значительным	Может быть значительным	Приемлемый	Высокий
8.	Объем требуемой истории данных	Средний	Средний	Очень большой	Малый
9.	Вычислительная сложность	Невысокая	Средняя	Высокая	Очень высокая
10.	Наглядность	Средняя	Малая	Большая	Малая
11.	Возможность оптимизации VaR	Да	Нет	Нет	Нет

где $VaR(\Pi)$ — VaR первоначального портфеля (со всеми позициями);
 $VaR(\Pi - n)$ — VaR портфеля без данной позиции.

Показатель VaR приращения учитывает корреляционные связи данной позиции с остальными позициями в портфеле.

Например, для параметрического метода VaR приращения позиции можно рассчитать как

$$\begin{aligned}
 VaR(\Pi) - VaR(\Pi - n) &= \sqrt{VaR^2(\Pi - n) + VaR^2(n) + 2\rho VaR(\Pi - n)VaR(n)} - \\
 - VaR(\Pi - n) &= VaR(n) \frac{1}{\xi} (\sqrt{\xi^2 + 2\rho\xi + 1} - 1),
 \end{aligned} \tag{3.62}$$

где ρ — корреляция позиции n со всей остальной частью портфеля $(\Pi - n)$,

$$\xi = \frac{\text{VaR}(n)}{\text{VaR}(\Pi - n)}.$$

Пусть ρ — корреляция данной позиции с портфелем без данной позиции. VaR приращения позиции будет положительным при $\rho \geq 0$ и отрицательным при $\rho < 0$.

Из (3.61) следует, что для расчета VaR приращения в общем случае необходимо произвести полную переоценку портфеля (и, соответственно, перерасчет VaR) после изменения его структуры (выведения выбранной позиции). Такой подход является наиболее корректным, однако он не всегда удобен, так как сопряжен с большими затратами времени на проведение вычислений.

Важно отметить, что если VaR позиции мал по сравнению с VaR портфеля, то VaR приращения будет приблизительно равен VaR позиции, умноженному на коэффициент корреляции ρ :

$$\text{IVaR}(n) \approx \text{VaR}(n) \text{ при } \xi \rightarrow 0. \quad (3.63)$$

Рассмотрим три предельных случая:

- если $\rho = 1$, то позиция ведет себя так же, как и остальной портфель, при этом вклад позиции в общий риск портфеля в точности равен VaR данной позиции;
- если $\rho = -1$, то позиция уменьшает риск портфеля на величину VaR позиции;
- при $\rho = 0$ вклад позиции в риск портфеля положителен и равен

$$\text{VaR}(n)(\sqrt{1 + \xi^2} - 1) / \xi.$$

Относительный VaR (*relative VaR*) позволяет оценить как портфели или их управляющих, показавших наименьшее отклонение доходности относительно эталонной нормы доходности (*benchmark*) с учетом риска, так и те, у которых существует наибольший шанс недобрать или перевыполнить эталонную норму доходности. Относительный VaR определяется путем расчета VaR по портфелю, в который добавили короткую позицию по инструменту, дающему эталонную доходность*. Пусть, например, эталонным активом является индекс РТС, а портфель российских акций характеризуется $\text{VaR} = 5$ млн. долл. Тогда, если в портфель условно добавить короткую позицию по индексу РТС (объем которой равен объему всего портфеля) и рассчитать оценку VaR для нового портфеля (например, равную 3 млн. долл.), то это означает, что по первоначальному портфелю одной и той же позиции «избыточный» по сравнению с рынком (РТС) риск, привнесенный менеджерами, составляет 3 млн. долл.

* В [32] показатель относительного VaR определяется как денежная величина *потерь относительно среднего значения по распределению*: $\text{relative VaR} = V k_1 \cdot \sigma \cdot \sqrt{T}$. В этом смысле относительный VaR не отличается от (3.32). Абсолютный VaR отражает *потери относительно нуля* и является функцией как стандартного отклонения доходности, так и его ожидаемого значения: $\text{absolute VaR} = -V \mu \cdot T + V k_1 \cdot \sigma \cdot \sqrt{T}$.

Пример 3.13. Расчет VaR приращений и предельного VaR на современном российском рынке (табл. 3.34–3.35).

Значение VaR приращения позиции может меняться со временем вследствие изменения корреляционных связей внутри портфеля, что можно увидеть на примере расчетов IVaR по данным современного российского финансового рынка.

Таблица 3.34

**РАСЧЕТ VaR ПРИРАЩЕНИЯ
ПО ДАННЫМ СОВРЕМЕННОГО РОССИЙСКОГО РЫНКА**

Дата	Цены входящих в портфель активов			Волатильности активов			VaR портфеля (USD, EUR, PTC)	VaR портфеля (USD, EUR)	IVaR (PTC)
	USD	EUR	PTC	USD	EUR	PTC			
19.03.02	31.1119	27.3598	349.73	0.00131	0.00527	0.02360	13 604.4117	5 136.26	8 468.15
18.03.02	31.071	27.4543	348.44	0.00130	0.00508	0.02359	13 455.8361	5 162.91	8 292.93
15.03.02	31.0237	27.2326	340.26	0.00126	0.00519	0.02357	13 125.277	5 257.16	7 868.12
14.03.02	31.0758	27.1727	332.24	0.00130	0.00532	0.02306	13 207.5288	5 365.23	7 842.30
13.03.02	31.0545	27.1975	322.79	0.00135	0.00546	0.02342	13 511.0105	5 459.46	8 051.55
12.03.02	31.0632	27.1834	316.84	0.00126	0.00560	0.02429	12 833.6330	5 400.85	7 432.78
11.03.02	30.9946	27.1978	319.49	0.00131	0.00551	0.02292	12 198.7119	5 483.84	6 714.87
07.03.02	30.9946	27.0025	331.41	0.00137	0.00563	0.02123	12 499.2114	5 521.49	6 977.72
06.03.02	30.9909	26.9466	319.3	0.00143	0.00568	0.02214	12 980.0077	5 611.25	7 368.76
05.03.02	30.9949	26.823	319.86	0.00141	0.00583	0.02308	11 616.2027	5 706.18	5 910.02

3.20. Выбор параметра сглаживания λ в методе *RiskMetrics*

Стандартная формула *RiskMetrics* для расчета VaR параметрическим методом с горизонтом прогнозирования в один день ($t = 1$) в случае единичного актива имеет вид:

$$VaR_t = V_{t-1} \cdot (1 - e^{-\lambda k_{t-1} \sigma_{t-1} \sqrt{t-1}}), \quad (3.64)$$

где V_{t-1} — стоимость актива в период времени, предшествующий периоду прогнозирования;

- $k_{1-\alpha}$ — квантиль нормального распределения, соответствующий уровню доверия $(1 - \alpha)$;
 σ_{t+1} — прогнозируемая волатильность доходности актива;
 μ — математическое ожидание доходности $E[r_t]$, принимаемое равным нулю.

На практике широко используется следующая аппроксимация формулы (3.64):

$$\text{VaR}_t = V_{t-1} k_{1-\alpha} \sigma_{t+1}. \quad (3.65)$$

Экспоненциально взвешенная волатильность (*exponentially weighted moving average — EWMA*) в методике RiskMetrics рассчитывается по формуле:

$$\sigma = \sqrt{(1 - \lambda) \sum_{i=1}^T \lambda^{i-1} (r_i - \bar{r})^2}, \quad (3.66)$$

где $0 < \lambda < 1$, $\sum_{i=1}^T \lambda^{i-1} = \frac{1}{1 - \lambda}$ при $T \rightarrow \infty$.

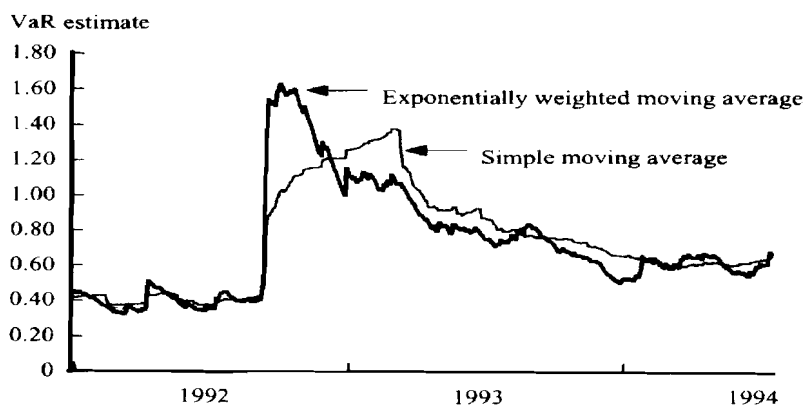
Из рис. 3.13 видно, в чем состоят преимущества экспоненциального сглаживания волатильности: оно быстрее реагирует на шоковые изменения доходности (что особенно актуально для России) и в целом представляет собой хороший прогноз стандартного отклонения.

Между параметром сглаживания λ и глубиной ретроспективы T устанавливается зависимость. Для этого вводится переменная, называемая **уровнем толерантности** (*tolerance level*):

$$\Omega_T^* = (1 - \lambda) \sum_{i=1}^T \lambda^i = \gamma_L, \quad (3.67)$$

т. е.

$$\lambda^T (1 - \lambda) (1 + \lambda + \lambda^2 + \dots) = \gamma_L. \quad (3.68)$$



Источник: [33].

Рис. 3.13. Сравнение равномерно и экспоненциально взвешенной волатильности

Таблица 3.35

**РАСЧЕТ ПРЕДЕЛЬНОГО VaR
ПО ДАННЫМ СОВРЕМЕННОГО РОССИЙСКОГО РЫНКА**

Дата	Цены входящих в портфель активов			$x_i(\text{EUR})$	$x_i + \partial x_i$	$\text{VaR}(\Pi)$	$\text{VaR}(\Pi + \partial x_i)$	$\partial \text{VaR}(\Pi)$	$IVaR_{\text{ЕПР}}$
	USD	EUR	PTC						
19.03.02	31,1119	31,11	349,73	500 000	501 000,0	20 406,6	20 396,1	-10,5	-5 235,0
18.03.02	31,071	31,07	348,44	501 727	502 730,4	20 183,8	20 173,5	-10,2	-5 102,3
15.03.02	31,0237	31,02	340,26	497 675	498 670,8	19 687,9	19 678,3	-9,7	-4 825,6
14.03.02	31,0758	31,08	332,24	496 580	497 573,9	19 811,3	19 801,7	-9,6	-4 776,6
13.03.02	31,0545	31,05	322,79	497 034	498 028,0	20 266,5	20 256,6	-9,9	-4 959,3
12.03.02	31,0632	31,06	316,84	496 776	497 769,8	19 250,4	19 241,3	-9,2	-4 598,3
11.03.02	30,9946	30,99	319,49	497 039	498 033,5	18 298,1	18 289,9	-8,2	-4 092,3
07.03.02	30,9946	30,99	331,41	493 470	494 457,3	18 748,8	18 740,3	-8,5	-4 259,0
06.03.02	30,9909	30,99	319,3	492 448	493 433,7	19 470,0	19 461,0	9,0	-4 522,9
05.03.02	30,9949	30,99	319,86	490 190	491 170,4	17 424,3	17 417,1	-7,2	-3 623,6
04.03.02	30,9436	30,94	319,05	490 396	491 377,3	13 718,0	13 714,4	-3,7	-1 841,1
01.03.02	30,9404	30,94	305,47	489 100	490 079,0	13 902,6	13 898,6	-4,0	-1 998,9

Таким образом, уровень толерантности представляет собой сумму весов данных, находящихся за пределами горизонта T (табл. 3.36). Решая уравнение относительно T , получаем:

$$T = \frac{\ln \gamma_L}{\ln \lambda}. \quad (3.69)$$

Так, для $\gamma_L = 0,01$ и $\lambda = 0,94$, например, $T = 74$.

Затем необходимо определить оптимальное значение параметра λ .

Известно, что $\sigma_t^2 = E(r_t - E(r_t))^2 = E(r_t^2) - (E(r_t))^2$, $E(r_t) = 0 \Rightarrow \sigma_t^2 = E(r_t^2)$.

Определим тогда ошибку прогноза как:

$$\varepsilon_{t+1|t} = r_{t+1}^2 - \sigma_{t+1|t}^2. \quad (3.70)$$

Таблица 3.36

**ГЛУБИНА РЕТРОСПЕКТИВЫ (ДНЕЙ) В ЗАВИСИМОСТИ
ОТ УРОВНЯ ТОЛЕРАНТНОСТИ**

λ	0,001%	0,01%	0,1%	1%
0.85	71	5	43	28
0.86	76	61	46	31
0.87	83	66	50	33
0.88	90	72	54	36
0.89	99	79	59	40
0.90	109	87	66	44
0.91	122	98	73	49
0.92	138	110	83	55
0.93	159	127	95	63
0.94	186	149	112	74
0.95	224	180	135	90
0.96	282	226	169	113
0.97	378	302	227	151
0.98	570	456	342	228
0.99	1146	916	687	458

Считая математическое ожидание случайной величины ε равным нулю, в качестве критерия выбора оптимального параметра λ примем минимум **среднеквадратичной ошибки** (*root mean squared error* — *RMSE*), определяемой следующим образом:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (r_{t+1}^2 - \sigma_{t+1|t}^2(\lambda))^2}. \quad (3.71)$$

Путем варьирования параметра λ строится ряд значений $RMSE(\lambda)$, затем определяется $\min RMSE(\lambda)$, и соответствующий этому значению параметр сглаживания λ считается оптимальным.

В данном методе важно определить оптимальную глубину ретроспективы. Как известно, для того чтобы оценка стандартного отклонения верно характеризовала генеральную совокупность, выборка должна обладать объемом не ниже некоторого уровня. Из рис. 3.14 следует, что этот объем должен быть не менее 40–50 наблюдений, иначе погрешность расчета волатильности будет слишком велика (т. е. волатильность может случайным образом оказаться как ниже, так и выше среднего уровня). Однако оценка волатильнос-

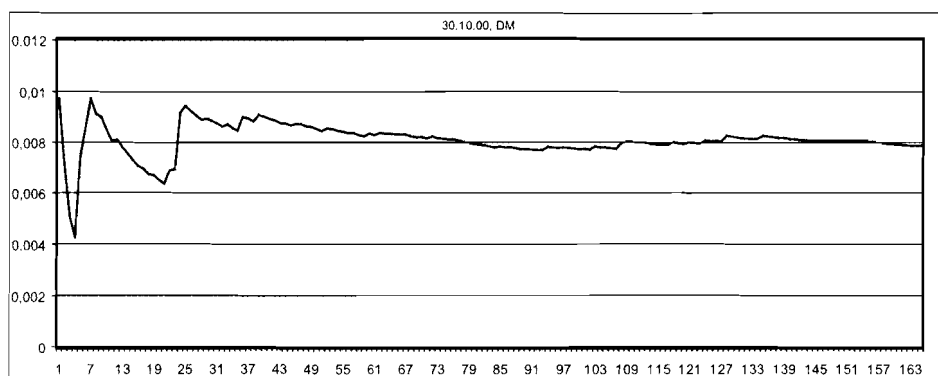


Рис. 3.14. Зависимость рассчитанной по формуле (3.66) волатильности наблюдаемых доходностей от глубины ретроспективы

ти доходности финансовых активов имеет ряд особенностей, связанных с тем, что параметры распределения меняются со временем, в том числе и средняя волатильность (гетероскедастичность). Таким образом, накладывается ограничение на максимальный размер выборки (глубину ретроспективы).

Пример 3.14. Расчет оптимального параметра сглаживания по данным российского финансового рынка.

Расчеты были произведены по выборке данных о курсах американского доллара (USD), евро (EUR) на ММВБ и значениях индекса РТС за период 2000–2002 гг. вплоть до 19.03.2002.

На рис. 3.15 значение λ , соответствующее $\min RMSE_{EUR}$, равно 0,88. Как видно из рис. 3.15–3.17, зависимость ошибки прогноза от λ близка к гипербо-

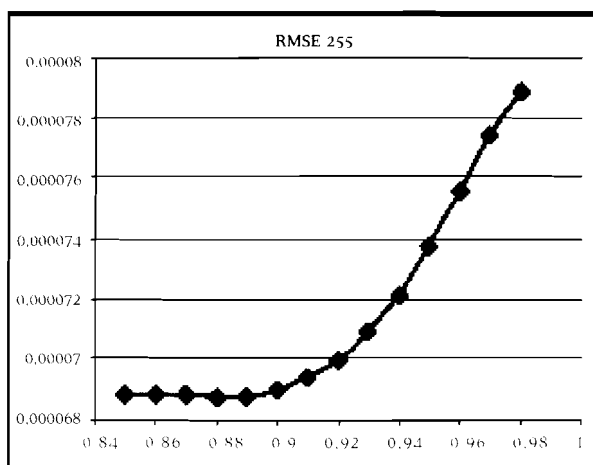


Рис. 3.15. $RMSE_{EUR}$, оценка за 255 дней (15.03.2001–19.03.2002)

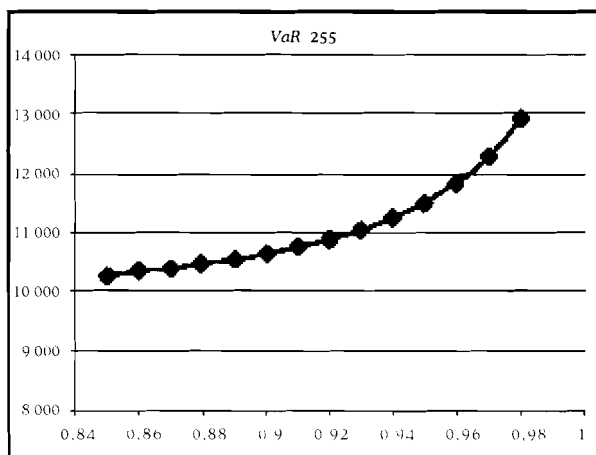


Рис. 3.16. VaR_{EUR} , оценка за 255 дней (15.03.2001–19.03.2002)

лической, VaR растет с увеличением λ , что ведет к снижению количества случаев превышений убытками величины VaR .

Рассмотрим теперь важную проблему «недостающих данных», связанную, в частности, с определением оптимального параметра λ в модели EWMA. Под недостающими данными здесь понимается, например, отсутствие данных о ценах активов в так называемые «неторговые» дни (обычно выходные и праздничные дни). Проблема недостающих данных заключается в том, что информация, накопившаяся за то время, пока торги не велись, с открытием торгов может привести к скачкообразным движениям цен активов, что, в свою очередь, может привести к существенному изменению формы (параметров) вероятностного распределения доходности активов, изменению (нарушению) корреляционных связей и т. д.

Обычно (когда неторговые периоды совпадают по продолжительности и календарно на взаимосвязанных рынках) этого не происходит, и эти «недостающие» данные никак не учитываются. Однако, учитывая современные условия, а именно все более тесную интеграцию финансовых рынков, данная проблема, скорее всего, неизбежна. Естественным образом встает вопрос о том, учитывать или не учитывать эти данные, что зависит от того, насколько значимыми стали изменения в поведении участников рынка.

Рассмотрим основные факторы, влияющие на масштаб накопившейся информации. Это в первую очередь несовпадение неторговых периодов по времени и продолжительности (как это было на Нью-Йоркской фондовой бирже, торги на которой не велись с 10 по 17 сентября 2001 г., в то время как на большинстве мировых финансовых рынков торги проводились). Любые крупные изменения (политические, экономические, социальные и т. д.), произошедшие в это время, повлияют на характер торгов в момент открытия рынка.

Для решения этой проблемы используются такие подходы, как метод максимального правдоподобия, множественный «броуновский мост» (*multivariate*

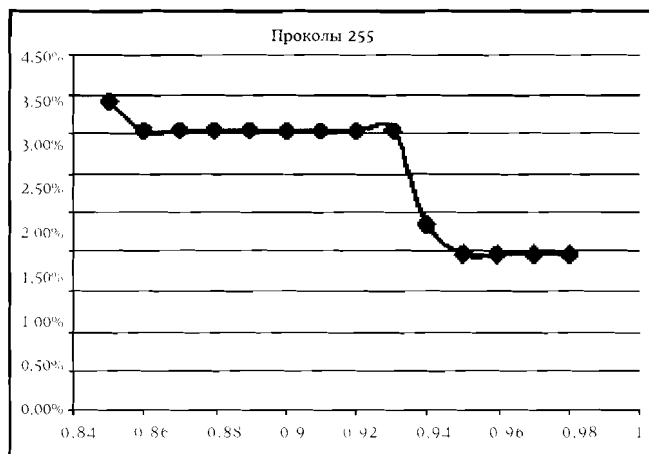


Рис. 3.17. Количество случаев превышения убытками величины VaR_{EUR} (%), оценка за 255 дней (15.03.2001–19.03.2002)

Brownian bridge)*, линейная интерполяция и др. У каждого метода есть свои преимущества и недостатки, и выбор метода в каждом случае будет определяться конкретными условиями.

Проанализируем результаты применения метода линейной интерполяции на примере данных о курсе доллара США.

Рассмотрим два графика (рис. 3.18–3.19), на одном из которых изображена зависимость средней величины ошибки прогноза $RMSE_{USD}$ от значения λ (значение $\lambda_{opt} \approx 0,99$), а на втором — динамика $RMSE_{USD}$ за последние два года. Заполнения недостающих данных не производилось.

На рис. 3.20–3.21 представлены те же зависимости, но уже после заполнения недостающих данных (традиционно нерабочие дни, первые числа января 2001 и 2002 гг.). После обработки данных оптимальное значение λ стало равным 0,92. Можно также заметить, что на порядок снизилось максимальное значение ошибки прогноза, наблюдавшееся в январе 2002 г., что привело к увеличению доли в ошибке прогноза остальных дней ретроспективы, для которых $\lambda = 0,92$ является оптимальным параметром.

Заметим, что при заполнении недостающих данных для диверсифицированного портфеля, существенное внимание следует уделить корреляционным связям в динамике активов.

Проведенные измерения оптимальных значений параметров сглаживания для некоторых активов российского финансового рынка (доллар США, евро, индекс РТС) позволяют построить график (рис. 3.22).

* «Броуновский мост» — это случайный процесс X_t , подчиняющийся уравнению

$$dX_t = \frac{\beta - X_t}{T - t} dt + dB_t, \quad 0 < t < T, \quad c \ X_0 = \alpha, \ X_T = \beta \quad \text{и некоторым броуновским движением } B_t, \quad t \geq 0.$$

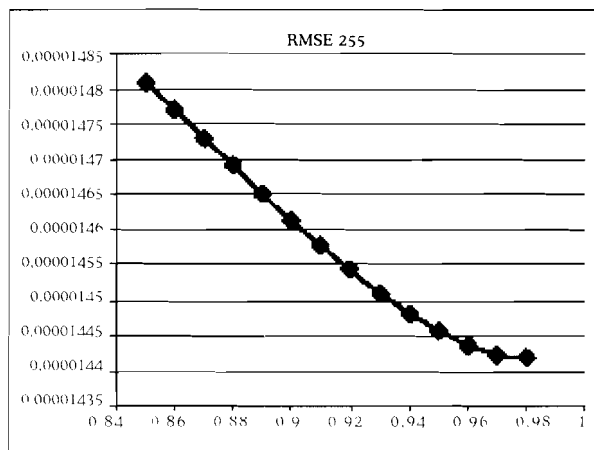


Рис. 3.18. Зависимость величины ошибки прогноза $RMSE_{USD}$ от параметра λ

Под «возмущением» в данном случае понимается вызванное влиянием какого-либо фактора скачкообразное изменение текущей доходности актива, сопровождающееся, как правило, временным увеличением волатильности.

Рассмотрим три ключевые точки графика:

- *возмущение* — значение λ снижается до уровня 0,85–0,88. Это обусловлено тем, что изменившаяся ситуация на рынке наиболее адекватно характеризуется недавними изменениями;
- *стабилизация* — $\lambda = 0,98$ –0,99: на первый взгляд, парадоксальный результат, однако ему есть логическое объяснение — как можно в меньшей степени использовать данные недавнего возмущения;
- *стабильность* — $\lambda = 0,92$ –0,95: диапазон наиболее часто наблюдаемых значений при длительном отсутствии возмущений.

Значение параметра сглаживания λ в системе RiskMetrics равно 0,94 при уровне толерантности в 1%. Это значение параметра сглаживания считается пригодным для финансовых рынков развитых стран. Оптимальное значение данного параметра для рынка в целом было получено при помощи взвешивания индивидуальных параметров, при этом в качестве весов выступала точность прогнозирования волатильности (ошибка прогноза): чем выше точность, тем больший вес имеет параметр сглаживания данного актива. Разброс значений точности прогнозирования волатильности активов российского финансового рынка ставит под сомнение целесообразность применения данного подхода в российских условиях. Поскольку наименее волатильные инструменты обладают наименьшей средней ошибкой прогноза, то они имеют наибольший вес в значении параметра λ для рынка в целом. Для интегрального параметра λ было бы рациональнее использовать индивидуальные значения этого параметра с приданием им весов, пропорциональных объемам торгов по соответствующим инструментам или их долям в портфеле.

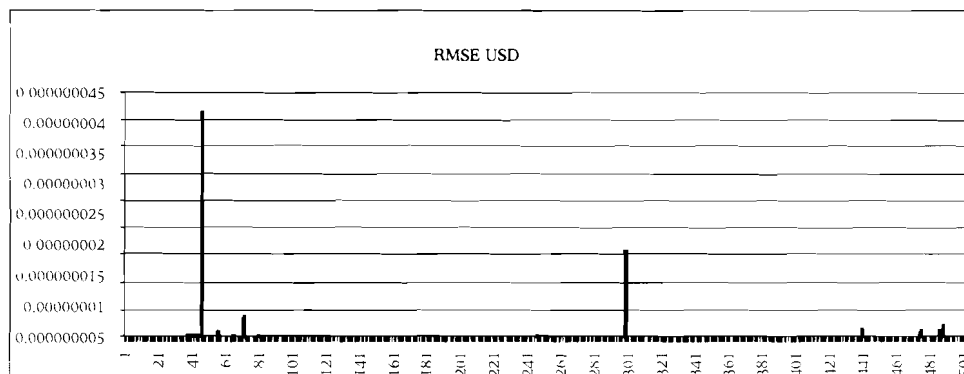


Рис. 3.19. Динамика $RMSE_{USD}$ за период с 03.01.2001 по 19.03.2002

3.21. Модели авторегрессионной условной гетероскедастичности*

Главным недостатком экспоненциального сглаживания является его сильная зависимость от исторических данных, что иногда затрудняет прогнозирование будущих значений волатильности.

Изучение закономерностей изменений волатильности привело к появлению в начале 80-х годов класса моделей **авторегрессионной условной гетероскедастичности** (*autoregressive conditionally heteroskedastic — ARCH*) следующего вида:

$$\sigma_t^2 = \alpha + \sum_{i=1}^p \beta_i \cdot r_{t-i}^2. \quad (3.72)$$

Идея, лежащая в основе *ARCH*-модели, заключается в различии между условными и безусловными моментами второго порядка. Тогда как безусловные вариации и ковариации постоянны, условные моменты нелинейно зависят от прошлых состояний и развиваются во времени. За последние двадцать лет были разработаны многочисленные модификации базовой модели Энгла (3.72), в частности *M-ARCH*, *F-ARCH*, *T-ARCH*, и примеры применения ее к финансовым и макроэкономическим временным рядам**. В результате выделился целый набор более совершенных моделей, позволяющих отказаться от предположений о независимости волатильности от своих предыдущих значений и учесть автокорреляцию в них. В частности, появились так называемые *GARCH*-модели (*general autoregressive conditional heteroskedastic — GARCH*). Как видно из названия, они учитывают корреляционную зависимость с помощью авторегрессии значений волатильности при условии ее гетероскедастичности.

* Разделы 3.21–3.22 написаны при участии А. А. Лобанова.

** Детальный обзор этих моделей дан в [2].

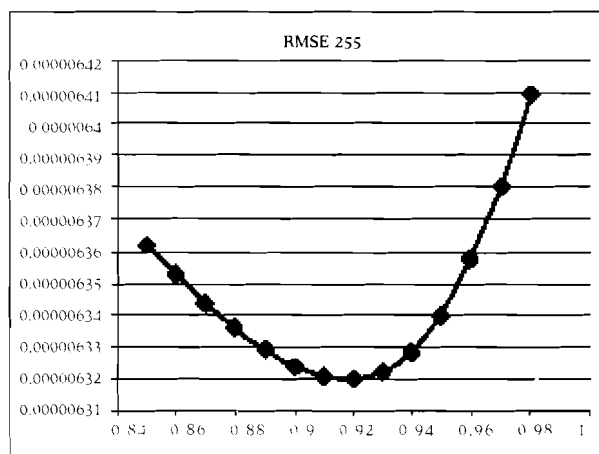


Рис. 3.20. Зависимость величины ошибки прогноза $RMSE_{USD}$ от λ после заполнения недостающих данных

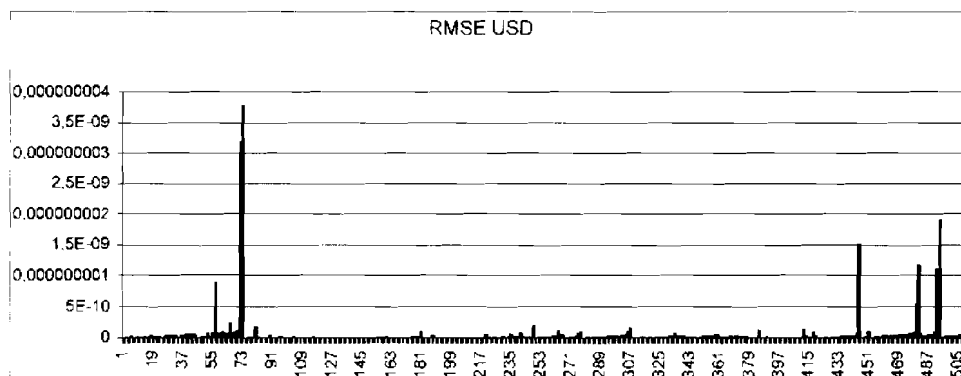


Рис. 3.21. Динамика $RMSE_{USD}$ за период с 03.01.2001 по 19.03.2002

Впервые $GARCH(p,q)$ -модель была предложена Боллерслевым в 1986 г. [18] и имела вид:

$$\sigma_t^2 = \alpha + \sum_{i=1}^p \beta_i \cdot \sigma_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \gamma_j \cdot \varepsilon_{t-j}^2, \quad (3.73)$$

Существенным преимуществом $GARCH$ -модели признается ее свойство быстрого реагирования на любые наблюдаемые изменения на рынке и быстрого восстановления после сильных колебаний рынка.

За прошедшие годы было установлено, что даже простые модели $GARCH(1,1)$ (с коэффициентами p и q , равными 1) позволяют объяснить около 95% волатильности доходности, показывая лучшие результаты, чем различные взвешенные модели. В большинстве случаев эта упрощенная модель вполне подходит для многих финансовых показателей, обеспечивая приемлемую прогнозную точность.

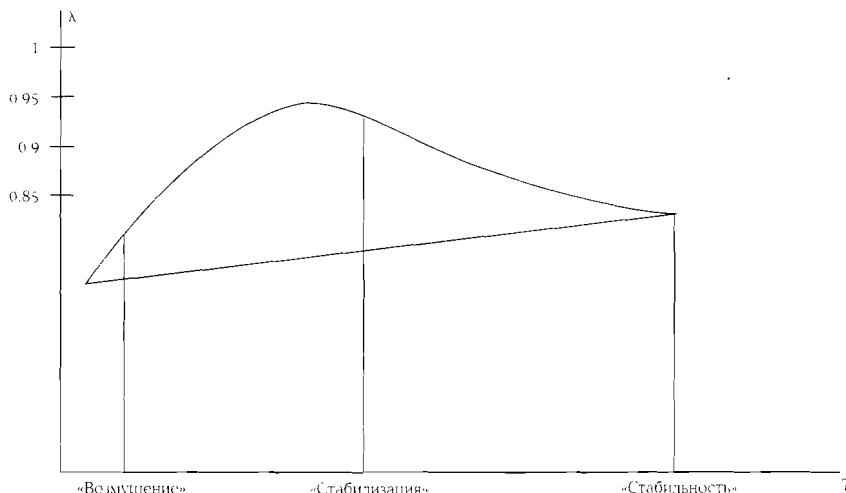


Рис. 3.22. Зависимость параметра сглаживания от глубины ретроспективы

3.22. После VaR: иные меры риска

Показатель VaR как статистика, характеризующая риск инвестиционного портфеля, несомненно, обладает многими достоинствами, главными из которых являются относительная простота представления информации о риске (в виде только одного значения в стоимостном выражении) и практическая полезность для управления портфелем. Однако поскольку VaR представляет собой только одну заданную квантиль распределения прибылей и убытков, он имеет и целый ряд существенных недостатков, в том числе:

- отсутствие информации о наихудшем возможном убытке за пределами значения VaR. Так, например, при заданном уровне доверия $(1 - \alpha) = 95\%$ остается неизвестным, какими могут быть потери в оставшихся 5% случаев.
- отсутствие информации о виде распределения убытков: у распределений с разной толщиной «хвостов» при определенном уровне доверия может наблюдаться одно и то же значение VaR;
- показатель VaR не является однозначно определенным: для одного и того же портфеля уровни доверия его значения могут существенно различаться — в зависимости от способа декомпозиции портфеля по факторам риска, объема выборки исторических данных и применяемого метода расчета. Поэтому сложно судить о точности любого отдельного взятого значения VaR, скорее речь может идти о статистической точности модели расчета VaR, оцененной по большим выборкам данных*.

* Некоторые критерии оценки точности VaR-моделей рассмотрены в [6].

Перечисленные слабые стороны VaR позволяют усомниться в том, насколько целесообразно использовать квантили распределений прибылей и убытков в целях оценки достаточности капитала. В качестве альтернатив можно было бы прибегнуть к таким мерам риска, используемым в финансовой сфере, как*:

- полное распределение прибылей и убытков по портфелю, для которого можно определить уже набор квантилей разных порядков;
- дисперсия (стандартное отклонение) доходности, которая учитывает большие по величине колебания цен. В то же время большая дисперсия доходности может объясняться как значительными по величине убытками, так и прибылями;
- полудисперсия доходности, отличающаяся от обычной дисперсии тем, что отражает разброс только тех значений, которые меньше среднего:

$$SV(X) = E((\min(0, X - E(X)))^2) = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (\min(0, X_i - E(X)))^2; \quad (3.74)$$

- нижний частный момент порядка n :

$$LPM_n(\tau) = E(\min(0, X - X_i)^n) = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (\min(0, X_i - E(X)))^n. \quad (3.75)$$

Легко видеть, что для случая $n = 2$, $X_i = E(X)$ нижний частный момент будет равен полудисперсии;

- абсолютное отклонение, представляющее собой математическое ожидание абсолютных значений отклонений от среднего:

$$AD(X) = E(|X - E(X)|) = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N |X_i - \bar{X}|. \quad (3.76)$$

- модифицированный коэффициент Джини:

$$G(X) = \frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^N |X_i - X_k| \quad (3.77)$$

и др.

Всем перечисленным мерам присущи свои достоинства и недостатки, однако остается неясным, какие из них обладают свойствами, важными для финансового риск-менеджмента, и в чем именно состоят эти свойства.

Идеальные свойства, которым должны обладать меры риска, применяемые в финансовой сфере, были сформулированы в известной работе Артзнера и др. [15]. Мереу риска $\rho(X)$, определенную на всем множестве возможных прибылей и убытков G , называют **когерентной** (coherent), если и только если она удовлетворяет следующим аксиомам:

- 1) **монотонность**: если X_1 и $X_2 \in G$ и $X_1 \leq X_2$, то $\rho(X_1) \geq \rho(X_2)$. Это означает, что при сравнении двух портфелей, которые систематически по-

* Сравнительный анализ перечисленных мер риска дан в [24].

казывают разный уровень доходности, риск портфеля с меньшей доходностью будет выше;

- 2) **трансляционная инвариантность:** если $X \in G$ отрицателен, то для любого $\alpha \geq 0$, $\rho(\alpha + X) = \rho(X) - \alpha$. Иными словами, добавление в портфель безрискового актива на сумму α уменьшает риск этого портфеля на эту же величину;
- 3) **положительная однородность степени 1:** для любых $\lambda \geq 0$ и $X \in G$, $\rho(\lambda X) = \lambda \rho(X)$. Это означает, что изменение размера портфеля в λ раз должно приводить к изменению его риска в такое же число раз*;
- 4) **субаддитивность:** для любых X_1 и $X_2 \in G$, $\rho(X_1 + X_2) \leq \rho(X_1) + \rho(X_2)$. Это свойство показывает, что мера риска должна учитывать возможность диверсификации портфеля, предполагающей, что риск портфеля не должен быть больше суммы рисков составляющих его элементов.

В [15] показано, что показатель VaR в общем случае не удовлетворяет последнему свойству субаддитивности, т. е. при определенных условиях объединение позиций может привести к более высокому портфельному VaR , чем сумма их индивидуальных значений VaR^{**} . Это лишний раз доказывает необходимость осмотрительного применения VaR и производных от него показателей при управлении рыночным риском портфеля.

Одной из мер риска, удовлетворяющих условиям когерентности, является показатель **ожидаемых потерь** (*expected shortfall, mean excess loss, tail conditional expectation, tail loss, tail VaR, conditional VaR — CVaR*) — статистика, позволяющая оценить потери по портфелю, выходящие за пределы VaR .

Распространенным свойством вероятностных распределений доходностей финансовых активов является большая плотность редких или экстремальных событий по сравнению с нормальным распределением (эффект «толстых хвостов»). При использовании гипотезы о нормальном распределении доходностей финансовых активов это может привести к тому, что результаты верификации данной модели расчета VaR по частоте превышений убытками окажутся удовлетворительными, а потери, превысившие VaR , в среднем окажутся выше предсказываемых данной моделью.

Таким образом, важно иметь представление о потерях, превышающих заданный доверительный уровень. Пусть $(1 - \alpha)$ — доверительный интервал, $\Delta V_{1-\alpha}$ — величина текущего снижения рыночной стоимости V инвестиционного портфеля. Математически можно определить величину ожидаемых потерь как условное математическое ожидание потерь X , превысивших VaR :

$$Expected\ Shortfall_{1-\alpha}(X) = E(X|X > VaR_{1-\alpha}). \quad (3.78)$$

* Данному условию удовлетворяет, в частности, стандартное отклонение, что позволяет получить аналитическое выражение для показателя предельного VaR , рассчитываемого дельта-нормальным методом.

** В случае нормально распределенных доходностей факторов риска показатель VaR будет удовлетворять всем четырем свойствам когерентных мер риска, в том числе аксиоме субаддитивности.

Для непрерывно распределенной доходности показатель ожидаемых потерь определяется следующим образом:

$$Expected\ Shortfall_{\alpha}(X) = \frac{\int_{-\infty}^{VaR} xf(x)dx}{\int_{-\infty}^{VaR} f(x)dx}. \quad (3.79)$$

При использовании совместно с VaR показатель ожидаемых потерь позволяет получить дополнительные сведения о функции плотности распределения и толщине его «хвостов».

Показатель ожидаемых потерь может быть использован для определения размеров суммы, достаточной для страхования данного портфеля от убытков, которые превысят VaR :

$$\begin{aligned} Expected\ Shortfall &= E[\max(L - VaR, 0)] = E[\max(L, VaR)] - VaR = \\ &= E[L \cdot 1_{L > VaR} + VaR \cdot 1_{L \leq VaR}] - VaR = (1 - \alpha)(E[L | L > VaR] - VaR), \end{aligned} \quad (3.80)$$

где $L = \Delta V_{t, T}$ — потери стоимости портфеля,

$$1_{L > VaR} \text{ — индикатор. } 1_{L > VaR} = \begin{cases} 1, & \text{если } L > VaR \\ 0, & \text{если } L \leq VaR \end{cases}$$

Таким образом, размер требуемого страхового резерва составит разницу между ожидаемыми потерями, превышающими VaR , и величиной VaR , умноженной на вероятность наступления такого события (α).

Пример 3.15. Расчет показателя ожидаемых потерь на современном российском рынке.

Соответствующие расчеты были проведены для индекса РТС по данным за период с 09.03.2000 по 19.03.2002 (два финансовых года), с параметрами $(1 - \alpha) = 0.95$, $\lambda = 0.92$, рыночная стоимость портфеля на конец периода составила 1 000 000 ед. Результаты расчетов представлены в табл. 3.37.

Таблица 3.37

Период, дней	VaR , ед.	<i>Expected Shortfall</i> , ед.	Увеличение риска, %	Количество превышений	Резерв против ожидаемых потерь, ед.
255	20 232	29 231	44.5	7	450
510	23 328	32 732	40.3	25	470

3.23. Современные проблемы риск-менеджмента в России

Финансовый риск-менеджмент в современной России находится в стадии становления. С одной стороны, это связано с особенностями политической и экономической истории страны, с низкими по сравнению с другими странами Восточной Европы темпами развития рынка в России. С другой стороны, следует помнить о сравнительно небольшом возрасте финансового риск-менеджмента как направления в мировой экономической науке и практике.

Риск-менеджмент, пожалуй, в наибольшем объеме отражает специфику российской экономики и менталитета. В отличие от других стран в России еще не сменились собственники, участвовавшие в первичном накоплении капитала, и в то же время есть пример и технологии развитых стран, неплохое развитие информационной инфраструктуры бизнеса и высококвалифицированные специалисты в области точных и компьютерных наук, массово перешедшие в коммерческий сектор.

При этом многие технологии западного риск-менеджмента, рассчитанные на управление классическими микроэкономическими параметрами (экономической стоимостью бизнеса, прибылью) не срабатывают в российских условиях, во-первых, потому, что зачастую критерием для временного спекулятивного бизнеса в России являются не прибыли, а положительные денежные потоки, обладание которыми может закончиться их незаконным и часто безнаказанным, т. е. чрезвычайно рентабельным присваиванием, а во-вторых, потому, что их пытаются применить в отсутствие четкой системы внутрифирменного управленческого учета, очищающего данные от огромных искажений бухгалтерской отчетности и фиктивных сделок, связанных с налоговой оптимизацией и коррупцией.

Кроме того, стандарты управления рисками стали базой для определения некоторых, не всегда полноценно обоснованных (как, например, коэффициенты достаточности капитала) и часто противоречивых ключевых параметров надзорных органов в области банковского, страхового и пенсионного дела, в связи с чем интерес к управлению рисками беспорядочно и неадекватно наращивается «сверху», а также требованиями к имиджу компании со стороны иностранных партнеров.

В целом это приводит к мифологизации риск-менеджмента, к восприятию технологий управления рисками как панацеи, а значит, чего-то нереального и неэффективного, надуманного и профанированного.

Другими важнейшими факторами низкого уровня управления экономическими рисками в России является отсутствие развитого и стабильного рынка финансовых инструментов, а также отсутствие подготовленных кадров и общий низкий уровень культуры риск-менеджмента.

Не только в российской, но и в мировой науке и практике управления рисками сегодня наблюдается ряд серьезных проблем.

Одна из глобальных, на наш взгляд, проблем современного риск-менеджмента состоит в недооценке трудностей восприятия риска лицами, принимающими решения, и в недостаточно формализованных на сегодняшний день процедурах целеполагания и определения критериев для систем управления рисками, которые могли бы учитывать иррациональность предпочтений.

Последствием недооценки этой проблемы является нынешняя, затмевающая прочие подходы мода на измерение рыночных и иных рисков в соот-

ветствии с концепцией *value at risk*. Конечно, было бы ошибкой недооценивать превосходные свойства показателя *VaR*, прекрасно подходящего для многих практических целей в силу своей наглядности и эффективности, однако приходится констатировать, что в настоящее время «маятник» тенденции развития риск-менеджмента опять качнулся в сторону довольно примитивных измерителей рыночного риска, поскольку оценки «сверху» возможных потерь, во-первых, завышают (т. е. удорожают) для многих целей оценку риска, а во-вторых, противоречат концепции, объединяющей в понятие риска возможность не только отрицательных исходов (потерь), но и положительных (прибылей).

Увеличение систематических рисков провоцируется глобализацией мировой экономики и связанным с ней некоторым сокращением направлений диверсификации (например, при объединении нескольких европейских валют в одну).

Наконец, следует отметить, что современные технические проблемы портфельного риск-менеджмента тесно связаны с развитием электронной коммерции, необходимостью ускорения расчетов в режиме реального времени и ростом требований к обеспечению сохранности и достоверности передаваемой через Интернет информации.

Возрастающую роль в науке об управлении рисками играют достижения нейроматематики, синергетики, эконофизики. В частности, появляются такие идеи управления портфелем, как теория хаоса, «фрактальные финансы», «нейрофинансовая» теория, «квантовые финансы». Важность применения аппарата этих теорий связана с тем, что, в соответствии с современными взглядами на научную картину мира, он позволяет скорректировать представление о принятии решений и ввести в научный оборот нетрадиционные для рационального поведения методы управления рисками.

В целом наблюдается возрастание роли риск-менеджмента в России и в мире, и можно ожидать скачкообразного развития технологий риск-менеджмента с развитием «иррационального» подхода в научно-техническом прогрессе и соответствующей эволюцией в эконометрике и оптимизационных методах риск-менеджмента.

Литература

1. Бернштейн П. Против богов. Укрощение риска. — М.: Олимп-Бизнес, 2000.
2. Бредихин А. А., Лоскутов А. Ю. Временные ряды с переменной дисперсией и финансовый рынок России//Вопросы анализа риска. 1999. №1.
3. Громов А. С. Методология *VaR*, подбор оптимального параметра сглаживания//Вестник Международного университета природы, общества и человека «Дубна». 2001. №2 (5).
4. Кроновер Р. М. Фракталы и хаос в динамических системах. — М.: Постмаркет, 2000.
5. Лобанов А. Проблема метода при расчете *value at risk*//Рынок ценных бумаг. 2000. №21. С. 54–58.

Методы анализа временных рядов с переменной дисперсией

Временные ряды с переменной дисперсией

6. Лобанов А., Порох А. Анализ применимости различных моделей расчета *value at risk* на российском рынке акций//Рынок ценных бумаг. 2001. №2. С. 65–70.
7. Найт Ф. Понятие риска и неопределенности//THESIS. 1994. №5. С. 12–28.
8. Первозванский А. А., Первозванская Т. Н. Финансовый рынок: расчет и риск. — М.: ИНФРА-М, 1994.
9. Петерс Э. Хаос и порядок на рынках капитала. — М.: Мир, 2000.
10. Петровский В. А. Активность субъекта в условиях риска. Автореф. дисс. на соиск. учен. степени канд. психол. наук. — М.: МГУ, 1977.
11. Рогов М. А. Риск-менеджмент. — М.: Финансы и статистика, 2001.
12. Фридмен М., Сэвэдж Л. Анализ выбора в условиях риска//Российский экономический журнал. 1993. №9. С. 107–118.
13. Шумейкер П. Модель ожидаемой полезности: разновидности, подходы, результаты, пределы возможностей//THESIS. 1994. №5. С. 29–80.
14. Эрроу К. Восприятие риска в психологии и экономической науке//THESIS. 1994. №5. С. 81–90.
15. Artzner P., Delbaen F. L., Eber J.-M., Heath D. Coherent measures of risk//Mathematical Finance. 1999. P. 203–228.
16. Amendment to the Capital Accord to incorporate market risks. Basle Committee on Banking Supervision, 1996. January.
17. Best P. Implementing value at risk. — John Wiley & Sons, Ltd., 1998.
18. Bollerslev T. Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity//Journal of Econometrics. 1986. № 3. P. 307–327.
19. Boudoukh J., Richardson M., Whitelaw R. The best of both worlds//Risk. 1998. No. 11 (October). P. 64–67.
20. Brehmer B. The psychology of risk//In: Singleton W. T., Hovden J. (eds.) Risk and decisions. — John Wiley & Sons, Ltd., 1987.
21. Crouhy M., Galai D., Mark R. Risk management. — N.Y.: McGraw-Hill, 2001.
22. Dowd K. Beyond value at risk: The new science of risk management. — Chichester: John Wiley & Sons, Ltd., 1998.
23. Dowd K. Measuring market risk. — John Wiley & Sons, Ltd., 2002.
24. Eftekhari B., Pedersen C. S., Satchell S. E. On the volatility of measures of financial risk: An investigation using returns from European markets//European Journal of Finance. 2000. V. 6. № 1. P. 18–38.
25. Eisele W., Knobloch A. P. Value at risk: Tool for managing trading risks//In: Frenkel M., Hommel U., Rudolf M. (eds.) Risk management: Challenge and opportunity. — Berlin: Springer Verlag, 2000. P. 155–179.
26. Golub B. W., Tilman L. M. Risk management: Approaches for fixed-income markets. — John Wiley & Sons, Ltd., 2000.
27. Good D. B. Value-at-risk tradeoff: Accuracy vs. computational time//Commodities Now. 2000. March. V. 4. No. 1. P. 63–68.

28. Hecher C. «Griechen» und Value at Risk//Ticker. 1996. №13. P. 16–17.
29. Huang Chi-fu, Litzenberger R. H. Foundations for financial economics. — Prentice Hall, 1998.
30. Hull J. C. Options, futures and other derivatives. 5th ed. — L.: Prentice Hall College Div., 2002.
31. Jorion P. Financial risk manager handbook 2001–2002. — N.Y.: John Wiley & Sons, Ltd., 2001.
32. Jorion P. Value at risk: the new benchmark for managing financial risk. 2nd. ed. — McGraw-Hill, 2001.
33. Longerstaey J., Spencer M. RiskMetrics™ technical document. 4th ed. — J. P. Morgan/Reuters. 1996.
34. Lore M., Borodovsky L. (eds.) The professional's handbook of financial risk management. — Oxford: Butterworth-Heinemann, 2000.
35. Mausser H., Rosen D. Beyond VaR: From measuring risk to managing risk//Algo Research Quarterly. 1998. Vol. 1. No. 5 (December). P. 5–20.
36. Munier B. R. A Guide to decision-making under uncertainty//In: Risk, decision and rationality. — Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 1988.
37. Pearson N. D. Risk budgeting: Portfolio problem-solving with value at risk. — John Wiley & Sons, Ltd., 2002.
38. Penza P., Bansal V. Measuring market risk with value at risk. — John Wiley & Sons, Ltd., 2000.
39. Piotrowski E. W., Śladowski J. Quantum-like approach to financial risk: Quantum anthropic principle//Acta Physica Polonica. 2001. V. 32. No. 11 (November). P. 3873.
40. Rogov M. A. Problem of choice an optimal strategy for application of the VaR methodology under conditions of Russian market//Abstracts of the 7th Vilnius Conference on probability theory 22nd European meeting of statisticians. — Vilnius: TEV, 1998.
41. Schredelseker K. Moderne Portefeuilletheorie und ihre Anwendung//Ticker. 1992. Sommer. P. 4–5.
42. Smithson W., Smith C. W., Wilford Jr. D. S. Managing financial risk: a guide to derivative products, financial engineering and value maximization. — N.Y.: Irwin, 1995.
43. Suganuma R. Reality check for volatility models. Working paper. — Department of Economics, University of California, San Diego, 2000.
44. Zagst R. Interest rate management. — Berlin: Springer Verlag, 2002.

Приложение

Особенности управления рисками в крупной российской корпорации

Для современного российского бизнеса характерна своя специфика управления рисками. Особенно неразвит риск-менеджмент в небанковском секторе экономики. Поэтому встает вопрос о создании адекватных бизнесу систем управления рисками. И здесь приходится заново «изобретать велосипед», поскольку существующие на Западе инструменты риск-менеджмента, включая программные продукты, рассчитаны, во-первых, на иную конъюнктуру рынка и, во-вторых, на иной менталитет, корпоративную культуру и пользователей. Это различие все еще остается значительным, хотя и стирается со временем.

Особое значение имеет проблема создания систем управления рисками в крупном бизнесе. Это связано как с особой тяжестью последствий рисков в масштабах крупного бизнеса, так и с массовым характером проблемы. Современное состояние экономики России характеризуется наличием так называемых «олигархических» структур — систем, содержащих системообразующие предприятия (как правило, «гиганты» отечественной экономики советских времен и связанные с ними крупнейшие кредитные учреждения), а также основные предприятия — поставщики услуг для системообразующих организаций либо управляющие активами структуры (банки, инвестиционные компании, страховые компании, консультационные фирмы и т. д.).

Ниже приведены основные принципы системы управления рисками крупной корпорации, отвечающие, как нам представляется, современным требованиям риск-менеджмента в российских условиях.

Основная цель управления финансовыми рисками состоит в защите интересов корпорации путем обеспечения надлежащего уровня надежности, соответствующей характеру и масштабам проводимых организациями корпорации операций и оптимизации финансовых рисков.

В корпорации создается система управления рисками в следующих целях:

- обеспечение своевременной идентификации рисков;
- оценка финансовых рисков и принятие мер по их оптимизации;
- разрешение конфликтов интересов, возникающих в процессе деятельности участников корпорации в части управления рисками.

Исходя из указанных выше целей, основные задачи системы управления рисками состоят в том, чтобы обеспечить:

- выполнение требований по эффективному управлению финансовыми рисками, в том числе обеспечение сохранности бизнеса участников корпорации;
- надлежащее состояние отчетности, позволяющее получать адекватную информацию о деятельности подразделений корпорации и связанных с ней рисках;
- определение в служебных документах и соблюдение установленных процедур и полномочий при принятии решений.

Управление финансовыми рисками осуществляется на основе портфельного подхода к деятельности корпорации и ее участников.

Основными этапами реализации системы управления рисками являются:

- идентификация рисков и построение критерия управления рисками на основе предпочтений руководства с разрешением проблем конфликта интересов;
- измерение и анализ параметров стоимости, доходности и риска объектов риска (портфелей) с учетом колебания конъюнктуры;
- оптимизация параметров стоимости, доходности и риска объектов риска (портфелей) по установленным критериям управления с применением финансовой инженерии.

Под *риском* в данном случае понимается возможность несоответствия характеристик состояния объекта ожидаемым субъектами риска значениям. Для целей управления рисками в корпорации принимается следующая классификация финансовых рисков по их источникам:

- *операционные риски* — связаны с проведением операций в технологических, управленческих и иных процессах. Включают в себя риски основной деятельности, юридические риски, информационные риски, риски персонала и прочие риски;
- *кредитные риски* — это риски невыполнения обязательств партнерами субъекта риска в полном объеме под влиянием факторов, связанных с самим контрагентом, политических, региональных (в том числе страновых) и иных факторов. Включают в себя риски непогашения дебиторской задолженности в срок в полном объеме, риски невозврата заемных средств и дохода (процентов) по ним в срок в полном объеме, риски низкой ликвидности принятого обеспечения, в том числе залога (риски отсутствия возможности реализовать обеспечение в приемлемый срок без существенных потерь);
- *рыночные риски* — связаны с неопределенностью колебаний рыночной конъюнктуры. Включают в себя риски низкой ликвидности активов и организаций, ценовые риски портфелей долевого, долговых, производных финансовых инструментов и товарных рынков, валютные риски, в том числе трансляционный риск, процентные риски изменения процентных доходов и расходов и стоимости портфелей и бизнеса.

Идентификация рисков организаций корпорации разрабатывается по *карте основных рисков*, в которой должны быть конкретизированы риски, с которыми сталкиваются организации корпорации, а также базовые подразделения и организации корпорации, в которых целесообразно централизовать соответствующие мероприятия риск-менеджмента.

В рамках системы управления рисками объектами контроля в обязательном порядке являются:

- наличие, полнота и эффективность стратегии развития организаций корпорации, включая вопросы маркетинговой политики, стратегического партнерства, региональной политики и стратегических инвестиций;

- соблюдение и эффективность установленных процедур планирования и бюджетирования, подготовки управленческой отчетности в организациях корпорации;
- установление и соблюдение процедур защиты от юридических рисков, установленных положением о документообороте и иными документами;
- разработка и соблюдение положения о лимитах и контрольных цифрах объема и иных параметров операций и сделок, выше которых решения о проведении сделки или операции контролируются или принимаются исключительно вышестоящим руководством;
- разработка и соблюдение положения о требованиях и методах обеспечения обязательств контрагентов и третьих сторон по сделкам;
- наличие актуализированных с учетом текущей конъюнктуры и прогнозов планов действий в чрезвычайной обстановке (*contingency planning*);
- эффективность применения процедур защиты конфиденциальной информации, доступ работников к имеющейся в корпорации информации в зависимости от их компетенции, а также требования к поиску оперативной информации (экономической разведке), установленной документами;
- соблюдение и эффективность документов о политике в области управления персоналом;
- соблюдение и эффективность документов о политике в области охраны, пожарной и санитарной безопасности.

Система управления рисками имеет следующие режимы функционирования:

- обычный — режим, по умолчанию применяемый в обычных условиях хозяйственной деятельности;
- режим контроля — режим, применяемый к организации, подразделению, группе подразделений при накоплении сигналов о концентрации рисков по особому решению руководства и т. д.;
- чрезвычайный — режим, применяемый по отношению ко всей организации без исключения при сигнале о превышении допустимого уровня концентрации рисков;
- режим отладки — режим испытания системы управления рисками, внедрения новых процедур, устанавливаемый по решению руководства.

Вышеперечисленные регламенты процедур должны быть адаптированы к применению в условиях обычного режима и режима контроля. В условиях чрезвычайного режима применяется план действий в чрезвычайной обстановке для данного подразделения. Планы действий в чрезвычайной обстановке должны быть согласованы между собой и по мере возможности испытаны в режиме отладки.

IV. Управление рисками ликвидности*

Д. Ф. ЩУКИН

4.1. Введение

Риск ликвидности является одним из основных видов финансового риска, на которые необходимо обращать внимание риск-менеджеру, но он же является и наименее изученным и формализованным явлением в современной теории финансов.

Важность оценки риска ликвидности и управления им в последние годы значительно возросла. В первую очередь это связано с процессом глобализации мировой экономики, следствием которого стало формирование мировой финансовой системы. Глобализация, с одной стороны, открыла перед участниками финансовых рынков новые, невиданные ранее инвестиционные возможности, а с другой — заставила учитывать риски, на которые ранее не обращали особого внимания, в частности риск ликвидности.

Сразу оговоримся, что следует различать два схожих по названию, но разных по сути понятия *риска ликвидности*:

- с одной стороны, *риском ликвидности* называют риск того, что реальная цена сделки может сильно отличаться от рыночной цены в худшую сторону. Этот риск будем называть **риском рыночной ликвидности** (*market liquidity risk*);
- с другой стороны, под *риском ликвидности* понимают опасность того, что компания может оказаться неплатежеспособной и не сможет выполнить свои обязательства перед контрагентами. Такой риск будем называть **риском балансовой ликвидности** (*funding liquidity risk, insolvency risk*)**.

Будучи одинаковы по названию, данные типы риска отличаются друг от друга по своей природе, и методы, применяемые для их оценки и управления, также имеют кардинальные отличия. Ниже мы подробнее рассмотрим каждый из данных рисков и остановимся на возможных методах оценки и управления ими.

* Выражаю благодарность моему научному руководителю В. Н. Лившицу за помощь в осмыслении жизненных принципов и пример настоящего профессионализма.

** Этот вид риска также часто называется риском ликвидности фондирования или риском неплатежеспособности.

4.2. Актуальность риска ликвидности в свете тенденций развития мировой финансовой системы

За последние два десятилетия условия функционирования мировых финансовых рынков изменились самым радикальным образом. Суть происходящих перемен отражена, в частности, в отчете Международного валютного фонда за 1998 г. [7], где констатируется, что «структурные изменения, которые возникли в национальных и международных финансовых системах в течение последних двух десятилетий, могут рассматриваться как часть сложного процесса, лучше всего описываемого как *глобализация финансов и финансового риска*».

Что же по сути изменилось в функционировании финансовых систем? Основные тенденции, связанные с процессом глобализации и важные с точки зрения управления риском ликвидности, кратко таковы:

- происходит интеграция национальных финансовых рынков, инвесторов и заемщиков в единый глобальный рынок, при этом растут как объемы операций на рынках, так и сами рынки;
- капитал беспрепятственно и оперативно может переводиться с одного рынка на другой, что вызывает увеличение взаимозависимости рынков;
- идет процесс концентрации капитала в крупных финансовых институтах: чем крупнее финансовый институт, тем быстрее он увеличивает свои активы. Как следствие, состояние рынков все сильнее зависит от действий отдельных участников;
- стираются различия между финансовыми институтами, их деятельностью и рынками, на которых они работают, что приводит к усилению конкуренции между ними. Увеличение технических возможностей для оценки и перераспределения финансового риска вместе с усиливающейся конкуренцией ведет к усложнению стратегий поведения участников финансового рынка. А это, в свою очередь, приводит к тому, что состояние финансового портфеля зависит от все большего числа факторов рыночного риска.

Одним из следствий данного процесса стал рост влияния рыночной ликвидности на риск портфеля. Ответ на вопрос о том, насколько ликвидным является финансовый инструмент, все чаще становится определяющим при выборе финансовых стратегий, а учет риска ликвидности может сильно менять оценку совокупного риска портфеля. Недооценка риска ликвидности больших позиций по производным инструментам стала одной из главных причин разорения известного фонда Long Term Capital Management (LTCM) в 1998 г. [5].

В чем же, собственно, заключается проблема, связанная с ликвидностью рынков и финансовых инструментов, и почему ее изучением не занимались серьезно вплоть до последнего времени?

Дело в том, что почти все современные модели и методы оценки рыночного риска портфеля требуют в качестве исходных данных ввода значений цен активов, составляющих портфель (или значений рыночных параметров, от которых зависит стоимость портфеля). В качестве таких значений, как правило, используются усредненные рыночные цены в какой-то момент времени (или среднее значение цен спроса и предложения) или цена последней сделки.

В то же время любой участник финансового рынка согласится с тем, что реальная цена каждой конкретной сделки почти всегда отличается от средней рыночной цены. Парадокс состоит в том, что на рынке нет понятия «рыночная цена», в каждый момент времени есть цена спроса и цена предложения. Так, при приобретении финансового актива мы вынуждены покупать его по **цене предложения** (*ask price*), а при продаже — отдавать по **цене спроса** (*bid price*). Это означает, что для большинства участников цена реальной сделки отличается (причем не в лучшую сторону) от средней рыночной цены.

До тех пор пока ситуация на рынке стабильна и рынок находится в сбалансированном состоянии*, *издержки заключения сделки* (так называемые «**транзакционные издержки**») не оказывают сильного влияния на риск портфеля, которое при этом можно достаточно точно оценить. Ситуация в корне меняется, когда рынок выходит из состояния равновесия, и на нем начинается паника или кризис. В этом случае транзакционные издержки могут возрасти в десятки и сотни раз.

Для проведения любой операции на рынке необходимым условием является наличие контрагента по сделке, который желает совершить противоположную операцию. Все рыночные стратегии и модели исходят из этого простого допущения: в любой момент времени найдется контрагент для проведения требуемых сделок. Большую часть времени это допущение верно, однако в случае кризиса на рынке оно может нарушаться. Если подавляющая часть участников рынка будет стремиться совершать сделки в одном направлении, то контрагентов просто не хватит на всех участников рынка. Если к тому же возникает необходимость в совершении сделки большого объема, трудности могут возрасти многократно: либо придется потратить много времени в ожидании подходящей цены, подвергаясь все время рыночному риску, либо понести высокие транзакционные издержки вследствие *риска ликвидности*. Именно с этой проблемой столкнулись участники рынка в 1998 г. после объявления дефолта российским правительством. Так, в первые дни после кризиса на российском фондовом рынке по большинству акций котировки на покупку просто отсутствовали — на рынке находились только продавцы.

Учитывая процесс интеграции рынков и их возрастающую взаимозависимость, резкие изменения ликвидности рынка стали возникать гораздо чаще, чем раньше: соответственно возникла необходимость учета данного вида риска в моделях оценки рыночного риска.

4.3. Понятие ликвидности и ее характеристики

В общем случае **ликвидность** рынка (инструмента) показывает, какое количество актива может быть продано на рынке по рыночной цене. Наиболее общее определение **ликвидного рынка** таково: *ликвидный рынок — это рынок, на котором участники могут быстро заключать сделки большого объема без существенного влияния на рыночную цену.*

* Мы оставляем за рамками данной главы точное определение понятий стабильного состояния рынка и рыночного кризиса.

Ликвидность рынка можно охарактеризовать множеством различных параметров, таких как **ценовой спред** (*spread*) — разность между ценами предложения и спроса, оборот торгов, физический объем сделок, количество и частота сделок, число участников рынка, разнородность участников, волатильность цены и др. Поэтому неудивительно, что, хотя большинство наблюдателей с легкостью скажут, ликвиден или нет конкретный рынок, формализовать их мнение практически невозможно. Кроме того, каждый рынок имеет свои уникальные особенности — ликвидность двух рынков при одних и тех же значениях показателей ликвидности может сильно различаться.

В мае 1999 г. исследовательская группа при Комитете по глобальной финансовой системе (*Committee on the Global Financial System*) под патронажем Банка международных расчетов (*Bank for International Settlements*) опубликовала отчет об исследовании различных аспектов ликвидности рынка [2].

Согласно данному отчету, стандартный подход при исследовании ликвидности рынка состоит в ее анализе по таким критериям, как вязкость, глубина и способность к восстановлению.

Вязкость (*tightness*) рынка показывает, как далеко отклоняется цена реальной сделки от средней рыночной цены. Естественным средством измерения вязкости рынка является величина ценового спреда.

Можно измерять различные типы спреда в зависимости от преследуемой цели, каждый из которых подчеркивает ту или иную грань ликвидности рынка. Проще всего измерить **наблюдаемый спред** — разность между лучшими котировками на покупку и на продажу. Данный спред отражает величину минимальных транзакционных издержек при заключении сделки. Однако если объем заключаемой сделки превышает объем лучшей котировки, реальный спред будет отличаться от первоначально наблюдавшегося.

Для того чтобы оценить данное отличие, можно вычислить величину **реализованного спреда** как разность между средневзвешенными ценами сделок за какой-то период времени, совершенных по цене спроса, и сделок, совершенных по цене предложения. Величина *реализованного спреда* показывает, насколько «тонким» является рынок: чем больше данная величина отличается от *наблюдаемого спреда*, тем сильнее транзакционные издержки зависят от объема сделки.

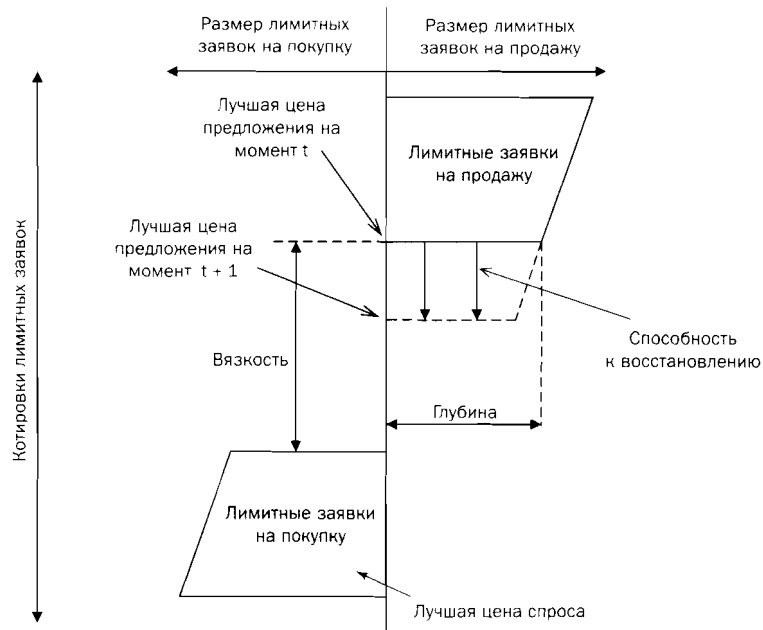
Наконец, самым точным показателем вязкости рынка является величина **эффективного спреда**, определяемая для каждого участника рынка индивидуально и равная разнице между реальной ценой сделки и средней ценой рынка в момент заключения сделки. Отметим, что величина эффективного спреда зависит не только от объема сделки, но и от ее направления (например, при тенденции к росту цен на рынке следует ожидать, что эффективный спред при покупке актива будет больше, чем при продаже).

Глубина (*depth*) рынка показывает активность его участников, объем торговли, оборот. Суть этой характеристики состоит в оценке потенциального объема спроса (предложения) на рынке. Для измерения глубины рынка можно использовать максимальный объем сделки, не влияющий на изменение котировок, или количество/объем заявок на покупку (продажу), зарегистрированных в торговой системе в данный момент времени. Косвенной характеристикой глубины рынка служит отношение объема торговли активом за дан-

ный период времени к общему обороту торговой системы, а также средний объем сделок. В принципе, для данного момента времени можно построить зависимость потенциального объема заявок от уровня цены. Чем более ликвиден данный рынок, тем больше должна быть его глубина и меньше волатильность цены в зависимости от объема сделки.

Способность к восстановлению (*resiliency*) рынка характеризуется временем, за которое исчезает колебание цены, вызванное совершением сделки, или устраняется дисбаланс между спросом и предложением.

На рис. 4.1 показана взаимосвязь между различными характеристиками ликвидности рынка.



Источник: [9].

Рис. 4.1. Критерии ликвидности

Основной проблемой при измерении ликвидности с помощью данных показателей является отсутствие необходимых статистических данных и сложность их сбора. Как правило, большинство указанных величин недоступно для прямого наблюдения, и требуются значительные усилия для сбора нужной информации. Особенно остро эта проблема стоит для внебиржевых рынков, на которых реальные и котируемые цены могут сильно различаться, а информация о реальных сделках поступает на рынок с опозданием или не поступает вовсе.

Вторым недостатком перечисленных критериев является их статичность. Все показатели ликвидности вычисляются для данного момента времени и данного значения цены и могут меняться как при изменении ситуации на рынке, так и

в зависимости от времени (например, наблюдаемый спред, как правило, выше в начале и конце торговой сессии, чем в середине торгового дня).

Хотя теоретически приведенные характеристики достаточно информативны, их вычисление на практике вряд ли возможно или сопряжено со значительными временными и финансовыми затратами. Показатели, которые можно вычислить на одном рынке, могут быть недоступны для расчета на другом рынке, что делает невозможным количественное сравнение ликвидности двух рынков. Однако, несмотря на всю сложность получения количественных оценок ликвидности рынка, польза от таких оценок может быть существенна. Приведем в качестве примера одну простую, но достаточно информативную модель оценки ликвидности рынка.

4.3.1. Пример количественной оценки ликвидности рынка

Рассмотрим вопрос практической оценки ликвидности рынка на примере торговли обыкновенными акциями ПАО «ЕЭС России» в Российской торговой системе (РТС). Выбор акций ПАО «ЕЭС России» обусловлен тем, что это наиболее активно торгуемые акции, привлекающие наибольшее внимание участников, и тем, что по данным акциям существует достаточное количество исторических данных.

Следующие данные итогов торгов за день, характеризующие ликвидность рынка, находятся в открытом доступе на сервере РТС в сети Интернет (www.rts.ru):

- объем торгов в штуках акций;
- количество сделок с акциями;
- величина спреда при открытии и закрытии торгов.

Данные о величине спроса и предложения, изменении спреда в течение торгов отсутствуют.

Отметим, что указанные выше данные являются стандартной биржевой информацией, поэтому построенный ниже индикатор легко может быть воспроизведен на любом финансовом рынке.

Используемые данные охватывают период с 1 ноября 1995 г. по 1 августа 1999 г. На основе имеющихся данных получим следующие параметры ликвидности рынка для каждого торгового дня:

- величина спреда при закрытии торгов;
- количество сделок за день;
- среднее число акций в одной сделке.

Величина спреда характеризует вязкость рынка, остальные два параметра косвенно характеризуют глубину рынка.

Полученные значения параметров пронормируем по следующей формуле:

$$x_{\text{norm}} = \frac{x_{\text{max}} - x}{x_{\text{max}} - x_{\text{min}}}, \quad (4.1)$$

где x_{max} , x_{min} — минимальное и максимальное значения параметра за выбранный интервал времени.

В нашем случае интервал наблюдений равен всему историческому периоду, за который доступны ценовые данные, хотя можно выбирать в качестве интервала любой фиксированный промежуток времени. Затем вычислим усредненные значения данных параметров с помощью простого 30-дневного скользящего среднего.

Полученные в результате расчетов данные представлены на рис. 4.2, показывающем динамику изменения логарифма цены акций РАО «ЕЭС России» и соответствующих параметров ликвидности.

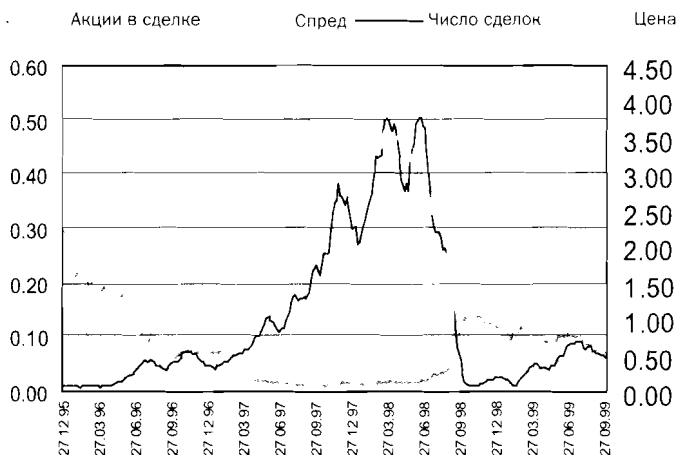


Рис. 4.2. Динамика параметров ликвидности и цены акций РАО «ЕЭС России»

Рассмотрим, как каждый из параметров теоретически отражает ликвидность рынка. Чем меньше величина спреда, тем меньше издержки совершения сделок на рынке, поэтому уменьшение спреда ведет к увеличению ликвидности рынка. Большее количество заключаемых сделок означает больший поток заявок на покупку и продажу, т. е. количество заключенных сделок косвенно отражает количество заявок на покупку и продажу. Поэтому увеличение числа сделок должно приводить к увеличению ликвидности рынка.

Связь среднего числа акций в сделке и ликвидности рынка менее очевидна. С одной стороны, чем больше объем одной сделки, тем проще совершить операцию большого объема и, следовательно, тем ниже транзакционные издержки и выше ликвидность рынка. С другой стороны, рынок РТС в рассматриваемый период времени не являлся биржевым рынком, поэтому слишком высокий объем одной сделки делал недоступным рынок для мелких инвесторов, уменьшая тем самым количество участников. Как видно из рис. 4.2, уменьшение числа акций в одной сделке характеризовалось ростом числа сделок, что указывает на увеличение количества участников торговли и, соответственно, увеличение ликвидности рынка. Можно сделать вывод, что для внебиржевого рынка связь между средним объемом сделки и ликвидностью рынка отрицательна.

Построим на основе данных параметров индикатор ликвидности рынка.

Будем считать, что когда спред и число акций в одной сделке минимальны, а количество сделок максимально, рынок обладает максимальной ликвидностью. Следовательно, когда спред и число акций в одной сделке максимальны и число сделок минимально, ликвидность рынка будет минимальной.

Пусть S , V , M — сглаженные нормированные значения спреда закрытия, среднего числа акций в одной сделке и количества заключенных сделок.

Пусть $L = M - S - V$ отражает ликвидность рынка, определим тогда индикатор ликвидности рынка следующим образом:

$$LI = \frac{L - L_{\min}}{L_{\max} - L_{\min}}, \quad (4.2)$$

где $L_{\min} = M_{\min} - S_{\max} - V_{\max}$ — минимальное значение ликвидности рынка;

$L_{\max} = M_{\max} - S_{\min} - V_{\min}$ — максимальное значение ликвидности рынка.

Динамика индикатора ликвидности и цены акции РАО «ЕЭС России» приведена на рис. 4.3. Как видно, ликвидность рынка постоянно возрастала до кризиса в августе 1998 г., а затем резко уменьшилась.

Заметим, что корреляция между построенным индикатором ликвидности и динамикой цены акции равна 0.88, хотя значение цены актива не входит ни в один из параметров, образующих индикатор.

Это позволяет сделать предположение, что рост цены акции на протяжении 1995–1998 гг. был обусловлен увеличением числа участников рынка и притоком капитала на рынок, а не фундаментальными причинами. Также можно предположить, что на глубину падения цены акций в значительной



Рис. 4.3. Динамика индикатора ликвидности и цены акций РАО «ЕЭС России»

степени повлияло резкое падение ликвидности рынка, что спровоцировало панику среди участников и их бегство с рынка.

Для разных участников важность каждого из параметров определяется индивидуально. Так, для крупного инвестора важнее знать глубину рынка (в нашем случае — это объем и оборот рынка), а для инвестора, проводящего спекулятивные операции небольшого объема, но с высокой частотой, наибольшее значение имеет величина спреда. Поэтому каждый участник может устанавливать наиболее подходящие для его деятельности весовые коэффициенты для каждого параметра ликвидности в функции L .

Конечно, построенный индикатор в значительной степени условен, так как вряд ли с помощью скалярной величины можно адекватно описать многоаспектное понятие ликвидности рынка, однако для получения первого представления о ликвидности рынка он вполне удобен и прост в применении.

4.3.2. Динамика ликвидности

Выше мы рассмотрели, какими параметрами может характеризоваться ликвидность рынка в конкретный момент времени. Однако ликвидность рынка не остается постоянной во времени. По мере развития информационных технологий и глобализации финансовых рынков проведение торговых операций существенно ускорилось и упростилось, и, как следствие, торговая активность может быстро возрастать и уменьшаться внутри рынка, а также быстро перемещаться с одного рынка на другой. Рынки могут быстро и неожиданно терять ликвидность. Отслеживание и моделирование динамики ликвидности рынка в силу рассмотренных причин является трудноразрешимой проблемой. На сегодняшний день информация о динамике ликвидности рынка носит эмпирический характер. Следуя [7], выделим основные моменты, характерные для динамики ликвидности.

Концентрация ликвидности. На рынках, где торгуемые инструменты являются взаимозаменяемыми, ликвидность часто сконцентрирована в небольшом числе активов или даже в одном активе, при этом остальные активы являются существенно менее ликвидными. При определенных условиях ликвидность может быстро «перемещаться» из одного инструмента в другой. В качестве примера можно привести российский фондовый рынок, на котором ликвидность сконцентрирована в двух акциях: РАО «ЕЭС России» и НК ЛУКОЙЛ.

Исчезновение ликвидности на рынке. Как правило, концентрация ликвидности на одном рынке приводит к исчезновению ликвидности на других рынках. Так, после создания фондовой секции на ММВБ торговля акциями российских предприятий неуклонно перемещается с площадки РТС на ММВБ.

«Бегство к ликвидности» (*flight to liquidity*). Данное явление может рассматриваться как миграция активности на рынки, которые, как ожидается, будут сохранять достаточную ликвидность даже в моменты кризисов. При таком явлении участники готовы платить более высокую премию, чем обычно, чтобы инвестировать средства в такие активы. Явление «бегства к ликвидности» обычно является частью более широкого процесса «бегства к качеству» (*flight to quality*), когда участники платят более высокую премию за активы, имеющие низкий

уровень всех видов риска (в первую очередь, кредитного), и наблюдается в моменты кризисных ситуаций на рынке. Одно из самых сильных проявлений «бегства к ликвидности» на мировом рынке наблюдалось в 1998 г. в разгар финансового кризиса в России. Масштаб этого «бегства» был столь значительным, что это сыграло самую роковую роль в судьбе фонда Long Term Capital Management, портфель которого управлялся с помощью моделей, не способных спрогнозировать такое значительное изменение корреляций между различными рынками. Этот чисто иррациональный случай «бегства ликвидности» едва ли мог быть предсказан посредством стандартных VaR-моделей [5].

4.3.3. Факторы ликвидности рынка

Факторы, влияющие на ликвидность рынка, достаточно разнообразны. Как правило, невозможно узнать, какое влияние оказывает на ликвидность рынка тот или иной фактор сам по себе, в отдельности от остальных. Выделяют три основных группы факторов ликвидности рынка.

Специфика торгуемого инструмента. Одним из ключевых элементов при рассмотрении взаимосвязи между спецификой торгуемого инструмента и ликвидностью рынка является замещаемость инструментов. Если замещаемость между инструментами высока, то рыночная ликвидность концентрируется только в одном из них: участники предпочитают при прочих равных приобретать более ликвидные активы. В то же время, если инструмент не имеет аналогов на рынке, торговля им может быть затруднительна из-за опасений участников по поводу ликвидности данного инструмента в кризисных ситуациях, а также из-за ограничений в построении возможных финансовых стратегий.

Микроструктура рынка (*market microstructure*). Рост конкуренции между торговыми площадками и простота перевода капитала между рынками привели к усилению зависимости ликвидности от микроструктуры рынка, которая характеризуется следующими основными элементами:

1. *Тип торговой системы.* Можно выделить два основных типа организации торгов: дилерский и биржевой рынки. Биржевой (*auction-agency/order-driven*) рынок, основанный на сборе и сведении заявок на покупку и продажу по определенным правилам, обеспечивает участников более широкой информацией о потоке заявок и реальной цене сделок. Дилерский рынок, на котором дилеры выставляют свои котировки на покупку и продажу остальным участникам рынка, предоставляет дилерам монополию на информацию о потоках заявок. Как правило, биржевой рынок более ликвиден, чем дилерский, и отличается большей открытостью информации.
2. *Издержки заключения сделок.* Уменьшение транзакционных издержек приводит, как правило, к увеличению ликвидности рынка.
3. *Информационная прозрачность рынка.* Этим термином обычно обозначают возможность участников рынка иметь доступ к информации о процессе торгов [9]. Взаимосвязь между прозрачностью рынка и ликвидностью нелинейна. До определенного момента увеличение прозрач-

ности приводит к увеличению ликвидности рынка, после которого наступает обратный эффект (см. пример в [9]).

Поведение участников рынка. На каждом рынке можно выявить преобладающий тип участников, чье поведение определяет реакцию рынка на внешние изменения. Разнородность участников рынка способствует увеличению ликвидности рынка.

Часто на рынках можно наблюдать действие механизма *самосбывающихся ожиданий*: если участники рынка начинают считать какой-либо инструмент более ликвидным, чем другие, этот инструмент (рынок) через некоторое время действительно становится более ликвидным.

Рассмотренные выше основные характеристики и факторы ликвидности рынка схематически представлены на рис. 4.4.



Рис. 4.4. Характеристики и факторы ликвидности рынка

4.3.4. Рекомендации по созданию ликвидного рынка

Завершая разговор о рыночной ликвидности, остановимся на основных принципах создания ликвидного рынка, опубликованных в отчете Комитета по глобальной финансовой системе [6]:

1. *Необходимо поддерживать конкурентную рыночную среду*, иначе ликвидность переместится на более конкурентные рынки.
2. *Рынок должен иметь низкий уровень фрагментации*. При прочих равных условиях ликвидность выше там, где инструменты взаимозаменяемы.
3. *Транзакционные издержки должны быть минимизированы*. Уменьшение стоимости заключения сделок увеличивает ликвидность рынка, поэтому их необходимо минимизировать до тех пор, пока это не влияет на безопасность функционирования рынка.
4. *Необходимо поддерживать адекватную, современную и безопасную инфраструктуру рынка*. Такая инфраструктура стимулирует активность участников и помогает смягчить и преодолеть последствия внешних кризисов.
5. *Необходимо поддерживать разнородность участников рынка*. Дифференциация участников по типу проводимых сделок, восприятию риска, инвестиционному горизонту увеличивает ликвидность рынка.

4.4. Риск ликвидности

Определив понятие ликвидности рынка и ее параметры, перейдем теперь к рассмотрению риска рыночной ликвидности.

Риск рыночной ликвидности связан с потерями, которые может понести участник из-за недостаточной ликвидности рынка. Иными словами, это риск того, что транзакционные издержки окажутся слишком высокими. Мерой риска рыночной ликвидности может служить реализованный спред, напомним, однако, что рассчитать данную величину весьма проблематично.

Риск ликвидности имеет две составляющие: экзогенную (объективную) и эндогенную (субъективную) [1]. **Экзогенная** составляющая риска ликвидности определяется параметрами ликвидности рынка, такими как величина спреда на рынке, глубина рынка и его объем. Данная составляющая риска одинакова для всех участников рынка, и каждый отдельный участник изменить ее, как правило, не в состоянии. **Эндогенная** составляющая определяется для каждого участника индивидуально и зависит от объема его позиции на рынке. Чем больше размер позиции, тем большее значение имеет субъективная составляющая риска.

Поясним сказанное на примере. Предположим, что инвестор имеет открытую позицию на рынке и намеревается ее ликвидировать (например, у него есть акции, которые он желает продать). В момент совершения сделки на рынке имеются соответствующие котировки на покупку и продажу, причем объем лучшей котировки вполне конечен. Это означает, что он может продать по текущей цене только ограниченный объем акций. Если инвестор продал не все имеющиеся у него акции по этой цене, то ему необходимо либо

ждать появления новых заявок на покупку по этой же или лучшей цене либо продавать акции по более низким котировкам, согласно очереди заявок на покупку (в этом случае транзакционные издержки начинают возрастать).

Приведенный пример показывает, что транзакционные издержки, вообще говоря, зависят от двух эндогенных параметров: объема сделки и времени, отведенного на ее исполнение. До тех пор пока объем планируемой сделки не превышает объем лучшей заявки на рынке, эндогенная составляющая риска ликвидности равна нулю, и транзакционные издержки определяются величиной наблюдаемого спреда*. Однако, как только объем сделки становится больше объема лучшей заявки на рынке, транзакционные издержки начинают увеличиваться и определяются глубиной рынка (если сделка исполняется немедленно). Если рынок недостаточно ликвиден, а объем планируемой сделки значителен, то величина реализованного спреда может в несколько раз отличаться от наблюдаемого.

Ввиду этого всегда необходимо внимательно следить за позициями, размер которых велик по сравнению со средним для данного рынка, так как в случае необходимости быстро ликвидировать позицию издержки совершения сделки могут оказаться очень большими. На рис. 4.5 показана зависимость цены от объема сделки.

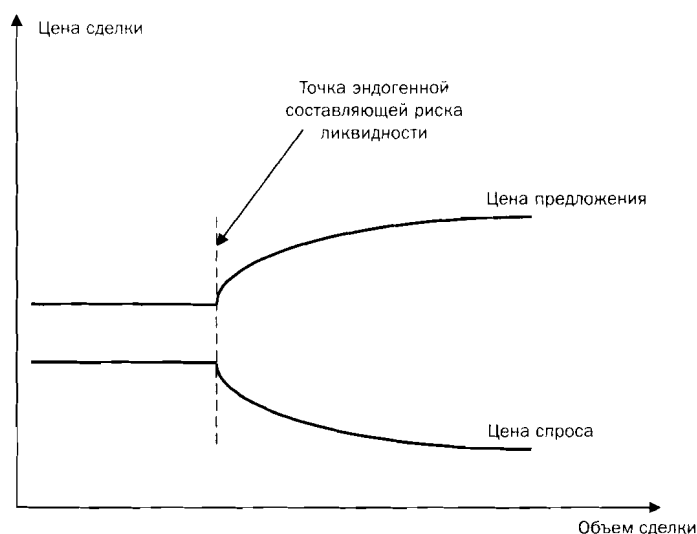


Рис. 4.5. Зависимость реализованного спреда от объема сделки

* Здесь мы абстрагируемся от таких фиксированных составляющих транзакционных издержек, как комиссионное вознаграждение брокера и т. д.

Вместо того чтобы совершать сделку по любой, доступной в данный момент времени цене, у инвестора всегда есть альтернатива — увеличить время осуществления сделки. Тогда, при прочих равных, с ростом времени ожидания транзакционные издержки будут уменьшаться (здесь уместно напомнить третий критерий ликвидности рынка — время восстановления рынка). Однако при увеличении времени ожидания будет расти величина упущенной выгоды от операций, которые можно было бы совершить за это время. Иными словами, при увеличении времени, отведенного на исполнение сделки, с одной стороны, уменьшается стоимость заключения сделки, а с другой — увеличивается размер упущенной выгоды, поэтому для данного объема сделки теоретически существует оптимальное время ее исполнения. Однако это в большей степени теоретическое, нежели практическое рассуждение, так как измерить на практике величину упущенной выгоды удается редко.

Теперь обратимся к тому, что изменится при развитии кризисной ситуации на рынке. В этом случае, во-первых, нарушаются обычные условия функционирования рынка, следствием чего является снижение его ликвидности (см. пример ниже). Во-вторых, в этих условиях инвесторы, как правило, лишены возможности ждать и ликвидировать позиции им требуется немедленно. Все это приводит к тому, что транзакционные издержки в моменты кризисов могут сильно возрастать по сравнению с нормальной ситуацией.

Для иллюстрации этой особенности приведем комментарий Данбара к кризису августа 1998 г.: «Портфели обычно оцениваются посредством средней цены между спросом и предложением, многие хеджевые фонды использовали модели, основанные на этом предположении. В конце августа существовала только одна реалистичная цена для оценки портфеля: цена спроса. Среди потока массированных продаж только первый продавец получал реальную цену продажи, остальные неудачники должны были платить премию за ликвидность, если они желали совершить продажу... Модели оценки риска должны быть пересмотрены, чтобы включить в них поведение спреда между ценой спроса и предложения» [3].

Модели оценки риска портфеля на основе показателя VaR обычно реагируют на резкое изменение ситуации на рынке, отражаемой в росте волатильности цен, и пересмотр структуры портфеля приходится делать в тот момент, когда конъюнктура рынка далека от нормальной, а стоимость совершения сделок выше, чем обычно. Поэтому часто оказывается, что реальный риск портфеля оказывается намного больше, чем оценка, полученная с помощью VaR-модели.

Одним из самых больших недостатков стандартных моделей оценки рыночного риска является их инвариантность к величине портфеля: оценка рыночного риска не зависит от величины портфеля. Так, если какой-либо участник рынка контролирует, к примеру, половину объема всего рынка и попытается быстро ликвидировать свою позицию, то вряд ли стоит рассчитывать, что рыночная цена не изменится. Однако немногие модели оценки рыночного риска учитывают данный фактор риска.

Какие же методы оценки риска ликвидности можно предложить?

К сожалению, необходимо признать, что на сегодняшний день отсутствует универсальный метод, пригодный для практической оценки риска рыночной ликвидности. Это связано как с проблемой получения необходимой информации о параметрах ликвидности рынка, без которых невозможно получить ее количественные оценки, так и с эндогенным характером риска ликвидности. Применение статистического подхода, по аналогии с моделями оценки рыночного риска, в данном случае проблематично, так как риск зависит от объема позиций, а собрать исторические данные по стоимости заключения сделки в зависимости от ее объема крайне сложно даже для крупных финансовых институтов*.

Можно порекомендовать вести статистику ожидаемых издержек заключения сделки в сопоставлении с фактическими издержками и делать поправку на полученную величину при оценке риска портфеля. Если портфель сложный, то необходимо для каждого инструмента оценивать размер позиции по отношению к объему рынка и на основе таких оценок и статистических данных (если их удалось собрать) прогнозировать транзакционные издержки и их влияние на общий риск портфеля**.

Более понятна ситуация с экзогенной составляющей риска ликвидности, выражающейся в величине наблюдаемого спреда. Можно достаточно легко построить зависимость между величиной спреда и волатильностью рынка и на основе выявленной зависимости внести коррективы в модель оценки рыночного риска (как правило, к величине риска портфеля следует прибавлять слагаемое, отражающее риск ликвидности). Покажем один из возможных подходов к решению этой проблемы на примере рынка акций РАО «ЕЭС России».

* Количественная оценка эндогенного риска ликвидности для портфеля активов, предполагает знание эластичности цены по объему сделки для каждого отдельного рынка/инструмента, что, в свою очередь, требует проведения специальных эмпирических наблюдений. Проблема состоит в том, что эти измерения могут быть получены, как правило, только организатором торгов и/или самим участником рынка, достаточно крупным, чтобы объемы заключаемых им сделок оказывали сколько-нибудь заметное влияние на равновесную рыночную цену. В этой связи отмечается, что «поправка на ликвидность к стандартному показателю VaR требует знания зависимости между размером сделки и скидкой с цены [за ее объем], а также временем ее исполнения. Очевидно, что в настоящее время не существует готового источника данных для количественной оценки этих зависимостей, что заставляет опираться на субъективные оценки» [1].

** Проблема эндогенной составляющей риска ликвидности осложняется также и таким едва ли моделируемым фактором риска, как спекулятивные ожидания участников рынка при заключении крупной сделки одним из них. Формирование и ликвидация крупных позиций могут оказывать влияние на цену не только непосредственно, в момент заключения сделки, но и опосредованно, через ожидания участников; при этом последний эффект может быть весьма значительным, особенно на таких узких и неглубоких финансовых рынках, как российский.

4.4.1. Пример учета риска ликвидности при оценке рыночного риска

Попробуем оценить, как риск ликвидности влияет на величину рыночного риска портфеля*. Предположим, что портфель состоит только из обыкновенных акций ПАО «ЕЭС России». Вычислим значение VaR такой позиции для однодневного интервала времени и доверительного интервала 95%. В целях большей наглядности будем использовать наиболее простой способ расчета VaR — метод исторического моделирования, для чего проведем следующие вычисления:

1. Рассчитаем изменение цены акции U_t за один день как логарифм отношения средней цены между спросом и предложением при закрытии торгов в день t к средней цене между спросом и предложением при закрытии в предыдущий день $t - 1$:

$$U_t = \ln \frac{S_t^{bid} + S_t^{ask}}{S_{t-1}^{bid} + S_{t-1}^{ask}}. \quad (4.3)$$

2. Отсортируем U_t в порядке возрастания.
3. Для данного размера выборки T найдем U_t^* такое, что только αT значений U меньше U_t^* , где $(1 - \alpha)$ — доверительный интервал (в нашем случае $\alpha = 0,05$).
4. Найденное значение U_t^* является значением VaR позиции, вычисленным с помощью метода исторического моделирования, т. е. с вероятностью 95% однодневное изменение стоимости портфеля будет не меньше U_t^* .

С помощью описанного алгоритма рассчитаем значение VaR портфеля, используя в качестве исторической выборки все имеющиеся ценовые данные с 1995 по 1999 г.** Аналогичные вычисления проведем для различных доверительных интервалов: 95, 97,5, 99%. Результаты вычислений приведены в табл. 4.1.

Учтем теперь наличие спреда на рынке. Для этого будем считать, что формирование позиции происходит не по средней рыночной цене, а по цене предложения S^{ask} , а ликвидация позиции — по цене спроса S^{bid} . Тогда в алгоритме расчета VaR методом исторического моделирования значение U_t вместо (4.3) будет определяться следующим выражением:

$$U_t = \ln \frac{S_t^{bid}}{S_{t-1}^{ask}}. \quad (4.4)$$

Остальные шаги алгоритма остаются без изменения.

* На сегодняшний день не существует стандартного подхода к учету риска ликвидности при оценке рыночного риска. В этом разделе предлагается один из возможных способов решения этой проблемы.

** В данном примере общее количество исторических наблюдений изменения цены равно 983.

Таблица 4.1

**СРАВНЕНИЕ ЗНАЧЕНИЙ VaR ПОРТФЕЛЯ, ВЫЧИСЛЕННЫХ
С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ИСТОРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
С УЧЕТОМ И БЕЗ УЧЕТА РИСКА ЛИКВИДНОСТИ**

Доверительный интервал, %	VaR без учета ликвидности, %	VaR с учетом ликвидности, %	Увеличение риска, %
95,0	8,71	9,89	13,6
97,5	11,98	14,49	20,9
99,0	15,44	19,61	27,0

Проведем расчет величины VaR портфеля, учитывающей наличие спреда на рынке. Результаты вычислений приведены в табл. 4.1.

Как видим, с увеличением желаемого уровня достоверности значение VaR, учитывающее наличие спреда, все сильнее отличается от значения VaR, вычисленного по средней рыночной цене, причем для доверительного интервала в 99% различие достигает 27%.

Данный факт объясняется тем, что с увеличением уровня достоверности оценка VaR все сильнее зависит от экстремальных движений цены, а таким движениям, как показано на рис. 4.6, соответствуют более высокие значения спреда. Это подтверждает гипотезу о том, что влияние риска ликвидности на общую величину рыночного риска возрастает при резких изменениях на рынке. Поэтому использование VaR-моделей, не учитывающих ликвидность рын-



Рис. 4.6. Зависимость величины спреда от изменения цены (уравнение тренда получено путем интерполяции (подгонки) по историческим данным)

ка или учитывающих ее на основе наблюдений рынка в стационарном состоянии, потенциально приводит к недооценке принимаемого риска.

Приведенные выше оценки VaR были рассчитаны по всем имеющимся историческим данным. Включение слишком старых данных и их большой объем делают эту оценку неадекватной сегодняшнему состоянию рынка. Данные вычисления были проведены с той целью, чтобы показать устойчивое влияние риска ликвидности на риск позиции.

Рассчитаем теперь значение VaR позиции, используя в качестве исторической выборки последние 100 значений изменения цены. Эти вычисления проведем для всего исторического периода, чтобы посмотреть динамику изменения VaR и частоту реального превышения потерями величины VaR . Динамика изменения оценок VaR с учетом ($L - VaR$) и без учета ликвидности (VaR) приведена на рис. 4.7.

Расчет однодневной величины VaR методом исторического моделирования с доверительным интервалом в 95% по выборке из ста предыдущих значений изменения цены было проведено для 883 дней торгов*. При этом превышение убытками величины VaR , не учитывающей риск ликвидности, наблюдалось в 79 случаях, что составляет 8,9% и превышает заданный доверитель-

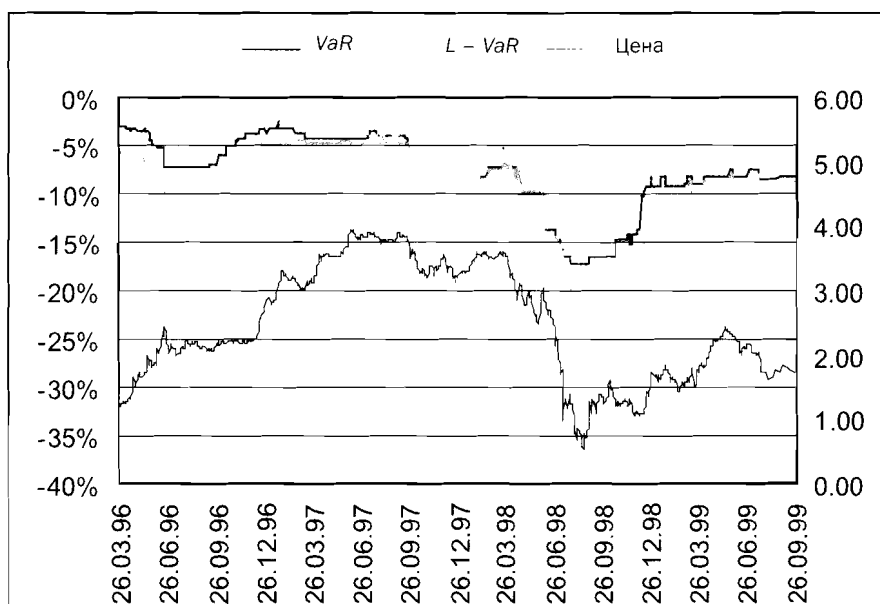


Рис. 4.7. Динамика изменения риска портфеля с учетом и без учета риска ликвидности

* Мы сознательно не используем при расчете показателя VaR экспоненциальное сглаживание данных для придания последним значениям большего веса, так как преследуем цель показать влияние ликвидности рынка, а не получения наиболее подходящей модели оценки VaR .

ный интервал в 5%. Поэтому данную модель расчета VaR следует признать неадекватной.

Превышение оценки $L - VaR$, учитывающей риск ликвидности, наблюдалось уже только в 49 случаях, что составляет 4,9% и не превышает заданный уровень достоверности. Результаты расчетов приведены в табл. 4.2.

Динамика величин VaR с учетом и без учета ликвидности приведена на рис. 4.8.

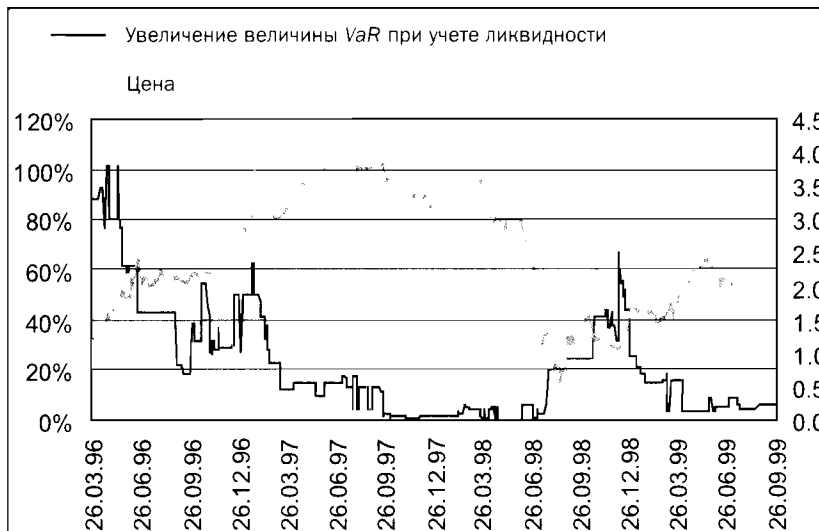
Заметим, что полученная поправка к величине VaR при учете ликвидности рынка является *минимальной*, так как мы не учитывали эндогенную составляющую риска ликвидности, отражающую объем сделок.

Рассмотренный пример показывает, что учет ликвидности рынка даже в простейшей форме ведет к существенному (иногда в два раза) увеличению оценки рыночного риска. Поэтому модели, игнорирующие существование

Таблица 4.2

**СТАТИСТИКА ПРЕВЫШЕНИЙ УБЫТКАМИ ОДНОДНЕВНОГО ЗНАЧЕНИЯ VaR ,
РАССЧИТАННОГО С УЧЕТОМ И БЕЗ УЧЕТА РИСКА ЛИКВИДНОСТИ
С ДОВЕРИТЕЛЬНЫМ ИНТЕРВАЛОМ 95%**

Количество наблюдений	VaR без учета риска ликвидности	VaR с учетом риска ликвидности
883	79	43
Вероятность	8,9%	4,9%

Рис. 4.8. Влияние риска ликвидности на величину VaR

риска рыночной ликвидности, могут приводить к серьезным ошибкам оценки риска портфеля.

Обратимся теперь к другому виду риска ликвидности, связанному с возможностью утраты предприятием платежеспособности.

4.5. Риск неплатежеспособности

Риск неплатежеспособности заключается в том, что компания не сможет выполнить свои обязательства перед контрагентами в силу нехватки наличных средств или других высоколиквидных активов. В каждый момент времени можно точно сказать, платежеспособна данная компания или нет, поэтому можно применить статистический подход для оценки вероятности данного события и тот же инструментарий, что и при оценке рыночного риска.

Основными факторами, влияющими на риск неплатежеспособности, являются возможность компании привлекать в случае необходимости заемные средства и самостоятельно генерировать денежный поток путем продажи собственных активов.

Компания может ограничить риск неплатежеспособности, поддерживая необходимое количество ликвидных активов, однако их избыток ведет к недополучению компанией прибыли. Кроме того, на риск неплатежеспособности влияет скорость, с которой компания может превратить ликвидные активы в наличные средства. В кризисной ситуации (вспомним о риске рыночной ликвидности) продажа даже ликвидных активов может занять или слишком много времени, или не принести ожидаемого денежного потока.

Выделяют три источника возникновения риска неплатежеспособности: системный, индивидуальный и технический [5].

Системный риск возникает в том случае, когда в расчетных системах просто не окажется необходимого количества денежных средств или из-за сбоев в функционировании таких систем средства не будут в указанные сроки переведены по назначению. Такой риск может возникнуть, в том числе и в результате ошибочных действий регулирующих органов. В качестве примера уместно привести ситуацию, сложившуюся на российском денежном рынке после дефолта по внутреннему государственному долгу 17 августа 1998 г. Как известно, денежные средства оказались заморожены в государственных облигациях или были переведены банками в валютные активы, свободные остатки на счетах банков составляли всего 5–8 млрд. руб., что было явно недостаточно для обслуживания российской экономики. Кроме этого, из-за банковского кризиса большая часть платежей просто не доходила по назначению, застревая на счетах «проблемных» банков. Как правило, повлиять на данный фактор риска неплатежеспособности отдельные участники рынка не в состоянии, и системный риск следует воспринимать как неизбежный.

Индивидуальный риск состоит в возможном изменении мнения участников рынка о платежеспособности компании и соответствующем пересмотре отношений с ней. Так, компания может потерять доступ к кредитным ресурсам или не получить ожидаемой цены при продаже активов из-за того, что участники, предполагая возможные проблемы у компании-продавца, будут стремиться заработать на этом. Поводом для изменения мнения о компании со

стороны контрагентов могут быть как объективные факторы (например, снижение кредитного рейтинга), так и субъективные, основанные на слухах и ожиданиях, которые зачастую могут оказаться беспочвенными. В целях избежания данного вида риска ликвидности компаниям можно рекомендовать тщательно следить за своей репутацией на рынке и обращать внимание на корпоративную культуру для того, чтобы пресечь возможность нежелательной утечки информации о состоянии компании.

Технический риск состоит в несбалансированной **структуре будущих платежей** (*forward payment structure*) и является наиболее серьезной составляющей риска неплатежеспособности.

В техническом риске неплатежеспособности, в свою очередь, выделяют две составляющие: 1) несбалансированность ожидаемых доходов и расходов и 2) высокая неопределенность размеров будущих платежей. Первая составляющая при внимательном отношении компании к структуре своих платежей, как правило, легко минимизируется. Со второй составляющей дело обстоит сложнее: неопределенность будущих платежей требует поддержания определенного резерва ликвидных средств. Компания не может держать в качестве ликвидных средств наличность без уменьшения рентабельности своей деятельности, поэтому, как правило, использует в качестве таких средств заемные средства либо ликвидные активы, которые могут быть быстро переведены в денежные средства, например ценные бумаги. Однако в кризисных ситуациях оба эти источника могут оказаться недоступны в нужном объеме. Для снижения данного вида риска следует проводить исторический анализ структуры платежей компании для планирования объема ликвидных средств*. Однако в случае нестандартной ситуации на рынке ретроспективный анализ может оказаться малоэффективным.

Для управления технической составляющей риска ликвидности можно рекомендовать следующий алгоритм:

- 1) провести анализ известных будущих платежей (согласно имеющимся обязательствам и заключенным контрактам);
- 2) составить прогноз появления возможных будущих обязательств (например, на основе истории компании);
- 3) выделить для каждого ожидаемого платежа детерминированную и стохастическую части;
- 4) оценить с помощью вероятностных методов ожидаемое значение стохастических платежей и их возможный разброс;
- 5) составить зависимость необходимого объема ликвидных средств от времени и оценить минимальную и максимальную величину данного объема (для некоторого уровня вероятности);
- 6) оценить способность компании по привлечению средств, при необходимости пересмотреть структуру будущих платежей.

* Общие принципы контроля и управления риском ликвидности в банках изложены в документе Базельского комитета по банковскому надзору [5].

4.6. Рекомендации

Следует признать, что управление риском ликвидности (в обоих его вариантах) до сих пор является скорее искусством, чем наукой. Поэтому знания, пригодные для применения на практике, могут быть получены по большей части только эмпирическим путем.

Тем не менее следует всегда осознавать наличие риска ликвидности и принимать его во внимание при управлении портфелем финансовых инструментов, тем более, что риску ликвидности свойственно проявляться именно в кризисных ситуациях.

При работе на финансовых рынках всегда следует оценивать размер своей позиции по отношению к рынку и в случае большой позиции особенно внимательно следить за изменением ситуации на рынке. Следует помнить, что большинство моделей оценки риска не учитывают такого понятия, как «ликвидность рынка», т. е. основаны на допущении, что риск ликвидности равен нулю. Однако с ростом размера портфеля по отношению к объему рынка риск ликвидности также возрастает и в кризисных ситуациях может оказаться неприемлемо большим.

Всегда следует выделять в структуре своего портфеля активы, которые легко можно обратить в наличность для устранения дисбаланса в структуре платежей. На практике все же выгоднее прогнозировать и управлять риском ликвидности, чем бороться с последствиями пренебрежения им.

Литература

1. Bangia A., Diebold F.X., Schuermann T., Stroughair J.D. Modeling liquidity risk with implications for traditional market risk measurement and management//Risk. 1999. No. 12. P. 68–73.
2. Criss N., Almgren R. Optimal execution of portfolio transactions. Working paper. University of Chicago, Department of Mathematics, Goldman Sachs & Co., and Courant Institute of Mathematical Sciences. 1999.
3. Dunbar N. Meriwether's Meltdown//Risk. 1998. October. P. 32–34.
4. Fiedler R.E. Liquidity risk//In: Lore M., Borodovsky L. (eds.) The professional's handbook of financial risk management. — Oxford: Butterworth-Heinemann, 2000. P. 440–472.
5. Fishman A., Fiedler R. Liquidity: The fair-weather friend//Risk Professional. 1999. V. 1. No. 8 (November). P. 36–39.
6. How should we design deep and liquid markets? The case of government securities. Bank for International Settlements, Committee on the Global Financial System, 1999, October.
7. International capital markets: Developments, prospects, and key policy issues. Annex V: «Globalization of finance and financial risks». International Monetary Fund, 1998, September.
8. Jarrow R., Subramanian A. Mopping up liquidity//Risk. 1997. No. 10 (December). P. 170–173.

9. Market liquidity: Research findings and selected policy implications. Report of a study group established by the Committee on the Global Financial System of the central banks of the Group of Ten countries. Bank for International Settlements, 1999, May.
10. Matz L.M. Liquidity risk management. — Austin: Sheshunoff Information Services, 1999.
11. Shamroukh N. Modeling liquidity risk in VaR models. Working paper. Algorithmics UK, 2000.
12. Sound practices for managing liquidity in banking organisations. Basel Committee on Banking Supervision, 2000, February.

V. Управление кредитными рисками

Н. Ю. Ситникова

5.1. Введение

Управление кредитными рисками своими корнями уходит в далекое прошлое, к эпохе античности. Во времена Римской империи впервые возникло понятие «кредит», которое лежит в основе процесса управления кредитными рисками. Дословный перевод слова *credit* — «вера, доверие»; кредитором называли человека, к которому обращались с просьбой о денежной ссуде и который, в свою очередь, доверял своим заемщикам и был уверен в возврате своих денежных средств. Позднее, в эпоху Средневековья возникло понятие «банкротство» (от итал. *banca* — скамья и *rotta* — изломанная, надломанная), означавшее финансовую несостоятельность банкира, крах банка.

Ход исторического развития привел к тому, что помимо слепой веры в способность заемщика вернуть долг стало необходимым проведение кредитного анализа, подразумевающего оценку и управление кредитным риском. Поэтому банки с момента зарождения банковского дела активно развивали методы контроля за кредитными рисками.

В 1997 г. Базельский комитет по банковскому надзору в своем документе «Основополагающие принципы эффективного банковского надзора» [19] назвал кредитный риск *основным видом финансового риска*, с которым сталкиваются финансовые институты в своей деятельности. Этот факт отражает прокатившуюся по всему миру в 1980–1990-х годах волну корпоративных банкротств, ставших результатом кредитного риска. Основными их причинами были такие факторы, как низкое качество активов, несвоевременное выявление проблемных кредитов и недостаточность созданных под них резервов, слабость кредитного контроля. Кроме того, процесс глобализации мирового хозяйства и тенденция ко все большему дерегулированию финансовых рынков оказали непосредственное воздействие на возрастание кредитных рисков.

Рост интереса к управлению кредитным риском обусловлен также следующими факторами:

- увеличение объемов заемного и, в частности, банковского финансирования;
- появление рынка высокодоходных облигаций с низким кредитным рейтингом — так называемых «мусорных» облигаций (*junk bonds*);
- тенденция к снижению рентабельности банков;
- случаи значительных потерь по ссудам и займам, получившие широкую известность.

В связи с возросшим масштабом кредитных рисков возникла необходимость в совершенствовании существующих и внедрении новых методик оценки и управления ими. Эти методики и модели составляют «ядро» современной системы риск-менеджмента, обеспечивающей успешное функционирование любого финансового института.

5.2. Понятие кредитного риска

Являясь наиболее распространенным видом финансового риска, кредитный риск представляет собой элемент неопределенности при выполнении контрагентом своих договорных обязательств, связанных с возвратом заемных средств. Иными словами, **кредитный риск** — это возможность потерь вследствие неспособности контрагента выполнить свои контрактные обязательства. Для кредитора последствия невыполнения этих обязательств измеряются потерей основной суммы задолженности и невыплаченных процентов за вычетом суммы восстановленных денежных средств.

Наиболее ярким проявлением кредитного риска является **дефолт** (*default*) — неисполнение контрагентом в силу неспособности или нежелания условий кредитного соглашения или рыночной сделки. Поэтому к категории кредитного риска относятся, в первую очередь, потери, связанные с объявлением контрагентом дефолта. Кроме того, к кредитному риску относятся также и потери, связанные с понижением кредитного рейтинга заемщика, так как это обычно приводит к понижению рыночной стоимости его обязательств, а также потери в виде недополученной прибыли вследствие досрочного возврата ссуды заемщиком.

Кредитный риск включает в себя страновой риск и риск контрагента.

Страновой или **суверенный риск** (*country/sovereign risk*) возникает в тех случаях, когда вследствие действий государства (например, при осуществлении мер валютного контроля) становится невозможным выполнение контрагентами своих обязательств. Если риск дефолта обусловлен в основном спецификой компании, то страновой риск — спецификой страны, государственного контроля, макроэкономического регулирования и управления.

В свою очередь, **кредитный риск контрагента** (*counterparty risk*) можно разделить на две составляющие: риск до осуществления расчетов и риск расчетов.

Риск до осуществления расчетов (*presettlement risk*) — это возможность потерь из-за отказа контрагента от выполнения своих обязательств в течение срока действия сделки, пока по ней еще не осуществлены расчеты. Этот вид кредитного риска характерен, как правило, для длительных временных интервалов: от момента заключения сделки до осуществления расчета.

Под **риском расчетов** (*settlement risk*) понимается возможность неполучения денежных средств в момент осуществления расчета по сделке из-за дефолта или недостатка ликвидных средств у контрагента, а также из-за операционных сбоев. Иными словами, это риск того, что расчеты по сделке не будут осуществлены вовремя. Данный риск, связанный с движением денежных средств, проявляется на относительно коротких интервалах времени. Необходимо отметить, что расчетный риск значительно увеличивается при осуществлении операций

между контрагентами, находящимися в различных временных зонах. Эта возможность является вполне реальной для операций, связанных с обменом валют, когда платеж может быть сделан, например, утром в Европе, а получен позже в Америке. Так, западногерманский *Herstatt Bank*, обанкротившийся в 1974 г., в тот день, когда объявил дефолт, получил платежи от целого ряда контрагентов, но уже не выплатил причитающиеся им суммы по заключенным сделкам. Это напугавшее банкротство оказало значительное дестабилизирующее воздействие на мировую банковскую систему* и стало одним из побудительных мотивов для разработки требований Базельского комитета к достаточности капитала, которые были приняты в конце 80-х — начале 90-х годов XX в. Расчетный риск может быть снижен, в частности, посредством создания систем проведения брутто-платежей в реальном масштабе времени (*real-time gross settlement systems*), которые позволяют сократить временной интервал между моментом оплаты и получением контрагентом денежных средств.

По источнику проявления кредитный риск можно разделить на две группы [2]:

- 1) внешний риск (риск контрагента);
- 2) внутренний риск (риск кредитного продукта).

Внешний риск обусловлен оценкой платежеспособности, надежности контрагента, вероятности объявления им дефолта и потенциальных потерь в случае дефолта. В состав внешнего риска входят:

- **риск контрагента** — риск невыполнения контрагентом своих обязательств;
- **страновой риск** — риск того, что все или большинство контрагентов (включая органы власти) в данной стране не смогут выполнить свои финансовые обязательства в силу какой-либо внутренней причины;
- **риск ограничения перевода денежных средств** за пределы страны вследствие дефицита валютных резервов;
- **риск концентрации портфеля** — риск несбалансированного распределения средств между различными отраслями промышленности, регионами или контрагентами.

Внутренний риск сопряжен с особенностями кредитного продукта и возможных потерь по нему вследствие невыполнения контрагентом своих обязательств. В состав внутреннего риска входят:

- **риск невыплаты основной суммы долга и процентов** по нему;
- **риск замещения заемщика** — риск потери части номинальной суммы долга, называемой **стоимостью замещения** (*replacement value*), при

* Риск расчетов может быть снижен посредством использования систем двустороннего неттинга (взаимозачета) требований и обязательств, которые включают компенсацию денежных средств по стоимости на определенную дату, в определенном объеме и в определенной валюте между двумя контрагентами; а также систем многостороннего неттинга требований и обязательств, которые позволяют банкам производить ежедневные расчеты в различных валютах. Примером может служить система «Мультинет» (*Multinet*), которая была основана в 1994 г. как клиринговая система для осуществления компенсаций по многосторонним валютным требованиям и обязательствам.

осуществлении операций с обращающимися долговыми обязательствами, например с форвардами, свопами, опционами и др., вследствие невозможности выполнения контрагентом по сделке своих обязательств. Если в это время происходит изменение процентных ставок или валютных курсов, то кредитор будет вынужден понести дополнительные издержки на восстановление денежного потока;

- **риск завершения операции** — риск невыполнения контрагентом своих обязательств в срок либо выполнения с опозданием;
- **риск обеспечения кредита** — риск потерь, связанных со снижением рыночной стоимости обеспечения ссуды, невозможности вступления в права владения залогом и т. д.

Методы и инструменты управления кредитными рисками прошли длительный процесс развития. Так, первоначально оценка кредитного риска сводилась к определению только номинальной стоимости ссуды. Впоследствии были разработаны способы определения стоимости кредитного продукта с учетом риска, широкое распространение получили системы рейтинговой оценки кредитоспособности заемщиков. Современный этап развития кредитного риск-менеджмента ознаменован все более широким внедрением внутренних банковских моделей количественной оценки рисков портфелей ссуд. Основываясь на передовых технологиях оценки и управления рыночными рисками, банки стремятся применять портфельный подход к управлению также и кредитным риском.

Прогресс в области оценки кредитного риска оказал существенное воздействие на развитие и совершенствование методов управления им, о чем свидетельствуют такие достижения, как:

- изменение структуры финансовых операций в части, касающейся обеспечения возврата денежных средств (например, залог недвижимости, выпуск ценных бумаг, обеспеченных активами заемщика*, и т. д.);
- наличие специализированных посредников при осуществлении финансовых операций в виде бирж и расчетно-клиринговых систем, участие которых уменьшает необходимость для сторон по сделке принимать особые меры по снижению риска контрагента;
- появление кредитных производных инструментов, способствующих снижению кредитных рисков лежащих в их основе активов. Хотя этот рынок является сравнительно молодым, он характеризуется высокими темпами роста объема сделок (см. п. 5.22). Кредитор, который не хочет принимать на себя кредитный риск по принадлежащим ему активам, может при определенных условиях немедленно «продать» этот риск на рынке и тем самым хеджировать свои активы. Таким образом, кредитные производные представляют собой финансовые инструменты, которые создают своеобразный механизм страхования, выражающийся в передаче кредитного риска спекулятивно настроенным участникам рынка.

* Asset-backed securities (ABS).

Процесс управления кредитными рисками включает в себя качественный и количественный аспекты. Качественный аспект заключается в определении кредитоспособности (надежности) заемщика или контрагента. Современный подход к количественной оценке кредитного риска основывается на концепции *value at risk (VaR)*, ставшей общепринятым стандартом для оценки рыночных рисков. Применение данного подхода к оценке риска на уровне портфеля ссуд предполагает проведение дополнительных исследований, включающих построение распределения вероятностей наступления дефолта, оценку подверженности риску и уровня безвозвратных потерь в случае дефолта.

Сравнительный анализ рыночных и кредитных рисков является важной частью процесса управления финансовыми рисками в большинстве финансовых институтов. Об этом свидетельствует тот факт, что размер экономического капитала, который банки резервируют против потерь вследствие кредитного риска, обычно значительно превосходит резерв, создаваемый против рыночного риска. Кроме того, наибольшие по своим масштабам потери финансовые учреждения несли именно вследствие кредитного риска. Наиболее известными примерами могут служить, в частности:

- кризис ссудо-сберегательных учреждений в США в первой половине 80-х годов XX в. (издержки государства на реструктуризацию проблемных организаций составили около 30 млрд. долл.);
- серия дефолтов по государственным обязательствам стран Латинской Америки в первой половине 80-х годов XX в.;
- кризис на рынке коммерческой недвижимости на рубеже 1980–1990-х годов;
- пик дефолтов по корпоративным облигациям в конце 90-х годов XX в. (совокупные потери держателей оцениваются в 22 млрд. долл.).

Кредитные и рыночные риски характеризуются рядом существенных отличий, несмотря на сходные методики их оценки.

В отличие от рыночного риска, для которого вероятностное распределение прибылей и убытков обычно является довольно симметричным, для кредитного риска соответствующее распределение характеризуется ярко выраженной левосторонней асимметрией. Подобное явление может быть объяснено тем, что инвестиции, связанные с кредитным риском, можно сравнить с короткой позицией по опциону, по которой в лучшем случае контрагент осуществляет оговоренные платежи, а в худшем случае вся сумма долга не выплачивается (подробнее см. п. 5.13.2.1).

Процессы управления рыночными и кредитными рисками характеризуются различной временной длительностью: в случае рыночных рисков управление осуществляется в течение относительно коротких временных интервалов, тогда как для управления кредитными рисками требуются гораздо более длительные периоды времени. Сроки ссудных операций в среднем значительно превосходят периоды удержания позиций при спекулятивных или хеджирующих операциях на финансовых рынках. Кроме того, процесс выдачи и досрочного востребования ссуд также требует значительного времени.

Степень агрегирования оценок кредитного риска также может сильно различаться. Если лимиты по рыночным рискам могут устанавливаться на уров-

не отдельного рынка, трейдера, подразделения или в целом по компании, то в случае кредитных рисков лимиты должны определяться на уровне каждого отдельного контрагента по всем позициям, занимаемым банком.

Наконец, необходимо отметить тесную взаимосвязь кредитного и юридического рисков, что не имеет места в случае рыночного риска.

5.3. Финансовые институты и инструменты, подверженные кредитному риску

Учреждениями, специализирующимися на предоставлении кредитов, традиционно являются банки, однако этот вид деятельности может осуществляться также и финансовыми, и страховыми компаниями, и промышленными предприятиями (в форме займов), и государственными структурами (в форме государственного кредита). Эти организации преследуют различные цели и, следовательно, предлагают различные условия кредитования, иными словами, их подходы к процессу кредитования различны. Однако их стратегии в отношении избежания и минимизации принимаемых на себя кредитных рисков носят идентичный характер.

Со времени появления первых коммерческих банков их отличительной особенностью при сравнении с другими финансовыми институтами было наличие депозитной функции. Первоначально банки занимались только приемом средств у частных лиц на хранение (и обмен), требуя с них за это определенное вознаграждение, однако позднее они сами стали ссужать переданные им средства займам под проценты. Это, в свою очередь, привело к необходимости привлечения большего объема средств, что возможно только на платной основе.

Поскольку главным требованием вкладчиков всегда была высокая надежность их сбережений, т. е. как можно более низкий риск невозврата вкладов, основная проблема заключается в «изоляции» вкладчиков от (высокого) риска активов, в первую очередь по ссудным операциям. Кредитный риск является основным видом риска, с которыми сталкиваются банки в своих активных операциях, поэтому его правильная оценка и прогноз играют особенно важную роль в банковской деятельности.

Кредитные риски возникают в большинстве операций, совершаемых на финансовых рынках. Это связано с процессом осуществления расчетов, так как при заключении сделки на поставку финансового инструмента существует риск невыполнения контрагентом своих обязательств. Поэтому, говоря о кредитных рисках, следует понимать весьма широкую сферу их возможного проявления.

Для большинства финансовых учреждений наиболее очевидным и существенным источником кредитного риска являются различного рода ссуды и кредитные линии. Тем не менее они все чаще сталкиваются с кредитным риском и по другим финансовым инструментам, включая:

- банковские акцепты;
- гарантии и поручительства (в том числе во внешнеторговых сделках);
- облигации;

- сделки с производными инструментами (свопами, форвардами, опционами);
- расчеты по сделкам с предоплатой или предпоставкой.

Характер кредитных потерь меняется в зависимости от операции и во многих случаях зависит от стадии прохождения операции. Например, при предоставлении кредита вся сумма сделки, включая проценты, подвергается риску возможных потерь. При форвардных сделках риск ограничивается разницей между ценой, оговоренной на момент заключения сделки, и рыночной ценой на момент ее исполнения. В то же время в момент исполнения форвардного контракта на поставку валюты кредитный риск распространяется на всю сумму сделки, наглядным примером могут служить события августа 1998 г. на российском межбанковском рынке.

5.4. Показатели кредитного риска

Эволюция подходов к оценке кредитного риска происходила поэтапно, и ее можно представить в виде следующей последовательности показателей:

- номинальная стоимость;
- взвешенная по риску сумма актива;
- внешний/внутренний кредитный рейтинг;
- величина вероятных потерь, рассчитанная с помощью внутренней модели оценки кредитного риска для портфелей ссуд.

Первоначально кредитный риск оценивался посредством общей номинальной стоимости с использованием определенного (произвольно взятого в каждом случае) коэффициента, определяющего необходимый размер капитала, резервируемого против кредитного риска. Недостаток этого метода заключается в том, что он не учитывает различия в вероятности дефолта.

В 1988 г. Базельский комитет по банковскому надзору предложил классификацию активов по степени кредитного риска, руководствуясь которой банки должны были рассчитывать сумму активов с учетом риска путем умножения их номинальной стоимости на соответствующий коэффициент риска и формировать достаточный резерв капитала в размере не менее 8% от полученной суммы [32].

Базельская схема взвешивания активов по риску носила весьма упрощенный характер, что оказало превратное воздействие на состав банковских портфелей. Так, абсолютно стерлись различия (с точки зрения требований к размеру капитала) между кредитами с рейтингом, например, AAA и C, в результате чего последние стали более привлекательны для банков (с точки зрения требований к достаточности капитала), чем кредиты с более высоким рейтингом. С целью устранения данного недостатка Базельский комитет предложил в 1999 г. так называемую «Новую схему достаточности капитала» [8], на основе которой было разработано Новое базельское соглашение по капиталу [60]. Подходы, заложенные в Новом соглашении, допускают использование банками внешних кредитных рейтингов или собственной (внутренней) системы рейтингов активов и забалансовых статей для расчета требований к капиталу.

5.5. Кредитное событие

Как указывалось выше, **дефолт** — это невозможность или нежелание контрагента выполнить свои обязательства в срок и/или в полном объеме, ведущие к нарушению условий договора и позволяющих кредитору начать процесс взыскания задолженности. Однако это определение не дает ответа на вопрос, что с юридической точки зрения будет считаться моментом наступления дефолта*.

Более общим понятием, чем дефолт, является **кредитное событие** (*credit event*) — изменение кредитоспособности заемщика или кредитного «качества» финансового инструмента, наступление которого характеризуется четко определенными условиями. Оно применимо не только по отношению к облигациям и ссудам, но и к любым кредитным продуктам, включая кредитные производные инструменты. Наиболее полное определение кредитного события было сформулировано Международной ассоциацией дилеров по свопам и производным инструментам (*International Swap and Derivatives Association — ISDA*) в «Определениях терминов при сделках с кредитными производными инструментами» (*ISDA Credit Derivatives Definitions*) от 1999 г. *ISDA* определяет шесть различных видов кредитного события [33]:

- 1) **банкротство**, под которым понимается:
 - ликвидация предприятия (за исключением слияния),
 - неплатежеспособность (несостоятельность) предприятия,
 - переуступка прав требования (цессия),
 - возбуждение дела о банкротстве в суде,
 - назначение внешнего управляющего имуществом должника,
 - наложение ареста третьей стороной на все имущество должника;
- 2) **досрочное наступление срока исполнения** обязательства (*obligation acceleration*), которое означает объявление дефолта (отличного от невыплаты причитающейся суммы) по любому другому аналогичному обязательству данного заемщика и вступление в силу оговорки о досрочном наступлении срока исполнения данного обязательства;
- 3) **дефолт по обязательству (кросс-дефолт)**, который означает объявление дефолта (отличного от невыплаты причитающейся суммы) по любому другому аналогичному обязательству данного заемщика;
- 4) **неплатежеспособность**, подразумевающая невыплату заемщиком определенной (превышающий оговоренный предел) суммы в срок (по истечении оговоренного льготного периода);
- 5) **отказ или мораторий**, при котором контрагент отказывается от совершения платежа или оспаривает юридическую силу обязательства;
- 6) **реструктуризация задолженности**, повлекшая за собой односторонний отказ, отсрочку или изменение графика погашения задолженности на менее выгодных условиях.

* См. также перечень событий, приводящих к дефолту, приведенный в Типовом соглашении *ISDA* об основных условиях свопов 1992 г. (п. 7.4.2).

Помимо этого, кредитным событием иногда могут быть признаны и такие факты [35]:

- 7) понижение или отзыв рейтинговым агентством кредитного рейтинга заемщика;
- 8) неконвертируемость валюты, вызванная введенными государством ограничениями;
- 9) действия государственных органов, под которыми понимаются: а) заявления или действия правительства или регулирующих органов, ставящие под угрозу юридическую силу обязательства, либо б) война или военные действия, препятствующие осуществлению деятельности правительства или банковской системы.

В дальнейшем из всех кредитных событий преимущественно нас будет интересовать дефолт как основной вид кредитного риска.

5.6. Классический анализ кредитоспособности заемщика

На практике банки управляют кредитными рисками, руководствуясь собственными методиками кредитного анализа и отбора заемщиков. Этот анализ заключается в определении кредитоспособности, платежеспособности и финансовой устойчивости заемщика, что в конечном счете приводит к формулированию оснований для предоставления кредита или отказа в нем. Основной акцент в кредитном анализе делается на готовность и способность заемщика выплатить кредит, для оценки которых тщательно изучается характер деятельности заемщика, его кредитная история, текущее финансовое состояние, его возможности и потенциал.

Кредитный анализ — это сложный процесс, включающий в себя следующие основные этапы.

1. Анализ обоснования потребности в кредите, представленного потенциальным заемщиком.
2. Анализ финансовой отчетности предприятия. Особое внимание при этом уделяется выявлению тенденций развития и изменений в деятельности предприятия за определенный период времени в прошлом для формирования ясного представления о ближайших перспективах предприятия.
3. Анализ предварительной финансовой отчетности предприятия. Нетипичные или вызывающие сомнение финансовые операции могут просматриваться в предварительной финансовой отчетности, анализ которой полезен для определения целостности и достоверности раскрываемой финансовой информации.
5. Рассмотрение плана движения денежных средств в целях планирования поступлений платежей и определения вероятности их отсрочки и оценка на его основе возможности заемщика своевременно погасить ссуду.
5. Сценарный анализ и оценка устойчивости заемщика к экстремальным изменениям экономической среды.

6. Анализ положения предприятия на рынке по отношению к другим конкурентам в отрасли.
7. Оценка высшего управленческого звена предприятия, его стратегий, методов управления и эффективности деятельности на основе достигнутых результатов.
8. Оформление необходимой документации для предоставления кредита, отражающей такие существенные условия, как:
 - обеспечение возврата ссуды;
 - ограничения по размеру задолженности;
 - оценку финансового состояния и обязательств заемщика;
 - гарантии, предоставляемые материнским (дочерним) предприятием или третьим лицом;
 - условия наступления дефолта и т. д.

Среди большого количества методик для оценки кредитного риска можно выделить классический подход к анализу кредитоспособности заемщика, который широко использовался финансовыми учреждениями на протяжении последнего столетия и по сей день применяется при анализе кредитных рисков. Согласно этому подходу, процесс оценки кредитного риска заемщика заключается в оценке:

- кредитоспособности заемщика;
- риска кредитного продукта.

Целью проведения данного анализа является классификация потенциальных заемщиков по степени риска неплатежеспособности, что необходимо для принятия решений о предоставлении кредита. Количество групп риска выбирается произвольно с учетом уровня градации, до которого необходимо осуществить распределение кредитов, например 10 групп, 8, 6 и т. п. При этом необходимо учитывать, что при выборе большого количества групп грани между ними стираются, и это приводит к трудностям при классификации ссуд.

Следует отметить, что степень формализации используемых методов кредитного анализа является важным фактором эффективности их применения. Если в банке имеется несколько подразделений (в том числе в филиалах и отделениях), которые непосредственно осуществляют выдачу кредитов, то, как правило, кредитный анализ может осуществляться одновременно многими сотрудниками с разным уровнем подготовки, практическим опытом и суждениями о финансовом состоянии заемщиков. В результате это может привести к неоднородным оценкам качества кредитов и противоречащим заключениям по идентичным ссудам. Таким образом, решение этой проблемы сводится к выработке более или менее формализованного подхода, позволяющего единообразно оценивать уровень риска кредитов в различных подразделениях, либо к концентрации всех специалистов, занимающихся кредитным анализом, в одном подразделении для обеспечения согласованной оценки уровня риска (что зачастую недостижимо в крупных финансовых учреждениях).

Анализ кредитоспособности заемщика осуществляется поэтапно. На первом, самом важном, этапе проводится комплексный анализ финансового состояния заемщика, включающий в себя [18]:

- анализ структуры активов и пассивов;
- анализ денежных потоков;
- анализ финансовой устойчивости предприятия;
- оценку эффективности деятельности предприятия.

При анализе структуры активов и пассивов заемные средства предприятия группируются по степени их напряженности, а активы — по степени их ликвидности и осуществляется оценка изменений структуры активов и пассивов в динамике. Для оценки финансового состояния предприятия используются перечисленные ниже основные аналитические коэффициенты:

1. **Коэффициент текущей ликвидности***, характеризующий платежеспособность предприятия в период, равный средней продолжительности одного оборота краткосрочной дебиторской задолженности:

$$\frac{\text{Оборотные средства}}{\text{Краткосрочная кредиторская задолженность}}.$$

2. **Коэффициент быстрой ликвидности**, который показывает возможности предприятия по погашению текущих обязательств за счет наиболее ликвидных активов:

$$\frac{\text{Денежные средства} + \text{Дебиторская задолженность} + \text{Прочие ликвидные активы}}{\text{Краткосрочная кредиторская задолженность}}.$$

3. **Коэффициент напряженности обязательств**, который указывает на долю текущих обязательств в дневном обороте заемщика:

$$\frac{\text{Краткосрочная кредиторская задолженность}}{\text{Дневная выручка от реализации}}.$$

5. **Коэффициент финансовой независимости**, свидетельствующий об уровне собственных средств предприятия**:

$$\frac{\text{Собственные средства}}{\text{Заемные средства}}.$$

5. **Коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами**, который показывает долю собственных оборотных средств в оборотном капитале:

$$\frac{\text{Собственные оборотные средства}}{\text{Оборотные средства}}.$$

* В отечественной финансово-экономической литературе этот показатель называется также коэффициентом покрытия.

** Обратное соотношение (*debt-to-equity ratio* — *D/E*) широко используется в качестве показателя так называемого «финансового рычага» (*financial leverage/gearing*).

6. **Коэффициент рентабельности продаж**, отражающий эффективность основной деятельности предприятия за данный период времени:

$$\frac{\text{Прибыль от реализации}}{\text{Выручка от реализации}}$$

7. **Коэффициент оборачиваемости**, показывающий скорость оборота активов предприятия за определенный период времени.

$$\frac{\text{Всего активов}}{\text{Выручка от реализации}}$$

Рассчитанные значения этих коэффициентов для потенциального заемщика сравниваются со среднеотраслевыми или нормативными значениями, и по результатам этого сравнения делается вывод о текущем финансовом положении заемщика. Весьма важным аспектом при анализе кредитоспособности заемщика является проведение анализа качества финансовой отчетности, при этом необходимо обратить внимание на согласованность финансовой отчетности, на наличие расхождений или неточностей в расчетах, а также на наличие аудиторского заключения. Заметим, что при предоставлении гарантии или поручительства третьего лица по ссуде может потребоваться анализ финансового состояния также и этого поручителя или гаранта.

На втором этапе осуществляется анализ деятельности высшего управленческого звена предприятия-заемщика посредством экспертной оценки уровня его профессионализма, компетентности, используемых стратегий и достигнутых результатов.

Далее необходимо провести анализ отрасли, к которой принадлежит данное предприятие, а также позиции предприятия на рынке по отношению к конкурентам по отрасли.

На завершающем этапе оценивается страновой риск. Эта оценка заключается в проведении анализа текущей ситуации и перспектив развития в экономической и политической сферах, возможных изменений политики регулирующих органов и т. д. (см. п. 5.20).

На основании проведенного комплексного анализа заемщик относится к одной из групп риска в соответствии с его кредитоспособностью. После этого необходимо оценить группу риска *кредитного продукта*. Существует ряд факторов, оказывающих влияние на группу риска кредитного продукта, в том числе:

- срок кредитного продукта: чем меньше срок до погашения кредитного продукта, тем ниже риск, и наоборот. Это объясняется тем, что точность прогноза финансового состояния предприятия на относительно короткие периоды намного выше, чем на более продолжительные горизонты;
- ставка процента;
- условия предоставления кредита или ограничения, наложенные на заемщика при предоставлении кредита;

- обеспечение по кредиту как гарантия возврата (части) денежных средств, оказывающее первостепенное влияние на группу риска кредитного продукта;
- поддержка со стороны третьих лиц, выраженная, например, в предоставлении рекомендаций, гарантий и т. д.

5.7. Понятие кредитного рейтинга

После проведения кредитного анализа на основе оценок основных финансовых коэффициентов и прочих факторов, свидетельствующих о платежеспособности заемщика, можно установить общий показатель его риска путем отнесения к определенной группе риска, т. е. присвоить ему кредитный рейтинг.

Кредитный рейтинг (*credit rating*) представляет собой интегральную оценку финансовой устойчивости и платежеспособности страны, заемщика или отдельного кредитного продукта. Рейтинг выражает мнение агентства относительно будущей способности и намерения заемщика осуществлять выплаты кредиторам в погашение основной суммы задолженности и процентов по ней своевременно и в полном объеме.

Кредитные рейтинги обычно выставляются и публикуются специализированными рейтинговыми агентствами, наиболее известными из которых являются *Moody's* и *Standard & Poor's**.

В табл. 5.1 представлены шкалы кредитных рейтингов, которые используют в своей деятельности ведущие мировые рейтинговые агентства. Рейтинговые оценки выставляются в соответствии с характеристиками заемщика, а также с учетом срока обращения обязательств (краткосрочные обязательства могут получить более высокий рейтинг).

Кредитные рейтинги отражают объективную оценку вероятности дефолта и используются для определения характера инвестиций. Так, всю шкалу кредитных рейтингов принято делить на два диапазона:

- **инвестиционное качество** (*investment grade*) — облигации с рейтингом не ниже BBB (по шкале *S&P*) или Baa (по шкале *Moody's*). Консервативным институциональным инвесторам (пенсионным и страховым фондам) рекомендуется приобретать облигации с рейтингом не ниже этого уровня;
- **спекулятивное качество** (*speculative grade*) — облигации с рейтингом более низким, чем инвестиционное качество. Такие облигации часто называют «бросовыми» или «мусорными» (*junk bonds*).

* Рейтинги агентства *Moody's* учитывают как вероятность дефолта, так и ожидаемый уровень восстановления задолженности, а рейтинги *Standard & Poor's* в большей степени отражают вероятность дефолта (подробнее см. п. 5.11–5.12, 5.25) согласно [17]. Этим могут объясняться расхождения в рейтинговых оценках, выставленных этими агентствами для одного и того же заемщика или финансового инструмента.

Таблица 5.1

ШКАЛЫ КРЕДИТНЫХ РЕЙТИНГОВ

Класс облигации		Доходность к погашению по облигации	Рейтинговое агентство			
			Duff & Phelps	Fitch IBCA	Moody's	Standard & Poor's
Инвестиционное качество	Наивысшее качество («золотообрезные»)	Самая низкая	AAA	AAA	Aaa	AAA
	Высокое качество		AA	AA	Aa	AA
	Качество выше среднего		A	A	A	A
	Среднее качество	Ниже среднего	BBB	BBB	Baa	BBB
Спекулятивные («мусорные») инвестиции	Преимущественно спекулятивные		BB	BB	Ba	BB
	Спекулятивные, низкое качество		B	B	B	B
	Низкое качество, возможен отказ от платежей	Выше среднего	CCC	CCC	Caa	CCC
	Наиболее спекулятивные			CC	Ca	CC
	Наинизшее качество, нет процентов			C	C	C
	Задолженность или отказ от платежей, сомнительная стоимость	Самая высокая	DD	DDD DD D		D

Агентства *Standard & Poor's*, *Duff & Phelps* и *Fitch IBCA* используют символы «+» и «-» для обозначения лучших и худших облигаций в данной категории соответственно (например, BB-); *Standard & Poor's* использует символ «p» для обозначения предварительного рейтинга. Агентство *Moody's* использует символ «1» для обозначения лучших облигаций в данной категории, «2» — средних в категории и «3» — низших в категории (например, Baa1); «Col» обозначает условный рейтинг [28].

Определение кредитного рейтинга предприятия осуществляется рейтинговым агентством на основе определенной системы критериев, важнейшими из которых являются финансовые коэффициенты. Данные, приведенные в табл. 5.2, представляют собой средние показатели по зарубежным промышленным корпорациям.

Таблица 5.2

**СРЕДНИЕ ЗНАЧЕНИЯ ФИНАНСОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ПО РЕЙТИНГАМ STANDARD & POOR'S**

Рей- тинг	Совокупные обязательства/ капитал, %	Долгосрочные обязательства/ капитал, %	Прибыль до уплаты процентов, налогов и амортизационных отчислений/процент- ные платежи, %	Прибыль до уплаты процентов и налогов/процентные платежи, %
AAA	31,8	21,4	18,7	12,9
AA	37,0	29,3	14,0	9,2
A	39,2	33,3	10,0	7,2
BBB	46,4	40,8	6,3	4,1
BB	58,5	55,3	3,9	2,5
B	71,4	68,8	2,3	1,2

По усредненным данным (медиана) за 1996–1998 гг.

Источник: [35].

Как видно из таблицы, компании с высоким рейтингом характеризуются сравнительно меньшими обязательствами, большим капиталом и денежным потоком, чем заемщики, обладающие низким кредитным рейтингом.

5.7.1. Системы внутренних кредитных рейтингов

В основе процесса управления кредитными рисками в большинстве банков лежит **классификация потенциальных клиентов и контрагентов по уровню риска** (*credit scoring*) на основе собственной системы **внутренних кредитных рейтингов** (*internal credit rating*) с целью объективного учета финансового состояния заемщика, отрасли экономики, к которой он принадлежит, а также особенностей самого банка-кредитора при принятии им решения о выдаче ссуды.

На практике для этой цели используются различные классификационные шкалы, насчитывающие, как правило, от пяти до десяти и даже двенадцати градаций риска. Некоторые финансовые институты применяют одновременно две независимые системы рейтингов.

Системы кредитного рейтинга дают возможность сотрудникам кредитного отдела проанализировать кредитные заявки путем оценки ограниченного числа ключевых факторов платежеспособности контрагента, отражающих вероятность погашения им долга в полном объеме и в срок. Для этих целей разрабатываются весьма сложные модели со значительным количеством критериев оценки на основе множественного дискриминантного анализа. Хотя

каждый банк устанавливает критерии оценки индивидуально, как правило, они руководствуются такими показателями, как:

- оценка внешней среды контрагента (данные по состоянию экономики, отрасли и характеристикам деятельности контрагента, таким как доля на рынке, география операций и др.);
- оценка качества управления (опыт, компетентность, преемственность управления, деловые качества руководства);
- кредитная история (длительность и прочность взаимоотношений заемщика с данным банком и другими кредитными организациями, своевременность погашения обязательств);
- характеристики кредитного продукта (срок, сумма, проценты, обеспечение, условия предоставления);
- анализ бухгалтерской отчетности и основных финансовых коэффициентов (рентабельность, соотношение собственных и заемных средств, план поступления денежных средств и др.).

Полученные рейтинговые оценки могут использоваться для составления отчетности о качестве кредитного портфеля, определения необходимого уровня собственного капитала и резервов, анализа рентабельности кредитного портфеля и кредитующих подразделений, определения стоимости кредитных продуктов и принятия прочих управленческих решений. Кроме того, применение современных статистических моделей оценки кредитного риска портфеля требует наличия рейтинговой системы и исторических данных о величине потерь по ссудам и вероятностях изменений рейтинговых оценок.

Важным условием эффективной работы внутрибанковской рейтинговой системы является правильное распределение ответственности за оценку кредитного риска между персоналом различных подразделений. Для этого необходимо предусмотреть в оргструктуре компании независимое от основных бизнес-процессов подразделение, занимающееся установлением кредитных рейтингов и мониторингом состояния кредитного портфеля.

5.8. Общая характеристика моделей оценки кредитного риска

Последние двадцать лет ознаменовались значительным прогрессом в развитии методов оценки кредитных рисков, предпосылками которого явились следующие тенденции:

- *дерегулирование финансового сектора*, означающее значительное сокращение вмешательства государства в деятельность финансовых учреждений. Отмена многих существовавших ранее ограничений открыло возможности для успешного продвижения на рынки новых видов финансовых услуг;
- *расширение банковского кредитования* как по объему операций, так и по количеству заемщиков;
- *увеличение рисков по забалансовым операциям банков*, в особенности по сделкам с производными финансовыми инструментами;

- *секьюритизация активов* — выпуск ценных бумаг, обеспеченных определенными активами. Секьюритизация повысила роль рынка капитала как механизма привлечения средств в ущерб традиционному кредитованию, что подтолкнуло банки к разработке более эффективных инструментов управления кредитными рисками;
- *значительный прогресс финансовой теории*, обозначивший новые направления для моделирования кредитных рисков.

В целом, модели оценки кредитного риска призваны дать ответ на вопрос, какова вероятность того, что заемщик окажется неплатежеспособным, и какой должна быть стоимость предлагаемого ему кредитного продукта с учетом прошлого опыта и прогнозов относительно будущего.

Все существующие модели оценки кредитного риска можно классифицировать:

- по лежащим в их основе математическим методам;
- по сфере применения;
- по предмету исследования.

Развитие кредитного риск-менеджмента в последние годы было обусловлено применением современных математических методов, таких как анализ выживаемости, вероятностное и статистическое моделирование, математическое программирование, теория игр, нейронные сети и др. По применяемому математическому аппарату модели оценки кредитного риска можно классифицировать следующим образом [17]:

1. **Эконометрические модели** на основе линейного и многомерного дискриминантного анализа, регрессионного анализа (в частности, логит- и пробит-модели, используемые для прогнозирования вероятности дефолта как функции от нескольких независимых переменных), анализа выживаемости, позволяющего получать оценки вероятности наступления события (например, смерти, дефолта), и др.
2. **Нейронные сети** — компьютерные алгоритмы, имитирующие работу человеческого мозга посредством взаимодействия взаимосвязанных «нейронов». В нейросетях используют те же входные данные, что и при эконометрическом подходе, выделяя взаимосвязи между ними посредством многократного повторения, методом проб и ошибок.
3. **Оптимизационные модели**, основанные на методах математического программирования, позволяют минимизировать ошибки кредитора и максимизировать прибыль с учетом различных ограничений. С помощью методов математического программирования, в частности, определяют оптимальные доли клиентов в портфеле ссуд и/или оптимальные параметры кредитных продуктов.
5. **Экспертные системы**, использующиеся для имитации процесса оценки риска, осуществляемого опытным и квалифицированным специалистом при принятии кредитного решения. Составляющими экспертной системы являются набор логических правил вывода, база знаний, содержащая количественные и качественные данные об объекте принятия решений, а также модуль для ввода ответов пользователя на вопросы системы.

5. **Гибридные системы**, которые используют вычисления, статистическое оценивание и имитационное моделирование и могут быть основаны на причинно-следственных отношениях. Например, к ним относится модель *EDF* компании *KMV*, предназначенная для оценки вероятности дефолта, которая подробно рассматривается в п. 5.13.2.2.

Последовательность построения модели заключается в выявлении взаимосвязей между переменными, в выборе методов для оценки входных параметров и в оценке точности модели.

Модели оценки кредитного риска могут применяться в различных сферах деятельности, в том числе:

- при принятии решений о предоставлении кредита;
- при определении внутреннего или внешнего кредитного рейтинга;
- для расчета стоимости кредитных продуктов;
- как **система «раннего предупреждения»** (*early warning system*), своевременно указывающая на потенциальную вероятность потерь и способствующая принятию мер по сокращению кредитного риска;
- для выработки стратегии взаимоотношений с клиентами (например, если модель показывает, что заемщик испытывает временные трудности с ликвидностью, то, возможно, следует не отказывать ему в кредитовании, а определить соответствующие этому случаю условия).

5.8.1. «Внутренний» и «рыночный» подходы к оценке кредитного риска

По предмету исследования выделяют два основных альтернативных подхода к оценке и управлению кредитными рисками [9]:

- 1) **«внутренний» подход**, в котором банк на основе собственных методик оценивает как ожидаемое значение, так и волатильность будущих потерь вследствие кредитного риска;
- 2) **«рыночный» подход**, который нацелен на определение стоимости кредитного риска, устанавливаемой финансовым рынком. Обычно эта оценка выражается в виде разницы в доходности (кредитного спреда) по инструментам, связанным с кредитным риском, по сравнению с доходностью по безрисковым (государственным) облигациям или займам.

«Внутренний» подход предполагает, что ожидаемые потери являются функцией вероятности дефолта, стоимости продукта или инструмента, подверженного риску дефолта, и той части этой стоимости, которая будет безвозвратно потеряна в случае дефолта. В той мере, в какой ожидаемые (средние) потери являются прогнозируемыми, они должны рассматриваться как нормальные, регулярно повторяющиеся издержки данного вида деятельности и напрямую относиться на ее себестоимость, т. е. должны включаться в цену кредитного продукта. Иными словами, средний риск кредитных потерь «перекладывается» на контрагентов и клиентов банка через механизм ценообразования оказываемых услуг. Однако волатильность (разброс) потерь возле ожидаемого значения уже не может быть «перенесена» на клиентов — для ее по-

крытия с заданным уровнем доверия необходим резерв собственного капитала, стоимость формирования и обслуживания которого должна быть компенсирована за счет доходности оказываемых услуг, скорректированной на риск. Учет портфельных эффектов с целью снижения размера капитала требует оценки корреляции между разбросом потерь по различным заемщикам вокруг их средних значений, при том что сами ожидаемые потери являются аддитивными. Размер резервируемого капитала определяется на основе волатильности потерь по портфелю в целом*.

Особенностью «рыночного» подхода является то, что кредитный спред включает в себя указанные выше составляющие кредитного риска, т. е. в нем проблематично выделить ту часть, которая соответствует ожидаемым потерям, и оставшуюся часть, которая взимается как компенсация волатильности потерь. Столь же затруднительно выделить в величине кредитного спреда «вклады», вносимые в нее вероятностью дефолта и уровнем безвозвратных потерь в случае дефолта. Изменения рыночного спреда в рамках этого подхода прогнозируются на довольно короткие периоды времени (дни или недели). Учет портфельных эффектов осуществляется по аналогии с оценкой рыночного риска в виде показателя VaR — по наблюдаемым на рынке корреляциям между кредитными спредами. Размер капитала под покрытие потерь вследствие кредитного риска определяется аналогично рыночному риску.

«Внутренний» подход традиционно доминирует в коммерческих банках для оценки риска ссуд, а «рыночный» подход преимущественно используют инвестиционные банки, компании и фонды при оценке кредитного риска вложений в корпоративные облигации. Последний подход имеет много общих преимуществ с подходом к оценке рыночного риска, главным из которых является возможность оценивать эффективность инвестиционных стратегий для «внешних» инвесторов, которые не имеют доступа к той информации, которой располагают «инсайдеры». Соответственно одним из основных недостатков «внутреннего» подхода является возможность манипуляции параметрами расчета со стороны «инсайдеров».

С другой стороны, «рыночный» подход реализуем только при наличии публикуемых цен долговых обязательств, по которым, как предполагается, можно немедленно открыть или ликвидировать позицию. Как известно из истории, это условие выполнялось в гораздо большей степени для облигаций, нежели для ссуд и займов, которые по своей природе являются низколиквидными активами. Однако некоторые тенденции последнего времени благоприятствуют применению «рыночного» подхода также и к оценке риска банковских кредитов, в частности:

- рост объемов вторичного рынка банковских ссуд, следствием чего является большая регулярность и устойчивость рыночных котировок на покупку и продажу данных активов;

* Для оценки доходности портфеля с учетом кредитного риска можно использовать отношение ожидаемой доходности к непредвиденным потерям, которое по своей сути аналогично коэффициенту Шарпа (отношение доходности сверх безрисковой ставки к волатильности доходности), применяемому для оценки доходности портфелей акций с учетом совокупного риска. Чем выше соотношение ожидаемой доходности и непредвиденных потерь, тем более «эффективным» является данный портфель.

- рост рынка кредитных производных инструментов, позволяющих покупать или продавать кредитный риск, связанный с ссудами, если сами базисные активы не торгуются на рынке.

5.9. Модели оценки кредитоспособности на основе бухгалтерских данных

Классический кредитный анализ традиционно применяется банками для оценки кредитоспособности заемщика на основе таких показателей, как деловая репутация, размер капитала, уровень «финансового рычага», колебания рентабельности, предлагаемое обеспечение и т. д. Однако проведение такого рода анализа требует больших затрат времени и средств на оплату труда квалифицированных экспертов. Поэтому банки стали склоняться к формализации процесса принятия решений по кредитованию, а с появлением современных математических методов неплатежеспособность стала предметом серьезных статистических исследований. Большинство исследований в этой сфере были построены на использовании дискриминантного анализа. Одна из наиболее успешных работ в этой области принадлежит Альтману, который опубликовал в 1968 г. описание своей «Z-модели», получившей широкую известность и применение на практике.

5.9.1. Z-модель Альтмана

Z-модель Альтмана (Altman's Z-score) представляет собой статистическую модель, которая на основе оценки показателей финансового положения и платежеспособности компании позволяет оценить уровень риска банкротства [17].

Модель Альтмана была построена при помощи **множественного линейного дискриминантного анализа** (*multiple discriminant analysis — MDA*) — статистического метода, который позволяет подобрать такие классифицирующие переменные, дисперсия которых между рассматриваемыми группами была бы максимальной, а внутри этих групп — минимальной. В данном случае классификация производилась только по двум группам: компании, потерпевшие в последующем банкротство, и компании, сумевшие его избежать. Построение такой модели представляет собой пошаговый процесс, в ходе которого последовательно включаются или исключаются переменные на основе различных статистических критериев.

Первоначально в модели использовалось 22 различных финансовых показателя, на основе которых был осуществлен пошаговый дискриминантный анализ 66 компаний, 33 из которых успешно функционировали и 33 потерпели банкротство. В ходе анализа коэффициенты, имеющие наименьшую статистическую значимость, отсеивались, после чего анализ статистической значимости коэффициентов повторялся. В результате в модели осталось только пять основных финансовых показателей (см. табл. 5.3). Когда число коэффициентов уменьшили с пяти до четырех, статистическая точность модели резко понизилась, и был сделан вывод о том, что дискриминантная функция с пятью переменными является наиболее предпочтительной:

$$Z = 1,2X_1 + 1,4X_2 + 3,3X_3 + 0,6X_4 + 0,999X_5. \quad (5.1)$$

По результатам анализа было определено, что 1,81 и 2,99 — это критические значения для индекса кредитоспособности Z . Для компаний, у которых $Z < 1,81$, высока вероятность банкротства в течение ближайших одного-двух лет, в то время как у фирм с индексом $Z > 2,99$ финансовое положение достаточно устойчиво. При попадании значения индекса в интервал между 1,81 и 2,99 прогноз финансового состояния затруднителен.

Суть подхода Альтмана заключается в выборе двух групп предприятий (ответственно обанкротившихся и продолжавших функционировать) и проведении дискриминантного анализа на основе финансовых показателей этих предприятий, взятых по состоянию за один год до объявления дефолта (см. табл. 5.4). В результате по группе предприятий, которые объявили о своем банкротстве, модель правильно предсказала это событие в 31 случае из 33 (94%) и ошиблась в 2 случаях (6%). По второй группе компаний, которые избежали банкротства, модель ошибочно спрогнозировала дефолт только в 1 случае (3%), а в оставшихся 32 случаях (97%) была предсказана незначительная вероятность банкротства, что и подтвердилось в действительности.

Таблица 5.3

**СРЕДНИЕ ЗНАЧЕНИЯ И F-СТАТИСТИКИ ПО ГРУППАМ
ДЛЯ ПЕРЕМЕННЫХ Z-МОДЕЛИ АЛЬТМАНА**

Финансовый коэффициент	Среднее значение по группе*	Среднее значение по группе**	F-статистика
$X_1 = \frac{\text{Собственный оборотный капитал}}{\text{Всего активов}}$	-6,1%	41,4%	32,60
$X_2 = \frac{\text{Нераспределенная прибыль}}{\text{Всего активов}}$	-62,6%	35,5%	58,86
$X_3 = \frac{\text{Прибыль до выплаты процентов и налогов}}{\text{Всего активов}}$	-31,8%	15,4%	26,56
$X_4 = \frac{\text{Рыночная стоимость капитала}}{\text{Балансовая стоимость обязательств}}$	40,1%	247,7%	33,26
$X_5 = \frac{\text{Выручка от реализации}}{\text{Всего активов}}$	1,5 раза	1,9 раза	2,84

* Рассчитано по выборке компаний, объявивших о банкротстве.

** Рассчитано по выборке компаний, избежавших банкротства.

Источник: [17].

Аналогичные расчеты были осуществлены на основе финансовых показателей за два года до банкротства. Как видно из табл. 5.5, в этом случае результаты более размыты, особенно по группе компаний, объявивших дефолт, тогда как по второй группе компаний точность осталась примерно на прежнем уровне. Общая точность классификации по модели Альтмана составила 95% за год и 82% за два года до банкротства.

Таблица 5.4

**РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОГНОЗА
ПО МОДЕЛИ АЛЬТМАНА (ЗА ГОД ДО БАНКРОТСТВА)**

Группа	Количество наблюдений	Прогноз: принадлежность к группе 1	Прогноз: принадлежность к группе 2
Группа 1 (компании, объявившие о банкротстве)	33	31 (94,0%)	2 (6,0%)
Группа 2 (компании, избежавшие банкротства)	33	1 (3,0%)	32 (97,0%)

Общая точность классификации — 95,0%

Источник: [17].

Таблица 5.5

**РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОГНОЗА
ПО МОДЕЛИ АЛЬТМАНА (ЗА ДВА ГОДА ДО БАНКРОТСТВА)**

Группа	Количество наблюдений	Прогноз: принадлежность к группе 1	Прогноз: принадлежность к группе 2
Группа 1 (компании, объявившие о банкротстве)	33	23 (72,0%)	9 (28,0%)
Группа 2 (компании, избежавшие банкротства)	33	2 (6,0%)	31 (94,0%)

Общая точность классификации — 82,0%

Источник: [17].

Таким образом, модель Альтмана дает достаточно точный прогноз вероятности банкротства с горизонтом в один-два года. Практическая значимость Z-модели заключается в ее сравнительной простоте и возможности использования для оценки кредитоспособности компании и определения кредитного рейтинга заемщика.

Для оценки прогнозной точности модели используют два критерия:

- 1) точность определения компаний, которые в последующем действительно потерпели банкротство, как потенциально некредитоспособных (при неверной идентификации допускается ошибка I рода);
- 2) точность определения компаний, которые избежали банкротства, как потенциально кредитоспособных (при неверной идентификации допускается ошибка II рода).

Наиболее важным является первый критерий, т. е. точное определение предприятий, которым грозит банкротство, так как ошибки I рода непосред-

ственно ведут к убыткам для кредитора. Что касается второго критерия, то неточность модели ведет к отказу в предоставлении кредита, и если предсказанное банкротство не происходит в реальности, то потери выражаются лишь в виде недополученной прибыли (процентов по кредиту).

Модель Альтмана применяется также для присвоения кредитного рейтинга корпоративным облигациям, что позволяет оценить на основе статистических данных по дефолтам среднюю вероятность дефолта заемщиков с данным рейтингом.

Впоследствии модель Альтмана (5.1) неоднократно видоизменялась и совершенствовалась. Так, Альтман, Хартцель и Пек в 1993 г. модифицировали исходную модель, предназначенную для анализа корпораций, заменив рыночную стоимость на балансовую при расчете коэффициента X_5 . При этом они получили следующую модель для прогнозирования банкротства частных предприятий, не имеющих акций в обращении [17]:

$$Z' = 0,717X_1 + 0,847X_2 + 3,107X_3 + 0,420X_4 + 0,998X_5. \quad (5.2)$$

Заметим, что значение F -статистики при расчете коэффициента X_1 по балансовой стоимости компании стало ниже (25,8), чем показатель при расчете по рыночной стоимости (33,3).

Для использования индекса кредитоспособности Z на развивающихся рынках исходная модель была видоизменена и получила название «**скоринг развивающихся рынков**» (*emerging market scoring — EMS*). Процесс определения кредитного рейтинга с целью выдачи ссуд мексиканским предприятиям на основе использования Z -модели осуществлялся следующим образом.

1. Расчет значения индекса EMS для предприятия и определение «эталонного» кредитного рейтинга на основе калибровки модели EMS по эквивалентным рейтингам корпоративных облигаций США.
2. Анализ облигаций компании на уязвимость с точки зрения способности обслуживать обязательства, выраженные в иностранной валюте. Уязвимость определяется как соотношение доходов в инвалюте за вычетом издержек к расходам в инвалюте. Рассчитанный денежный поток в инвалюте соотносится с валютными обязательствами на следующий год и осуществляется корректировка рейтинга в сторону понижения в зависимости от степени уязвимости.
3. Корректировка рейтинга в сторону понижения (повышения), если риск компании признается большим (меньшим) по сравнению с эквивалентным рейтингом облигаций, определенным в п. 1.
5. Корректировка в сторону понижения (повышения) в зависимости от положения компании на рынке и в отрасли.
5. Корректировка рейтинга в сторону повышения при наличии особых условий, таких как дополнительного обеспечения или надежных гарантий.
6. Расчет показателя X_4 из табл. 5.3 с заменой рыночной стоимости акции на балансовую и соотнесение полученного результата с эквивалентным рейтингом облигаций. Если наблюдаются существенные расхождения в рейтинге, то окончательный рейтинг корректируется в сторону повышения или понижения.

5.9.2. Модель ZETA

В 1977 г. Альтман, Холдмен и Нараянан представили модель оценки кредитоспособности второго поколения, более детализированную и точную по сравнению с исходной Z-моделью [17]. Их целью было построение модели прогноза вероятности дефолта для больших компаний, стоимость активов которых в среднем составляла 100 млн. долл. за два года до банкротства.

Модель ZETA прогнозирует банкротство компаний с точностью до 90% за один год и с точностью свыше 70% вплоть до пяти лет до наступления банкротства. По результатам тестирования и применения модель ZETA показала большую точность, чем Z-модель, особенно при прогнозировании на продолжительные временные горизонты.

Первоначально в модели использовались 27 финансовых показателей, из которых впоследствии было отобрано только семь:

- X_1 — **рентабельность активов**: отношение **прибыли до выплаты процентов и налогов** (*earnings before interest and taxes — EBIT*) к совокупным активам;
- X_2 — **стабильность прибыли**, оцениваемая за последние 5–10 лет;
- X_3 — **показатель процентного покрытия** (*interest coverage*): отношение прибыли до выплаты процентов и налогов (*EBIT*) к общей сумме процентных платежей. Это один из основных показателей, обычно используемый при проведении фундаментального анализа ценных бумаг с фиксированными доходами и при определении их рейтинга;
- X_4 — **совокупная прибыльность**: отношение нераспределенной прибыли к сумме активов. Этот показатель учитывает такие факторы, как возраст компании, дивидендная политика и общий уровень доходности за время существования;
- X_5 — **коэффициент текущей ликвидности**: отношение оборотного капитала к краткосрочной кредиторской задолженности компании;
- X_6 — **отношение рыночной капитализации к балансовой стоимости капитала**, при этом капитализация оценивается в среднем за последние пять лет;
- X_7 — **размер компании**, оцениваемый как логарифм совокупных активов компании.

Области применения Z-модели и модели ZETA

- **Формирование кредитной политики банка.** С помощью этих моделей можно накладывать определенные ограничения на кредитную политику финансового института, в частности путем задания лимитов кредитования.
- **Осуществление кредитного контроля.** Модели сигнализируют о нарастании или уменьшении вероятности дефолта заемщика, указывая тем самым на необходимость принятия экстренных мер.
- **Определение стоимости кредита.** Модели могут применяться для расчета премии за риск, которая компенсирует ожидаемые потери в случае дефолта, а также суммы кредита с учетом прогноза непредвиденных потерь.

- Оценка кредитного риска, классификация и структуризация активов, подлежащих секьюритизации. Например, финансовый институт, обладающий большим портфелем ипотечных кредитов, выводит их за баланс и выпускает обеспеченные ими облигации, купонная ставка по которым пропорциональна выплатам в счет погашения ипотечных ссуд. Такие операции позволяют получить дополнительное финансирование за счет реализации части ссудного портфеля, что позволяет увеличивать оборот и получать большую прибыль.

Недостатки Z-модели и модели ZETA

Слабые стороны этих моделей заключаются в следующем:

- обе модели являются чисто эмпирическими, «подогнанными по выборке» и не основываются на какой-либо состоятельной теоретической концепции*;
- в моделях используются данные финансовой отчетности, которые могут лишь частично отражать реальное состояние предприятия или отражать его с задержкой;
- обе модели являются линейными.

5.10. Основные составляющие кредитного риска

Хотя кредитный риск следовало бы рассматривать как любое (отрицательное) изменение рыночной стоимости активов в результате изменения мнений участников рынка о возможности объявления дефолта в будущем, предметом нашего дальнейшего анализа будет только сами последствия объявления дефолта. Согласно «внутреннему» подходу, риск дефолта можно рассматривать как функцию от следующих параметров:

- **вероятность наступления дефолта** (*probability of default — PD*), оцениваемая путем анализа финансового состояния заемщика или рыночной стоимости выпущенных им в обращение облигаций и акций. Прогноз вероятности дефолта и оценка корреляции между дефолтами для составляющих портфеля представляет собой центральную задачу при моделировании кредитного риска (см. п. 5.12–5.13);
- **подверженность кредитному риску** (*credit exposure — CE; exposure at default — EAD*), представляющая собой экономическую оценку стоимости активов, подверженных риску, в момент объявления дефолта. Для относительно простых инструментов, таких как ссуды или обыкновенные облигации, подверженность кредитному риску принимается постоянной и равной их номинальной стоимости, однако для производных инструментов распределение подверженности кредитному риску во времени будет иметь более сложный вид (см. п. 5.14);

* Неправильное теоретическое предположение, лежащее в основе обеих моделей, состоит в том, что компания с большим объемом финансовых обязательств станет банкротом, если она не будет получать достаточный объем прибыли

- **потери в случае дефолта** (*loss given default — LGD*), отражающие уровень потерь с учетом частичного восстановления активов, например путем реализации залога, исполнения гарантий и т. п. Так, если уровень восстановления равен 30% от общей суммы кредита, то потери в случае дефолта составят 70% от подверженности кредитному риску. Уровень восстановления задолженности может также существенно различаться по различным категориям контрагентов и видам кредитных продуктов (см. п. 5.15).

Кредитный риск выражается величиной **кредитных потерь** (*credit loss — CL*), которые можно оценить с помощью трех составляющих кредитного риска, перечисленных выше. Потери вследствие кредитного риска для одного актива можно формально представить как произведение перечисленных параметров:

$$CL = b \cdot CE \cdot LGD = b \cdot CE \cdot (1 - R), \quad (5.3)$$

где b — двоичная случайная переменная, принимающая значение 1 в случае наступления дефолта с вероятностью PD и 0 — в противном случае;
 CE — подверженность кредитному риску в момент объявления дефолта;
 R — уровень восстановления задолженности;
 $LGD = (1 - R)$ — безвозвратные потери в случае дефолта.

В общем случае все переменные, входящие в формулу (5.3), можно рассматривать как случайные величины. Предположим, что их совместное распределение описывается некоторой функцией плотности вероятностей $f(b, CE, LGD)$. Тогда **математическое ожидание** случайной величины CL , называемое **ожидаемыми потерями вследствие кредитного риска** (*expected credit loss — ECL*), определяется следующим образом:

$$E(CL) = \iiint b \cdot CE \cdot LGD \cdot f(b, CE, LGD) db dCE dLGD. \quad (5.4)$$

Если все параметры кредитного риска являются независимыми*, то совместную плотность распределения вероятностей можно представить в виде произведения плотностей каждой из этих величин, а выражение (5.4) сводится к виду:

$$E(CL) = \int b \cdot g(b) db \int CE \cdot \varphi(CE) dCE \int LGD \cdot \xi(LGD) dLGD. \quad (5.5)$$

где $g(b)$, $\varphi(CE)$, $\xi(LGD)$ — функции плотности распределения вероятностей соответствующих случайных величин.

* Это допущение значительно облегчает вычисления, однако не во всех случаях соблюдается на практике. Так, например, может наблюдаться отрицательная корреляция между вероятностью дефолта и уровнем восстановления задолженности на достаточно длительных интервалах времени (15–20 лет), что может объясняться, в частности, улучшением законодательной базы.

Отсюда следует, что ожидаемые потери можно оценить как произведение вероятности дефолта на среднюю подверженность кредитному риску и средний уровень безвозвратных потерь в случае дефолта:

$$ECL = PD \times E(CE) \times E(LCD). \quad (5.6)$$

Ниже мы остановимся подробнее на каждой из перечисленных составляющих кредитного риска.

5.11. Дефолт

Вероятность наступления дефолта находится в тесной взаимосвязи с экономическим развитием отрасли, региона и страны в целом — как известно, снижение темпов экономического роста влечет за собой рост числа банкротств. В свете этого прогноз вероятности дефолта должен осуществляться путем анализа как самого предприятия-контрагента, так и страны, в которой оно ведет свою деятельность.

5.11.1. Дефолт предприятия-контрагента

Вероятность дефолта контрагента может быть оценена на основе публикуемых кредитных рейтингов, которые, в свою очередь, присваиваются агентствами по результатам анализа финансовой отчетности предприятий. Важнейшие аналитические коэффициенты, рассчитываемые по бухгалтерским данным, были рассмотрены выше в п. 5.6, 5.9. Следует помнить, что бухгалтерская информация (при условии ее достоверности) отражает лишь текущее финансовое положение компании, а значит, дать оценку кредитному риску на ее основе можно лишь постфактум.

Главными индикаторами финансовой устойчивости предприятия являются коэффициент финансовой зависимости и коэффициент процентного покрытия. Очевидно, что при прочих равных условиях банкротство компании, характеризующейся высокой финансовой зависимостью и низким процентным покрытием, является более вероятным.

Кредитный рейтинг предприятия зависит также и от таких «внешних» факторов, как:

- финансовое положение страны базирования, стабильность ее банковской системы, государственная денежно-кредитная и бюджетная политика, политика по регулированию финансовых рынков;
- различия в юридических системах разных стран в части, касающейся порядка и процедур банкротства и защиты прав кредиторов;
- отраслевая принадлежность, так как предприятия, принадлежащие к различным секторам промышленности, могут иметь различные вероятности дефолта при одном и том же кредитном рейтинге.

Кредитный риск зависит не только от текущего состояния, но от будущих перспектив деятельности предприятия. Такая информация, как ожидаемые темпы роста, положение на рынке, чувствительность к финансовым рис-

кам и т. д., учитывается в цене обращающихся на финансовом рынке акций и долговых обязательств компании, являющихся опережающими индикаторами кредитного риска. Анализ «рыночных» переменных может дать более точный прогноз вероятности дефолта, если, конечно, предприятие размещает свои инструменты на рынках капитала.

5.11.2. Дефолт государства

Подходы к оценке кредитного риска страны существенно отличаются от оценки кредитного риска предприятия. Как известно, в случае банкротства частного или корпоративного заемщика кредитор получает право наложить арест на активы должника, частично компенсируя тем самым свои потери. В большинстве стран официальный процесс банкротства представляет собой централизованный процесс разрешения всех требований к компании-банкроту, который сводится к аресту имущества должника по распоряжению суда, объединению активов в конкурсную массу и распределению этих активов между кредиторами в соответствии с установленной законом очередностью.

Процесс банкротства подобного рода неприемлем в случае объявления дефолта государством, так как арест имущества страны-должника, находящейся на своей территории, практически невозможен. В лучшем случае кредиторы могут добиться наложения ареста на государственные активы, размещенные за рубежом, включая недвижимость и денежные средства в иностранных банках. Все это делает возможным объявление правительством дефолта по внешнему долгу не только из-за фактической невозможности выполнить свои обязательства, но и из-за нежелания делать это. Отсюда, в частности, следует, что уровень восстановления государственного долга должен быть ниже уровня восстановления корпоративной задолженности.

В отличие от предприятий у государства нет «финансовой отчетности» в общепринятом понимании, которую можно было бы использовать для прогнозирования дефолта. В этом случае необходимо проводить полноценный фундаментальный анализ экономики страны, обращая при этом особое внимание на соотношение обязательств в национальной и иностранной валютах, отношение суммы долга (и отдельно процентных платежей) к сумме годового экспорта, срочную структуру задолженности по срокам погашения, а также на такие базовые макроэкономические индикаторы, как рост или снижение ВВП, темп инфляции и уровень золотовалютных резервов. При проведении такого анализа проблема достоверности официальных статистических данных стоит еще более остро, чем при анализе бухгалтерской отчетности корпоративных заемщиков, что особенно ярко проявляется в отношении стран с развивающейся и переходной экономикой.

Ввиду этих факторов оценка странового кредитного риска обычно признается более субъективной по сравнению с оценкой риска корпоративных обязательств, а кредитный рейтинг страны представляет собой менее надежный показатель по сравнению с корпоративным рейтингом. В то же время для оценки риска дефолта государства можно использовать рыночный подход, основанный на анализе спредов доходности по государственным облигациям данной страны и развитых стран (подробнее см. п. 5.20.2).

5.11.3. Методы оценки вероятности дефолта

Все способы оценки риска дефолта можно подразделить на две группы [35]:

- 1) **актуарные методы**, позволяющие рассчитать *объективную* (как противоположную нейтральной к риску) оценку вероятности наступления дефолта на основе *статистических данных по дефолтам*;
- 2) **методы на основе рыночной стоимости** акций, облигаций или производных финансовых инструментов, с помощью которых определяют *нейтральную к риску* оценку риска дефолта и премию за риск (см. п. 5.13).

5.12. Актуарные методы оценки вероятности дефолта

Актуарные оценки вероятности дефолта рассчитываются рейтинговыми агентствами, которые классифицируют предприятия и их долговые обязательства по вероятности дефолта путем присвоения им различных кредитных рейтингов. При отсутствии внешнего рейтинга кредитор, имеющий собственную статистику, может определить внутренний кредитный рейтинг путем экспертных заключений или с помощью рассмотренных выше статистических моделей, использующих данные бухгалтерской отчетности компаний для установления эмпирической взаимосвязи между финансовыми показателями и возможностью дефолта (см. п. 5.9). Подобного рода модели, основанные на больших объемах данных, используют в своей деятельности и рейтинговые агентства.

Принимая классификацию заемщиков по кредитным рейтингам как заданную, основное внимание мы уделим расчету объективной вероятности дефолта, характерной для заемщиков с различным кредитным рейтингом.

5.12.1. Оценка вероятности дефолта на основе статистики дефолтов по облигациям

Наибольшую известность в области оценки вероятности дефолта по облигациям с различным кредитным рейтингом на основе **анализа выживаемости** (*survival analysis*) получили исследования, проведенные Альтманом в 1988–1997 гг. [17] и рейтинговыми агентствами *Moody's* [30]* и *Standard & Poor's* в 90-х годах.

Расчеты *Moody's* и *Standard & Poor's* основывались на обширных статистических данных, собранных этими крупнейшими рейтинговыми агентствами, и заключались в определении доли компаний-эмитентов, объявивших дефолт в данный год, из общего числа эмитентов с данным кредитным рейтингом. Традиционно они рассчитывали средние значения вероятности дефолта по облигациям без учета «возраста» облигации, т. е. периода с момента эмиссии облигации до момента расчета. Практика свидетельствует, что возраст облигации оказывает существенное влияние на вероятность дефолта, так как дефолт по облигациям, эмитированным относительно недавно, маловероятен, даже несмот-

* Результаты исследований *Moody's* находятся в открытом доступе в Интернете по адресу <http://www.moodysrms.com>.

ры на их, возможно, невысокий рейтинг. Этот факт объясняется наличием у эмитента в первые год-два средств, вырученных от реализации облигаций, которые повышают ликвидность компании и обеспечивают выполнение эмитентом своих обязательств, в частности по текущим купонным платежам.

В отличие от рейтинговых агентств *Standard & Poor's* и *Moody's*, Альтман анализировал только облигации, эмитированные в текущем году (т. е. период обращения которых не превышал одного года), учитывая тем самым возраст облигации. Кроме того, Альтман рассматривал не все обращающиеся на рынке корпоративные облигации, получившие кредитный рейтинг, а только «**прямые облигации***» (*straight bond*) с высокой доходностью, выпущенные компаниями США. В своих исследованиях он анализировал также вероятности дефолта и изменения рейтинга облигации за более продолжительные, чем один год, периоды времени с целью учета изменений макроэкономической конъюнктуры и собственных экономических циклов предприятия.

Еще одно важное отличие заключалось в том, что Альтман использовал объемные характеристики рынка облигаций, т. е. отношение объема (суммарной номинальной стоимости) выпусков прямых высокодоходных облигаций, по которым произошел дефолт, к общему объему такого рода облигаций на рынке. Напротив, агентства *Standard & Poor's* и *Moody's* опирались на количественные показатели, рассчитывая соотношение числа компаний — эмитентов облигаций, объявивших дефолт, и общего количества эмитентов, чьи облигации обращались на рынке, в разрезе кредитных рейтингов.

Преимущество подхода Альтмана заключается в получении *средневзвешенной* вероятности дефолта, где весами выступают относительные объемы выпусков облигаций, по которым был объявлен дефолт. Так, если две компании разместили на рынке свои облигации, то при прочих равных условиях преобладать в рыночном обороте будут облигации той компании, которая их выпустила в большем объеме, а следовательно, дефолт другой компании не окажет столь же сильного воздействия на рынок. С другой стороны, отдельные крупные дефолты могут существенно влиять на конъюнктуру рынка и вносить искажения в оценки вероятности дефолта для данного периода, что является недостатком такого подхода.

Для оценки вероятности дефолта по облигациям в разрезе кредитного рейтинга используются следующие показатели:

1. **Предельная вероятность дефолта** (*marginal mortality rate* — *MMR*) в течение t -го года с момента выпуска облигации в обращение. Этот показатель рассчитывается следующим образом**:

$$MMR_{(t)} = \frac{\text{Стоимость облигаций, по которым объявлен дефолт в год } t}{\text{Суммарный объем облигаций на начало года } t}. \quad (5.7)$$

* Облигация с фиксированной процентной ставкой без права досрочного погашения, не конвертируемая в акции эмитента.

** Эти показатели можно рассчитывать и по количеству эмитентов, однако подход Альтмана позволяет рассчитать средневзвешенные по объему выпусков вероятности дефолта.

Предельная вероятность дефолта отражает статистическую оценку вероятности дефолта по облигациям с определенным кредитным рейтингом в течение t -го года с момента ее выпуска в обращение. Этот показатель рассчитывается как среднее по выборке за n лет. Так, агентства *Moody's* и *Standard & Poor's* публикуют данные за последние 20 лет и более.

2. **Вероятность выживаемости** (*survival rate*) в течение t -го года:

$$SR_t = 1 - MMR_t. \quad (5.8)$$

3. **Вероятность выживаемости** на протяжении T лет:

$$SR_T = \prod_{t=1}^T SR_t. \quad (5.9)$$

5. **Вероятность дефолта** в год t при условии «выживаемости» в предшествующие годы:

$$MR_t = MMR_t \cdot SR_{t-1}. \quad (5.10)$$

Этот показатель отражает вероятность того, что эмитент с данным кредитным рейтингом объявит дефолт в течение t -го года с момента выпуска облигации в обращение при условии, что он «выживет» на протяжении предшествующих $t - 1$ лет.

5. **Кумулятивная вероятность дефолта** (*cumulative mortality rate — CMR*) за период времени в T лет:

$$CMR_T = \sum_{t=1}^T MR_t = 1 - \prod_{t=1}^T SR_t. \quad (5.11)$$

Кумулятивная вероятность дефолта — это вероятность того, что эмитент с данным кредитным рейтингом объявит дефолт в любой момент времени между датой выпуска облигации в обращение ($t = 0$) и концом года с порядковым номером T . Как следует из (5.11), кумулятивная вероятность дефолта рассчитывается как дополнение до единицы вероятности того, что эмитент «выживет» (т. е. не объявит дефолт) на протяжении всего периода времени T (см. рис. 5.1)

6. **Средняя вероятность дефолта** (*average mortality rate — AMR*):

$$AMR = 1 - \sqrt[T]{1 - CMR_T}. \quad (5.12)$$

Следует отметить, что при расчете кумулятивной вероятности дефолта возникает проблема временной неоднородности статистических данных. При одной и той же выборке объемом в n лет оценка кумулятивной вероятности дефолта за 1 год будет рассчитана по n наблюдениям, за 2 года — по

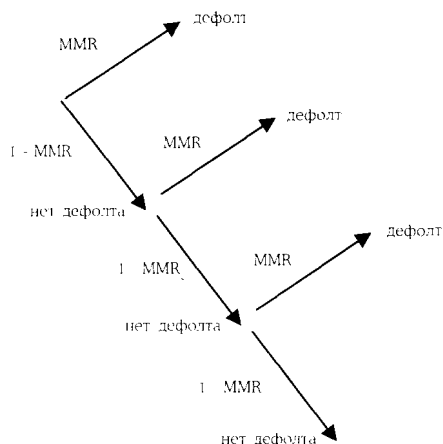


Рис. 5.1. Процесс наступления дефолта

($n - 1$) наблюдениям и т. д., за T лет — по ($n - T$) наблюдениям. Если T велико и сопоставимо по величине с объемом выборки, то полученная оценка вероятности дефолта будет основана на малом количестве наблюдений, а ее робастность (надежность) будет весьма низкой. Как и для рыночного риска, достоверная статистическая оценка вероятности сравнительно редких событий (таких, как дефолт) оказывается проблематичной.

Анализ статистики по приведенным показателям свидетельствует о том, что предельная вероятность дефолта *растет* на протяжении первых нескольких лет после выпуска облигаций в обращение (особенно ярко это проявляется для облигаций с рейтингом BBB, BB и B), затем *стабилизируется* и начинает *понижаться* для облигаций со сравнительно низким начальным кредитным рейтингом и *возрастать* для облигаций с высоким рейтингом (см. табл. 5.6). Эта закономерность объясняется тем, что для заемщика с очень высоким начальным рейтингом возможно только сохранение или снижение кредитного качества со временем, в то время как для заемщиков с низким кредитным рейтингом, «выживших» в течение первых нескольких лет с момента выпуска облигаций, вероятность объявления дефолта не будет проявлять тенденцию к росту на протяжении оставшихся до погашения лет.

Расхождения в оценках кумулятивного уровня дефолта наиболее сильно проявляются для первых 4–5 лет обращения облигаций на рынке (табл. 5.7).

Расчеты Альтмана дают гораздо более низкие значения вероятностей дефолта, чем у агентств *Moody's* и *Standard & Poor's*, в силу следующих отличий в методе исследования и исходных статистических данных:

Таблица 5.6

**ПРЕДЕЛЬНЫЕ ВЕРОЯТНОСТИ ДЕФОЛТА
(ПО ДАННЫМ РАСЧЕТОВ АЛЬТМАНА), %**

Рейтинг	Год с момента выпуска в обращение									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
AAA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AA	0,00	0,00	0,47	0,27	0,00	0,00	0,01	0,00	0,04	0,04
A	0,00	0,00	0,05	0,15	0,08	0,16	0,06	0,17	0,12	0,00
BBB	0,03	0,39	0,41	0,67	0,40	0,54	0,21	0,10	0,10	0,46
BB	0,44	0,98	3,41	1,78	2,80	1,33	2,75	0,29	1,69	4,22
B	1,41	4,31	7,27	6,93	7,06	6,24	3,76	1,96	1,26	1,64
CCC	2,46	16,57	17,69	12,17	4,50	12,98	1,63	5,71	0,00	4,41

Источник: [17].

- 1) использование денежных объемов эмиссии облигаций, а не количества эмитентов, объявивших дефолт;
- 2) использование данных только по «прямым» облигациям компаний США, исключая конвертируемые облигации и облигации иностранных компаний;
- 3) расчет вероятностей дефолта в разрезе фактических кредитных рейтингов облигаций с момента эмиссии и вплоть до 10 лет обращения на рынке;
- 4) учет «возраста» облигаций при расчете вероятности дефолта;
- 5) расчет вероятностей дефолта по аналогии с уровнем смертности с учетом случаев отзыва и погашения;
- 6) использование статистики за более продолжительный период времени (с 1971 по 1996 гг.).

В свете перечисленных особенностей подход Альтмана рекомендуется использовать для оценки риска, связанного с новыми выпусками облигаций. При анализе риска облигаций, уже находящихся в обращении продолжительное время, можно опираться на данные, публикуемые рейтинговыми агентствами.

Таблица 5.7

КУМУЛЯТИВНЫЕ ВЕРОЯТНОСТИ ДЕФОЛТА, %

Рейтинг	Год с момента выпуска в обращение									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
AAA/Aaa										
Альтман	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Moody's	0,00	0,00	0,00	0,04	0,13	0,22	0,33	0,45	0,59	0,74
S&P's	0,00	0,00	0,06	0,13	0,21	0,39	0,58	0,92	1,05	1,21
AA/Aa										
Альтман	0,00	0,00	0,47	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,78	0,82
Moody's	0,03	0,05	0,10	0,25	0,40	0,57	0,73	0,91	1,04	1,13
S&P's	0,00	0,02	0,11	0,22	0,38	0,59	0,78	0,93	1,02	1,12
A										
Альтман	0,00	0,00	0,05	0,19	0,27	0,43	0,50	0,67	0,79	0,79
Moody's	0,01	0,07	0,22	0,39	0,57	0,76	0,96	1,18	1,44	1,73
S&P's	0,05	0,14	0,24	0,40	0,60	0,79	1,02	1,31	1,61	1,92
BBB/Baa										
Альтман	0,03	0,42	0,82	1,49	1,88	2,41	2,62	2,72	2,81	3,27
Moody's	0,12	0,39	0,76	1,27	1,71	2,21	2,79	3,36	3,99	4,61
S&P's	0,17	0,42	0,68	1,22	1,72	2,28	2,81	3,27	3,64	3,97
BB/Ba										
Альтман	0,44	1,41	4,77	6,47	9,09	10,30	12,76	13,01	14,49	18,09
Moody's	1,36	3,77	6,29	8,88	11,57	13,87	15,69	17,55	19,23	20,94
S&P's	0,98	3,19	5,54	7,86	9,94	11,99	13,10	14,18	15,14	15,89
B										
Альтман	1,41	5,65	12,51	18,58	24,33	29,05	31,72	33,06	33,90	34,99
Moody's	7,27	13,87	19,94	25,03	29,45	33,26	36,34	39,01	41,45	44,31
S&P's	4,92	10,32	14,98	18,22	20,49	22,03	23,33	24,55	25,50	26,53
CCC/Caa										
Альтман	2,46	18,62	33,02	41,17	43,82	51,11	51,91	54,65	54,65	56,65
Moody's	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
S&P's	19,29	28,58	31,63	35,94	40,06	41,04	41,93	42,28	43,14	43,72

Источник: [17].

5.13. Рыночные методы оценки вероятности дефолта

В отличие от актуарных моделей, в данном подходе индикатором кредитного риска служит рыночная стоимость обращающихся на рынке облигаций, акций и кредитных производных инструментов, которая отражает ожидания участников рынка в отношении возможности дефолта предприятия-эмитента. Предполагается, что рыночная оценка должна быть более точной, чем актуарные вероятности дефолта, поскольку рынок в каждый момент учитывает огромный объем поступающей на него информации макро- и микроэкономического, политического и психологического характера в ее взаимосвязи. На основе рыночной цены можно рассчитать **нейтральную к риску*** (*risk-neutral*) оценку вероятности дефолта, которая может существенно отличаться от актуарной оценки.

5.13.1. Оценка вероятности дефолта на основе рыночных цен облигаций

Оценка кредитного риска контрагента по сделке может быть сведена к анализу выпущенных им долговых обязательств (облигаций).

Определим кредитный риск обыкновенной бескупонной облигации, по которой осуществляется только одна выплата за весь период. Для этого необходимо рассчитать требуемую доходность по этой облигации, исходя из ее рыночной стоимости:

$$P = \frac{100}{1 + r},$$

где r — требуемая доходность по облигации,
 P — рыночная стоимость облигации.

Если к моменту погашения эмитент объявит дефолт, то стоимость облигации составит $100R$, где R — коэффициент восстановления. В случае если облигация будет погашена в обычном порядке, ее стоимость составит 100 (рис. 5.2).

Если вероятность дефолта к моменту погашения составляет d , то текущая цена облигации может быть выражена математическим ожиданием стоимости этих двух состояний облигации, дисконтированных по безрисковой ставке процента:

$$P = \frac{100}{1 + r} = \frac{100}{1 + r_f} (1 - d) + \frac{100R}{1 + r_f} d, \quad (5.13)$$

где r_f — безрисковая процентная ставка.

Отсюда следует, что вероятность дефолта составит:

$$d = \frac{1}{1 - R} \left(1 - \frac{1 + r_f}{1 + r} \right) \approx \frac{r - r_f}{1 - R}. \quad (5.14)$$

* Нейтральность к риску предполагает, что безрисковые вложения с детерминированным доходом и сопряженные с риском вложения с таким же ожидаемым доходом равно привлекательны (безразличны) для экономического агента. Нейтральная к риску оценка стоимости финансового инструмента может быть получена путем дисконтирования по безрисковой процентной ставке будущих выплат по данному инструменту

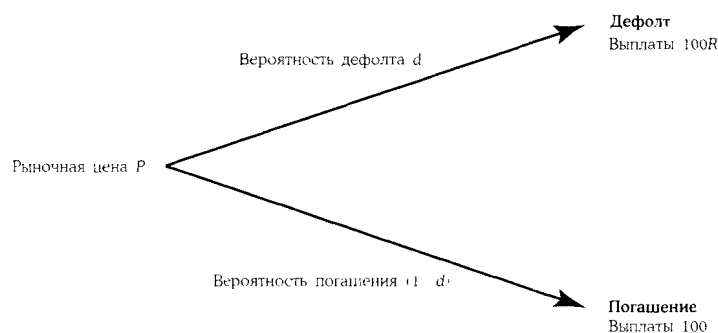


Рис. 5.2. Выплаты по бескупонной облигации в условиях кредитного риска

Таким образом, **кредитный спред** (*credit spread*) — разность между требуемой доходностью и безрисковой ставкой ($r - r_f$) — отражает кредитный риск, приближенно оцениваемый как вероятность дефолта, умноженную на потери в случае дефолта.

В многопериодной модели с числом периодов, равным T , стоимость бескупонной облигации, рассчитанная на основе (5.13), составит

$$P = \frac{100}{(1+r)^T} = \frac{100}{(1+r_f)^T} (1 - \bar{d})^T + \frac{100R}{(1+r_f)^T} (1 - (1 - \bar{d})^T), \quad (5.15)$$

где \bar{d} — среднегодовая вероятность дефолта.

Упростив выражение (5.15), получим:

$$(1 + r_f)^T = (1 + r)^T ((1 - d)^T + R(1 - (1 - d)^T)). \quad (5.16)$$

Дисконтирование по безрисковой процентной ставке позволяет рассчитать нейтральную к риску вероятность дефолта, которая может не совпадать с фактически наблюдаемой (актуарной) вероятностью. Если участники рынка избегают риска, то переходя в выражении (5.14) к **ставке дисконтирования, учитывающей риск** (*risk-adjusted discount rate*), получим, что кредитный спред должен включать премию за риск:

$$R - r_f = d_r(1 - R) + p = d_r \cdot LGD + p, \quad (5.17)$$

где d_r — актуарная вероятность дефолта;

p — премия за риск;

LGD — потери в случае дефолта.

Формула (5.17) показывает, что разрыв в доходности корпоративных облигаций и безрисковых облигаций с аналогичными характеристиками (срок до погашения, частота и размер купонных платежей и др.) отражает *ожидаемые актуарные потери*, рассчитываемые как произведение вероятности дефолта на размер потерь в случае дефолта плюс премия за риск.

Надбавка за риск складывается из собственно *премии за кредитный риск*, величина которой отражает риск дефолта по данной облигации, а также *премии за риск ликвидности*, которая обусловлена меньшей ликвидностью рынка долговых обязательств, сопряженных с риском, по сравнению с рынком безрискового актива.

В табл. 5.8 представлены значения разрывов в доходности по облигациям заемщиков с кредитными рейтингами от AAA до B (по шкале агентства *Standard & Poor's*). Спред рассчитывался по отношению к доходности безрискового актива, в качестве которых принимаются казначейские облигации США с соответствующим сроком до погашения.

Таблица 5.8

КРЕДИТНЫЕ СПРЕДЫ*

Срок до погашения	Разрыв в доходности, б. п.**					
	AAA	AA	A	BBB	BB	B
3 месяца	46	54	74	116	172	275
6 месяцев	40	46	67	106	177	275
1 год	45	53	74	112	191	289
2 года	51	62	88	133	220	321
3 года	47	55	87	130	225	328
4 года	50	57	92	138	241	358
5 лет	61	68	108	157	266	387
6 лет	53	61	102	154	270	397
7 лет	45	53	95	150	274	407
8 лет	45	50	94	152	282	420
9 лет	51	56	98	161	291	435
10 лет	59	66	104	169	306	450
15 лет	55	61	99	161	285	445
20 лет	52	66	99	156	278	455
30 лет	60	78	117	179	278	447

* По состоянию на декабрь 1998 г.

** б. п. — базисный пункт.

Источник: [35].

Как видно из таблицы, для облигаций с наивысшим рейтингом AAA кредитный спред сравнительно невысок — от 50 до 60 б. п. Немного выше (от 30 до 50 б. п.) доходность по обязательствам с рейтингом A. Однако по облигациям с рейтингом B разрыв в доходности резко возрастает и при этом быстро увеличивается с ростом срока до погашения от 275 до 450 б. п. В то время как спреды по кредитам, обладающим более низкими кредитными рейтингами, имеют большие отличия, например кредитные спреды по кредитам с рейтингом BBB отличаются от кредитных спредов по кредитам B от 160 до 270 б. п.

В общем случае величина кредитного спреда и ее изменение во времени отражает прогнозы участников рынка облигаций относительно вероятности дефолта эмитента. Обычно рыночные цены облигаций изменяются с опережением по сравнению с кредитным рейтингом, поэтому разрыв в доходности рассматривают как опережающий индикатор кредитного риска.

Кредитный спред не является постоянной величиной; факторами его временной динамики помимо изменений финансового состояния эмитента также являются:

- макроэкономическая конъюнктура: в периоды рецессии кредитный спред проявляет тенденцию к росту, и наоборот;
- волатильность рынка облигаций: чем более неустойчив рынок, тем выше премия за риск ликвидности и кредитный спред;
- условия выпуска облигаций: при наличии оговорки о возможности досрочного погашения кредитный спред может возрастать.

5.13.2. Оценка вероятности дефолта на основе рыночных цен акций

5.13.2.1. Модель Мерттона оценки стоимости акционерного капитала

Оценка вероятности дефолта на основе кредитного спреда осуществима только при наличии развитого рынка корпоративных облигаций, который фактически имеется только в США и в меньшей степени в странах Европы. Если компания не размещала на рынке свои долговые обязательства или если по выпущенным облигациям не ведется активной торговли, данный подход также оказывается малоприменимым. Ввиду этих ограничений следует обратиться к моделям оценки вероятности дефолта на основе рыночных цен акций, которые отражают гораздо более широкий круг компаний-эмитентов.

Тенденции в динамике фондового рынка обычно считаются опережающим макроэкономическим индикатором, который «учитывает» очень большой объем различной поступающей информации. Новости об изменениях в политической сфере, в экономике в целом и ее отдельных отраслях, в положении промышленных и торговых корпораций и финансовых учреждений немедленно отражаются на стоимости акций. Именно поэтому колебания рыночного курса акций рассматриваются как один из наиболее ранних сигналов об изменении финансового состояния компании-эмитента.

Методы оценки кредитного риска на основе цен акций опираются на теорию структуры капитала фирмы, разработанную Модильяни и Миллером, и модель ценообразования опционов Блэка, Шоулза и Мертона.

Согласно **теореме Модильяни–Миллера** (*Modigliani-Miller theorem*), рыночная стоимость компании не зависит от структуры ее пассивов и других обязательств. Рыночная стоимость компании определяется генерируемым денежным потоком, а структура пассивов только распределяет денежный поток между держателями обязательств (кредиторами) и акционерами компании. Долг является обязательством более высокой очередности по сравнению с капиталом, так как при получении прибыли предприятию необходимо сначала расплатиться со своими кредиторами, а лишь затем оставшиеся средства распределяются в соответствии с решением акционеров.

Замечательный результат, впервые полученный Мертоном в 1974 г. [43], состоит в том, что если фирма (акционерное общество или общество с ограниченной ответственностью) финансирует свои активы не только за счет собственного капитала, но и привлекает заемные средства, то с точки зрения финансовой теории принцип ограниченной ответственности по обязательствам компании эквивалентен для ее акционеров *опциону на покупку активов фирмы по цене исполнения, равной величине обязательств*. В этом случае *выигрыш владельцев фирмы (покупателей опциона), равный разности между рыночной стоимостью активов и суммой обязательств, в принципе не ограничен сверху, а их максимальные потери сводятся к рыночной стоимости принадлежащих им акций*, что в точности соответствует опциону «колл». Напротив, *выигрыш кредитора (продавца опциона) будет ограничен сверху величиной процентов по обязательствам*, но его потери при банкротстве фирмы могут значительно превзойти выигрыш и составить в наихудшем случае основную сумму долга плюс проценты.

Напомним, что выплаты по опциону «колл» определяются следующим образом:

$$\begin{cases} P - X, & \text{если текущая цена актива } P \text{ больше цены исполнения } X, \\ 0, & \text{если текущая цена актива } P \text{ ниже цены исполнения } X. \end{cases}$$

В случае если *рыночная стоимость активов опускается ниже стоимости долга*, акционерам выгодно не использовать опцион и «отдать» компанию кредиторам, а если же *стоимость активов превышает обязательства*, то акционерам выгодно исполнить опцион и своевременно выплачивать причитающиеся суммы в погашение долга.

Отсюда следует, что предоставление фирме с ограниченной ответственностью ссуды (займа) при наличии кредитного риска можно представить как приобретение кредиторами активов фирмы при одновременной продаже ее владельцам опциона на выкуп этих активов.

Таким образом, если акционерный капитал соответствует опциону «колл» на активы предприятия с ценой исполнения, равной номинальной стоимости долга, и сроком исполнения, равным сроку до погашения долга, то стоимость капитала равна стоимости этого опциона. Теоретическая стоимость акций

компании как «производного» от активов компании инструмента может быть выражена через рыночную стоимость активов и ее волатильность, номинальную стоимость обязательств и срок до их погашения.

Согласно *теореме паритета европейских опционов* «колл» и «пут», покупка опциона «колл» с ценой исполнения X эквивалентна владению базисным активом, получению заемных средств в размере выплаты X и покупке опциона «пут» с ценой исполнения X . В итоге получается, что акционеры обладают активами P и заемными средствами в размере D , а также опционом «пут», предоставляющим им право «продать» активы по цене D . В свою очередь, кредитор, предоставляя ссуду и признавая возможность дефолта, продает опцион «пут» акционерам.

Для кредиторов *долговые обязательства компании с ненулевым кредитным риском подобны безрисковому кредиту в размере D за вычетом стоимости опциона «пут», а дефолт соответствует исполнению опциона «пут» акционерами компании*. Заметим, что долг компании всегда стоит меньше, чем безрисковый кредит, ввиду дополнительной операции, связанной с продажей опциона «пут»: чем выше риск банкротства компании, тем больше стоимость опциона «пут» и меньше стоимость долга*. Следовательно, процесс анализа кредитного риска может быть сведен к анализу текущей стоимости опциона «пут» и вероятности его исполнения.

Главное преимущество опционного похода заключается в том, что он позволяет вывести *вероятность дефолта и коэффициент восстановления* из наблюдаемых на рынке значений цен и процентных ставок (напомним, что в рамках «рыночного» подхода невозможно оценить влияние этих факторов риска в отдельности, как и выделить премию за волатильность потерь). Использование рыночной информации преследует цель сократить временной лаг, возникающий при переоценке вероятности дефолта в актуарном подходе, поскольку экспертам требуется определенное время на то, чтобы скорректировать свои оценки при поступлении новой информации. Кроме того, на сегодняшний день только опционный подход позволяет связать воедино оценку стоимости акций и оценку стоимости кредита в рамках целостной модели.

Для начала рассмотрим наиболее простой вариант модели Мертона**. Эта модель основана на следующих пяти допущениях:

- 1) компания-заемщик имеет только один вид долговых обязательств — облигации с нулевым купоном (векселя), при этом она не производит новых заимствований любого рода вплоть до полного погашения этих облигаций;
- 2) дефолт по обязательствам может наступить только в момент наступления срока погашения облигаций;
- 3) объявление дефолта по долговым обязательствам означает банкротство компании;

* В соответствии с теорией ценообразования опционов стоимость опционов «колл» или «пут» для владельцев фирмы возрастает с увеличением риска активов, так как показатель вега для опционов «колл» и «пут» положителен.

** Детальное описание и анализ этой модели можно найти в [31].

- 4) поведение компании, включая уровень риска ее активов, не зависит от того, насколько близко к дефолту находится ее текущее состояние;
- 5) промежуточные выплаты акционерам, такие, например, как дивиденды, не производятся до наступления срока исполнения долговых обязательств.

За счет этих упрощений модель будет иметь только четыре входных параметра:

- срок до погашения облигаций (T);
- текущая стоимость обязательств компании (D) со сроком погашения T , рассчитанная путем дисконтирования по безрисковой процентной ставке;
- рыночная стоимость активов компании (V);
- волатильность стоимости активов компании (σ_V), рассчитанная на «единичный» временной горизонт, меньший T (например, 1 год).

Зная значения этих переменных, можно рассчитать в явном виде вероятность дефолта компании, уровень безвозвратных потерь (восстановления задолженности) в случае дефолта, требуемую премию к безрисковой ставке (кредитный спред), рыночную стоимость капитала и долговых обязательств компании.

Рассматривая акционерный капитал как опцион «колл» с ценой исполнения, равной номинальной стоимости обязательств, оценим его текущую рыночную стоимость с помощью формулы Блэка–Шоулза (см. п. 2.22)*:

$$E = V \cdot N(d_1) - D \cdot N(d_2), \quad (5.18)$$

где E — рыночная стоимость акций (стоимость опциона);
 $N(z)$ — функция вероятности для стандартного нормального распределения;

$$d_1 = \frac{\ln \frac{V}{D} + \sigma_V^2 \frac{T}{2}}{\sigma_V \sqrt{T}};$$

$$d_2 = d_1 - \sigma_V \sqrt{T}.$$

Текущая рыночная стоимость обязательств компании будет просто равна разности между стоимостью активов и капитала: $D = V - E$.

Параметр $N(d_2)$ в формуле Блэка–Шоулза отражает вероятность того, что цена исполнения для опциона «колл» будет превышена в момент времени T , т. е. опцион будет исполнен. Но это же будет и вероятностью того, что дефолт не наступит, следовательно, вероятность дефолта будет равна:

* Предполагается справедливость всех допущений, лежащих в основе модели Блэка–Шоулза, в частности то, что изменение стоимости активов компании подчиняется геометрическому броуновскому движению, а на рынке отсутствуют транзакционные издержки.

$$PD = 1 - N(d_2). \quad (5.19)$$

Если дефолта не происходит, держатели облигаций получают номинальную стоимость долга, в противном случае им будет выплачена только некоторая часть задолженности, размер которой определяется как:

$$1 - LGD = R \cdot V,$$

где R — коэффициент восстановления задолженности (по отношению к сумме активов).

Таким образом, рыночную стоимость обязательств компании можно представить следующим образом:

$$V - E = (1 - PD)D + PD \cdot R \cdot V. \quad (5.20)$$

Подставляя в (5.20) выражение для E из (5.18), получим:

$$V(1 - N(d_1)) + D \cdot N(d_2) = N(d_2) \cdot D + (1 - N(d_2)) \cdot R \cdot V,$$

откуда

$$R = \frac{1 - N(d_1)}{1 - N(d_2)}. \quad (5.21)$$

Определим теперь величину кредитного спреда по обязательствам компании. Если бы эти обязательства были абсолютно безрисковыми, их рыночная стоимость составляла D . Однако в реальности их рыночная стоимость будет меньше, так как кредиторы будут требовать премии за риск дефолта (т. е. дисконтирование будет осуществляться по ставке, учитывающей риск). Для произвольного инструмента с ненулевым кредитным риском имеем:

$$P = Fe^{T(r+s)},$$

где P — рыночная стоимость инструмента;
 s — величина кредитного спреда.

Следовательно,

$$s = \frac{-\ln \frac{P}{Fe^{-rT}}}{T}.$$

Так как рыночная стоимость обязательств равна $V - E$, а их текущая стоимость, рассчитанная путем дисконтирования по безрисковой ставке (Fe^{-rT}), равна D , то

$$s = \frac{-\ln \frac{V-E}{D}}{T} = \frac{\ln \frac{D}{V-E}}{T}. \quad (5.22)$$

Значения двух из четырех входных параметров модели (T и D) можно определить непосредственно по данным публикуемой финансовой отчетности компании (при условии, что в этой отчетности представлена информация по всем обязательствам компании). Эта простая модель может использоваться в качестве аппроксимации и для случая, когда облигации могут иметь различные сроки до погашения и по ним осуществляются купонные выплаты. В этом случае в качестве T можно взять средневзвешенную дюрацию по всем обязательствам компании.

Теоретически значение рыночной стоимости активов V может быть получено путем суммирования рыночной стоимости всех акций и долговых обязательств компании, а в качестве оценки ее волатильности σ_V можно принять выборочное стандартное отклонение этой суммы, рассчитанное по историческим данным. В реальности, однако, у большинства фирм имеются долговые обязательства, которые не торгуются на финансовом рынке и не имеют, тем самым, рыночной стоимости*.

Непосредственно наблюдаемыми величинами являются *рыночная стоимость акций* компании (капитализация) E и *волатильность рыночной цены акций* σ_E (историческая либо предполагаемая волатильность, рассчитанная по ценам опционов на акции). Воспользовавшись формулой (5.18), найдем оценки ненаблюдаемых параметров V и σ_V как решения следующей системы линейных уравнений**:

$$\begin{cases} E = V \cdot N(d_1) - D \cdot N(d_2), \\ \sigma_E E = N(d_1) \cdot \sigma_V V. \end{cases} \quad (5.23)$$

Для того чтобы уйти от нереалистичных упрощений, лежащих в основе рассмотренной модели, можно прибегнуть к методу Монте-Карло, который дает возможность построить не одну, а множество различных траекторий изменения стоимости активов компании во времени (в мире, нейтральном к риску, темп роста активов будет равен безрисковой ставке процента). Метод Монте-Карло позволяет моделировать промежуточные купонные выплаты по обязательствам с разными сроками до погашения, задавать критерии наступления дефолта (например, падение размера собственных средств компании ниже установленного порогового уровня), распределение стоимости активов в момент объявляе-

* Здесь может показаться, что имеет место «порочный круг», когда мы используем наблюдаемые рыночные цены долговых обязательств в качестве одного из входных параметров для определения их «справедливой» рыночной цены. Такой подход может быть оправданным, если предположить, например, что рынок правильно оценивает только *совокупную стоимость* акционерного капитала и долга компании, при этом не обязательно, что он столь же правильно может оценить значение каждого из них в отдельности.

** Уравнение (5.23) может быть выведено из леммы Ито и того факта, что параметр $N(d_1)$ в выражении (5.18) является частной производной E по V .

ния дефолта по различной очередности удовлетворения требований, возможные стратегии поведения компании в зависимости от размера собственных средств (например, возрастание волатильности стоимости активов по мере приближения к точке дефолта) и дивидендную политику компании. После агрегирования всех построенных псевдослучайных траекторий можно легко определить вероятности дефолта компании и уровни восстановления обязательств каждой очередности для любого момента времени, а также рыночную стоимость акционерного капитала и заемных средств (в разрезе сроков до погашения и очередности удовлетворения требований). Зная их рыночную стоимость, можно рассчитать требуемую премию за риск к безрисковой ставке (кредитный спред) по обязательствам компании с разными сроками до погашения и очередностью. Очевидно, что, если на вход генератора Монте-Карло подать допущения и параметры рассмотренной выше модели Мертона, на выходе мы получим те же результаты, что и в этой простой модели.

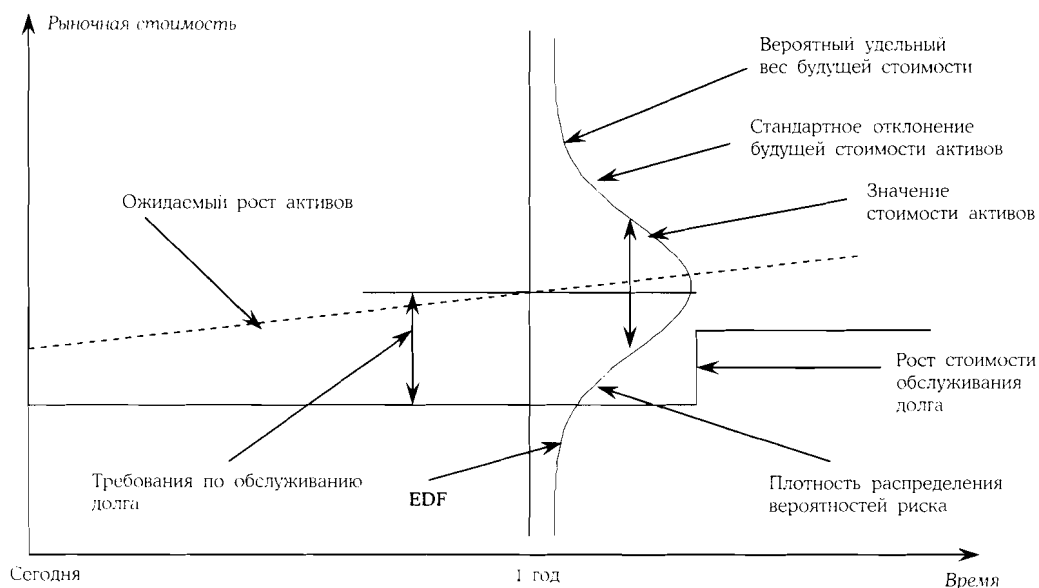
Следует отметить, что при реализации подобной модели возникает одна серьезная проблема. Если точка дефолта установлена на уровне, когда собственные средства компании еще не равны нулю, а изменение стоимости активов во времени подчиняется случайному процессу без «скачков», то требуемая надбавка за риск к безрисковой ставке будет стремиться к нулю с ростом частоты наблюдений стоимости активов. Возрастание частоты наблюдений увеличивает вероятность дефолта, но одновременно и потери в случае дефолта будут приближаться к нулю, так как активы компании могут быть распределены между кредиторами, пока их еще достаточно для погашения долга в полном объеме. Этот пример показывает, что основные детерминанты потерь при наступлении дефолта лежат скорее в «поведенческой», нежели в финансовой плоскости, т. е. они существенно зависят того, насколько «прозрачной» является деятельность компании для ее кредиторов и в какой мере они могут принудить компанию к своевременному банкротству. Степень такой прозрачности и контроля со стороны кредиторов, а также государственной поддержки предприятий, находящихся на грани банкротства, сильно варьируется в зависимости от правовой системы страны (см. также п. 5.20.1).

Таким образом, практическая ценность моделей оценки вероятности дефолта и размера потерь в случае дефолта, основанных на теории ценообразования опционов, представляется спорной. В то же время такие эвристические модели могут оказаться полезными для лучшего понимания процесса наступления дефолта.

5.13.2.2. Модель оценки вероятности дефолта EDF

Наиболее ярким примером моделей оценки кредитных рисков, использующих информацию о стоимости акций, является **модель оценки ожидаемой вероятности дефолта** (*expected default frequency — EDF*), разработанная *KMV Corporation**. Используя информацию, заложенную в стоимости акций, модель прогнозирует вероятность дефолта.

* Название *KMV* образовано от первых букв фамилий ее основателей: *Kealhofer*, *McQuown*, *Vasicek*. Более подробная информация о компании содержится на ее сайте в Интернете по адресу: <http://www.kmv.com>.



Источник: [10].

Рис. 5.3. Модель EDF

Модель *EDF* была разработана корпорацией *KMV* в 1995 г. на основе подхода Мертона [43] и реализована в виде программного продукта *KMV Credit Monitor*. Изначально модель предназначалась только для оценки вероятности дефолта, затем сфера ее применения расширилась, и ее стали использовать для управления портфелем ссуд (см. п. 5.18.3).

Как видно из рис. 5.3, стоимость активов предприятия в модели *EDF* [17] представлена распределением вероятностей, характеризующимся ожидаемым значением стоимости и ее стандартным отклонением. Последний параметр в неявном виде учитывает все отраслевые и специфические риски, которым подвержена данная компания. Область, находящаяся под графиком распределения ниже линии обязательств, отражает балансовые обязательства предприятия и вероятность дефолта. Оценка вероятности зависит от положения линии обязательств, вида распределения вероятностей стоимости активов и его параметров. При снижении рыночной стоимости активов предприятия ниже определенного уровня наступает дефолт по его обязательствам.

Расчеты по модели *EDF* осуществляются в несколько этапов.

Сначала на основе уравнений (5.18) и (5.23)* рассчитываются оценки рыночной стоимости активов предприятия и ее волатильности через рыночную

* Компания *KMV* рассматривает формулу (5.23) как слишком упрощенную, так как она не учитывает влияния изменений соотношения заемных и собственных средств во времени на взаимосвязь между волатильностью цен акций и стоимости активов. *KMV* использует более сложную модель, учитывающую этот эффект, которая, однако, не была опубликована.

стоимость акций (рассматриваемых как опцион «колл» на активы предприятия), а также волатильность их доходности. На этом же этапе определяется балансовая стоимость долговых обязательств. Модель может работать с различными классами акций, включая гибридные инструменты: привилегированные акции и конвертируемые облигации.

На втором этапе определяется ожидаемая к окончанию срока погашения обязательств стоимость активов компании и **точка дефолта** (*default point* — *DP*). Для этого ожидаемая рентабельность предприятия, прогнозируемая на основе исторических данных, корректируется с учетом уровня систематического риска, которому подвергаются активы, и из нее вычитается величина доходности по долговым обязательствам и дивидендам, выплачиваемым компанией. Результирующая величина является ожидаемым темпом роста активов, который при умножении на их текущую стоимость дает оценку ожидаемой в будущем стоимости активов.

В рассмотренной выше модели Мертона банкротство компании наступает лишь тогда, когда рыночная стоимость активов опускается ниже балансовой стоимости всех обязательств предприятия. Однако в реальности компания может быть вынуждена объявить дефолт раньше в случае существенного падения стоимости активов ниже текущей стоимости требуемых в будущем выплат. Это учтено в модели *EDF* — в ней точка дефолта соответствует ситуации, когда стоимость активов становится равной сумме его текущих обязательств и 50% долгосрочных обязательств. Это соотношение основано на результатах эмпирических исследований, проведенных компанией *KMV*.

Затем модель *EDF* рассчитывает величину уменьшения стоимости активов, при котором наступит банкротство, как «расстояние» между ожидаемой стоимостью активов и точкой дефолта (в процентах). Например, если ожидаемая стоимость предприятия через год составит 100 единиц, а точка дефолта — 20 единиц, то стоимость активов предприятия должна понизиться на 80%, прежде чем наступит банкротство. Вероятность понижения стоимости активов на 80% зависит от ее волатильности. В модели *EDF* рассчитывается отношение процента снижения стоимости активов к ее волатильности. Так, если годовая волатильность стоимости активов предприятия составила 20%, то снижение стоимости активов на 80% от ожидаемого значения соответствует четырем стандартным отклонениям.

Расстояние до точки дефолта (*distance to default*) показывает, на какое количество стандартных отклонений должна упасть ожидаемая стоимость активов, прежде чем компания будет вынуждена объявить дефолт. Расстояние до точки дефолта определяется следующим образом*:

$$S = \frac{E(V) - DP}{E(V)\sigma_V}, \quad (5.24)$$

* Легко видеть, что в рассмотренной выше модели Мертона расстояние до точки

дефолта будет равно $\frac{V - D}{V\sigma_V\sqrt{T}}$.

- где S — расстояние до точки дефолта (в количестве стандартных отклонений);
 $E(V)$ — ожидаемая стоимость активов по истечении одного года;
 DP — точка дефолта.

На третьем, завершающем этапе модель *EDF* дает оценку *вероятности дефолта* на основе эмпирической зависимости *ожидаемой частоты дефолта (EDF)* от расстояния до точки дефолта. Эта зависимость оценивается статистически по данным о частоте банкротств компаний с различными расстояниями до точки дефолта. Всего в базе данных компании *KMV* насчитывается более 25 000 компаний из многих стран мира. Ожидаемая частота дефолта рассчитывается как:

$$EDF = \frac{n_{\text{default}}}{n}, \quad (5.25)$$

- где n_{default} — количество предприятий с данным расстоянием до точки дефолта, потерпевших банкротство в течение одного года;
 n — общее количество предприятий с данным расстоянием до точки дефолта.

Модель *EDF*, основанная на рыночной стоимости акций, не может быть применена для оценки вероятности банкротства компаний, которые не выпускают в обращение свои акции. Применительно к таким частным предприятиям компания *KMV* использует данные финансовой отчетности открытых акционерных обществ для оценки стоимости активов и их волатильности. Данный метод предполагает, что реальная рыночная стоимость активов колеблется в диапазоне между операционной стоимостью и ликвидационной стоимостью компании.

Операционная стоимость (*operating value*) рассчитывается как произведение **прибыли до уплаты налогов, процентов и амортизационных отчислений** (*earnings before interest, taxes, depreciation and amortization — EBITDA*) и определенного коэффициента, который отражает отраслевую принадлежность и страну базирования предприятия. **Ликвидационная стоимость** (*liquidation value*) оценивается по балансовой стоимости обязательств компании.

Когда компания получает сравнительно высокую *прибыль до уплаты налогов, процентов и амортизации*, ее рыночная стоимость приближается к операционной, а в периоды снижения *EBITDA* стоимость активов, напротив, будет ближе к ликвидационной стоимости предприятия.

Волатильность стоимости активов моделируется статистически как функция от объема продаж, размера активов и отраслевой принадлежности данного предприятия. В качестве отправной точки используются данные по открытым акционерным компаниям, которые затем корректируются с учетом указанных параметров.

Используя полученные оценки стоимости активов предприятия и ее волатильности, данная модель определяет расстояние до точки дефолта по аналогии с оригинальной моделью *EDF* (с небольшими различиями в методе, связанными с использованием оцениваемых, а не непосредственно рыночных данных).

5.13.2.3. Преимущества и недостатки модели EDF

Являясь полезным инструментом прогнозирования вероятности дефолта, модель оценки вероятности дефолта *EDF* обладает следующими достоинствами [9, 35, 50]:

- серьезное теоретическое обоснование — подход Мертона к оценке стоимости акционерного капитала как опциона на активы;
- в качестве индикатора вероятности дефолта используются цены акций, а не цены корпоративных облигаций или данные бухгалтерской отчетности, что позволяет прогнозировать вероятность дефолта практически любой компании, акции которой обращаются на рынке;
- ожидаемая вероятность дефолта является непрерывной случайной величиной, изменяющейся одновременно с ценой акций, в отличие от кредитных рейтингов, изменяющихся дискретно (в среднем один раз в год);
- прогноз вероятности дефолта осуществляется на сравнительно короткий период времени, что позволяет более точно оценивать риск дефолта по сравнению с рейтинговыми агентствами;
- оценка корреляции дефолтов осуществляется на основе корреляции цен акций;
- модель учитывает как риск пассивов (в виде структуры капитала), так и риски активов (отраслевой и специфический риски), которые отражаются в волатильности стоимости активов.

В то же время данная модель, основанная на рыночных ценах акций, имеет и ряд существенных недостатков, основными из которых являются:

- неприменимость к оценке странового риска, поскольку государство может размещать только долговые, но никак не «долевые» инструменты. Наиболее сильно это ограничение проявляется при оценке стоимости кредитных производных инструментов;
- игнорирование таких характеристик обязательств, как различная очередность удовлетворения требований, обеспечение и защитные оговорки, значительно усложняющие структуру пассивов;
- ограниченность базы данных по частным предприятиям, не имеющим своих акций в обращении.

Кроме того, модель *EDF* разделяет и все концептуальные изъяны лежащего в его основе подхода Мертона, в частности:

- опционная модель Мертона не объясняет, что удерживает акционеров компаний от принятия высокого риска*. Тем самым становится возмож-

* Действительно, стоимость опциона будет расти с увеличением риска (стандартного отклонения доходности активов), так как коэффициент вега для опционов «пут» и «колл» положителен. В рамках этой простой модели стоимость компании для акционеров также возрастает при осуществлении выплат акционерам из собственного капитала (отсюда, в частности, следует, что акционеры всегда имеют стимулы к расхищению активов своей компании, поскольку это также увеличивает стоимость принадлежащего им опциона).

ным поведение акционеров, направленное на увеличение стоимости принадлежащих им акций, которое должно было бы сопровождаться увеличением кредитного спреда, в то время как в модели Мертона неявно предполагается отрицательная взаимосвязь между стоимостью акций и вероятностью дефолта (и величиной кредитного спреда);

- предположение о нормальном распределении доходности активов, используемое в модели Блэка–Шоулза, ведет к недооценке вероятности дефолта для краткосрочных временных горизонтов, что ведет к необходимости использования других распределений стоимости активов (см., в частности, п. 5.18.4);
- проблематичность прогноза величины кредитного спреда для коротких временных горизонтов.

В заключение необходимо отметить, что модель *EDF*, имеющая серьезное теоретическое обоснование, и чисто эмпирическая модель *ZETA*, построенная с помощью статистического анализа, показывают достаточно близкие результаты прогноза вероятности банкротства. Так, по результатам тестирования приблизительно половина дисперсии относительных оценок вероятности банкротства, полученных с помощью модели *EDF*, может быть объяснена моделью *ZETA* [17]. Такая тесная корреляция объясняется тем, что обе эти модели учитывают в том или ином виде уровень финансовой зависимости и волатильность стоимости активов компании.

5.14. Подверженность кредитному риску

Для оценки кредитного риска помимо вероятности наступления дефолта (или иного кредитного события) необходимо также знать *подверженность кредитному риску* при наступлении дефолта — размер принимаемого риска в денежном выражении.

В случае классических банковских операций кредитования подверженность кредитному риску равна номинальной стоимости ссуды или обязательства. Однако при сделках с производными инструментами, особенно свопами и опционами, подверженность сторон по сделке кредитному риску уже нельзя отождествить с номинальной стоимостью лежащего в их основе актива, поскольку реальная рыночная стоимость производного инструмента обычно значительно меньше *условной (notional)* стоимости сделки. Так, стоимость процентного или валютного свопа для участника сделки в течение срока до его исполнения может быть и положительной, и отрицательной (в зависимости от соотношения процентных ставок или валютных курсов соответственно), а, следовательно, потери у одной из сторон при объявлении дефолта контрагентом могут образоваться, только если рыночная стоимость свопа будет для нее в этот момент времени положительной.

Ввиду этого **подверженность кредитному риску** можно определить как положительную рыночную (в более широком смысле, экономическую) стоимость актива в определенный момент времени t :

$$CE_t = \max(V_t, 0). \quad (5.26)$$

где CE_i — подверженность кредитному риску;
 V_i — экономическая стоимость активов, подверженных кредитному риску.

В зависимости от рассматриваемого момента времени различают **текущую** (*current exposure*) и **потенциальную подверженность** (*potential exposure*). Последняя может возникнуть в будущем до истечения срока действия сделки и в отличие от текущей подверженности носит случайный характер. Оценка будущей подверженности кредитному риску производится во многом по аналогии с рыночным риском и требует нахождения распределения вероятностей потерь вследствие кредитного риска.

Ожидаемая подверженность кредитному риску (*expected credit exposure — ECE*) — это математическое ожидание стоимости замещения актива (если она положительна), которое в случае непрерывно распределенной случайной величины можно определить следующим образом:

$$ECE = \int_{-\infty}^{+\infty} \max(x, 0) f(x) dx, \quad (5.27)$$

где x — стоимость замещения (случайная переменная);
 $f(x)$ — функция плотности распределения вероятностей.

Максимальная подверженность кредитному риску (*worst credit exposure — WCE*) — это наибольшая величина подверженности кредитному риску при заданном уровне доверия $(1 - \alpha)$, удовлетворяющая равенству:

$$1 - \alpha = \int_{WCE}^{\infty} f(x) dx. \quad (5.28)$$

Алгоритм оценки максимальной подверженности кредитному риску аналогичен расчету показателя VaR для рыночного риска, за исключением того, что агрегирование прибылей и убытков сначала производится на уровне контрагента, а затем по всему портфелю в целом.

На основе значений ожидаемой и максимальной подверженности кредитному риску в каждый момент времени в будущем можно рассчитать среднюю ожидаемую и среднюю максимальную подверженность кредитному риску за время, оставшееся до завершения сделки — среднее математическое ожидание подверженности кредитному риску за определенный период времени T :

$$\overline{ECE} = \frac{1}{T} \int_0^T ECE_t dt, \quad (5.29)$$

$$\overline{WCE} = \frac{1}{T} \int_0^T WCE_t dt, \quad (5.30)$$

где \overline{ECE} — средняя ожидаемая подверженность кредитному риску;

\overline{WCE} — средняя максимальная подверженность кредитному риску.

Рассмотрим, какой будет подверженность кредитному риску для различных типов финансовых инструментов.

Ссуды, коммерческие кредиты, приобретенные облигации и дебиторская задолженность представляют собой балансовые статьи, подверженные кредитному риску по их полной номинальной стоимости.

Гарантии, акцепты, кредитные линии и резервные аккредитивы предоставляют собой забалансовые (обычно *безотзывные*) обязательства банка по принятию на себя обязательств третьей стороны в случае их неисполнения. Текущая подверженность кредитному риску по этим обязательствам принимается в размере их номинальной стоимости, так как в случае объявления дефолта третьей стороной банк будет безусловно обязан выполнить взятые на себя обязательства.

Условные забалансовые обязательства, посредством которых банк принимает на себя обязательства по будущим сделкам, результатом которых может стать подверженность кредитному риску на определенную дату в будущем. Например, к ним относятся программы выпуска заемщиком обязательств с банковской поддержкой, которая заключается в обязательстве банка выкупить размещаемые на рынке долговые обязательства компании-заемщика по фиксированной минимальной цене в случае невозможности получить эту цену на рынке.

Подверженность кредитному риску в будущем может быть существенно снижена, если условные обязательства банка являются *отзывными*, т. е. могут быть аннулированы при наступлении определенного кредитного события.

Свопы, форвардные контракты и сделки репо представляют собой забалансовые статьи, которые могут рассматриваться как *безотзывные* обязательства по приобретению определенных активов в будущем по оговоренной цене. Подверженность кредитному риску по таким контрактам (если она положительна) может значительно колебаться в зависимости от изменения факторов риска.

Опционы также являются забалансовыми статьями, внутренняя стоимость которых может принимать только неотрицательные значения в зависимости от изменений лежащих в основе опциона факторов риска. Отсюда подверженность кредитному риску также будет меняться вместе с изменением внутренней стоимости опциона. Для коротких позиций по опционам текущая и будущая подверженность кредитному риску будет равна нулю, так как после получения премии от покупателей по ним возможны только большие выплаты, т. е. отрицательный денежный поток. Подверженность кредитному риску по опционам будет также зависеть от их структуры (при прочих равных условиях держатель американского опциона «с выигрышем» имеет право исполнить его при наступлении кредитного события, не дожидаясь срока истечения, что уменьшает кредитный риск).

Расчет подверженности кредитному риску по сделкам с производными инструментами как стоимости замещения денежного потока по сделке требует совместного анализа рыночного и кредитного рисков [9]. Потери могут возникнуть только при реализации кредитного риска, т. е. при дефолте, а учет факторов рыночного риска необходим для правильной оценки стоимости инструмента к моменту объявления дефолта. Обычно с помощью метода Монте-Карло проводится статистическое моделирование будущей стоимости произ-

водного инструмента от значения на текущий момент до конца горизонта прогнозирования на основе предположений о виде случайного процесса, которому подчиняются факторы рыночного риска.

Так, для свопов, не предполагающих обмена основной суммы сделки, возможны две базовые траектории изменения их стоимости во времени. Подверженность кредитному риску по валютным свопам будет только увеличиваться со временем (эффект диффузии) с темпом, пропорциональным квадратному корню из периода времени с момента начала операции, что объясняется увеличением неопределенности (волатильности) базисного фактора рыночного риска. Напротив, подверженность кредитному риску по процентным свопам будет иметь характерный «куполообразный» профиль: сначала она растёт, а затем снижается под влиянием двух разнонаправленных эффектов — диффузии и амортизации. **Эффект диффузии** состоит в возрастании волатильности базисных факторов риска со скоростью, пропорциональной квадратному корню из времени, а **эффект амортизации** проявляется в сокращении дюрации со скоростью, приблизительно пропорциональной времени, оставшемуся до истечения контракта. Учитывая оба этих эффекта, можно определить момент времени, когда стоимость замещения по данному инструменту будет максимальной.

Рассмотрим для примера подверженность риску дефолта по процентному свопу с точки зрения стороны, получающей фиксированную и выплачивающей плавающую ставку. Рыночная стоимость свопа в каждый момент времени t определяется как разность текущих стоимостей облигаций с постоянным и плавающим купоном:

$$V_t = PV(t, T, c, r_t) - PV(FRN),$$

где c — годовой размер купона;

T — срок действия свопа;

FRN — поток платежей по облигации с плавающей купонной ставкой.

Рыночный риск для стороны по свопу заключается в том, что рыночная процентная ставка может превзойти фиксированную купонную доходность. Если предположить, что процентные ставки подчиняются геометрическому броуновскому движению вида:

$$dr_t = ar_t dt + \sigma r_t dz_t,$$

а модифицированная дюрация купонной облигации пропорциональна оставшемуся сроку до исполнения свопа ($D = k(T - t)$), то можно показать, что волатильность стоимости свопа будет определяться выражением:

$$\sigma_v = k(T - t)\sigma\sqrt{t}.$$

Точку наибольшей подверженности риску, соответствующей максимуму волатильности, легко найти, дифференцируя по t правую часть приведенного равенства. В результате получим, что

$$t_{\max} = \frac{T}{3}.$$

При оценке максимальной подверженности кредитному риску в отношении контрагента, с которым заключено несколько позиций по производным

инструментам, необходимо учитывать различные способы снижения этой подверженности в момент наступления дефолта, к которым относятся двусторонний неттинг, внесение обеспечения и требование о расчетах наличными средствами.

Точность подобного подхода к оценке подверженности кредитному риску на основе анализа факторов рыночного и кредитного риска существенно зависит от соблюдения следующих предположений о независимости:

- *вероятность дефолта контрагента не зависит от значений факторов рыночного риска, определяющих рыночную стоимость производного инструмента.* Иными словами, позиции по рассматриваемым производным инструментам не должны составлять значительную долю активов контрагента;
- *время наступления дефолта не зависит от масштабов колебаний финансового рынка.*

На практике эти предположения нередко нарушаются, в частности:

- для некоторых производных на акции и кредитных производных существует тесная корреляция между кредитоспособностью контрагента и рыночным фактором, определяющим рыночную стоимость производного инструмента. Наиболее «чистым» примером такого рода может служить компания, которая продает опцион «пут» на собственные акции. Рыночная стоимость этого опциона, а значит, и подверженность кредитному риску для покупателя будет наибольшей именно тогда, когда компания будет наиболее близка к объявлению дефолта. В качестве другого примера приведем кредитный своп (см. п. 5.22.2), который заключают между собой два банка одной страны. Финансовое состояние этих банков, скорее всего, будет тесно коррелировано, а это увеличивает вероятность того, что большая подверженность риску у продавца защиты может совпасть по времени с дефолтом контрагента;
- иногда подверженность контрагента по сделке страновому риску может быть столь сильной, что предположение о независимости факторов рыночного и кредитного риска будет не выполняться даже для обыкновенных производных на процентные ставки и валютные курсы. Пример: большие убытки, которые понесли иностранные банки и фонды в результате кризиса августа 1998 г. в России, когда российские банки заключили большой объем форвардных контрактов на поставку долларов США по предкризисному курсу, а при резком падении курса рубля им не хватило ресурсов для выполнения своих обязательств.

При нарушении предположений о независимости модель оценки кредитного риска необходимо скорректировать таким образом, чтобы учесть корреляцию между вероятностью дефолта и размером подверженности риску в случае наступления дефолта. Фактически это означает разработку интегрированной модели оценки кредитного и рыночного риска для сделок с производными инструментами.

Для оценки максимальной подверженности кредитному риску по сложным сделкам можно проводить *стресс-тестирование* по аналогии с рыночным риском*. В минимальном варианте такое стресс-тестирование должно включать применение сценариев рыночных кризисов к текущей рыночной стоимости позиций, подверженных кредитному риску (главным образом, по облигациям и производным инструментам), а также к рыночной стоимости обеспечения по этим сделкам. При расчете рыночной стоимости позиций с учетом обеспечения, по-видимому, следует использовать более высокие волатильности, чем в обычных «рыночных» сценариях, а также учитывать возможную корреляцию между величиной подверженности риску и понижением кредитного рейтинга контрагента. Такое стресс-тестирование является одним из способов оценки риска, связанного с так называемыми «неправильными» **производными** (*wrong way derivatives*) — инструментами, у которых существует положительная корреляция между величиной подверженности кредитному риску и вероятностью дефолта контрагента [9].

5.15. Потери в случае дефолта. Уровень восстановления

Вероятность дефолта, подверженность кредитному риску и уровень потерь в случае дефолта представляют собой три наиболее важных показателя, используемых при определении требуемой доходности операций, связанных с кредитным риском.

При наступлении дефолта чистые убытки кредитора, как правило, оказываются меньшими, чем его полная подверженность кредитному риску по данной сделке. Это объясняется тем, что при объявлении дефолта кредитор получает право на досрочное взыскание задолженности путем реализации обеспечения, взыскания долга с гаранта (поручителя), предложения о реструктуризации задолженности или, в крайнем случае, требования об объявлении должника банкротом и возмещения суммы долга из стоимости принадлежащего ему имущества. Таким образом, последствия дефолта измеряются суммой восстановленных денежных средств и потерей оставшейся части задолженности.

Возможность (частичного) восстановления задолженности определяется той стоимостью, по которой можно продать на рынке долговые обязательства (например, облигации) после объявления по ним дефолта, либо стоимостью активов компании-должника в конце периода реорганизации. **Уровень восстановления** (*recovery rate*) конкретного вида обязательств зависит как от характеристик должника, так и от **очередности** (*seniority*) выплат по данному виду (выпуску) долговых обязательств по отношению к прочим финансовым обязательствам компании перед кредиторами и владельцами.

К факторам, оказывающим влияние на уровень восстановления, относятся:

- 1) вид обязательства (ссуда или облигация): по некоторым данным, коэффициенты восстановления по банковским ссудам в среднем оказываются выше, чем по облигациям, хотя статистические данные по восстановлению банковских кредитов очень скудны [17];

* Подробнее см. п. 8.9.

- 2) отраслевая принадлежность предприятия;
- 3) обеспечение сделки и очередность выплат по обязательствам: очевидно, что при прочих равных условиях обеспеченные (покрытые) обязательства с высокой очередностью погашения характеризуются более высокими значениями коэффициента восстановления;
- 4) состояние экономики: коэффициент восстановления будет снижаться в периоды экономического спада.

Отраслевая принадлежность заемщика определяет состав и структуру его активов, степень их ликвидности, а следовательно, и ликвидационную стоимость данного предприятия. Чем больше у предприятия ликвидных материальных активов и чем более определенными являются ее ожидаемые поступления, тем выше при прочих равных условиях будет уровень восстановления его задолженности для кредиторов. Было бы естественно предположить, что предприятия коммунального хозяйства и естественные монополии, располагающие значительными материальными активами и денежными потоками, будут иметь более высокие коэффициенты восстановления, чем небольшие инновационные фирмы, в балансе которых преобладают нематериальные активы. Очевидно, что эти *априорные* соображения должны учитываться в рыночных ценах выпускаемых этими компаниями долговых обязательств.

В США на протяжении десятилетий уровень восстановления задолженности традиционно оценивался в размере 40 центов за доллар номинальной стоимости долга. Подтверждением этому стало исследование Альтмана и Кишора, которые, проанализировав свыше 750 случаев дефолта за 1978–1996 гг., оценили средний уровень восстановления по облигациям в размере 40,11 долл. (при цене облигации, равной или близкой к номиналу в 100 долл.), или около 40% [17]. Однако этот уровень может значительно колебаться вокруг среднего значения в зависимости от очередности погашения долговых обязательств. По их оценкам, кредиторы первой очереди (владельцы «старших» обязательств, обеспеченных залогом) могли восстановить в среднем 58% номинальной стоимости*, второй («старшие» необеспеченные обязательства) — 48%, третьей («старшие» субординированные обязательства) — 35% и четвертой («младшие» субординированные обязательства) — около 32% [17].

Альтман и Кишор проанализировали почти семьсот случаев дефолта по облигациям предприятий США, относящихся к 18 отраслевым группам, в период с 1971 по 1995 г. Рассчитанные ими средние уровни восстановления задолженности по необеспеченным облигациям в высокой очередностью погашения приведены в табл. 5.9.

Из табл. 5.9 следует, что в среднем по отраслям промышленности уровень восстановления задолженности колеблется в диапазоне 30–40% со средним стандартным отклонением на уровне 20–30% (для некоторых групп оценки явно не репрезентативны). Отсюда следует, что для оценки уровня вос-

* Столь невысокий средний уровень восстановления по обеспеченным обязательствам объясняется трудностью экономической оценки и колебаниями рыночной стоимости обеспечения в зависимости от вида активов и конъюнктуры рынка, падением рыночной стоимости активов компании, объявившей дефолт, а также значительным (до 20%) ростом стоимости таких обязательств в период реорганизации (банкротства).

Таблица 5.9

**КОЭФФИЦИЕНТЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЗАДОЛЖЕННОСТИ
ПО ОТРАСЛЕВЫМ ГРУППАМ В США**

Отраслевая группа	Средний коэффициент восстановления, %
Горнодобывающая и нефтегазовая промышленность	43.60*
Строительство и недвижимость	41,91
Текстильная и швейная промышленность	34.47*
Деревообрабатывающая, целлюлозно-бумажная, кожевенная промышленность; книгоиздание	47.33*
Химическая промышленность	71.91
Производство стройматериалов, металлургия	44.23
Машиностроение	47.55
Прочие отрасли обрабатывающей промышленности	85.71*
Транспорт и производство транспортных средств	30.83*
Телекоммуникации, связь, киноиндустрия	34.97
Коммунальные услуги	77.74
Оптовая и розничная торговля	39.0*
Торговля потребительскими товарами	44.55
Финансовые услуги	38.68
Больницы, санатории и общежития	20.50*

* Средние значения рассчитаны на основе менее 10 случаев наблюдений.

Источник: [17].

становления по данному активу недостаточно опираться только на среднеотраслевые значения, необходимо проводить тщательный анализ финансового состояния конкретного заемщика и условий сделки.

Весьма близкие результаты были опубликованы агентством Moody's, по оценкам которого средний уровень восстановления задолженности по облигациям составил 42,24%, при этом стандартное отклонение оказалось довольно большим — 23,41% [30].

Зная предельную вероятность дефолта и средний уровень восстановления, можно определить уровень ежегодных и среднегодовых потерь вследствие дефолта, потерю основной суммы и недополученные купонные платежи, рассчитываемые по отношению к безвозвратным потерям основной суммы задолженности. Результаты этих расчетов по данным рынка корпоративных облигаций США в 1996 г., полученные Альтманом и Кишором, представлены в табл. 5.10.

5.16. Оценка риска дефолта для портфеля активов

Переходя от одного инструмента к портфелю активов, подверженных кредитному риску, нам необходимо произвести агрегирование как ожидаемых потерь, так и их волатильности по всем рассматриваемым контрагентам. Подобно рыночному риску, кредитный риск в этом случае должен рассматриваться не изолированно по позициям, а с точки зрения их вклада в общий риск портфеля с учетом эффекта диверсификации. Портфельный подход к измерению кредитного риска позволит уменьшить размер резервируемого капитала по сравнению с простым суммированием по инструментам и контрагентам, не учитывающим корреляционные взаимосвязи между ними.

Для портфеля из N контрагентов потери вследствие кредитного риска можно определить по аналогии с выражением (5.3) следующим образом:

$$CL = \sum_{i=1}^N b_i \cdot CE_i \cdot LGD_i, \quad (5.31)$$

где CE_i — суммарная подверженность риску дефолта по i -му контрагенту (чистая подверженность риску после взаимозачета требований при условии, что такой взаимозачет является юридически законным и фактически производился с данным контрагентом*).

Таблица 5.10

ОЦЕНКА ПОТЕРЬ В РЕЗУЛЬТАТЕ ДЕФОЛТОВ ПО КОРПОРАТИВНЫМ ОБЛИГАЦИЯМ В США

Показатель	Величина, %
<i>Исходные данные</i>	
a) Средняя вероятность дефолта в 1996 г	1,23
b) Средняя стоимость облигации на конец месяца после объявления дефолта $(1 - R)$	51,91
c) Средний размер потерь основной суммы долга (R)	48,09
d) Средний размер купонных платежей	8,92
<i>Потери вследствие дефолта</i>	
Потери основной суммы долга $(a) \times (c)$	0,592
Потери $\frac{1}{2}$ купонных платежей $(a) \times 0,5 \times (d)^*$	0,055
Всего потерь от наступления дефолта	0,647

* Недополученные купонные платежи рассчитаны на 6 месяцев исходя из половины годовой ставки купона.

Источник: [17].

* Подробнее о взаимозачете открытых позиций см. п. 5.19.3 и 7.4.3.

Заметим, что чистую подверженность кредитному риску по портфелю (чистую стоимость замещения, отражающую наихудшие потери в случае дефолта одновременно всех контрагентов без учета восстановления) можно определить путем суммирования по контрагентам:

$$CE = \sum_{i=1}^N CE_i. \quad (5.32)$$

В простейшем случае можно рассматривать как случайную величину только переменную b , тогда ожидаемые потери по портфелю будут зависеть только от вероятностей дефолта:

$$E(CL) = \sum_{i=1}^N PD_i \cdot CE_i \cdot LGD_i. \quad (5.33)$$

Однако разброс потерь по портфелю будет зависеть от корреляций между случаями дефолта по составляющим портфель контрагентам. Используя свойства биномиального распределения, можно показать, что для случая двух заемщиков вероятность одновременного объявления ими дефолта будет равна

$$P(AB) = P(A)P(B) + \rho_{AB}\sqrt{P(A)(1-P(A))}\sqrt{P(B)(1-P(B))}, \quad (5.34)$$

где ρ_{AB} — коэффициент корреляции между дефолтами заемщиков A и B .

Из (5.34) следует, что

$$\rho_{AB} = \frac{P(AB) - P(A)P(B)}{\sqrt{P(A)(1-P(A))}\sqrt{P(B)(1-P(B))}}.$$

Допущение о независимости этих событий (т. е. о равенстве нулю корреляции между ними) существенно упрощает анализ, сводя выражение (5.34) просто к произведению вероятностей дефолта, однако оно практически никогда выполняется на практике.

Так как даже в случае одной сделки, заключенной с одним контрагентом, все параметры кредитного риска в выражении (5.31) будут являться случайными величинами, для расчета риска мы можем использовать тот же подход к оценке ожидаемых потерь (5.4) и их разброса (5.28), обобщив его на случай многих контрагентов. Таким образом, нам необходимо построить многомерное распределение вероятностей потерь по всему портфелю, в котором были бы учтены следующие эффекты «взаимодействия» составляющих его элементов:

- корреляция между дефолтами;
- совместная динамика факторов рыночного риска, от которой зависит уровень подверженности кредитному риску по инструментам и контрагентам в каждый момент времени;
- случайный характер уровней восстановления задолженности для различных контрагентов и их корреляции между собой и с другими параметрами.

Очевидно, что высокая сложность задачи для больших диверсифицированных портфелей не позволяет описать искомое распределение аналитически (возможно, за исключением очень простых случаев), однако оно может быть смо-

делировано с помощью метода Монте-Карло. Типичный вид распределения прибылей и убытков вследствие кредитного риска показан на рис. 5.4.

Распределение прибылей и убытков вследствие кредитного риска имеет сильную левостороннюю асимметрию (т. е. смещено в область убытков), в отличие от довольно симметричных распределений факторов рыночного риска. Такой вид распределения объясняется тем, что незапланированные прибыли по операциям, связанным с кредитованием, практически равны нулю, в то время как потери в наихудшем случае могут превысить номинальную стоимость ссудного портфеля. Действительно, если отданные в ссуду средства являются привлеченными, то их невозврат грозит неплатежеспособностью уже самому кредитору, что может привести к дополнительным потерям сверх основной суммы задолженности в виде штрафов, неустоек и т. п. в случае дефолта самого кредитора. Согласно модели Мертона [43], покупка долгового обязательства, связанного с риском дефолта, эквивалентно приобретению безрискового актива с одновременной продажей опциона, поэтому распределение потерь вследствие кредитного риска похоже на распределение прибылей и убытков по короткой позиции по опциону.

Ожидаемые потери вследствие кредитного риска представляют собой средний размер потерь, соответствующий центру распределения на рис. 5.4. Как указывалось выше, «внутренний» подход к оценке кредитного риска рассматривает данные потери как составляющую общих издержек, которая должна быть компенсирована с помощью механизма ценообразования посредством полного «переноса» на клиента, т. е. включения в стоимость инструмента (доходность по облигации, ставка процента по ссуде, котируемая цена кредитного производного инструмента). Типичным примером такой практики могут служить банковские резервы на возможные потери по ссудам, которые фор-

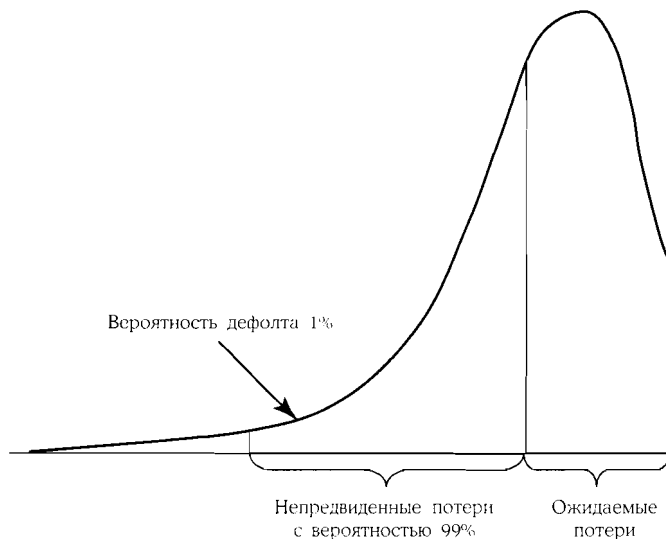


Рис. 5.4. Типичный вид частотного распределения убытков по портфелю ссуд

мируются в обязательном порядке за счет отчислений, относимых на расходы банков.

Для целей ценообразования кредитных продуктов определим **приведенную стоимость ожидаемых потерь вследствие кредитного риска** (*present value of expected credit losses* — PV_{ECL}) за весь период, оставшийся до завершения операции, как совокупность ожидаемых кредитных потерь [35]:

$$PV_{ECL} = \sum_t \frac{E(CL_t)}{1 + r_t} = \sum_t \frac{PD_t \cdot ECE_t \cdot (1 - R)}{1 + r_t}, \quad (5.35)$$

где $PD_t = MR_t = SR_{t-1} MMR_t$ — вероятность дефолта в период t при условии отсутствия дефолта в предшествующие периоды;

r_t — ставка дисконтирования для периода t .

Выражение (5.35) можно упростить, заменив зависящие от времени переменные вероятности дефолта и подверженности кредитному риску на их средние значения, рассчитанные по формулам (5.12) и (5.29) соответственно:

$$PV_{ECL} \approx \overline{PD} \cdot \overline{ECE} \cdot (1 - R) \cdot \sum_t \frac{1}{1 + r_t}. \quad (5.36)$$

Необходимо учитывать, что формула (5.36) дает только приблизительное значение приведенной стоимости ожидаемых потерь, так как она не учитывает возможные одновременные изменения усредняемых переменных. Так, для свопов, заключенных с контрагентом с высоким кредитным рейтингом, вероятность дефолта и подверженность кредитному риску будут возрастать со временем, и игнорирование этой корреляции при использовании средних значений будет вести к недооценке кредитного риска по данным операциям.

Включение ожидаемых кредитных потерь в стоимость кредитного продукта или финансового инструмента возможно двумя способами. В случае больших однородных портфелей (например, ссуд населению), когда заранее невозможно определить, кто из заемщиков объявит в будущем дефолт, ожидаемые потери оцениваются для портфеля в целом и распределяются равномерно между входящими в него контрагентами. В случае же крупных единичных сделок, сопряженных с кредитным риском (например, по корпоративным ссудам, свопам или кредитным производным инструментам), ожидаемые потери должны рассчитываться для каждого контрагента и в полном размере включаться в стоимость инструмента.

Непредвиденные потери вследствие кредитного риска (*unexpected credit loss* — UCL) отражают разброс потерь вокруг их ожидаемого значения. Размер этих потерь определяется совместным распределением всех случайных переменных модели, в простейшем случае — распределением частоты дефолта по различным контрагентам (5.33). Как и для рыночного риска, волатильность потерь будет уменьшаться с ростом количества контрагентов и с уменьшением корреляции наступлений дефолта.

В отличие от ожидаемых потерь, непредвиденные потери уже не могут быть включены в стоимость инструментов, а должны компенсироваться за счет резерва собственного капитала, выполняющего роль «подушки безопасности». При этом предполагается, что размер резервируемого капитала должен быть

таким, чтобы полностью компенсировать возникшие непредвиденные убытки с заданной степенью вероятности.

Формально непредвиденные потери по кредитам можно определить как потери, превышающие ожидаемые, т. е. как разность между **максимально возможными потерями** (которые, хотя и могут быть очень большими по величине, все же конечны) и ожидаемыми потерями:

$$UCL = MCL - ECL, \quad (5.37)$$

где MCL (*maximum credit loss*) — максимально возможные убытки при заданных параметрах и предположениях, лежащих в основе модели.

Очевидно, что резервировать капитал в размере максимально возможных потерь нецелесообразно, да и едва ли возможно в силу высоких издержек привлечения и обслуживания капитала. Банк должен располагать капиталом в таком объеме, который бы полностью компенсировал убытки, превышающие ожидаемые, не во всех случаях, а только с заданной вероятностью (уровнем доверия). Для этого необходимо оценить **максимальные потери вследствие кредитного риска** (*worst credit loss* — WCL) на определенный временной горизонт с заданной вероятностью α по аналогии с выражением (5.28):

$$1 - \alpha = \int_{WCL} f(CL) dCL, \quad (5.38)$$

где $f(CL)$ — функция плотности распределения вероятностей потерь вследствие кредитного риска.

Непредвиденные потери с заданной вероятностью, или **кредитный VaR** (*credit VaR*), определяются как разность между величиной максимальных потерь, удовлетворяющих уравнению (5.38), и ожидаемыми потерями:

$$\text{Credit VaR} = WCL - ECL. \quad (5.39)$$

Кредитный VaR отражает требуемый размер резерва собственных средств под покрытие непредвиденных потерь с заданным уровнем доверия, который называется «**экономическим капиталом**» (*economic capital*)*. Учитывая то, что банковский капитал является самым дорогим среди альтернативных источников финансирования, его стоимость, отражающая требуемую владельцами чистую рентабельность вложений, должна быть включена в стоимость кредитного инструмента. При прочих равных условиях, чем более рискованной является операция, тем больше потребуются экономического капитала для ее обеспечения и тем выше должна быть доходность операций с учетом риска, которая бы покрывала стоимость задействованного капитала. Это, в частности, объясняет, почему величины кредитных спредов в реальности больше, чем необходимо для компенсации актуарной вероятности дефолта.

* Подробнее понятие экономического капитала рассматривается в гл. VIII.

Кредитный VaR рассчитывается на гораздо большие временные горизонты, чем рыночный VaR, обычно на один год (полугодие, квартал). Предполагается, что при неприемлемом увеличении риска в течение этого времени банк будет иметь возможность управлять им путем сокращения подверженности риску или наращивания экономического капитала.

Наконец, необходимо отметить, что показатель кредитного VaR отражает только совокупный риск по портфелю, однако для эффективного управления им необходимо знать, какие факторы риска или контрагенты вносят наибольший вклад в общий риск портфеля. Смоделированное с помощью метода Монте-Карло распределение потерь может также использоваться для декомпозиции портфельного риска по контрагентам и анализа влияния предполагаемых сделок на риск всего портфеля*.

5.17. Миграция кредитных рейтингов

Миграцией кредитных рейтингов (*credit rating migration*) называют дискретный процесс, заключающийся в изменении кредитных рейтингов в течение определенного интервала времени.

Являясь одним из видов кредитного события, изменение кредитного рейтинга оказывает существенное влияние на стоимость финансовых инструментов, особенно облигаций, а также иных кредитных продуктов. Хотя изменение кредитного рейтинга не обязательно означает дефолт, оно ведет к прямым потерям или выигрышу в результате реакции рынка на это событие. Влияние изменений рейтинга неразрывно связано с переоценкой финансовых инструментов по рыночной стоимости. Кроме того, миграция кредитного рейтинга может привести к нарушению установленных лимитов по группам риска контрагентов, что влечет необходимость изменения кредитной политики банка в целом. Анализ миграции кредитного рейтинга является неотъемлемой частью процесса управления кредитными рисками. Так, например, в модели *CreditMetrics* переходная матрица кредитных рейтингов является важнейшим элементом исходных данных для расчета VaR кредитного портфеля (см. п. 5.18.2).

Процесс миграции кредитных рейтингов характеризуется **матрицей переходов** (*transition matrix*), элементами которой являются *вероятности* изменения кредитного рейтинга заемщика от одного значения к другому к концу заданного периода времени. Эти вероятности могут быть как определены статистически, на основе анализа исторических данных, так и рассчитаны теоретически, с помощью модели. В последнем случае часто используют марковские процессы**, в которых изменения кредитных рейтингов принимаются независимыми.

Очевидно, что сумма вероятностей переходной матрицы по каждой строке и каждому столбцу должна быть равна 1. В табл. 5.11 приведен пример переходной матрицы (обратите внимание на то, что переходная матрица не является симметрической).

* Один из методов декомпозиции VaR по факторам риска для непараметрических методов расчета предложен в [42].

** Марковский процесс — это случайный процесс в дискретном времени, развитие которого после любого заданного момента времени зависит только от его значения в этот момент и не зависит от его предшествующего значения.

Матрица переходов может применяться для расчета кумулятивной вероятности дефолта за большие интервалы времени, когда статистических данных недостаточно для достоверной оценки вероятности актуарным методом.

Таким образом, основная проблема заключается в расчете элементов матриц миграции кредитных рейтингов за определенный период времени.

Наиболее известными исследованиями в области миграции кредитных рейтингов стали работы Альтмана и Као (основанные на статистических данных *Standard & Poor's* за период с 1971 по 1989 г.) [17] и опубликованные отчеты рейтинговых агентств *Moody's* (по данным за 1920–1996 гг.)* [45] и *Standard & Poor's* (по данным за 1981–1996 гг.).

Как и в случае актуарной вероятности дефолта, эти исследования различаются в ряде аспектов применяемой методологии, что объясняет значительные расхождения полученных результатов. Альтман и Као отслеживали изменения рейтинга облигаций по отношению к первоначальному на момент их эмиссии и на протяжении вплоть до последующих 10 лет. Агентства *Moody's* и *Standard & Poor's*, напротив, анализировали миграции кредитных рейтингов по отношению к некоторому общему начальному моменту независимо от воз-

Таблица 5.11

ПЕРЕХОДНАЯ МАТРИЦА МИГРАЦИИ КРЕДИТНЫХ РЕЙТИНГОВ НА 1 ГОД

Начальный рейтинг	Рейтинг в конце года, %							
	Aaa	Aa	A	Baa	Ba	B	Caa-C	D
Aaa	88,32	6,15	0,99	0,23	0,02	0,00	0,00	4,29
Aa	1,21	86,76	5,76	0,66	0,16	0,02	0,00	5,36
A	0,07	2,30	86,09	4,67	0,63	0,10	0,02	5,99
Baa	0,03	0,24	3,87	82,52	4,68	0,61	0,06	7,71
Ba	0,01	0,08	0,39	4,61	79,03	4,9	0,41	9,39
B	0,00	0,04	0,13	0,60	5,79	76,33	3,08	10,53
Caa-C	0,00	0,02	0,04	0,34	1,2	5,29	12,41	8,78

Матрица построена по фактически наблюдаемым изменениям кредитных рейтингов за 1920–1996 гг.

Источник: [45].

* Результаты исследований *Moody's* находятся в открытом доступе в Интернете по адресу <http://www.moodysrms.com>.

раста облигаций, составлявших исходную выборку. Иными словами, в исходных выборках этих агентств оказались как только что выпущенные, так и уже находившиеся какое-то время в обращении облигации.

Это различие представляется весьма важным. Как известно, относительно более старые облигации характеризуются большей вероятностью изменения рейтинга в краткосрочном периоде, чем только что выпущенные облигации, так как рейтинговые агентства и отделы кредитного контроля в банках обычно не пересматривают кредитные рейтинги заемщиков до истечения как минимум одного года с момента выпуска облигаций или выдачи ссуды. Поэтому изменение кредитного качества заемщика должно быть очень значительным и заметным, чтобы это стало причиной изменения кредитного рейтинга в течение первых нескольких лет.

Помимо этого, Альтман и Као в своем исследовании учитывали различия в характеристиках разных выпусков облигаций одного заемщика, в то время как рейтинговые агентства использовали наиболее «старший» (с точки зрения очередности удовлетворения требований) выпуск облигаций как эквивалент всех долговых обязательств данного заемщика независимо от объема конкретного выпуска и общего количества облигаций данного эмитента в обращении.

Еще одним существенным методологическим отличием является то, что в исследованиях агентств *Moody's* и *Standard & Poor's* учитывались случаи отзыва рейтинга у облигаций при их досрочном погашении или выкупе эмитентом, например по причине слияния или поглощения компании, а также при недостатке информации для определения рейтинга. По оценкам этих агентств, от 25 до 40% эмитентов могут попасть в эту категорию по истечении пяти лет с момента выпуска облигаций в обращение [17].

Полученные в результате этих исследований оценки вероятности миграции кредитных рейтингов значительно расходятся друг с другом, что объясняется перечисленными различиями в применяемой методологии. Так, согласно результатам Альтмана и Као, 93,7% облигаций, получивших рейтинг В в момент эмиссии, сохранили этот же рейтинг через 1 год, но только 53,3% этих облигаций сохранили этот рейтинг через 5 лет. По данным *Moody's* и *Standard & Poor's*, вероятность сохранения рейтинга В через 1 год составляет 76,3 и 72,8% и через 5 лет — 32,1 и 16,6% соответственно. При этом агентства *Moody's* и *Standard & Poor's* установили, что доля облигаций с изначальным рейтингом В, у которых он был отозван через 1 год, составляет 10,5 и 12,2%, а через 5 лет — 38,2 и 45,4% соответственно [17, 45]. В данном случае существенные отличия полученных результатов объясняются, очевидно, эффектом «возраста» облигаций, поскольку большинство эмиссий содержит оговорку о запрете досрочного погашения или выкупа в течение первых 3–5 лет с момента выпуска облигаций в обращение. Таким образом, столь высокий процент случаев отзыва рейтинга объясняется просто истечением срока обращения и погашением «старых» облигаций, что подтверждается и более поздними исследованиями [17].

Наиболее значительные расхождения в оценках *Moody's* и *Standard & Poor's* наблюдаются в вероятностях миграции рейтингов с горизонтом в 5 лет, что, по-видимому, является следствием использования статистики за различные

временные периоды. Оценки Альтмана и Као расходятся с данными рейтинговых агентств по всем категориям рейтингов, но особенно сильно — по относительно низким кредитным рейтингам. Как видно из табл. 5.12. Альтман и Као, учитывая в своем анализе возраст облигаций и не рассматривавшие случаи отзыва кредитного рейтинга, указывают во всех случаях на большую вероятность сохранения рейтинга через 1 год, чем рейтинговые агентства.

В качестве дополнительного примера расхождений в оценках вероятности миграции кредитных рейтингов приведем переходную матрицу, построенную с помощью модели *EDF* по всем компаниям, включенным в базу данных компании *KMV* (см. табл. 5.13).

Изменение кредитного риска при миграции рейтинга влечет за собой уменьшение или увеличение рыночной стоимости обязательств. Существует несколько методов оценки влияния изменения кредитного рейтинга на рыночную стоимость финансового инструмента.

Согласно первому методу, такая оценка может быть получена путем умножения модифицированной дюрации на изменение кредитного спреда при миграции рейтинга. Этот метод использует среднюю доходность к погашению или спред с учетом опциона (обычно это опцион «колл» в случае отзывных облигаций). В табл. 5.14 приведены данные, необходимые для такого расчета.

В качестве примера оценим ожидаемое влияние снижения кредитного рейтинга с BBB до BB по данным из этой таблицы.

Средняя дюрация для рейтинга BBB составляет 6.22 года, ожидаемое изменение доходности при снижении до BB = $6.2 \times (139.79 - 326.13) \approx 1155$ б. п. Согласно расчетам Альтмана и Као, вероятность изменения рейтинга с BBB до BB за 5 лет составляет 7,6%. Таким образом, ожидаемое влияние миграции кредитного рейтинга составит 0.076×1155 б. п. ≈ 88 б. п.

Второй метод оценки влияния миграции кредитного рейтинга на стоимость облигации используется в системе *CreditMetrics*. Он заключается в оценке стоимости облигации в зависимости от возможных изменений рейтинга в следующем периоде, например через год, и дисконтировании денежных средств, приходящихся на этот период, по форвардной кривой доходности по беску-

Таблица 5.12

**СРЕДНЯЯ ВЕРОЯТНОСТЬ СОХРАНЕНИЯ
КРЕДИТНОГО РЕЙТИНГА ЧЕРЕЗ 1 ГОД, %**

Исследование	Aaa/AAA	Aa/AA	A	Baa/BBB	Ba/BB	B	Caa/CCC
Альтман и Као (1971–1996)	94,3	92,6	92,1	90,0	86,1	93,7	92,5
Moody's (1920–1996)	88,3	86,8	86,1	82,5	79,0	56,3	71,9
Standard & Poor's (1981–1996)	88,5	88,5	87,6	82,5	73,8	72,8	53,1

Источники: [17, 45].

Таблица 5.13

**ПЕРЕХОДНАЯ МАТРИЦА МИГРАЦИИ КРЕДИТНЫХ РЕЙТИНГОВ
ЗА ПЕРИОД В 1 ГОД**

Начальный рейтинг	Рейтинг в конце года, %							
	Aaa	Aa	A	Baa	Ba	B	CCC	D
Aaa	66,26	22,22	7,37	2,45	0,86	0,67	0,14	0,02
Aa	21,66	43,04	25,83	6,56	1,99	0,68	0,20	0,04
A	2,76	20,34	44,19	22,94	7,42	1,97	0,28	0,10
Baa	0,30	2,80	22,63	42,54	23,52	6,95	1,00	0,26
Ba	0,08	0,24	3,69	22,93	44,41	24,53	3,41	0,71
B	0,01	0,05	0,39	3,48	20,47	53,00	20,58	2,01
CCC	0,00	0,01	0,09	0,26	1,79	17,77	69,94	10,13

Матрица рассчитана по непересекающимся диапазонам значений *EDF*.

Источник: [38].

полным облигациям для нового значения кредитного рейтинга. В отличие от предыдущего подхода, игнорирующего изменение ставки дисконтирования, данный метод позволяет более корректно учитывать влияние миграции кредитных рейтингов, особенно для оценки больших портфелей облигаций.

Третий метод заключается в непосредственном наблюдении изменений рыночной цены облигаций при изменении кредитного рейтинга по большому числу выпусков с разными кредитными рейтингами. Основная трудность при реализации данного подхода заключается в выборе точного момента времени для фиксации изменения цены, так как к моменту официального повышения или понижения рейтинга рынок уже успевает в значительной степени отреагировать на это событие, основываясь на поступившей ранее информации (возможно, стоит анализировать изменение цены уже в тот момент времени, когда рейтинговое агентство объявляет еще только о возможности пересмотра рейтинга или об ухудшении прогноза рейтинга).

Наконец, четвертый подход заключается в «разложении» наблюдаемого рыночного спреда по облигациям с различным рейтингом на влияющие факторы и выделении того из них, который отражал бы влияние ожидаемого изменения кредитного рейтинга. Сопоставление этого фактора с историческими данными по миграции рейтингов позволило бы верно оценить ожидаемые последствия изменений рейтинга. При всей теоретической привлекательности это наиболее сложный из перечисленных подходов с точки зрения реализации на практике.

Таблица 5.14

**СРЕДНИЕ ЗНАЧЕНИЯ ДОХОДНОСТИ К ПОГАЩЕНИЮ,
СПРЕДА ДОХОДНОСТИ И МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДЮРАЦИИ ОБЛИГАЦИЙ
ЗА 1985–1996 гг.**

Показатель	AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC
Доходность к погашению, %	8,21	8,73	8,89	9,52	10,91	13,04	17,59
Спред к казначейским облигациям США, б. п.	54,82	60,44	85,31	139,79	326,13	538,73	1027,91
Модифицированная дюрация, лет	5,32	6,48	6,24	6,22	5,49	4,86	4,30

Источник: [17].

Комплексный анализ влияния миграции кредитного риска на доходность портфеля должен учитывать также корреляции между изменениями рейтингов различных инструментов, составляющих портфель. Корреляционная матрица может быть оценена как напрямую, по историческим корреляциям в миграции кредитных рейтингов, так и косвенно, по наблюдаемым корреляциям в динамике рыночных цен акций или же на основе теоретических моделей, предсказывающих поведение цен акций. Преимуществом первого подхода является непосредственное наблюдение процесса миграции рейтингов и изучение его характеристик, однако следует помнить, что рейтинги, как правило, реагируют на изменение кредитного риска с запаздыванием. Цены акций являются опережающим индикатором кредитного риска, однако наличие определенной корреляции между ними не означает наличия такой же корреляции в изменениях кредитных рейтингов.

5.18. Модели оценки кредитного риска портфеля

Очевидно, что банки и другие финансовые институты, занимающиеся кредитованием, нуждаются в инструментах, способствующих реализации их кредитной политики, сокращению затрат, связанных с высокой оплатой труда специалистов в области кредитного анализа, и эффективному управлению портфелем активов.

Для достижения этих целей в 1990-х годах были разработаны и получили широкое практическое применение различные модели оценки кредитного риска портфелей, состоящих из разных финансовых инструментов и сделок, заключенных с различными контрагентами в рамках разнообразных направлений деятельности. Данный подход рассматривает риск портфеля не как арифметическую сумму изолированных позиций, а как единое целое, в анализе которого следует учитывать эффекты диверсификации и взаимного хеджирования его составляющих.

Процесс управления портфелем заключается в принятии решений относительно приобретения тех или иных активов и условий владения ими с це-

люю избежания неоправданной концентрации риска, связанного с одним контрагентом, отраслью промышленности или региональным (национальным) рынком. Главным критерием при выборе нового или продаже существующего актива должно быть влияние этих операций на соотношение «доходность/риск» для всего портфеля.

Создание моделей оценки и управления кредитным риском портфеля было обусловлено следующими факторами:

- методологические и технологические достижения, сделавшие возможным агрегирование финансовых рисков в режиме времени, близком к реальному;
- потенциальные выгоды от диверсификации риска, способствующей установлению более выгодной для клиентов стоимости кредитных продуктов;
- оптимизация, посредством которой определяется оптимальная структура ссудного портфеля;
- рост рынка кредитных производных инструментов, ценообразование и хеджирование которых следует проводить на основе портфельного подхода;
- быстрое развитие рынка корпоративных облигаций в европейских странах.

Процесс разработки и внедрения моделей оценки риска ссудного портфеля требует создания междисциплинарной группы квалифицированных специалистов из различных областей деятельности, включая:

- *финансы и кредит*, поскольку модели в своей основе базируются на анализе финансового состояния заемщика и выработке критериев предоставления кредитных ресурсов;
- *математическую статистику*, так как модели построены на основе достаточно сложного математического аппарата и используют различные статистические данные, точность которых непосредственно влияет на качество конечных результатов;
- *информационные технологии*, необходимые для реализации моделей в виде программных приложений и обеспечения их бесперебойной работы.

Далее в этом разделе рассматриваются основные понятия и общие принципы работы моделей оценки риска кредитных портфелей, а также дан сравнительный анализ наиболее известных из этих моделей, уже ставших отраслевым стандартом.

5.18.1. Основные характеристики моделей оценки кредитного риска портфеля

Все известные на сегодня модели оценки кредитного риска портфеля можно классифицировать по следующим признакам [35]:

- 1) по подходу к моделированию: «сверху вниз» и «снизу вверх»;
- 2) по виду кредитного риска: *оценка риска дефолта* и *переоценка по рыночной стоимости*;

- 3) по методу оценки вероятности дефолта: условные и безусловные модели;
- 4) по методу оценки корреляции дефолтов: *структурные* и «*сокращенные*» модели.

1 Оценки кредитного риска могут быть получены в зависимости от характеристик контрагента путем моделирования «сверху вниз» или «снизу вверх». Модели первого типа применяются для больших однородных групп заемщиков, например держателей кредитных карт или предприятий малого бизнеса. Величина кредитного риска оценивается путем построения распределения вероятностей убытков для портфеля в целом на основе исторических данных по каждой однородной группе заемщиков. Эти оценки используются в дальнейшем для оценки риска при выдаче ссуды без дополнительного уточнения параметров риска заемщика. Существенным недостатком такого подхода является его упрощенность и нечувствительность к постепенным изменениям в структуре однородных групп.

Когда портфель активов имеет разнородную структуру, банки оценивают кредитный риск методом «снизу вверх». Для крупных и средних предприятий-заемщиков, а также различных инструментов финансового рынка данный метод является основным способом оценки кредитных рисков. При моделировании «снизу вверх» кредитный риск оценивается на уровне конкретного инструмента и индивидуального заемщика путем анализа его характеристик, финансового положения и перспектив. Для оценки совокупного риска портфеля величины рисков по индивидуальным заемщикам агрегируются с учетом эффектов корреляции. Моделирование кредитного риска «снизу вверх» аналогично расчету VaR портфеля в случае рыночного риска, так как оно позволяет оценить «вклады» элементов портфеля в совокупный риск и управлять риском портфеля на уровне отдельных контрагентов или факторов риска.

По определению единственным кредитным событием, рассматриваемым в **моделях оценки риска дефолта** (*default-mode models*), является только объявление дефолта контрагентом, при этом изменения рыночной стоимости активов вследствие иных кредитных событий, например миграции кредитного рейтинга, не принимаются во внимание. В **моделях переоценки по рыночной стоимости** (*mark-to-market models*) объектом анализа являются изменения рыночной стоимости актива, вызванные факторами как рыночного, так и кредитного риска, включая изменения кредитного рейтинга и дефолт. Этот тип моделей дает более объективную картину риска с горизонтом расчета, равным периоду ликвидации актива.

Условные (*conditional*) модели оценивают вероятность дефолта контрагента с учетом отраслевых и макроэкономических факторов, которые оказывают существенное влияние на частоту банкротств. В **безусловных** (*unconditional*) моделях вероятность дефолта обычно не зависит от состояния внешней среды и определяется преимущественно «внутренними» характеристиками заемщика и кредитного продукта.

В **«структурных»** (*structural*) моделях процесс наступления дефолта является эндогенным, т. е. представляется в явном виде. Дефолт происходит тогда, когда активы компании-заемщика снижаются до определенного порогового уровня по отношению к обязательствам, при этом процесс изменения стоимости активов во времени описывается некоторым случайным процессом. Корреляции между дефолтами оцениваются на основе изменения стоимости

активов, например цен акций или облигаций, которые, как предполагается, наиболее чутко реагируют на изменение вероятности банкротства заемщика. Так называемые «сокращенные» (*reduced-form*) модели используют уже готовые оценки актуарных вероятностей дефолта и коэффициентов восстановления, рассматривая процесс наступления дефолта как экзогенный. В этих моделях корреляции оцениваются опосредствованно, через функциональные зависимости вероятности дефолта от некоторого набора факторов риска, например фондовых и отраслевых индексов. «Структурные» модели позволяют хеджировать кредитный риск путем открытия позиций как на этом, так и на других рынках, в то время как при использовании «сокращенных» моделей единственным способом хеджирования риска является занятие противоположной позиции только на данном рынке.

За последние годы крупные зарубежные финансовые институты разработали целый ряд моделей оценки кредитного риска портфеля, различающихся по применяемой методологии и степени сложности, которые получили широкое признание в мире и фактически применялись в качестве отраслевого стандарта. Наибольшей известностью пользуются следующие модели: *CreditMetrics* (*J.P. Morgan Chase*), *CreditRisk+* (*Credit Suisse*), *Portfolio Manager* (*KMV*) и *Credit Portfolio View* (*McKinsey & Co., Inc.*)*. Сравнительный анализ этих моделей по приведенным выше критериям дан в табл. 5.15 [35].

5.18.2. Модель *CreditMetrics*

Разработанная банком *J.P. Morgan Chase* модель *CreditMetrics*, описание которой было опубликовано в апреле 1997 г. [22]**, стала первым подходом к оценке кредитного риска портфеля по принципу «снизу вверх» на основе показателя *VaR****. Факторами риска в модели являются изменения кредитного рейтинга облигаций, которые, в свою очередь, оказывают влияние на их рыночную стоимость. Схема модели *CreditMetrics* представлена на рис. 5.5.

Расчеты по модели осуществляются поэтапно следующим образом:

1. На первом этапе производится декомпозиция клиентского портфеля по основным факторам риска и оценивается влияние, которое эти факторы оказывают на распределение подверженности кредитному риску. В системе *CreditMetrics* можно оценивать подверженность риску по широкому спектру инструментов, включающему облигации, свопы, ссуды, кредитные линии и дебиторскую задолженность.
2. Целью второго этапа является построение распределения прибылей и убытков вследствие кредитного риска для каждого инструмента портфеля. Сначала для каждого актива (например, облигации) определя-

* Приведенные ниже описания моделей в значительной степени основаны на материале из [35].

** Техническая документация с описанием модели и основные данные, необходимые для расчета, находятся в открытом доступе в Интернете по адресу: <http://www.riskmetrics.com>.

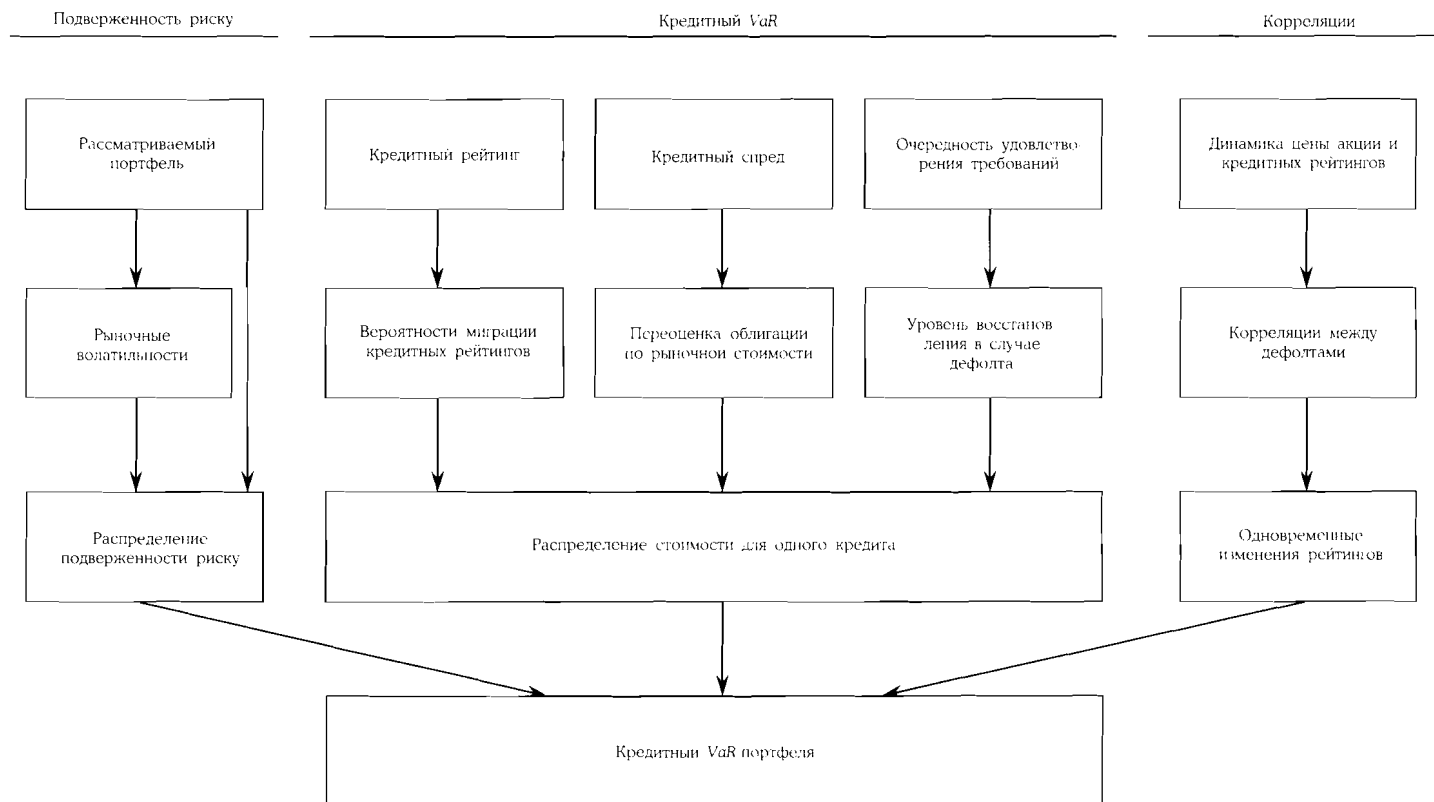
*** Методика *CreditMetrics* была реализована в виде программного продукта под названием *Credit Manager*, который распространялся компанией *J.P. Morgan Securities*.

Таблица 5.15

**СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОДЕЛЕЙ
ОЦЕНКИ КРЕДИТНОГО РИСКА ПОРТФЕЛЯ**

Характеристика	CreditMetrics	KMV Portfolio Manager	CreditRisk+	Credit Portfolio View
Компания-разработчик	J.P. Morgan Chase	KMV Corporation	Credit Suisse Financial Products	McKinsey & Co., Inc.
Подход к моделированию	Снизу вверх	Снизу вверх	Снизу вверх	Сверху вниз
Вид кредитного риска	Изменение рыночной стоимости	Изменение рыночной стоимости	Потери при дефолте	Потери при дефолте
Факторы кредитного риска	Стоимость активов	Стоимость активов	Вероятность дефолта	Макроэкономические факторы
Кредитное событие	Изменение кредитного рейтинга/дефолт	Непрерывная вероятность дефолта (EDF)	Дефолт	Изменение кредитного рейтинга/дефолт
Вероятность дефолта	Безусловная	Безусловная	Безусловная	Условная
Волатильность	Постоянная величина	Постоянная величина	Случайная величина	Случайная величина
Корреляция между дефолтами	Структурная (на основе акций)	Структурная (на основе акций)	Упрощенная (процесс дефолта)	Факторная модель
Уровень восстановления задолженности	Случайная величина	Случайная величина	Постоянная величина в пределах каждого диапазона	Случайная величина
Методология расчета	Имитационное моделирование/аналитическое решение	Аналитическое решение	Аналитическое решение	Имитационное моделирование

ется кредитный рейтинг. Поскольку в модели кредитным событием признается понижение рейтинга, его вероятность оценивается с помощью заданной матрицы миграции кредитных рейтингов (см. п. 5.17). Тем самым изменение вероятности дефолта контрагента в модели *CreditMetrics* оказывается дискретным, а не непрерывным процессом, как в модели *EDF*. Для каждого кредитного события (ожидаемого в будущем кредитного рейтинга) рассчитывается приведенная стоимость каждого актива на основе следующих параметров: а) вероятностей миграции текущего рейтинга и б) форвардной ставки, рассчитанной с учетом кредитного спреда для будущего рейтинга на временной горизонт, соответствующий периоду миграции рейтинга. Для оценки потерь в случае наступления дефолта используются данные по коэффициентам восстановления для обязательств с различной очередностью их удовлетворения. В результате получается распределение сто-



Источник: [22].

Рис. 5.5. Алгоритм расчета VaR кредитного портфеля в системе CreditMetrics

имости актива при изменении его рейтинга, оцениваются его параметры (средняя и дисперсия). Это позволяет оценить потенциальные прибыли и убытки по каждому активу, вызванные кредитным риском.

3. На *третьем этапе* определяются корреляции в изменениях кредитных рейтингов по входящим в портфель активам на основе корреляций в ценах акций соответствующих контрагентов. Для каждой акции строится факторная модель динамики цены, в которой факторы отражают ее отраслевую принадлежность (отраслевой фондовый индекс) и географическое положение (страновой фондовый индекс). Корреляция между ценами акций оценивается не непосредственно, а косвенно, через корреляции между влияющими факторами (индексами). В системе *CreditMetrics* содержатся данные о корреляциях по 152 национальным отраслевым индексам, 28 страновым индексам и 19 мировым отраслевым индексам. Оцененные таким образом корреляции в динамике цен акций используются для моделирования совместных миграций кредитных рейтингов по портфелю.
5. На основе полученных на предыдущих этапах данных строится совместное распределение прибылей и убытков по портфелю с помощью метода Монте-Карло. Общее число состояний, по которым производится моделирование, составляет n^m , где n — количество возможных кредитных событий, связанных с изменением кредитного рейтинга, m — количество контрагентов. Поскольку многие из этих состояний маловероятны, для получения достоверных оценок необходимо использовать очень большое количество сценариев.
5. Построенное распределение позволяет найти максимальные убытки, которые могут быть превышены лишь в 1% случаев, и определить кредитный VaR по аналогии с рыночным как разность полученного значения и среднего значения для данного распределения.

Существенный недостаток модели *CreditMetrics* заключается в том, что при оценке подверженности риску по всем инструментам убытки могут возникать только при наступлении кредитных событий, при этом совершенно игнорируются факторы рыночного риска, такие как случайные изменения процентных ставок и валютных курсов. Как отмечалось выше, в случае процентных и валютных свопов подверженность будет меняться со временем под влиянием факторов рыночного риска, тогда как в системе *CreditMetrics* используется только среднее значение подверженности риску для всех периодов времени.

5.18.3. Модель *KMV Portfolio Manager*

Система *KMV Portfolio Manager* была разработана компанией *KMV* и, как и модель *CreditMetrics*, предназначена для оценки и управления кредитным риском портфелей активов. Ее описание было опубликовано в 1998 г. [37]*. Кредитный риск не отождествляется только с дефолтом, а определяется как измене-

* Более подробную информацию об этой системе можно найти на сайте компании *KMV* в Интернете по адресу <http://www.kmv.com>.

ние будущей рыночной стоимости активов, поэтому подход к оценке кредитного риска полностью соответствует методам, используемым для оценки рыночных рисков. Система позволяет анализировать риск больших портфелей инструментов, связанных с кредитным риском, включая обычные ссуды, револьверные кредиты, различные кредитные линии, облигации и производные инструменты. Для больших однородных групп активов, таких как задолженность по кредитным картам или ссуды малым предприятиям, в системе *KMV Portfolio Manager* предусмотрена возможность их агрегированного представления как типичного актива для данной группы, умноженного на количество такого рода активов. Например, типичные субпортфели включают в себя ссуды крупным и средним корпоративным заемщикам, кредиты малому бизнесу, ипотечные ссуды и т. п. Это позволяет моделировать практически неограниченное множество составляющих портфель активов, подверженных кредитному риску.

Главной отличительной особенностью системы *KMV Portfolio Manager* является то, что она основана на использовании показателя эмпирической ожидаемой частоты дефолта (*EDF*), который, в свою очередь, рассчитывается с помощью программного продукта *KMV Credit Monitor* (см. п. 5.13.2.2), созданного этой же компанией. Корреляции между дефолтами различных заемщиков рассчитываются косвенным путем через корреляции в рыночных ценах их акций, которые принимаются в качестве оценок (ненаблюдаемых) корреляций в стоимости активов. На основе данных о вероятностях и корреляциях между дефолтами, подверженности риску и уровнях восстановления активов строится частотное распределение потерь и определяются ожидаемые потери и непредвиденные потери с заданным уровнем доверия. Кредитный *VaR* портфеля рассчитывается в количестве стандартных отклонений от центра распределения (ожидаемых потерь). Таким образом, система *KMV Portfolio Manager* позволяет определять совокупные требования к капиталу и осуществлять распределение экономического капитала по контрагентам и активам.

Значительным преимуществом данной модели является то, что оценка вероятности дефолта и корреляция между дефолтами рассчитываются на основе самой доступной информации о компании — цен ее акций на рынке. Корпорация *KMV* утверждает, что модель *EDF* осуществляет прогноз вероятности дефолта намного точнее и своевременнее, чем изменения кредитных рейтингов. Как и в лежащей в ее основе модели *EDF*, основной недостаток системы *KMV Portfolio Manager* заключается в зависимости от данных финансовой отчетности при оценке суммы обязательств компании, так как неточности и искажения в отчетности существенно отражаются на оценке вероятности дефолта.

5.18.4. Модель *CreditRisk+*

Модель *CreditRisk+* была разработана дочерней компанией банка *Credit Suisse First Boston* — *Credit Suisse Financial Products*; техническая документация к ней была опубликована в октябре 1997 г. [23]*. По используемой методологии эта

* Техническая документация с описанием модели и демонстрационные файлы в формате *MS Excel* с примерами расчетов по модели находятся в открытом доступе в Интернете по адресу: <http://www.csfb.com/creditrisk>.

модель коренным образом отличается от *CreditMetrics* и основана на актуарном подходе к оценке кредитного риска.

Модель *CreditRisk+* предназначена только для оценки риска дефолта; она не рассматривает потери от наступления других кредитных событий. Особенность применяемого в модели метода в том, что вероятность дефолта не является постоянной величиной, а может меняться во времени под влиянием ограниченного набора факторов.

Если случаи дефолта у разных контрагентов считаются независимыми, то вероятности потерь моделируются из дискретного *распределения Пуассона*. В модели можно учитывать корреляции, но только между однородным сегментами портфеля (субпортфелями), к которым относят заемщиков, подверженных общим факторам системного риска.

Масштаб потерь в результате дефолта в модели *CreditRisk+* оценивается приближенно путем упрощенной классификации активов по их размеру (например, кредитные продукты на сумму до 20 000 долл. относятся к первому диапазону, активы размером около 40 000 долл. — ко второму и т. д.). Вероятности дефолта для каждого диапазона подчиняется *гамма-распределению*, которые затем агрегируются в совместное распределение потерь вследствие риска дефолта по всем диапазонам.

Преимуществами модели *CreditRisk+* является аналитический метод расчета кредитного *VaR*, для реализации которого требуется сравнительно немного входных данных, а также учет макроэкономических факторов при оценке вероятности дефолта. В то же время данная модель является достаточно упрощенной и, как и модель *CreditMetrics*, не позволяет интегрировать кредитный риск с рыночным.

5.18.5. Модель *Credit Portfolio View*

Модель *Credit Portfolio View* была разработана и опубликована аудиторской и консультационной компанией *McKinsey & Co., Inc.* в 1997 г. Данная модель построена на основе подхода «сверху вниз»; ее отличительной особенностью является учет влияния макроэкономических показателей на кредитный риск портфеля, состоящего из преимущественно спекулятивных инструментов с низким рейтингом, которые обычно особенно чувствительны к кредитным циклам и изменениям в экономике в целом.

В данной модели распределение потерь вследствие кредитного риска строится исходя из количества и объема активов по субпортфелям, объединяющим однородные с точки зрения отраслевой и национальной принадлежности группы клиентов. В отличие от рассмотренных выше моделей, вероятности миграции кредитных рейтингов уже не являются постоянными, а зависят от переменных, отражающих состояние экономики страны, в частности значений процентных ставок и валютных курсов, темпа роста экономики, уровня безработицы, уровня государственных расходов и среднего уровня сбережений населения [20]. Предполагается, что вероятность дефолта возрастает в периоды экономических спадов.

В модели *Credit Portfolio View* вероятность дефолта в момент времени t является функцией от набора показателей x_i , рассчитываемых для каждой страны и отрасли экономики, и подчиняется *логистическому распределению*:

$$p_i = \frac{1}{1 + e^{-y}}, \quad y_i = \alpha + \sum_j \beta_j x_{k,j}, \quad (5.40)$$

где β_k — коэффициент чувствительности заемщика к макроэкономическим и отраслевым факторам.

На основе многофакторной модели каждому заемщику ставятся в соответствие страна, отрасль и кредитный рейтинг, при этом учитывается случайный характер уровней восстановления. Затем с помощью метода Монте-Карло модель генерирует совместное распределение потерь вследствие дефолта по всем сегментам портфеля, на основе которого и определяется кредитный VaR.

Модель *Credit Portfolio View* построена по принципу «сверху вниз» и поэтому не позволяет детально анализировать кредитный риск по отдельным контрагентам, однако она выгодно отличается от других моделей тем, что в ней учитывается влияние макроэкономической и отраслевой конъюнктуры на вероятность дефолта контрагента.

5.19. Ценообразование кредитных продуктов

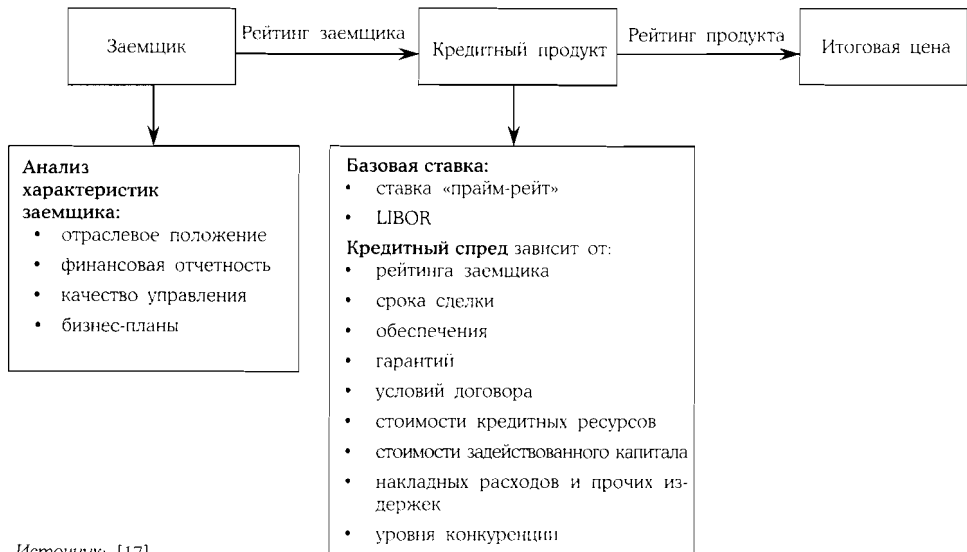
Определение стоимости активов, связанных с кредитным риском, представляет собой важнейшую часть процесса кредитования и управления кредитными рисками. Как указывалось выше, стоимость кредитного продукта должна учитывать риск, которому он подвергается. Иными словами, стоимость кредита должна покрывать средние потери вследствие кредитного риска.

Традиционный подход к ценообразованию ссуд с учетом кредитного риска, называемый «издержки плюс прибыль» [17], изображен на рис. 5.6.

Как видно из приведенной схемы, традиционный подход к определению цены кредита базируется на таких финансовых показателях, как группа риска заемщика, срок кредитования и стоимость отдаваемых в ссуду средств, обеспечение, гарантии и защитные условия договора. Ожидаемые потери вследствие дефолта включаются в стоимость кредита. Стоимость резервируемого капитала, который создается с целью покрытия непредвиденных потерь, рассчитывается на основе соотношения «капитал/активы» по банку в целом и некоторой **минимальной** или «**пороговой**» **рентабельности капитала** (*hurdle rate of return*). Этот подход к ценообразованию является достаточно простым и применяется многими банками до настоящего времени.

Пример расчета стоимости кредита по методу «издержки плюс прибыль» на условных данных из [17] приведен в табл. 5.16.

Этот весьма простой подход к ценообразованию кредитных продуктов будет эффективен лишь в той мере, в какой верны исходные данные и предположения, особенно в отношении вероятности дефолта конкретного заемщика. Его главным недостатком является то, что реальный уровень риска заемщика учитывается только в ожидаемых (средних) потерях по кредиту, в то время как и размер, и «цена» задействованного капитала, призванного компенсировать непредвиденные потери, рассчитываются условно (первое ус- танавливается в соответствии с минимальными требованиями регулирующих



Источник: [17]

Рис. 5.6. Традиционный подход к ценообразованию кредитов

органов к достаточности капитала, а второе — на основе минимально приемлемой рентабельности капитала по банку в целом). При использовании средней волатильности потерь по группе риска для данного заемщика стоимость задействованного капитала как составляющая процентной ставки по кредиту все равно может оказаться заниженной. В результате потери вследствие дефолта данного заемщика придется покрывать за счет доходов от других ссуд.

Кроме того, подход «издержки плюс прибыль» учитывает только потери в случае дефолта и игнорирует потери от изменения рыночной стоимости при ухудшении финансового состояния контрагента. Как обсуждалось выше, такое упрощение допустимо для низколиквидных активов, таких как ссуды, для которых проблематично определить справедливую рыночную стоимость в каждый момент времени, но оно неприемлемо для ценообразования инструментов финансового рынка.

В этой связи финансовые институты крайне заинтересованы в разработке и внедрении методик, позволяющих распределять капитал по клиентам, кредитным продуктам и направлениям деятельности с учетом реальной подверженности кредитному и прочим видам риска*. Рациональное планирование потребности в капитале с целью экономии на наиболее дорогом из источников средств без ущерба для финансовой устойчивости является инструментом повышения рентабельности и весомым конкурентным преимуществом в современном финансовом бизнесе.

* Сравнительный анализ подходов к размещению капитала между направлениями деятельности дан в п. 8.8.

Таблица 5.16

РАСЧЕТ СТОИМОСТИ КРЕДИТА

Основные характеристики кредита	Расчет	Значение
Кредитный рейтинг заемщика		BB
Срок кредита, лет		5
Уровень потерь за 5 лет, %		6,15
Соотношение «капитал/активы», %		10
Минимальная рентабельность капитала, % годовых		15
Трансфертная стоимость кредитных ресурсов, % годовых		5
Общая сумма кредита, долл.		1 000 000
Прямые расходы, % от суммы кредита		0,4
Накладные расходы, % от суммы кредита		1,1
Налог на прирост капитала, %		40
Расчет стоимости кредита		
Резервируемый капитал	$0,1 \times 1\,000\,000$	100 000
Годовая стоимость привлеченных ресурсов	$0,5 \times 900\,000$	45 000
Годовые издержки	$0,015 \times 1\,000\,000$	15 000
Годовой доход на капитал до уплаты налога	$0,15/(1 - 0,4) \times 100\,000$	25 000
Годовой размер резерва под ожидаемые потери по ссудам	$0,0615 \times 1\,000\,000/5$	12 300
Годовой процентный доход в точке безубыточности	$25\,000 + 45\,000 + 12\,300$	82 300
Минимальная процентная ставка по кредиту	$82\,300/1\,000\,000$	8,23%
Минимальная маржа	$8,23 - 5,00$	323 б. п.

Исследования в этом направлении привели к появлению концепции **скорректированной на риск рентабельности капитала** (*risk-adjusted return on capital — RAROC*)*. Система RAROC была разработана американским инвестиционным банком *Bankers Trust* в конце 70-х годов. В основе этой концепции лежит рыночный подход к оценке риска, когда необходимый размер капитала определяется исходя из волатильности рыночной стоимости активов. Система RAROC осуществляет размещение капитала по операциям или направлениям деятельности в размере максимальных ожидаемых потерь, рассчитанных с уровнем доверия 99% и горизонтом прогнозирования в 1 год после уплаты налога на прирост капитала [49]. Распределение капитала является условным и означает, что волатильность денежных потоков по данной операции или направлению деятельности, обусловленная влиянием рыночных, кредитных и прочих видов риска, покрывается капиталом с определенной (высокой) вероятностью (99%).

Расчеты по методу RAROC производятся следующим образом:

1. Определение основных факторов риска (рыночного, кредитного, операционного), которым подвержен данный кредитный продукт или направление деятельности.
2. Количественная оценка каждого фактора риска с помощью показателя, имеющего «рыночную» природу.
3. Оценка недельной волатильности рыночных показателей по историческим данным за три предшествующих года и определение требуемого размера капитала для доверительного интервала 99% аналогично рыночному риску (при предположении о нормальном распределении факторов риска):

$$RC_{RAROC} = V \times 2,33 \times \sigma_{\text{нед}} \times \sqrt{52} \times (1 - T), \quad (5.41)$$

где RC (*risk capital*) — требуемый размер экономического капитала;
 V — размер (сумма) позиции;
 $\sigma_{\text{нед}}$ — недельная волатильность фактора риска;
 T — ставка налога на прирост капитала.

5. Агрегирование требований к капиталу по всем факторам риска, контрагентам и направлениям деятельности путем суммирования.

RAROC является более прогрессивным методом ценообразования по сравнению с традиционным подходом, так как позволяет сравнивать между собой направления деятельности с разным уровнем риска. Этот метод может также эффективно применяться в ценообразовании кредитных продуктов и финансовых инструментов.

Недостатками метода RAROC являются его неприменимость к оценке риска активов, не обладающих рыночной стоимостью, а также игнорирование корреляционных взаимосвязей между различными финансовыми рисками, контрагентами и направлениями деятельности.

* Методика расчета RAROC подробно рассматривается в гл. VIII.

5.20. Страновой риск

Под «**страновым риском**» (*country risk*) понимают возможность задержки, сокращения в объеме или полного отказа от уплаты процентных платежей и/или основной суммы долга по причинам, связанным со страной заемщика (в которой он зарегистрирован как юридическое лицо и/или осуществляет свою основную деятельность).

Комплексный подход к оценке странового риска предполагает учет политического, экономического, социального и экологического рисков, риска, связанного с государственным регулированием (включая тарифы и налоги), и других видов риска*, которые необходимо рассматривать в общем контексте кредитного риска по конкретному контрагенту. Необходимо также учитывать возможные эффекты «заражения» — распространения кризисных явлений в одной стране на другие страны и регионы, что особенно актуально в свете глобализации мирового хозяйства**.

5.20.1. Политический риск

Страновой риск во многом определяется политическими факторами, в первую очередь институциональными основами: конституционным строем государства, его законодательной и судебной системами и эффективностью исполнения правовых норм и решений.

Ла Порта, Лопес-де-Силанес, Шлейфер и Вишны [39] провели статистический анализ данных по 49 странам с целью выявить зависимость между особенностями правовых систем и степенью защиты прав акционеров и кредиторов. Они установили, что в странах, где принято англо-саксонское обычное право, законы обеспечивают права кредиторов в большей степени, чем в странах с романской, германской и скандинавской правовыми традициями. Романское гражданское право в целом защищает права кредиторов в наименьшей степени. С точки зрения исполнения законов страны романского правового наследия отличаются наиболее низкой дисциплиной, в то время как страны с германской и скандинавской правовыми традициями являются лучшими по практике исполнения законов и контрактов.

Это объясняет, почему в тех странах, где правовые кодексы делают акцент на правах кредиторов, степень развития банковской системы, измеряемая как доля кредитов частному сектору в ВВП, оказывается выше, чем в тех странах, где законодательство не гарантирует высший приоритет прав кредиторов в случаях банкротства или реорганизации компании-заемщика.

* На практике применяются рейтинговые оценки странового риска, наиболее известными из которых являются *рейтинг Всемирного банка*, учитывающий 9 частных показателей, *методика Швейцарской банковской корпорации (SBC)*, основанная на ретроспективном анализе 25 экономических показателей и их экстраполяции на прогнозный год, а также *индекс BERI (Business Environment Risk Index)*, который рассчитывается ежеквартально по более 40 странам мира агентством *Business Environmental Risk Intelligence (ФРГ)*.

** Подробнее о механизмах зарождения и развития финансовых и банковских кризисов см. гл. X.

Кроме того, большое значение имеет практика исполнения законодательных норм. В странах, где законодательные системы обеспечивают строгое исполнение законов и контрактов, банковские системы развиты лучше, чем в странах, где такое исполнение менее жестко [41].

Политический риск находится в прямой зависимости не только от институтов права, но и от конкретных участников политического процесса, ключевых политических деятелей, которые в отдельных ситуациях могут оказывать значительно большее воздействие на политику страны, чем действующие правовые нормы или идеологии политических партий и объединений.

Другим значимым показателем политического риска являются деятельность исполнительной власти — административно-управленческого аппарата государства, включая центральное правительство и местные органы власти. Особое внимание при этом необходимо обращать на уровень коррупции в стране.

Оценки политического риска обычно носят качественный характер, однако широко используются и количественные показатели, такие как уровень грамотности, степень урбанизации, характер распределения доходов*, ВВП на душу населения, уровень рождаемости и др. Сравнительный анализ этих показателей между странами и исследование их динамики позволяют сделать выводы об уровне политического риска в данной стране в кратко- и среднесрочной перспективе**.

В табл. 5.17 представлены результаты недавних эмпирических исследований зависимости между основными «субъективными»*** показателями, отражающими политический риск, экономическим ростом и инвестициями. Эти исследования свидетельствуют об особой значимости факторов политического риска для стран с переходной экономикой. Среди прочих рассматривавшихся параметров лишь инфляция может сравниться с ними по степени влияния на экономический рост, а следовательно, на кредитоспособность государств и корпоративных заемщиков в долгосрочном периоде.

Политические риски, связанные с прямыми зарубежными инвестициями и внешней торговлей, могут быть снижены путем страхования. Страхованием политических рисков обычно занимаются специальные национальные и международные агентства, созданные заинтересованными государствами. В США страхование политических рисков американских инвесторов осуществляет *Корпорация частных зарубежных инвестиций* (*Overseas Private Investment Corporation — OPIC*), деятельность которой распространяется на более чем 140 стран мира. В Японии страхование экспорта от политических и некоторых экономических рисков возложено на Министерство внешней торговли и промышленности, при этом оно является обязательным для всех японских экспортеров. На международном уровне страхованием иностранных инвестиций

* Широко используемыми показателями, характеризующими распределение доходов среди населения, являются децильный коэффициент и индекс Джини.

** Характеристика основных политических рисков при операциях на развивающихся рынках дана в [4].

*** Субъективность в данном случае означает, что значение данных показателей оценивается экспертами по некоторой заранее выбранной шкале.

занимается **Многостороннее агентство по гарантированию инвестиций** (*Multilateral Investment Guaranty Agency — MIGA*), входящее в состав группы Всемирного банка, акционером которого является и Россия.

5.20.2. Экономический риск

Экономический риск, называемый также **риском перевода средств** (*transfer risk*), определяется экономическими и финансовыми показателями страны, на территории которой находится заемщик или контрагент по сделке. Процесс оценки этого риска во многом напоминает кредитный анализ заемщика и проводится по большому перечню показателей, анализируемых как в сравнении с другими странами, так и в их собственной динамике*.

Оценка экономического риска страны включает анализ статей и сальдо платежного и торгового балансов страны, объема и структуры внешнего долга и размера золотовалютных резервов. Значительная величина последних свидетельствует о способности страны обслуживать внешний долг, а также регулировать колебания обменного курса национальной валюты. При прочих равных условиях кредитоспособность страны будет тем выше, чем больше положительное сальдо платежного баланса и объем резервов свободно конвертируемой валюты, драгоценных металлов и камней.

Стабильность национальной валюты и способность государства обслуживать свой внешний долг зависят от большого числа факторов, важнейшими из которых являются: темп инфляции, политика в области валютного регулирования и управления резервами, денежно-кредитная и бюджетная политика, структура экспорта и импорта, защитные и стимулирующие меры во внешней торговле, уровень мировых цен на сырье (особенно на нефть), природно-климатические условия и т. д. Необходимо учитывать и возможности страны по восполнению валютных резервов путем заимствований за рубежом, в частности у таких специально созданных международных организаций, как Международный валютный фонд и Всемирный банк, правительств иностранных государств, на международных финансовых рынках и у негосударственных институциональных инвесторов. Комплексный анализ всех этих факторов является сложным и дорогостоящим, однако он позволяет сделать более точный прогноз развития экономики и своевременно принять защитные меры по снижению подверженности страновому риску.

Для экспресс-оценки странового риска используют несколько ключевых показателей, по своему смыслу аналогичных коэффициентам, применяемым в кредитном анализе (см. п. 5.6).

Важнейшим показателем странового риска является **коэффициент обслуживания долга** (*debt-service ratio*), рассчитываемый за определенный период времени следующим образом:

$$\frac{\text{Процентные платежи} + \text{Амортизация основной суммы долга}}{\text{Экспортная выручка}} \quad (5.42)$$

* Этот анализ часто называют *фундаментальным* (*fundamental analysis*), так как объектом исследования в нем являются фундаментальные макроэкономические факторы.

Таблица 5.17

Авторы (год публикации результатов исследования)	Субъективный показатель качества института	Количество стран, период времени, источник	Прочие переменные	Результаты
Мауро (1995) [27]	Бюрократическая эффективность (судебная система, бюрократическая волокита, коррупция)	67, 1960–1985	Начальный уровень ВВП, начальный образовательный уровень, темп роста населения, государственные расходы, революции и перевороты, политические убийства, несовершенства рынка, объем инвестиций	Нет устойчивой взаимосвязи с экономическим ростом, но имеется устойчивая положительная взаимосвязь с объемом инвестиций
Нэк и Киффер (1995) [28]	Защита прав собственности (риск экспроприации, господство норм права, отказ от выполнения контрактов, коррупция, качество бюрократии, договорная дисциплина, качество инфраструктуры, угроза национализации, бюрократические проволочки)	97, 1974–1989	Начальный объем ВВП, начальный образовательный уровень, государственные расходы, несовершенства рынка, революции и перевороты, политические убийства, накопление факторов производства, объем инвестиций	Устойчивая положительная взаимосвязь с экономическим ростом и объемом инвестиций
Брунетти, Кисунко и Уэлдер (1997) [29]	Степень доверия (законы и политика, политическая нестабильность, защита собственности и личности, исполнение судебных решений, коррупция и бюрократические полномочия)	41, 1983–1994	Начальный объем ВВП, начальный образовательный уровень, государственные расходы, объем торговли, уровень политических прав и гражданских свобод, количество политических убийств, революций и военных переворотов	Устойчивая положительная взаимосвязь с экономическим ростом и объемом инвестиций
Брунетти, Кисунко и Уэлдер (1997) [30]	Степень доверия (законы и политика, политическая нестабильность, защита собственности и личности, исполнение судебных решений, коррупция и бюрократические полномочия)	20 (государства Восточной Европы и СНГ); 1993–1995	Начальный объем ВВП, начальный образовательный уровень, торговля, государственные расходы, инфляция	Устойчивая положительная взаимосвязь с экономическим ростом и объемом прямых зарубежных инвестиций

Источник: [26].

Коэффициент обслуживания долга отражает «ликвидность» страны-заемщика. Если значение этого показателя ниже 10%, это считается хорошим признаком, однако превышение им критического уровня в 25–30% уже свидетельствует о неблагоприятном экономическом положении. Для получения более полной картины необходим детализированный анализ структуры долга в разрезе кредиторов, валют, объемов и сроков осуществления выплат, а также изучение возможностей рефинансирования долга.

Коэффициент обслуживания долга обладает рядом недостатков, такими, например, как большая волатильность знаменателя по сравнению с числите-

лем в формуле (5.42), а также зависимость от официальной статистики, которая может быть подвержена значительным искажениям и публиковаться с запаздыванием. Кроме того, этот показатель отражает только текущую способность государства обслуживать свой долг. Для устранения статичности рекомендуется рассчитывать отношение сальдо текущего счета платежного баланса к коэффициенту обслуживания долга и отслеживать его динамику [17].

Ниже приведен еще один коэффициент, используемый для оценки платежеспособности стран-заемщиков:

$$\frac{\text{Долгосрочный внешний долг} - \text{Ликвидные иностранные активы}}{\text{ВВП}}, \quad (5.43)$$

где под долгосрочным внешним долгом понимается задолженность с оставшимся сроком до погашения свыше одного года.

Тревожным признаком являются значения этого показателя, превышающие 50%, а допустимый уровень составляет 30% и ниже.

Некоторые другие показатели, используемые для оценки экономического состояния стран-заемщиков*, приведены в табл. 5.18 [17].

Для анализа странового риска иностранные кредиторы и инвесторы пользуются различными источниками статистических данных и качественной информации. Обширные базы статистических данных по странам собираются и публикуются международными организациями, такими как Международный валютный фонд, Всемирный банк, Банк международных расчетов, ООН, ОЭСР и др., однако их форма, степень детализации и частота обновления могут не устраивать частных инвесторов. Поэтому наибольшее внимание аналитиков приковано к прогнозам и оценкам крупнейших международных рейтинговых агентств, которые ведут сбор первичной информации с помощью сети представительств во многих странах мира**. Кроме того, существует немало частных агентств, исследовательских центров и фирм, занимающихся оценкой странового риска, данные которых могут служить дополнительным фактором при определении интегральной оценки риска данной страны. Ниже приведены наиболее известные из этих организаций:

- *Business Environmental Risk Intelligence (BERI)*;
- *Control Risks Information Services*;
- *Economist Intelligence Unit*;
- *Euromoney*;
- *Institutional Investor*;
- *Political Risk Services: International Country Risk Guide (IRCG)*;
- *Standard & Poor's Rating Group*;
- *Moody's Investor Services*.

* См. также п. 10.1.

** Рейтинги кредитоспособности обычно являются запаздывающим индикатором. Как известно, крупнейшие рейтинговые агентства не смогли вовремя спрогнозировать валютно-финансовый кризис в странах Юго-Восточной Азии в 1997 г., в результате чего доверие к ним было сильно подорвано.

Таблица 5.18

ПОКАЗАТЕЛИ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКОГО СТРАНОВОГО РИСКА

Показатель	Расчет	Интерпретация и критический уровень
Коэффициент обслуживания процентных платежей	Объем процентных платежей к объему экспорта за какой-либо период времени	Показатель характеризует «ликвидность» страны. Критический уровень равен 20%
Резервы/Импорт	Отношение размера золотовалютных резервов к месячному объему импорта	Коэффициент отражает возможность оплаты импорта за счет золотовалютных резервов (в количестве месяцев). Критический уровень равен 3 месяцам
Критерий Рэдди	Размер золотовалютных резервов, достаточный для покрытия трехмесячного импорта и годовых платежей по внешнему долгу, включающему обязательства государства и частного сектора	Достижение (и превышение) критерия Рэдди считается признаком достаточной внешней платежеспособности
Коэффициент разрывов ликвидности	Объем внешнего долга со сроком погашения до 1 года за вычетом сальдо текущего счета плюс возможности заимствования	Показатель характеризует «ликвидность» страны
Сальдо текущего счета/ВВП	Сальдо текущего счета/ВВП	Значение коэффициента должно быть положительным

По аналогии с кредитным риском корпоративных облигаций можно использовать рыночную оценку риска страны-заемщика, выражающуюся в виде спреда — разницы в доходности обращающихся на рынке государственных облигаций данной страны (как правило, рассматриваются еврооблигации) и облигаций развитых стран (обычно США или ЕС), выраженных в одной валюте и имеющих один и тот же срок до погашения. В отличие от рейтингов, эта оценка является абсолютной в том смысле, что она выражена в единицах доходности. Кредитный спред практически немедленно реагирует на изменения в макроэкономическом положении и/или в политической обстановке в стране (причем рейтинги агентств он обычно «учитывает» еще до официального объявления) и поэтому считается опережающим индикатором странового риска*.

В качестве примера рассчитаем премию за страновой риск для долгосрочных инвестиций в российскую экономику. По состоянию на середину декабря 2002 г. доходность еврооблигаций РФ со сроком до погашения 1 год составляла 5,34% годовых; доходности государственных облигаций Германии, Франции и Италии сроком на 1 год приведены в табл. 5.19.

* Достоинства и недостатки этой меры кредитного риска были рассмотрены выше (см. п. 5.8.1). Модель оценки странового риска на основе спредов еврооблигаций предложена в [40].

Таблица 5.19

Германия	Франция	Италия
2,725%	2,702%	2,690%

Источник: Информационное агентство *Bloomberg*.

Премия за страновой риск может быть вычислена следующим путем:

$$c = 5,34\% - \frac{2,725\% + 2,702\% + 2,690\%}{3} = 2,634\%.$$

5.20.3. Рейтинговые системы стран

Относительные оценки в виде различных рейтингов являются полезными для сравнения стран по уровню риска. Существует большое разнообразие подходов к построению таких рейтингов. Так, например, агентство *Credit Risk International* использует набор критериев, который представлен в табл. 5.20 [17].

Каждый параметр, приведенный в табл. 5.20, оценивается экспертным путем по набору критериев и определенной системе оценок. При проведении экспертного опроса агентство *Credit Risk International* использует метод Дельфи, согласно которому группа экспертов должна прийти к единому мнению в отношении оценки по каждому критерию. Все параметры являются качественными. Характерно, что итоговый рейтинг страны может корректироваться в зависимости от типа операции, которую планирует осуществить иностранный инвестор.

Рейтинговая система *Euromoney* включает как качественные, так и количественные показатели в следующей пропорции: 25% составляют экономические показатели, оцениваемые экспертным путем; 25% — факторы политического риска, также оцениваемые экспертно; 10% — финансовые коэффициенты, рассчитываемые по данным Всемирного банка; 10% — рейтинг государственных долговых обязательств и 5% — доступные источники внешнего заемного финансирования.

Преимуществом приведенных рейтинговых систем является учет разнородных факторов риска, оцениваемых репрезентативными группами экспертов. К числу их недостатков следует отнести:

- известную упрощенность анкет;
- произвольный выбор весов для используемых параметров и критериев;
- усреднение экспертных оценок, которое нивелирует мнения участников опроса, не коррелирующие с мнением большинства (следует помнить, что крайние оценки не всегда оказываются ложными).

В этой связи эксперты агентства *Credit Risk International* рекомендуют исследовать тенденции в динамике страновых рейтингов и оценивать их среднее значение и дисперсию [17].

Таблица 5.20

СИСТЕМА КРИТЕРИЕВ CREDIT RISK INTERNATIONAL

Параметр/критерий	Определение и удельный вес в параметре
<i>Параметр 1: Рыночные перспективы и способность управлять изменениями</i>	
Критерий 1	Размер экономики (30%)
Критерий 2	Уровень экономического развития (40%)
Критерий 3	Уровень жизни (30%)
<i>Параметр 2: Финансовые риски</i>	
Критерий 4	Финансовая уязвимость (30%)
Критерий 5	Внешний долг (30%)
Критерий 6	Финансовый рейтинг (40%)
<i>Параметр 3: Политическая нестабильность</i>	
Критерий 7	Однородность социальной структуры общества (30%)
Критерий 8	Стабильность политической системы (50%)
Критерий 9	Международные отношения (20%)
<i>Параметр 4: Деловая среда</i>	
Критерий 10	Управление экономикой (40%)
Критерий 11	Иностранные инвестиции (40%)
Критерий 12	Условия труда (20%)

Белзак [12] предложил использовать для целей оценки странового риска модифицированную методику CAMEL*, при этом входящие в расчет рейтинга параметры получают следующую интерпретацию:

- «текущие поступления» характеризуются динамикой сальдо текущего счета платежного баланса;
- «качество активов» подразумевает природные и экономические ресурсы, а также человеческий потенциал. Основными показателями качества этих ресурсов являются ВВП и темпы его роста, объем инвестиций и сбережений населения, производительность труда и инфляция;
- «качество управления» относится к денежно-кредитной, бюджетной и социальной политике государства, а также его способности разрешать кризисные ситуации в социальной и политической жизни;

* CAMEL (Capital, Assets, Management, Earnings, Liquidity) — система балльной оценки (от 1 до 5) финансового состояния банков, применяемая органами банковского надзора в США. В данном случае вместо капитала используются *текущие поступления* (current earnings), а вместо прибыли — *потенциальные поступления* (earnings potential).

- «потенциальные поступления» означают прогноз сальдо платежного баланса с учетом таких факторов, как условия торговли, мировые цены на сырье, уровень конкуренции на внешнем рынке, прогресс технологий и т. д.;
- «ликвидность» означает наличие у страны резервов свободно конвертируемой валюты (основной источник) и доступа к заемным средствам, предоставляемым другими центральными банками, МВФ и Всемирным банком.

Помимо относительных (ранговых) оценок риска крайне желательно иметь надежную модель непосредственной количественной оценки странового риска. Это особенно актуально для стран с развивающейся и переходной экономикой, которые могут оказаться за рамками выборки рейтингового агентства. Выше уже рассматривалась модель *EMS* Альтмана, Хартцеля и Пека, которая была разработана для оценки риска корпоративных заемщиков в Мексике с учетом странового (валютного) риска. Несмотря на невысокую точность эконометрических моделей, построенных на основе трудно поддающихся прогнозированию макроэкономических переменных, было предпринято немало попыток разработать количественную модель кредитоспособности страны. Большинство подходов использует тот или иной вариант *Z*-модели или моделей ценообразования опционов, аналогичных *EDF*. Так, в 1997 г. Дим предложил модель оценки странового риска на основе шести макроэкономических показателей [25]:

- коэффициент покрытия резервами месячного импорта;
- отношение дефицита платежного баланса к ВВП;
- отношение объема внешних заимствований к ВВП;
- отношение дефицита бюджета к ВВП;
- реальный прирост ВВП;
- темп инфляции.

Интегральная оценка странового риска получается путем суммирования индексов *Z*, рассчитанных для каждой из приведенных переменных. Эта модель позволяет объяснить величину кредитного спреда по облигациям «брейди» (*brady-bonds*) для развивающихся стран.

5.21. Управление кредитными рисками

5.21.1. Процесс управления кредитными рисками

Финансовые институты должны уметь управлять кредитным риском на уровне как совокупного портфеля активов, так и отдельных заемщиков, операций и кредитных продуктов. В банковском деле управление кредитным риском является краеугольным камнем всей системы риск-менеджмента.

В общем случае управление кредитными рисками заключается в выборе между избеганием риска, принятием риска в полном объеме (с возможным страхованием или резервированием) либо активным управлением риском в процессе его возникновения и изменения.

Избежание риска означает отказ от действий, связанных с неприемлемо высоким риском. *Принятие риска* означает осуществление деятельности до тех пор, пока отрицательные последствия реализовавшихся рисков не приведут к невосполнимым потерям. *Управление риском* предполагает активные действия по снижению или наращиванию риска на основе предварительной оценки его вероятности и размеров ущерба. Процесс управления кредитными рисками включает в себя следующие этапы:

- идентификация риска;
- количественная оценка риска;
- мониторинг риска;
- принятие решения об изменении уровня риска;
- выбор и реализация мер по снижению (увеличению) риска;
- контроль за уровнем риска и эффективностью принятых мер.

Главной целью управления кредитными рисками является максимизация доходности активов с учетом риска путем поддержания величины ожидаемых потерь в рамках приемлемых параметров и сокращения волатильности этих потерь. Желательно, чтобы система риск-менеджмента учитывала взаимосвязь кредитного риска с другими видами финансовых рисков, в особенности с рыночным риском.

Такой параметр кредитного риска, как вероятность дефолта заемщика, обычно является экзогенным для кредитора (т. е. он не имеет возможности воздействовать на него непосредственно), однако он в состоянии эффективно управлять своей подверженностью кредитному риску и уровнем восстановления задолженности, которые во многом являются эндогенными факторами.

Одна из главных проблем в этой связи — это *концентрация кредитного риска*, которая может принимать разные формы и обычно возникает в том случае, если значительная доля обязательств в портфеле финансового института характеризуется одинаковой подверженностью риску, а также если относительно большое количество контрагентов принадлежит к одной и той же отрасли экономики, региону или даже стране. С формальной точки зрения концентрация кредитного риска означает возрастание корреляции дефолтов или понижение кредитных рейтингов между контрагентами, что может привести к очень высоким убыткам при наступлении кредитного события.

5.21.2. Кредитная стратегия

Процесс управления кредитным риском тесно связан со стратегией финансового института в области кредитования и ее соблюдением сотрудниками, участвующими в процессе управления кредитными рисками. В этой стратегии должны быть четко определены основные цели и политика банка в отношении кредитного риска, а также соответствующие правила и процедуры ведения бизнеса.

Стратегия отражает отношение банка к кредитному риску в целом и устанавливает, в частности:

- кредитные лимиты по контрагентам и по портфелю в целом;

- целевое соотношение доходности и подверженности кредитному риску;
- приоритеты по предоставлению кредитных ресурсов (типы долговых обязательств, сектора экономики, регионы, валюта, сроки, требуемая доходность и т. д.);
- желаемые характеристики кредитного портфеля, включая предельный уровень концентрации кредитного риска;
- внутренние нормативы достаточности капитала, резервируемого под покрытие потерь вследствие кредитного риска, порядок их расчета и др.

В целом кредитная стратегия должна быть определена с точки зрения качества кредитного продукта, прибыли, перспектив развития бизнеса, приемлемого соотношения риска и доходности, величины резервов и собственного капитала. Она должна учитывать цикличность развития экономики и ее влияние на кредитный портфель финансового института. На основе оценки этого влияния формулируются условия инвестиций в долговые обязательства и предоставления кредитных ресурсов, которые должны пересматриваться на регулярной основе.

Высшее руководство финансового института отвечает за утверждение и периодический пересмотр кредитной стратегии. Кредитная политика и процесс управления кредитными рисками предприятия должны быть доведены до сведения уполномоченных лиц, а кредитный персонал должен четко понимать и быть способным реализовывать политику финансового института. В функции руководителей среднего звена входят разработка, внедрение и контроль за соблюдением внутрифирменных методик и моделей, детализирующих принятую стратегию.

Все правила и процедуры, на основе которых кредитный риск идентифицируется, измеряется и контролируется, должны быть отражены в документации, которая должна быть доступна для уполномоченного персонала.

Банки должны создавать и поддерживать систему администрирования кредитных портфелей. Это является необходимым условием обеспечения безопасности и финансовой устойчивости банков. Система администрирования включает в себя:

- сбор на постоянной основе необходимой информации о контрагентах;
- ведение кредитной документации;
- юридическое сопровождение сделки;
- осуществление контактов с заемщиками;
- контроль за выполнением условий кредитных договоров, состоянием обеспечения и т. д.;
- передача информации во внутрифирменные управленческие информационные системы.

Финансовые институты должны разработать и внедрить систему кредитного контроля. Кредитный контроль призван своевременно идентифицировать потенциально проблемные долговые обязательства путем анализа:

- текущего финансового состояния заемщика;
- выполнения заемщиком условий кредитного договора;

- целевого использования кредитных ресурсов;
- прогнозирования способности к обслуживанию долга на основе анализа плана движения денежных средств заемщика и др.

5.21.3. Основные способы управления кредитным риском

Можно выделить следующие основные способы управления подверженностью кредитному риску, снижения его концентрации и уровня потерь при наступлении дефолта:

- переоценка активов по рыночной стоимости;
- обеспечение обязательств, в частности путем внесения маржи или залога;
- резервирование средств под покрытие ожидаемых и непредвиденных потерь;
- лимитирование;
- диверсификация портфеля;
- взаимозачет встречных требований (неттинг);
- выработка условий досрочного взыскания суммы задолженности и прекращения действия обязательств;
- страхование;
- секьюритизация долговых обязательств;
- хеджирование с помощью кредитных производных инструментов.

Некоторые из перечисленных приемов управления кредитными рисками более подробно рассмотрены ниже.

Переоценка по рыночной стоимости

Оценка активов по рыночной стоимости (*marking to market* — *MTM*) представляет собой один из самых эффективных способов снижения подверженности кредитному риску. Она предполагает фиксацию прибылей или убытков по открытым позициям в результате колебания рыночных цен на регулярной основе, например ежедневно (для биржевых сделок) или через более продолжительные интервалы времени (для внебиржевых инструментов)*. Если обе стороны по сделке симметрично учитывают прибыли и убытки, это называется **двусторонней переоценкой по рыночной стоимости** (*two-way MTM*), а если учитываются убытки только одной стороны, то такой метод принято называть **односторонней переоценкой по рыночной стоимости** (*one-way MTM*) [35].

Ежедневная переоценка позиций по рыночной стоимости широко используется расчетными палатами бирж как основной способ снижения риска контрагента. Это отличает организованные (биржевые) рынки от внебиржевых, где зачастую отсутствует посредник, который мог бы обеспечивать выполнение обязательств сторонами по сделке и проводить переоценку позиций по рыночной стоимости.

При осуществлении ежедневной переоценки *текущая* подверженность кредитному риску сводится к нулю. Однако при этом остается потенциаль-

* Метод переоценки по рыночной стоимости рассматривается также в п. 7.2.1

ная подверженность кредитному риску, который может реализоваться до момента следующего перерасчета прибылей и убытков по позициям. Потенциальная подверженность кредитному риску зависит от длительности временного интервала между моментами переоценки по рыночной стоимости, а также времени, необходимого для ликвидации позиции в случае дефолта контрагента. Чем больше размер позиции, тем больше времени займет ее ликвидация, при этом нельзя полностью исключать возможность дефолта расчетной палаты биржи в случае ликвидации позиций одновременно многими участниками рынка.

На внебиржевых рынках возможен такой способ управления подверженностью кредитному риску, как **пересмотр купонной ставки** (*recouponing*) [61]. В этом случае производится переоценка инструмента (например, свопа) по рыночной стоимости через определенный период времени с одновременным изменением ставки купона или обменного курса с учетом складывающейся рыночной конъюнктуры.

Следует помнить, что снижение кредитного риска путем переоценки открытых позиций по рыночной стоимости само сопряжено с появлением других видов риска, в частности с операционным риском (ввиду необходимости учета стоимости позиций и ежедневного осуществления взаиморасчетов) и риском ликвидности (из-за необходимости поддержания резерва денежных средств на покрытие потерь).

Установление требований к гарантийному залогу (марже)

Потенциальная подверженность кредитному риску в будущем при сделках с фьючерсными контрактами может быть покрыта за счет **маржи** (*margin*), представляющей собой форму частичного обеспечения обязательств контрагентов по заключенной ими сделке*.

На биржах при открытии новой позиции участник рынка должен внести в клиринговую плату начальную маржу в качестве обеспечения в случае объявления им дефолта. По результатам торгов расчетная палата ежедневно определяет финансовые результаты (прибыли и убытки) участников, называемые *вариационной маржей*. Расчетная палата списывает деньги со счета стороны, получившей отрицательный результат (имеющей отрицательную вариационную маржу), и зачисляет их на счет стороны, получившей положительный результат (имеющей положительную вариационную маржу). Этот процесс иногда называется «**перерасчетом маржи**» (*remargining*). Если величина маржи в результате понесенных убытков падает ниже определенного порогового уровня, участник рынка должен внести дополнительные средства на свой счет в расчетной палате, в противном случае его позиция будет принудительно закрыта биржей.

Размер маржи устанавливается в зависимости от волатильности рынка и цели сделки: он обычно меньше для хеджеров, чем для спекулянтов. На некоторых биржах размер маржи рассчитывается на основе метода VaR как наихудшее изменение рыночной цены в течение дня с вероятностью 99%.

* Подробнее о системах расчета биржевой маржи см. гл. XI.

Обеспечение

Внесение обеспечения (залог активов) является защитной мерой от текущей и потенциальной подверженности кредитному риску [61]. В качестве обеспечения могут выступать денежные средства, ценные бумаги или иные ликвидные активы, которые в случае дефолта контрагента можно реализовать в возмещение утраченного актива. Обычно рыночная стоимость активов, переданных в обеспечение, должна превышать сумму обязательства, при этом возникающая между ним **разность** (*haircut*) предназначена для снижения рыночного риска кредитора. Так, наличные средства, внесенные в качестве обеспечения, будут иметь нулевую разность, а для государственных ценных бумаг она будет колебаться в диапазоне от 1 до 8% в зависимости от срока, оставшегося до погашения.

Наличие обеспечения следует учитывать в явном виде при оценке подверженности кредитному риску контрагента. Так, например, для пятилетнего валютного форварда потенциальная подверженность риску должна рассчитываться на основе волатильности валютного курса за период в пять лет. Однако если контрагент по сделке обязуется внести обеспечение и при этом соглашением предусмотрено, что если обеспечение не будет внесено или его рыночная стоимость упадет ниже определенного уровня, а дополнительное обеспечение не будет предоставлено, то эта сделка будет автоматически прекращена путем расчета наличными в течение 30 дней. В этом случае при расчете потенциальной подверженности риску следует использовать 30-дневную волатильность.

Двусторонний неттинг

Одним из наиболее действенных методов снижения подверженности кредитному риску является двусторонний взаимозачет требований (неттинг), ставший стандартным условием сделок со свопами на международных финансовых рынках*.

Двусторонний неттинг представляет собой зачет взаимных требований между сторонами по сделке по нескольким контрактам, удовлетворяющим определенным требованиям. В случае наступления дефолта контрагент не может остановить платежи по контрактам с отрицательной текущей стоимостью, требуя в то же время получения платежей по контрактам с положительной стоимостью замещения. Цель неттинга, таким образом, заключается в том, чтобы сократить подверженность кредитному риску до размера чистой задолженности (нетто-задолженности) по всем сделкам, охватываемым соглашением о неттинге.

В соответствии с данным выше определением (5.26) подверженность кредитному риску при отсутствии соглашения о неттинге, или **брутто-подверженность** (*gross exposure — GE*), рассчитывается как:

$$GE = \sum_{i=1}^N \max(V_i, 0), \quad (5.44)$$

где N — количество контрактов с данным контрагентом, подлежащих неттингу.

* Юридические аспекты неттинга определяются в типовых соглашениях ISDA об основных условиях свопов от 1992 г и 2002 г (см. также п. 7.4.2).

При использовании неттинга **чистая подверженность кредитному риску**, или **нетто-подверженность** (*net exposure* — NE), определяется следующим образом:

$$NE = \max \sum_{i=1}^N (V_i, 0). \quad (5.45)$$

Как можно видеть из приведенных выражений, $NE \leq GE$. Эффект снижения подверженности кредитному риску в результате неттинга будет тем значительнее, чем больше компенсируется различных контрактов и чем меньше корреляции в изменениях их рыночной стоимости.

Базельский комитет по банковскому надзору разрешает банкам учитывать двусторонний неттинг при расчете кредитного риска по сделкам с производными инструментами при наличии правового режима, разрешающего проведение взаимозачетов с данным контрагентом. Текущая подверженность кредитному риску без проведения неттинга рассчитывается как **общая стоимость замещения** (*gross replacement value* — GRV) по всем контрагентам, если все они одновременно объявят дефолт:

$$GRV = \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^N \max (V_i, 0), \quad (5.46)$$

где K — количество контрагентов.

При наличии обеспечения обязательств и соглашения о неттинге **чистая стоимость замещения** (*net replacement value* — NRV), рассчитывается как сумма положительных стоимостей замещения по всем контрагентам с учетом неттинга за вычетом стоимости обеспечения:

$$NRV = \sum_{k=1}^K (\max \sum_{i=1}^{N_k} (V_i, 0) - C_k), \quad (5.47)$$

где C_k — рыночная стоимость обеспечения по сделке с контрагентом k .

Лимитирование

Одним из основных способов управления кредитными рисками является лимитирование подверженности риску, т. е. установление системы лимитов на каждого заемщика, группу заемщиков, отдельные отрасли или сектора экономики, регионы, конкретные виды финансовых продуктов и на весь кредитный портфель в целом.

Система установления лимитов должна отвечать следующим требованиям:

- действие лимитов распространяется на все виды деятельности, сопряженные с кредитным риском;
- при расчете лимитов агрегируются все виды вероятных потерь;
- лимиты устанавливаются на основе системы внутренних кредитных рейтингов, связанных с конкретными заемщиками или их группами;
- лимиты не должны пересматриваться по требованию клиента;
- лимиты должны устанавливаться с учетом результатов стресс-тестирования;

- лимиты должны устанавливаться с учетом рисков, возникающих при досрочной ликвидации позиций в случае дефолта контрагента.

Помимо этого в банке должен осуществляться постоянный контроль за фактическими понесенными потерями и идти их сопоставление с установленными лимитами с целью принятия мер по снижению кредитного риска.

При установлении лимитов необходимо учитывать следующие ограничения:

- по срокам;
- по обеспечению;
- по валюте.

Финансовые институты по-разному решают задачу расстановки лимитов, но обычно кредитные лимиты подразделяются на следующие группы:

- региональные (страновые) лимиты;
- отраслевые лимиты;
- лимиты на одного заемщика.

Региональный (страновой) риск возникает при переводе денежных средств за пределы границ региона или страны. В рамках странового риска выделяют две составляющие: *кредитный риск иностранного контрагента*, заключающийся в невозможности выполнения свои обязательств стороной по сделке, находящейся за рубежом, и *риск денежной единицы*, заключающийся в невозможности обслуживания государством своего долга ввиду дефицита иностранной валюты.

Финансовым институтам, осуществляющим деятельность в разных регионах или странах, необходимо разработать систему оценки региональных рисков и определить лимиты вложений в обязательства по странам. При установлении таких лимитов учитываются сложившиеся отношения финансового института с местными клиентами, принятая стратегия маркетинга и стремление к сбалансированности кредитного портфеля.

При определении **отраслевых лимитов** необходимо осуществить анализ достаточно большого числа отраслевых факторов риска, наиболее важными из которых являются:

- текущее положение отрасли и перспективы ее развития;
- цикличность развития отрасли;
- уровень конкуренции;
- чувствительность к изменениям технологий;
- структура издержек в среднем по отрасли;
- темпы роста;
- диверсификация по выпускаемым товарам и потребителям;
- отраслевые ограничения;
- требования регулирующих органов;
- чувствительность к изменению валютных курсов.

В результате комплексного анализа перечисленных факторов формируется итоговая оценка отраслевого риска в виде внутреннего кредитного рей-

тинга отрасли. Отраслевые лимиты устанавливаются на основе внутренних рейтингов и могут быть выражены, например, как определенный процент от капитала или совокупной ссудной задолженности либо как сумма задолженности в абсолютном выражении.

При определении **лимитов на одного заемщика** необходимо учитывать следующие факторы:

- доля капитала финансового института, которой он готов рисковать;
- отраслевая принадлежность заемщика;
- размер активов заемщика;
- финансовая устойчивость заемщика;
- качество управления потенциального заемщика;
- перспективы развития заемщика;
- взаимоотношения финансового института с данным заемщиком;
- ожидаемая доходность с учетом риска по операциям с данным заемщиком;
- общее состояние экономики;
- требования регулирующих органов.

Лимиты на одного заемщика могут устанавливаться как на отдельные операции или виды услуг, так и в совокупности на все виды сделок с данным клиентом.

При установлении лимитов по отдельным заемщикам, отраслям и регионам банкам необходимо учитывать ограничения по максимальному размеру совокупной задолженности, с тем чтобы не нарушать требования регулирующих органов по покрытию активов капиталом. Банки могут сами устанавливать более жесткие лимиты концентрации кредитного риска и совокупного размера задолженности, чем это предусмотрено действующими минимальными нормативами органов надзора.

Условия досрочного взыскания задолженности и прекращения действия обязательства

Условия досрочного прекращения действия соглашения при наступлении определенного кредитного события (*credit triggers*) являются мерами защиты от риска дефолта [61]. Они нацелены на снижение не столько подверженности кредитному риску, сколько вероятности дефолта контрагента *в течение периода действия соглашения*. В частности, типичным условием является оговорка о досрочном взыскании всей суммы задолженности с заемщика или немедленном расторжении свопа и расчете наличными в случае ухудшения кредитного качества контрагента, например снижения его кредитного рейтинга ниже определенного уровня. Другим примером может быть требование об увеличении выплачиваемой процентной ставки (кредитного спреда) при понижении кредитного рейтинга заемщика. Подобные оговорки не предоставляют полной защиты от кредитного риска, так как их исполнение повлечет только ухудшение финансового состояния контрагента.

Применяются также защитные оговорки о безусловном прекращении действия соглашения по инициативе какой-либо из сторон в один или несколько

заранее определенных моментов времени [61]. Они позволяют снизить как подверженность кредитному риску, так и вероятность дефолта контрагента.

Заключение сделок со специальными дочерними компаниями, «изолированными» от риска дефолта материнской компании

В зарубежной практике такие компании обычно создаются специально для торговли производными инструментами (*derivatives product company — DPC*) или проведения структурированных финансовых операций. В последнем случае они часто называются «специальными юридическими лицами» (*special purpose vehicle — SPV; special purpose entity — SPE*). Такие компании обычно имеют очень высокий кредитный рейтинг и являются «изолированными» от риска банкротства материнской компании (*bankruptcy-remote*) с помощью различных юридических оговорок в уставных документах и заключаемых договорах.

5.22. Кредитные производные инструменты

5.22.1. Понятие кредитного производного инструмента

Кредитные производные инструменты* (*credit derivatives*) представляют собой сравнительно новый инструмент управления кредитным риском путем его хеджирования на финансовом рынке, т. е. передачи части или всего объема кредитного риска активов третьим лицам. Рынок кредитных производных начал интенсивно развиваться во второй половине 90-х годов: так, если в 1996 г. объем этого рынка оценивался примерно в 40 млрд. долл. [35], к концу 1997 г. общая условная стоимость находившихся в обращении кредитных производных составила уже около 200 млрд. долл. [17], в 1998 г. она выросла до 350 млрд. долл. [1], в 1999 г. — до 500 млрд. долл. [35], в 2000 г. превысила 700 млрд. долл. [1], а к концу 2002 г. достигла рекордной величины в 2,15 трлн. долл.(!) [34]**.

Тенденция к бурному росту рынка кредитных производных инструментов обусловлена, в первую очередь, резким увеличением спроса на новые финансовые продукты, которые позволили бы максимизировать прибыль и стоимость акционерного капитала компании путем избежания нежелательной подверженности кредитному риску и активного управления риском ссудного портфеля. Эти продукты представляют собой «гибридные» инструменты, которые конструируются на основе классических производных инструментов, таких как свопы, фьючерсы и опционы, и могут охватывать одновременно несколько различных видов риска. Наличие ликвидных и глубоких рынков для традиционных производных инструментов и моделей оценки их стоимости позволяет осуществлять «справедливое» ценообразование для новых финансовых продуктов (которые, как правило, обращаются только на внебиржевом рынке и даже могут не торговаться вообще). В конечном счете, развитие рынка кредитных производных способствует повышению ликвидности всех сегментов внебиржевого финансового рынка за счет снижения кредитного риска контрагента.

* Другое используемое в литературе название — кредитные деривативы.

** Статистика по рынку кредитных производных инструментов США за период 1996–1999 гг. приводится в [3, 62].

Как отмечалось выше, в банковском деле наибольший (по объему потенциальных потерь) кредитный риск возникает при проведении ссудных операций. Ссуды в общем случае являются неликвидными активами, вторичный рынок которых развит весьма слабо (за рядом исключений: например, вторичного рынка ипотечных закладных). Главное отличие коммерческих ссуд от облигаций и прочих долговых ценных бумаг состоит в том, что ценность этих ссуд для банка заключается в доступе к частной (недоступной для рынка) информации о своих заемщиках в результате длительных *взаимоотношений (relationship)* между ними и банком. Как правило, сами заемщики обычно негативно относятся к передаче (продаже) банком их задолженности третьим лицам, так как это влечет и передачу им финансовой информации частного характера. Отсюда и возникает та концентрация кредитного риска по регионам или отраслям промышленности, которая столь часто наблюдается в банковском мире, несмотря на очевидные преимущества диверсификации ссудных портфелей с точки зрения снижения риска. Если банки не имеют возможности или желания продать активы, связанные с высоким кредитным риском, они будут крайне заинтересованы в инструментах, позволяющих хотя бы частично передать данный риск третьим лицам, сохраняя за собой право собственности на этот актив.

Банки продают или покупают кредитные производные инструменты не только для хеджирования кредитного риска, но и с целью диверсификации своих портфелей (повышения соотношения ожидаемой доходности и непредвиденных потерь), а также получения арбитражной прибыли от возможных ценовых несоответствий между различными классами активов, регионами, сроками до погашения, кредитными рейтингами и сегментами рынка.

Кредитные производные являются забалансовыми финансовыми инструментами, позволяющими одной стороне, называемой **покупателем кредитной защиты** (*protection buyer*), перенести кредитный риск по активу на другую сторону, называемую **продавцом кредитной защиты** (*protection seller*) *без перехода права собственности на этот актив*. Прообразами кредитных производных инструментов являются такие хорошо известные финансовые инструменты, как гарантии, поручительства, резервные аккредитивы и договоры страхования. Кредитные производные позволяют «отделить» кредитный риск от других количественных и качественных аспектов владения различного рода кредитными продуктами (ссудами, облигациями, свопами и т. д.) и передать его спекулятивно настроенным участникам финансового рынка за определенное вознаграждение. Кредитные производные позволяют хеджировать кредитный риск практически по любой из его составляющих: виду кредитного события, стоимости базисного актива, уровню восстановления и сроку до погашения. Ценообразование кредитного риска является важной функцией кредитных производных, при этом его точность повышается с развитием рынка этих инструментов.

Исполнение кредитного производного инструмента означает осуществление определенных выплат при наступлении кредитного события: дефолта, понижения кредитного рейтинга или возрастания кредитного спреда (падения рыночной цены ниже порогового уровня). Кредитные производные могут торговаться на рынке как самостоятельный инструмент или же быть «встроенными» в какой-либо другой финансовый инструмент.

5.22.2. Виды кредитных производных инструментов

В общем виде кредитный производный инструмент представляет собой своп, опцион, варрант или форвард или иное условное обязательство, предусматривающее обмен денежными потоками, зависящими от наступления определенного кредитного события в течение установленного периода времени. Обычно таким кредитным событием является дефолт, понижение рейтинга или значительное падение рыночной стоимости базисного актива.

Кредитные производные можно классифицировать по следующим признакам:

- 1) вид базисного актива, в качестве которого может выступать как отдельная ссуда, так и группа (пул) кредитов;
- 2) событие, приводящее к исполнению инструмента: кредитное событие (дефолт или понижение кредитного рейтинга) или возрастание кредитного спреда;
- 3) характер выплат, которые могут быть как фиксированными, так и переменными (линейными или нелинейными).

Известны следующие виды кредитных производных инструментов:

- кредитный своп;
- своп до первого дефолта;
- своп на полную доходность;
- индексный своп;
- кредитные ноты;
- форвард на кредитный спред;
- опцион на кредитный спред.

Кредитный своп* (*credit default swap — CDS, credit swap, default swap*) представляет собой соглашение, по которому покупатель защиты периодически выплачивает фиксированную премию продавцу защиты в обмен на принятие им кредитного риска по определенному активу (*reference asset*), т. е. обещание произвести определенные выплаты в случае наступления кредитного события.

В общем случае размер этой выплаты должен отражать разность между номинальной стоимостью актива и его реальной рыночной стоимостью после объявления дефолта. Так как на практике часто возникают разногласия по поводу механизма определения последней для неторгуемых на рынке активов, возможны различные формы расчетов, в том числе:

- единовременный платеж в фиксированном размере, отражающем ожидаемый уровень потерь по базисному активу с учетом восстановления (см. пример в п. 5.22.3);
- **расчет наличными** (*cash settlement*), т. е. платеж, равный цене исполнения за вычетом текущей рыночной цены облигации или иного актива, лежащего в основе свопа;

* Другие названия этого инструмента: своп на дефолт, своп на неисполнение обязательств.

- **физическая поставка актива** (*physical settlement*), по которому объявлен дефолт, в обмен на некоторый фиксированный платеж (например, номинальную стоимость актива).

Как и в случае процентного или валютного свопа, исполнение обязательств сторон по сделке может обеспечивать посредник (дилер). Схема платежей по стандартному кредитному свопу представлена на рис. 5.7.

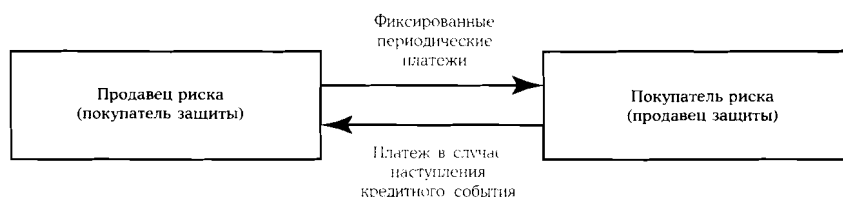


Рис. 5.7. Кредитный своп

Кредитный своп представляет собой классический вид кредитного производного инструмента, так как на него не влияют изменения рыночной стоимости базисного актива до тех пор, пока по нему не наступит кредитное событие.

Пусть, например, покупатель кредитной защиты заключил кредитный своп сроком на 1 год и условной стоимостью 100 млн. долл. на пятилетние облигации компании ABC. Покупатель защиты должен уплачивать ежегодно 50 б. п. от условной суммы свопа. В начале года он выплачивает продавцу защиты 500 тыс. долл. В конце года компания ABC объявляет дефолт по своим обязательствам, стоимость которых падает до 40 центов за доллар. Продавец защиты одновременно выплачивает покупателю 60 млн. долл. в качестве компенсации за потери вследствие кредитного риска.

Кредитные свопы часто оказываются «встроенными» в другие финансовые инструменты. Так, можно показать, что приобретение облигации, сопряженной с кредитным риском, эквивалентно покупке безрисковой облигации и продаже кредитного свопа.

Разновидностью кредитного свопа является так называемый **«корзинный» своп*** (*basket default swap*), в котором базисным активом является набор («корзина») ссуд или облигаций. Выплаты по такому свопу могут иметь различную структуру и в общем случае не являются простой суммой выплат по кредитным свопам на составляющие «корзины» активов. Так, объем кредитной защиты может быть ограничен сверху некоторой фиксированной суммой, при полной уплате которой последующие дефолты по любым активам из «корзины» уже не будут покрываться защитой. Другой вид корзинного свопа предусматривает выплату возмещения в случае наступления дефолта по любому, но только одному активу из «корзины», после чего действие свопа прекраща-

* Другое название: корзинный своп на дефолт.

ется. Такой своп называют «**корзинным**» **свопом до первого дефолта*** (*first-of-basket-to-default swap, first-to-default swap*). При прочих равных условиях своп до первого дефолта будет стоить дороже для покупателя защиты, чем отдельный кредитный своп на какой-либо актив из «корзины», но в то же время он будет стоить дешевле, чем портфель кредитных свопов на каждый актив из «корзины» по отдельности. Покупатель защиты стремится заключить такой своп в отношении наименее коррелированных активов, при этом его стоимость будет тем выше, чем ниже корреляция между наступлением дефолта по различным активам.

Следует помнить, что кредитные свопы не позволяют полностью избежать кредитного риска. Покупатель кредитной защиты значительно снижает подверженность кредитному риску по базисному активу, но одновременно подвергается риску неисполнения обязательств продавцом защиты. Ввиду этого такое хеджирование будет эффективным только при низкой корреляции между дефолтом по базисному активу и дефолтом контрагента по свопу**.

Своп на совокупный доход*** (*total rate of return swap, total return swap — TRS*) представляет собой двустороннее соглашение, по которому все доходы по определенному активу в течение оговоренного периода времени обмениваются на другие периодические выплаты. Покупатель кредитной защиты обязуется производить периодические выплаты в размере, равном общей доходности по указанному активу (прирост рыночной стоимости плюс купонные выплаты). В свою очередь, продавец защиты принимает на себя обязательство по выплатам по заранее определенной процентной ставке, например ставке доходности эквивалентных государственных облигаций (или ставке LIBOR) плюс кредитный спред. Если стоимость актива падает, то покупатель защиты получает выплаты от контрагента, если же стоимость актива возрастает, то платежи осуществляются в обратном направлении, т. е. продавцом в пользу покупателя. Схема расчетов по свопу на совокупный доход отражена на рис. 5.8.

Отличие свопа на совокупный доход от рассмотренного выше кредитного свопа заключается в том, что в кредитном свопе выплаты обусловлены наступлением конкретного события, в то время как в свопе на совокупный доход обмен платежами между контрагентами осуществляется в зависимости от изменений его рыночной стоимости, а не от наступления кредитного события по активу, лежащему в основе свопа. Таким образом, своп на совокупный доход обеспечивает защиту не только от кредитного, но и от рыночного риска, связанного с владением каким-либо активом (конечно, при условии надежности продавца кредитной защиты). Это достигается на основе переоценки по рыночной стоимости без прямой продажи этого актива. По сути, заключение свопа на полную доходность эквивалентно переда-

* Другое название: своп до первого дефолта.

** Следует отметить, что такие «гибридные» инструменты, как облигации, обеспеченные пулом ссуд (*collateralized loan obligation — CLO*) или пулом ипотек (*collateralized mortgage obligation — CMO*), можно представить как облигацию плюс «корзинный» своп, при этом максимальный размер потерь по этим инструментам ограничен суммой, первоначально вложенной в облигации (плюс возможный прирост резервов).

*** Другие названия: своп на полную доходность, своп на все денежные потоки

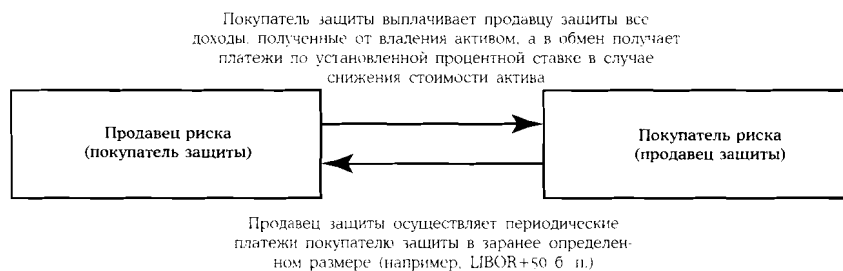


Рис. 5.8. Свop на совокупный доход

че всех экономических рисков по лежащему в его основе активу без его прямой продажи.

Потребность в свопах на совокупный доход часто возникает при операциях на международных финансовых рынках. Пусть банк А желает получать доходы по некоторому активу, связанному с кредитным риском. Банк А согласен нести соответствующий риск, но по тем или иным причинам не желает или не имеет возможности приобрести этот актив или быть его владельцем (например, в силу ограничений регулирующих органов). В этом случае банк А может заключить своп на совокупный доход с банком В, компенсируя ему стоимость приобретения данного актива и, возможно, периодически выплачивая ему некоторую оговоренную премию. Банк В, в свою очередь, переводит в пользу банка А все доходы от владения этим активом (проценты, дивиденды, прирост стоимости). Как правило, банк В хеджирует свою позицию по свопу покупкой базисного актива или «синтетическим» активом — позицией по производным инструментам, создающей требуемый денежный поток.

Приведем пример расчетов по свопу на совокупный доход [35]. Предположим, что банк предоставил ссуду компании ABC в размере 100 млн. долл. под 10% годовых. Банк хеджирует свой кредитный и рыночный риски путем заключения свопа на совокупный доход с продавцом защиты, по которому последний обязуется выплачивать банку ставку LIBOR+50 б. п. от условной стоимости свопа в обмен на получение процентов по кредиту и изменения его рыночной стоимости. Пусть текущая ставка LIBOR равна 9%, а стоимость кредита через год упадет до 95 млн. долл. В результате чистые обязательства банка составят:

- 1) выплата процентных платежей по ссуде:
 $100 \text{ млн. долл.} \times 10\% = 10 \text{ млн. долл.}$
- 2) поступление фиксированного платежа от продавца защиты:
 $100 \text{ млн. долл.} \times 9,5\% = 9,5 \text{ млн. долл.}$
- 3) выплата изменения рыночной стоимости ссуды:
 $(95 - 100)/100 \times 100 \text{ млн. долл.} = -5 \text{ млн. долл.}$

Общий доход банка составит: $-10 + 9,5 - (-5) = 4,5$ (млн. долл.). Таким образом, использование свопа на совокупный доход позволило банку компенсировать падение рыночной стоимости актива за счет выигрыша по свопу.

Кредитная нота* (*credit-linked note — CLN*) не является самостоятельным производным инструментом, а представляет собой комбинацию обычной процентной ценной бумаги (ноты) с каким-либо условием, связанным с кредитным риском. Целью такой сделки является получение более высокой доходности за счет принятия на себя части кредитного риска по оговоренному активу.

Выпуск кредитных нот обычно предполагает учреждение **специального юридического лица** (*special purpose vehicle — SPV*) в форме трастовой компании, которая продает кредитные ноты инвесторам, при этом уплачиваемая в момент покупки сумма считается номинальной стоимостью этого инструмента. Сумма наличных денежных средств, вырученная от продажи кредитных нот, образует передаваемое в траст обеспечение, которое составляет необходимую покупателю кредитную защиту. Траст выступает номинальным продавцом защиты и занимает короткую позицию по кредитному свопу. Денежные средства вкладываются в первоклассные ценные бумаги, а полученный доход плюс премия, уплачиваемая покупателем защиты, передаются через траст держателям кредитных нот. В случае наступления дефолта обеспечение используется для выплаты возмещения покупателю защиты, а остаток средств распределяется между инвесторами (рис. 5.9).

Инвестор осуществляет платеж, равный номинальной стоимости кредитной ноты, сумма которого составляет передаваемое в траст обеспечение. Трастовая компания инвестирует полученные денежные средства в ценные бумаги с рейтингом AAA и заключает кредитный своп с банком — покупателем защиты. Ценные бумаги приносят доходность в размере ставки LIBOR + 10 б. п. Проданный банку кредитный своп обеспечивает дополнительную доходность в размере 20 б. п. Тогда периодические выплаты инвестору составят LIBOR + (10 + 20 б. п.) от номинальной стоимости ноты. В случае наступления дефолта по оговоренному активу трастовая компания выплачивает банку-покупателю компенсацию из средств, переданных в обеспечение, а остаток передает инвестору.

Форварды и опционы на кредитный спред являются производными инструментами, стоимость которых зависит от разности в доходности между базисным активом и эквивалентными (по сроку до погашения) активами, чаще всего государственными облигациями. **Форвард на кредитный спред** (*credit spread forward*) представляет собой двусторонний финансовый контракт, согласно которому покупатель получает разницу между кредитным спредом на момент исполнения и некоторым фиксированным в контракте спредом, если она положительна, или же сам выплачивает ее, если она отрицательна. Выплаты по форварду на кредитный спред могут осуществляться, например, по следующей формуле [35]:

$$\text{Платеж} = (S - F) \times D \times N, \quad (5.48)$$

где S — фактический спред;
 F — спред, зафиксированный в контракте;
 D — модифицированная дюрация базисного актива;
 N — условная сумма контракта.

* Другое название: кредитная (производная) ценная бумага.



Рис. 5.9. Порядок осуществления расчетов по кредитной ноте

Размер платежа может быть также выражен через цены активов:

$$\text{Платеж} = (P(y + F, t) - P(y + S, t)) \times N, \quad (5.49)$$

где y — доходность к погашению эквивалентной государственной облигации;

P — текущая стоимость базисного актива с оставшимся сроком до погашения t лет, рассчитанная путем дисконтирования по ставке, равной $y + S$ или $y + F$, соответственно.

Если $S > F$, то платеж покупателю форварда на кредитный спред будет положительным, если $F > S$ — отрицательным.

Опцион на кредитный спред (*credit spread option*) представляет собой двусторонний контракт, который дает право его покупателю «продать» или «купить» любое возрастание кредитного спреда контрагенту в обмен на уплату определенной премии. Размер выплаты по опциону «пут» на кредитный спред определяется следующим образом:

$$\text{Платеж} = \max(S - F, 0) \times D \times N, \quad (5.50)$$

где F — «цена исполнения» (зафиксированный в контракте кредитный спред).

Определенный таким образом опцион «пут» будет «с выигрышем», если фактический кредитный спред превысит уровень, оговоренный в контракте.

Соответственно, выплата по опциону «колл» на кредитный спред будет равна:

$$\text{Платеж} = \max(F - S, 0) \times D \times N. \quad (5.51)$$

Внутренняя стоимость опциона «колл» на кредитный спред будет положительной (опцион «с выигрышем»), если реальный кредитный спред будет меньше, чем спред исполнения.

Индексный своп (*index swap*) представляет собой комбинацию облигации и опциона на кредитный спред. Купонные выплаты и/или погашение основной суммы долга по облигации каждый раз пересчитываются, исходя из условий опциона. Предположим, что банк выпустил облигации с фиксированной ставкой купона в целях финансирования ссуд населению. Опцион может позволить уменьшить процентную ставку на x б. п. при каждом увеличении на $y\%$ общей суммы просроченной задолженности по таким кредитам по банковской системе данной страны в целом. Тем самым опцион предоставляет защиту компании-эмитенту от уплаты высокой купонной ставки в случае возрастания объема просроченных потребительских ссуд.

5.22.3. Методы оценки стоимости кредитных производных инструментов

Кредитные производные представляют собой сложные инструменты, которые подвержены кредитному риску как по лежащему в их основе активу, так и по контрагенту по сделке, а также рыночному риску. Внутренняя стоимость кредитных производных зависит в общем случае от многих факторов, в том числе:

- совместное распределение вероятности дефолта по базисному активу и дефолта продавца защиты;
- время наступления дефолта;
- распределение коэффициента восстановления задолженности по базисному активу;
- время, необходимое на восстановление задолженности;
- очередность исполнения обязательств по базисному активу;
- временная структура процентных ставок по безрисковым активам, базисному активу и по сделкам с данным контрагентом;
- график амортизации задолженности по базисному активу;
- распределение вероятностей досрочного погашения задолженности по базисному активу;
- характеристика платежей по инструменту (на основе фиксированной или плавающей процентной ставки);
- размер потерь по базисному активу, не покрываемых кредитной защитой;
- корреляция между дефолтом, досрочным погашением, коэффициентом восстановления и процентными ставками.

На практике обычно прибегают к приближенной оценке стоимости кредитных производных, при которой игнорируются один или несколько из перечисленных факторов, например дефолт контрагента.

Для оценки стоимости кредитных производных применяются те же основные подходы, что и для оценки вероятности дефолта: актуарный подход и подход на основе кредитных спредов облигаций или цен акций* [35].

Актуарный подход позволяет получить *объективную* оценку ожидаемых потерь по кредитному производному инструменту путем анализа статистических данных по дефолтам, миграции кредитных рейтингов и коэффициентам восстановления задолженности. Актуарная оценка отражает средний размер резерва, который необходимо создать против потерь по данному инструменту, а ее точность следует понимать только в статистическом смысле, т. е. для выборок достаточно большого объема.

В качестве иллюстрации данного подхода рассмотрим следующий упрощенный пример из [35]. Пусть нам необходимо оценить стоимость кредитного свопа на условную сумму 10 млн. долл. сроком действия в 2 года, по которому покупатель защиты выплачивает ее продавцу фиксированные годовые платежи в обмен на страхование от дефолта по облигациям компании ABC. Размер платежа в случае дефолта определяется следующим образом:

$$\text{Платеж} = N \times \max(100 - B, 0),$$

где N — условная сумма свопа;

B — цена облигации на момент истечения срока действия свопа.

Облигации компании ABC имеют рейтинг A и доходность 6,6% годовых, а доходность двухлетних государственных облигаций составляет 6% годовых.

Вероятности миграции кредитного рейтинга заданы в виде упрощенной переходной матрицы (табл. 5.21).

Компания ABC может объявить дефолт в первый год с вероятностью $P(D|A_0) = 0.01$ или во второй год с вероятностью $P(D_2|A_1)P(A_1) + P(D_2|B_1) \times P(B_1) + P(D_2|C_1)P(C_1) = 0.01 \times 0.90 + 0.02 \times 0.07 + 0.05 \times 0.02 = 0.0114$.

Если коэффициент восстановления равен 40%, то среднегодовая стоимость кредитной защиты (без дисконтирования) составит:

$$10 \text{ млн. долл.} \times (1 - 0.4) \times (1\% + 1.14\%) / 2 = 64\,200 \text{ долл.}$$

Полученная величина будет настолько же точной, насколько точны оценки входных параметров: кредитного рейтинга, вероятностей его миграции и уровня восстановления.

Второй подход позволяет рассчитать *нейтральную к риску* стоимость кредитных производных инструментов на основе рыночных цен (кредитного спреда) облигаций, лежащих в их основе или принимаемых в качестве эквивалента базисного актива. В рамках такого подхода можно выработать стратегию хеджирования риска позиции по кредитному производному инструменту лежащими в его основе облигациями.

В условиях рассмотренного выше примера годовая стоимость кредитной защиты, рассчитанная по этому методу, составит:

$$10 \text{ млн. долл.} \times (6.6\% - 6.0\%) = 60\,000 \text{ долл.}$$

* Подробнее о современных методах оценки кредитных производных см. [10, 20, 53, 58].

Таблица 5.21

ВЕРОЯТНОСТЬ СМЕЩЕНИЯ КРЕДИТНОГО РЕЙТИНГА

Начальное состояние	Конечное состояние				Суммарная вероятность
	A	B	C	D	
A	0,90	0,07	0,02	0,01	1
B	0,05	0,90	0,03	0,02	1
C	0	0,10	0,85	0,05	1
D	0	0	0	1,00	1

Расхождение в стоимости кредитной защиты по сравнению с первым подходом может быть обусловлено, в частности, рыночной премией за риск, а также иными (отличными от риска дефолта) факторами, которые оказывают влияние на величину спреда, например ликвидностью данных облигаций.

Продавцу кредитной защиты для хеджирования своего риска необходимо занять короткую позицию по облигациям компании ABC и длинную позицию по государственным облигациям.

Третий подход к определению стоимости кредитных производных базируется на модели Мертона оценки стоимости акционерного капитала и ценах акций эмитента базисного актива (см. п. 5.13.2.1). Рассматривая кредитную защиту как опцион, этот подход также позволяет рассчитать нейтральную к риску стоимость производного инструмента и выработать стратегию хеджирования для продавца кредитной защиты.

Применение этого подхода требует знания рыночной капитализации компании-эмитента, размера ее обязательств и волатильности цен акций. Стоимость кредитной защиты принимается равной цене опциона «пут», рассчитанной по формуле Блэка–Шоулза. Хеджирование риска продавца кредитной защиты осуществляется путем занятия короткой позиции по акциям эмитента базисного актива и длинной позиции по безрисковому активу (государственной облигации).

Поскольку сделки с кредитными производными инструментами заключаются на внебиржевом рынке, их переоценка по рыночной стоимости обычно производится «по модели» на основе кредитных спредов облигаций. Некоторые кредитные производные могут быть представлены как эквивалентные портфели облигаций и ссуд; например, денежные потоки по свопу на совокупный доход эквивалентны покупке лежащего в его основе актива (ссуды или облигации), которая финансируется путем привлечения заемных средств на определенный срок. Однако переоценка таких инструментов, как «корзинные» свопы, уже не может быть непосредственно сведена к стоимости существующих облигаций и

ссуд — она требует применения моделей оценки вероятности дефолта, учитывающих корреляции между дефолтами по всем элементам «корзины». Эти оценки могут быть получены, в частности, при помощи рассмотренных выше моделей на основе кредитных спредов облигаций и цен акций (например, *EDF*), однако даже для моделей, использующих одни и те же данные, разброс значений может оказаться весьма большим в зависимости от применяемого метода.

5.22.4. Риски кредитных производных инструментов

Хотя кредитные производные сами являются инструментом снижения кредитного риска, операции с ними сопряжены с целым комплексом рисков, включающим кредитный и рыночный риски, риск ликвидности и юридический риск*.

Передавая кредитный риск по базисному активу при помощи кредитного производного инструмента, покупатель защиты фактически обменивает его на совместный риск дефолта по этому активу и дефолта контрагента по сделке — продавца защиты. Очевидно, что покупатель защиты не понесет потерь, если случится только какой-либо один из двух возможных дефолтов. Вероятность одновременного дефолта по базисному активу и дефолта продавца защиты можно непосредственно рассчитать по формуле (5.34), если, конечно, удастся оценить с достаточной точностью вероятность каждого дефолта в отдельности и степень корреляции между ними. На практике эти события часто считают независимыми, однако в действительности некоторая положительная корреляция все же существует, например в силу нахождения контрагента и эмитента базисного актива в одной и той же стране или отрасли. Для эффективного хеджирования корреляционного риска важно обеспечить, чтобы эта корреляция была достаточно низкой.

Корреляционный риск особенно сильно проявляется в сделках с кредитными производными, включающими набор базисных активов — кредитное событие по одному из базисных активов может оказать влияние на стоимость одного или нескольких других активов, входящих в «корзину». Этот риск обычно учитывается в структуре самого кредитного производного (например, в свопе до первого дефолта), при этом стоимость такой защиты будет тем выше, чем ниже корреляция дефолтов по составляющим «корзину» активам.

Как и в случае процентных и валютных свопов, форвардов и сделок репо, подверженность кредитному риску в случае дефолта по кредитным производным инструментам не тождественна условной сумме сделки и может значительно колебаться под влиянием факторов рыночного и кредитного риска. Оценка стоимости замещения для кредитных производных должна проводиться как на текущий момент, так и на весь оставшийся срок до исполнения инструмента. Полезно также оценить максимальную стоимость замещения, соответствующую наихудшему сценарию развития событий.

Необходимо также отметить влияние кредитного риска на рыночный риск кредитных производных. Оценка рынком этих инструментов напрямую зависит от кредитоспособности эмитента базисного актива. Снижение рейтинга обычно

* Детальный анализ рисков, возникающих при сделках с кредитными производными, дан в [62].

ведет к увеличению кредитного спреда и падению цены, а в некоторых случаях может быть признано кредитным событием. Соответственно, стоимость кредитной защиты будет расти с увеличением риска дефолта по базисному активу.

Некоторые кредитные производные, например опционы на кредитный спред, обладают нелинейной функцией выплат, что также усложняет анализ рыночного риска.

При хеджировании кредитными производными может возникать так называемый *базисный риск* (*basis risk*), если по условиям сделки актив, лежащий в основе производного инструмента, не (полностью) совпадает с активом, риск которого хотел бы хеджировать покупатель защиты. Если в качестве способа расчета при наступлении кредитного события используется физическая поставка базисного актива, продавец защиты принимает на себя риск, связанный с дальнейшим владением этим активом.

Юридический риск по сделкам с кредитным производным возникает в тех случаях, когда в соглашении неполно или недостаточно четко определены условия наступления кредитного события, в частности в таких случаях, как дефолт по государственным обязательствам, реструктуризация долга или разделение слившихся компаний. Несоответствие кредитного события и юридических характеристик базисного актива, называемое *документарной асимметрией*, ставит покупателя защиты перед риском неполучения возмещения по кредитному производному в случае дефолта по лежащему в его основе активу.

Наконец, необходимо учитывать, что на сегодняшний день сделки с кредитными производными заключаются на внебиржевом рынке, имеющем короткую историю и сравнительно небольшие объемы торгов, а следовательно, низкую ликвидность.

Банки часто сталкиваются с конфликтом интересов в отношении кредитных производных. С одной стороны, им необходимо соблюдать конфиденциальность о состоянии заемщика в рамках закона или контракта, а с другой — информация о кредитном событии может потребоваться контрагенту для исполнения обязательств по кредитной защите.

Основными способами уменьшения риска контрагента при операциях с кредитными производными является двусторонний неттинг, а также различные защитные оговорки о досрочном расторжении соглашения при наступлении определенных событий, в частности ухудшения финансового состояния контрагента. Снижению юридического риска способствовало принятие ISDA в 1999 г. свода определений терминов, используемых при сделках с кредитными производными [33], а также стандартных форм документации для сделок с кредитными свопами*.

* В 2003 г. ISDA опубликовала новый свод определений терминов, используемых при операциях с кредитными производными инструментами (*ISDA credit derivatives definitions 2003*). В нем дана уточненная трактовка одновременного наступления нескольких кредитных событий и добавлены новые положения, касающиеся суверенных кредитных свопов (*sovereign credit default swaps*), гарантий и новаций по сделкам с кредитными производными, а также порядка действий в случае непоставки контрагентом по сделке ссуды или облигации, указанной в соглашении, при наступлении кредитного события.

5.22.5. Преимущества и недостатки кредитных производных инструментов

Быстрые темпы роста рынка кредитных производных являются лучшим подтверждением их востребованности и эффективности как нового инструмента управления кредитными рисками.

Можно выделить следующие особенности кредитных производных инструментов, выгодно отличающие их от традиционных механизмов кредитной защиты, таких как страхование или прямая продажа ссуд [3]:

1. Сделки с кредитными производными осуществляются на внебиржевом рынке* посредством заключения двусторонних соглашений на основе стандартной документации, разработанной ISDA в 1997–2003 гг.** В частности, это позволяет производить двусторонний неттинг позиций по кредитным производным и снижать тем самым подверженность риску каждой из сторон по соглашению.
2. В большинстве случаев кредитные производные являются расчетными инструментами. Это означает, что при наступлении оговоренного кредитного события продавец данного инструмента осуществляет платеж в пользу покупателя в определенном размере, при этом продавец, как правило, не должен вступать в какие-либо отношения со стороной, объявившей дефолт.
3. Операции с кредитными производными не оказывают существенного влияния на взаимоотношения банка — продавца риска с его клиентами. В отличие от страхования кредитов, заемщик не обязан быть стороной по договору и вообще знать о факте хеджирования кредитного риска. В свою очередь, ни продавец, ни покупатель защиты не должны уведомлять заемщика о продаже риска по предоставленному ему кредиту на вторичном рынке.
4. Кредитные производные обладают преимуществом во времени по сравнению со страхованием кредита, так как обеспечивают практически немедленную выплату денежных средств в случае наступления кредитного события, например приостановки платежей со стороны заемщика. Получив выплаты по кредитному производному инструменту практически сразу, банк будет более склонен начать переговоры с заемщиком с целью реструктуризации задолженности, нежели требовать страхового возмещения и тем самым инициировать процесс объявления заемщика банкротом.

* Ведущая роль в становлении и развитии рынка кредитных производных инструментов принадлежит инвестиционным банкам. Так, первым официально признанным маркет-мейкером по кредитным производным стал американский банк *Bankers Trust*, заключивший в 1992 г. сделку со свопами на дефолт. Рынок кредитных производных сформировался после того, как в 1993 г. в Японии банк *Bankers Trust* и компания *Credit Suisse Financial Products* начали продавать ноты, чья стоимость при погашении зависела от событий, связанных с дефолтом [3].

** Типовая документация ISDA для сделок с кредитными производными инструментами включает в себя 10-страничную форму Подтверждения по сделкам со свопами на дефолт от 1999 г и свод определений терминов, используемых при операциях с кредитными производными от 1999 г. [33].

5. Кредитные производные дают возможность хеджировать риск на любой период в течение всего срока действия актива, лежащего в их основе.
6. Продажа кредитного риска посредством кредитных производных может оказаться значительно выгоднее для банка, нежели прямая продажа самого кредита на рынке, которая сопряжена как с высокими транзакционными издержками (из-за низкой информационной прозрачности активов и малой ликвидности вторичного рынка), так и с угрозой разрыва долгосрочных отношений с клиентом.

В то же время рынок кредитных производных в настоящее время является низколиквидным, в отличие от рынков финансовых свопов, фьючерсов и опционов. Причина этого заключается не только в новизне самих инструментов, но и в трудности стандартизации базисных активов, особенно ссуд, которые обычно отражают специфические характеристики заемщиков. Значительные расхождения наблюдаются также и в подходах к оценке стоимости кредитных производных, что обусловлено недостатком статистических данных по дефолтам и уровнем восстановления задолженности.

Необходимо признать, что кредитные производные применяются не только по своему прямому назначению, т. е. как средство снижения кредитного риска, но и как способ снижения требований регулирующих органов к достаточности капитала. Появление этого нового класса производных инструментов следует рассматривать как форму секьюритизации банками своих активов, которая стала реакцией на принятие в 1988 г. действующего ныне Базельского соглашения по капиталу*. В соответствии с этим соглашением для покупателя кредитного риска кредитный производный инструмент рассматривается как обычный кредит (облигация или иной базисный актив), а для продавца риска — в зависимости от надежности контрагента по сделке (если им является банк, зарегистрированный на территории страны — члена ОЭСР, то коэффициент риска составит 20%, во всех остальных случаях весовой коэффициент будет равен 100%).

Литература

1. Амосов С., Гаврилова Л. Кредитные деривативы в операциях хеджирования//Рынок ценных бумаг. 2000. №3. С. 50–51.
2. Введение в управление кредитными рисками/Пер. с англ. — Price-waterhouse, 1994.
3. Кавкин А. В. Рынок кредитных деривативов. — М.: Экзамен, 2001.
4. Мобиус М. Руководство для инвестора по развивающимся рынкам/Пер. с англ. — М.: ИК «Атон», 1995.
5. Севрук В. Т. Риски финансового сектора Российской Федерации. — М.: Финстатинформ, 2001.

* См. п. 9.2.

6. Ситникова Н. Ю., Хоминич И. П. Революция в риск-менеджменте//Банковские технологии. 2000. № 12.
7. Тоцкий М. Н. Методологические основы управления кредитным риском в коммерческом банке (<http://www.finrisk.ru>).
8. A New capital adequacy framework. Basle Committee on Banking Supervision, 1999, June.
9. Allen S. Financial risk management: A practitioner's guide to managing market and credit risk. — Hoboken, N.J.: John Wiley & Sons, Inc., 2003.
10. Armann M. Credit risk valuation. 2nd ed. — Berlin: Springer Verlag, 2001.
11. Arvanitis A., Gregory J. Credit: The complete guide to pricing, hedging and risk management. — L.: Risk Books, 2001.
12. Belcsak S. Country Risk Assessment/In: Clark E., Marois B. Managing risk in international business: techniques and applications. — L.: Gower Publishing Co., 1995.
13. Bessis J. Risk management in banking. 2nd ed. — Chichester: John Wiley & Sons, Ltd., 2002.
14. Bluhm C., Overbeck L., Wager C. An introduction to credit risk modeling. — CRC Press, 2002.
15. Brunetti A., Kisunko G., Weder B. Credibility of rules and economic growth: Evidence from a worldwide survey of the private sector. Policy research working paper No. 1760. World Bank, 1997.
16. Brunetti A., Kisunko G., Weder B. Institutions in transition: reliability of rules and economic performance in former socialist countries. Policy research working paper No. 1809. World Bank, 1997.
17. Cauoette J. B., Altman E. I., Narayanan P. Managing credit risk: The next great financial challenge. — L.: John Wiley & Sons, Inc., 1998.
18. Coleshaw J. Credit analysis. — Woodhead-Faulkner, 1989.
19. Core principles for effective banking supervision. Basle Committee on Banking Supervision, 1997, April.
20. Cossin D., Pirotte H. Advanced credit risk analysis. — Chichester: John Wiley & Sons, Ltd., 2001.
21. Credit derivatives: Applications for risk management, investment and portfolio optimization. — L.: Risk Books, 1998.
22. CreditMetricsTM — technical document. — N.Y.: J. P. Morgan & Co., Inc., 1997.
23. CreditRisk+ — A credit risk management framework. Technical document. — L./N.Y.: Credit Suisse Financial Products, 1997, April.
24. Crouhy M., Galai D., Mark R. Risk management. — N.Y.: McGraw-Hill, 2001.
25. Dym S. Credit risk analysis for developing country bond portfolios//Journal of Portfolio Management. V. 23. No. 2. P. 99–103.

26. Gaeta G. (ed.) *Frontiers in credit risk: Concepts and techniques for applied credit risk management*. — Chichester: John Wiley & Sons, Ltd., 2002.
27. Gaeta G. *The certainty of credit risk: Its measurement and management*. — Chichester: John Wiley & Sons, Ltd., 2002.
28. Gastineau G. L., Kritzman M. P. *Dictionary of financial risk management*. — N.Y., Frank Fabozzi Associates, 1996.
29. Golin J. *The bank credit analysis handbook: A guide for analysts, bankers and investors*. — Chichester: John Wiley & Sons., Ltd., 2001.
30. *Historical default rates of corporate bond issuers, 1920–1999*. Special comment. Moody's Investors Service. 2000. January.
31. Hull J. C. *Options, futures and other derivatives*. 5th ed. — L.: Prentice Hall College Div., 2002.
32. *International convergence of capital measurement and capital standards*. Basle Committee on Banking Supervision, 1988. July, updated to 1997. April.
33. *ISDA credit derivatives definitions 1999*. International Swap and Derivatives Association, 1999. July.
34. *ISDA news release*. International Swap and Derivatives Association, 2003. March 19.
35. Jorion P. and Khouury S. J. *Financial risk management: Domestic and international dimensions*. — Basil Blackwell. Ltd., 1995.
36. Jorion P. *Financial risk manager (FRM) instruction manual*. — N.Y.: Carli Management Corporation, 2000.
37. Jorion P. *Value at risk: the new benchmark for managing financial risk*. 2nd. ed. — McGraw-Hill, 2001.
38. Kealhofer S. *Portfolio management of default risk*. Document No. 999-0000-033, revision 2.1. KMV Corporation, 1998.
39. Kealhofer S., Kwok S., Weng W. *Uses and abuses of bond default rates*. Document No. 999-0000-039. KMV Corporation. 1998, March.
40. Knack S., Keefer P. *Institutions and economic performance: Cross-country tests using alternative institutional measures*//*Economics and Politics*. 1995. V. 7. No. 3. P. 207–227.
41. La Porta R., Lopez-de-Silanes F., Shleifer A., Vishny R. W. *Law and Finance*. Working paper 5661. National Bureau of Economic Research, 1996.
42. Lehrbass F. *A simple approach to country risk*//In: Franke J., Härdle W., Stahl G. (eds.) *Measuring risk in complex stochastic systems*. Lecture notes on statistics. Volume 147. — N.Y.: Springer Verlag, 2000. Chapter 3.
43. Levine R. *The legal environment, banks and long-run economic growth*//*Journal of Money, Credit and Banking*. 1998. August. V. 30. No. 3. Part 2. P. 597–613.

44. Mauro P. Corruption and growth//Quarterly Journal of Economics. 1995. V. 110. No. 3. P. 681–712.
45. Mausser H., Rosen D. Beyond VaR: From measuring risk to managing risk//Algo Research Quarterly. 1998. Vol. 1. No. 5 (December). P. 5–20.
46. Merton R. On the pricing of corporate debt: The risk structure of interest rates//Journal of Finance. 1974. V. 29. No. 2. P. 449–476.
47. Moers L. Growth empirics with institutional measures and its application to transition countries: a survey. Working paper. Tinbergen Institute, University of Amsterdam, 1999.
48. Moody's rating migration and credit quality correlation, 1920–1996. Special report. Moody's Investor Service. 1997.
49. Nelken I. Implementing credit derivatives: Strategies and techniques to use credit derivatives in risk management. — McGraw-Hill Trade, 1999.
50. Ong M. Internal credit risk models: Capital allocation and performance measurement. — L.: Risk Books, 1999.
51. Principles for the management of credit risk. Basel Committee on Banking Supervision, 1999.
52. RAROC and risk management: Quantifying the risks of business. Bankers Trust New York Corporation, 1995.
53. Rehm F., Rudolf M. KMV Credit Risk Modeling//In: Frenkel M., Hommel U., Rudolf M. (eds.) Risk management: Challenge and opportunity. — Berlin: Springer Verlag, 2000. P. 141–154.
54. Report of the Committee on interbank netting schemes. BIS Committee on Payment and Settlement Systems of the G-10, 1990, November.
55. Saunders A. Credit risk measurement: New approaches to value at risk and other paradigms. — N.Y.: John Wiley & Sons, Inc. 1999.
56. Schönbucher P. J. Credit derivatives pricing models. — Chichester: John Wiley & Sons, Ltd., 2003.
57. Shaeffer H. Credit risk management: A guide to sound business decisions. — Chichester: John Wiley & Sons, Ltd., 2000.
58. Shimko D. (ed.) Credit risk: Models and management. — L.: Risk Books, 1999.
59. Skora R. K. Credit risk management models//In: Lore M., Borodovsky L. (eds.) The professional's handbook of financial risk management. — Oxford: Butterworth-Heinemann, 2000. P. 290–306.
60. Smithson W., Smith C. W., Wilford Jr. D. S. Managing financial risk: a guide to derivative products, financial engineering and value maximization. — N.Y.: Irwin, 1995.
61. Tavakoli J. M. Credit derivatives and synthetic structures: A guide to instruments and applications. 2nd ed. — Chichester: John Wiley & Sons, Ltd., 2001.

62. The financial jungle: International taxation of credit derivatives. — PricewaterhouseCoopers, 1999.
63. The New Basel capital accord. Consultative document. Basle Committee on Banking Supervision, 2003, April.
64. Wakeman L. Credit enhancement//In: Alexander C. Risk management and analysis. — Chichester: John Wiley & Sons, Ltd., 1999. P. 255–276.
65. Wilhelm K. S. Risk management of credit derivatives//In: Lore M., Borodovsky L. (eds.) The professional's handbook of financial risk management. — Oxford: Butterworth-Heinemann, 2000. P. 307–341.

VI. Управление операционными рисками*

П. В. БУРКОВ

6.1. Введение

Деятельность финансовых учреждений во всем мире значительно изменилась за последние десятилетия благодаря развитию информационных технологий, появлению разнообразных производных финансовых инструментов, возникновению электронной торговли и т. д., что привело к появлению новых видов финансовых рисков. Вследствие возрастающей сложности финансовых технологий и необходимости управлять новыми рисками, некоторые банки (например, *Bankers Trust*) стали исследовать проблемы управления операционными рисками. В последнее время операционный риск-менеджмент получил большое развитие после опубликования Базельским комитетом по банковскому надзору Нового Базельского соглашения по капиталу [21], в котором значительное внимание уделяется методологии оценки резерва против операционных рисков. Соответственно, это стимулировало интерес со стороны банковского сообщества к проблеме управления операционными рисками на практике.

Источники операционного риска разнообразны: от некорректного ввода данных и отсутствия контроля за деятельностью трейдеров до сбоев информационных систем, мошенничества по каналам связи и т. д.

Операционный риск-менеджмент акцентирует внимание на тех проблемах, которые, на первый взгляд, не являются финансовыми, но могут привести к реальным убыткам. В связи с этим развиваются следующие направления операционного риск-менеджмента:

- классификация операционных рисков;
- взаимосвязь с прочими видами риска;
- факторы операционного риска на микро- и макроуровне;
- организация функции риск-менеджмента;
- количественные модели операционного риска;
- анализ эффективности деятельности с учетом факторов риска (RAROC);

* Выражаю благодарность моим руководителям — Морыженкову В. А., Тютюнику А. В. и Львову Б. Л. — за моральную поддержку и пример высокопрофессионального подхода к управлению рисками.

- создание системы внутреннего контроля в финансовой организации;
- разработка и использование информационных систем в финансовой деятельности.

6.2. Определения операционного риска

В отличие от рыночного и кредитного рисков, однозначное определение операционного риска вряд ли существует среди финансовых специалистов. Это приводит к различным взглядам на сущность таких рисков и способы управления ими. Можно выделить четыре распространенных точки зрения [22].

Изначально к операционным рискам относили *прочие виды финансовых рисков, отличающиеся от рыночных и кредитных*. Такое определение является слишком широким и включает в себя также бизнес-риск, охватывающий такие аспекты ведения бизнеса, как выбор стратегии развития, позиционирование на рынке, компетентность менеджмента, ноу-хау, способы реализации конкурентных преимуществ и т. д. Заметим, что эти вопросы не входят непосредственно в компетенцию риск-менеджера. Кроме того, определение, построенное от противного, приводит к неполным знаниям о предмете исследования и затрудняет классификацию и оценку таких рисков.

С другой стороны, операционный риск возникает *при осуществлении финансовых операций*. Его источником могут быть ошибки фронт-, мидл- и/или бэк-офиса при обработке данных, сбои информационных систем, технологические неполадки оборудования, некорректное исполнение операций. Данный подход фокусируется на процедуре исполнения операций по всем стадиям их обработки, однако не учитывает риски, связанные с мошенничеством внутри организации, несанкционированным совершением операций, неправильным использованием моделей для оценки финансовых инструментов.

Третий подход является более широким и рассматривает операционные риски по степени контроля над ними со стороны организации. Под операционным риском понимаются *те риски (исключая бизнес-риск), которые возникают в результате неэффективности внутренней системы контроля в организации*. Однако сюда нельзя отнести, например, внешнее мошенничество, природные катастрофы, взлом системы безопасности.

Следующее определение можно считать наиболее адекватным. **Операционный риск** — это *риск прямых или косвенных убытков в результате неверного построения бизнес-процессов, неэффективности процедур внутреннего контроля, технологических сбоев, несанкционированных действий персонала или внешнего воздействия*.

Можно привести еще несколько определений операционного риска, сформулированных разными зарубежными организациями и компаниями. По сути, они очень схожи между собой, поэтому сложно остановиться на каком-либо одном.

В 2001 г. Базельский комитет предложил собственное определение операционного риска, которое получило всеобщее признание. Согласно последней редакции Нового Базельского соглашения по капиталу [21], **«операционный риск»** определяется как риск возникновения убытков в результате недо-

статков или ошибок в ходе осуществления внутренних процессов, допущенных со стороны сотрудников, функционирования информационных систем и технологий, а также вследствие внешних событий»*.

Приведенное определение носит универсальный характер, так как может быть применено для различных финансовых учреждений, и вместе с тем включает достаточно полный и понятный перечень возможных причин и проблем, которые могут привести к потерям и убыткам в результате операционных рисков.

В любом случае, каким бы ни было определение операционного риска, оно не включает факторы рыночного и кредитного рисков.

Традиционно считается, что риск представляет собой возможность негативных результатов, каких-либо нежелательных последствий для компании. Однако существуют методики, которые иначе рассматривают проблемы риска и управления им. Риск анализируется с трех различных позиций. Во-первых, очевидно, что риск — это неопределенность**. Во-вторых, риск несет в себе новые возможности, которые необходимы для достижения конкурентных преимуществ. В-третьих, риск может оказывать разрушительное воздействие на деятельность компаний. В связи с этим все разнообразие рисков, с которыми сталкивается любая организация, можно условно разделить на три категории: риски события (бизнес-риски), финансовые риски и операционные риски (рис. 6.1). Для финансовых организаций все виды рисков относятся к сфере финансов, поэтому нередко объединяются под общим термином «финансовый риск».

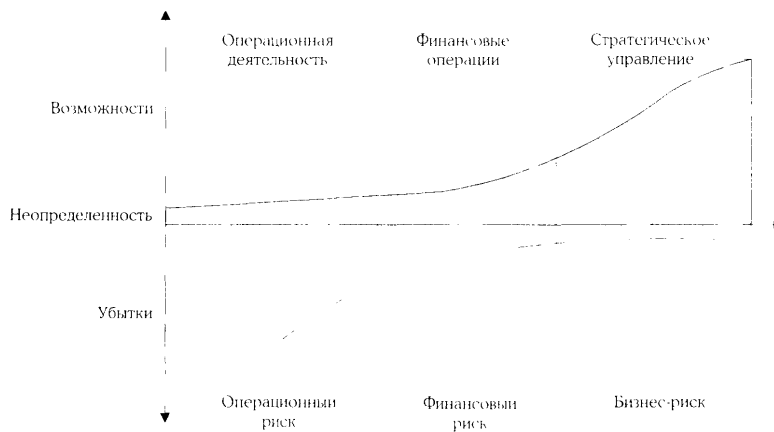


Рис. 6.1. Соотношение операционного риска и других видов риска

* Базельский комитет отмечает, что данное определение включает юридический риск (*legal risk*), однако оставляет за рамками предлагаемой схемы достаточности капитала стратегический риск (*strategic risk*) и риск потери репутации (*reputational risk*) [21]

** Подробнее о различных трактовках понятий риска и неопределенности см. Введение.

Согласно этой модели, управление риском события должно являться органической частью стратегического управления, в рамках которого оцениваются возможности компании, новые тенденции во внешней среде, определяются основные конкурентные преимущества и планируются меры по достижению поставленных целей. Естественно, что позиционирование компании на рынке, выбор целей и реализация намеченных стратегий несут в себе риск, который рассматривается с точки зрения эффективного использования новых возможностей. Вопросам финансовой неопределенности и предотвращения убытков уделяется сравнительно меньшее внимание при решении стратегических задач.

Природа финансовых рисков заключается в возможности возникновения потерь при совершении финансовых операций. К финансовым рискам относятся традиционные вопросы управления рыночными, кредитными рисками, риском ликвидности и т. д. Такие вопросы находятся в поле зрения финансового риск-менеджмента.

Управление операционными рисками направлено на предотвращение негативных последствий, которые могут произойти в рамках текущей деятельности, и ориентировано на контроль за бизнес-процессами, за их соответствием требованиям безопасности. Для многих операционных рисков последствия их проявления могут быть сравнительно небольшими, а вероятность возникновения — достаточно высока (*low severity, high probability*). Другая категория операционных рисков более сложна, так как последствия для бизнеса могут быть самыми катастрофическими, при этом предсказать их вероятность крайне сложно (*high severity, low probability*). Сфера операционных рисков находится в компетенции тех подразделений, которые являются вспомогательными для основного вида бизнеса (например, службы внутреннего контроля и аудита, информационных технологий).

Как упоминалось выше, определение операционного риска, предложенное Базельским комитетом, имеет более четкую взаимосвязь с другими видами рисков (рис. 6.2). Стоит отметить, что в последнее время участники финансового рынка приходят к общему пониманию основных рисков и взаимосвязей между ними. Такой подход объединяет в себе все те проявления риска, о которых упоминалось в начале главы.

При таком методологическом подходе устанавливается более четкое понимание того, какие риски относятся к операционным, а какие — к финансовым и бизнес-рискам.

6.3. Классификация операционных рисков

В настоящее время Базельский комитет предложил определение операционного риска, которое было принято всеми участниками рынка в качестве стандартного. В этом определении четко выделяются источники операционного риска, по которым его можно классифицировать*. Один из вариантов детальной классификации операционных рисков приведен в Приложении к настоящей главе.

* В апреле 2003 г. Базельский комитет в приложении к [21] представил двухуровневую классификацию проявлений операционного риска, приводящих к убыткам.



Рис. 6.2. Взаимосвязь между основными видами риска

Однако можно предложить и другой подход к классификации, а именно подход с точки зрения возможных убытков и последствий, к которым может привести операционный риск. Возможна также классификация операционных рисков по направлениям деятельности, которые имеют место в организации.

Конечно, несмотря на то что существует общепризнанное определение операционных рисков, многие компании развивают собственный взгляд на эту проблему. В результате можно встретить различные определения и классификации операционных рисков, которые лучше соответствуют деятельности той или иной компании. Так, например, ряд крупных зарубежных финансовых институтов использует классификацию операционных рисков, предложенную *Bankers Trust*, которая состоит из следующих категорий [19]:

- **риск персонала** — все риски, которые связаны с сотрудниками компании, в частности их несанкционированные действия, недостаточная компетентность, зависимость от отдельных специалистов и т. д.;
- **технологический риск** — риск, вызванный сбоями и отказами информационных систем, программ или баз данных, систем передачи информации и прочего оборудования, необходимого для деятельности компании;
- **риск физического ущерба** — риск, наступающий в результате природных катастроф и прочих факторов, которые могут нанести ущерб основному оборудованию, системам, технологиям и ресурсам компании. Такой риск обычно минимизируется путем страхования имущества;
- **риск взаимоотношений** — риск, наступающий в результате возникающих отношений при осуществлении бизнес-процессов, таких как трудности при взаимодействии с клиентами и недостаточность внутреннего контроля;

- **внешний риск** — риск, наступающий в результате злоумышленных действий сторонних организаций, физических лиц, а также в результате изменения требований регулирующих органов.

В отдельную группу можно выделить **риск неадекватности модели (модельный риск)**, под которым понимается использование некорректной математической модели для оценки и управления финансовыми рисками. Причинами такого риска являются уже рассмотренные выше некомпетентность специалистов (риск персонала) при использовании сложных финансовых инструментов (риск отношений) и недостатки автоматизированных программных приложений (технологический риск)*.

Впрочем, несмотря на распространенность такой классификации, в ней сложно определить классификационный признак. Поэтому существуют и другие точки зрения: например, если в качестве такого признака взять основную причину риска, то такой первопричиной может быть либо персонал, либо технологии, либо внешнее воздействие. Остальные элементы — процедуры внутреннего контроля, системы и бизнес-процессы — сами по себе причиной рисков не являются, скорее, это инструменты ведения основной деятельности. При этом они могут служить источником операционного риска, причина которого будет исходить от вышеупомянутых факторов.

6.4. Основные подходы к управлению операционными рисками

При управлении операционными рисками существует несколько концептуальных проблем.

Во-первых, в отличие от рыночного и кредитного риска, операционный риск является внутренним риском для финансовых организаций, что определяет его специфику в каждой компании. Крайне сложно собрать обобщенную информацию о таких потерях. Естественно, что не все компании готовы сообщать о своих внутренних проблемах. Кроме того, специфика операционных рисков в каждой из них не позволяет получить универсальную информацию о таких потерях на основе простого суммирования фактов.

Во-вторых, рыночный и кредитный риски можно количественно измерить, определить их вероятность, размер ущерба, а также степень влияния отдельных факторов. В случае операционных рисков такую взаимосвязь нелегко установить. Поэтому операционный риск-менеджмент в меньшей степени использует количественные методы анализа, а основывается преимущественно на создании системы внутреннего контроля и внутренней инфраструктуры для предотвращения таких рисков вообще.

В-третьих, значительные операционные потери — относительно редкое явление (но возможное). Такие маловероятные события находятся «в хвосте» статистического распределения, т. е. далеко за пределами разумного доверительного интервала. В связи с этим использование статистических методов, таких как *operational value at risk*, является проблематичным из-за малой репрезентативности данных для анализа. Не исключено, что в отдельных органи-

* Подробнее модельный риск рассматривается в п. 8.10.

зациях такие исследования могут привести к определенным результатам, но разработать универсальную методику управления операционными рисками, основанную на математических методах, пока не удастся.

Таким образом, применение статистических моделей для управления операционными рисками пока весьма ограничено. Эти риски можно минимизировать путем повышения контроля за всеми сферами деятельности организации и разработки грамотных процедур осуществления бизнес-процессов.

Все разнообразные подходы к идентификации, количественной оценке, анализу и управлению операционными рисками можно условно разбить на «нисходящие» и «восходящие» [18].

Нисходящие модели (*top-down models*) рассматривают операционный риск «сверху вниз», с точки зрения конечных результатов деятельности, т. е. последствий, к которым приводит операционный риск (например, общая сумма убытка в результате сбоя информационных систем или ошибок персонала). Полученные результаты используются для адекватного распределения капитала между подразделениями в качестве резерва под такие потери.

Восходящие модели (*bottom-up models*) разрабатываются «снизу вверх», с точки зрения подразделений или бизнес-процессов. Основное внимание уделяется причинам возникновения операционных рисков, которые могут привести к негативным последствиям.

Способы управления операционным риском можно классифицировать следующим образом.

I. Аудиторские проверки позволяют определить несоответствия существующей практики требованиям регулирующих органов и законодательства. Кроме того, определяют наиболее слабые места с точки зрения контроля путем сравнения имеющихся бизнес-процессов с «наилучшей практикой».

Внутреннюю оценку и анализ проводят все подразделения с целью самостоятельного определения возможных операционных рисков. Такая оценка отчасти субъективна, но основывается на внутренней заинтересованности подразделений и отдельных сотрудников в грамотном исполнении своих обязанностей. В конечном счете основная деятельность осуществляется именно на уровне этих подразделений, и ее качество зависит от того, насколько правильно их персонал понимает свою работу и эффективно справляется с ней.

II. Индикаторы деятельности представлены тремя основными группами показателей, по которым можно судить о деятельности компании и существующих операционных рисках.

Индикаторы текущей деятельности (*key performance indicators*) отражают наиболее значимые аспекты деятельности компании, по которым можно судить о ее текущем состоянии. Основное назначение таких индикаторов в том, что они позволяют осуществлять контроль за эффективностью осуществляемых операций. Такими показателями могут служить: количество неверных операций, рекламации от клиентов, текучесть кадров, суммарное время неработоспособности информационных систем и т. д.

Индикаторы эффективности контроля (*key control indicators*) показывают количество ошибок, которые были предотвращены благодаря системе внутреннего контроля. Такими индикаторами могут служить, например, количество исправленных операций, количество неподтвержденных сделок, расхож-

дения при сверке данных. выявленные случаи несанкционированного доступа к данным и др.

Индикаторы риска (*key risk indicators*) являются опережающими показателями и строятся расчетным или аналитическим путем сопоставления индикаторов текущей деятельности и эффективности контроля. Например, сопоставив информацию об одновременном увеличении объема операций, текучести кадров и количества ошибок ввода данных, можно оценить уровень операционного риска для компании. Тем самым, можно создавать количественные модели для анализа и прогнозирования ситуации в области операционных рисков.

Все перечисленные индикаторы часто используются в целях контроля за операционной деятельностью. Это основано на допущении, что при появлении негативных сигналов от таких индикаторов возрастает вероятность событий, которые связаны с операционным риском. Соответственно, риск-менеджер может предотвратить такую опасность, усилив контроль за ситуацией.

III. Анализ волатильности доходов. Изменчивость доходов компании зависит от уровня риска, в который включаются все виды финансовых рисков, в том числе и операционный. Следовательно, если из общей волатильности дохода исключить факторы рыночного и кредитного риска, то «остаточная» волатильность должна объясняться факторами операционного риска. Данный подход состоит в том, что в течение некоторого периода времени определяется доход компании и рассчитывается величина стандартного отклонения его изменений (аналогично методике VaR). При расчете необходимо исключить влияние факторов рыночного и кредитного рисков. Хотя это и возможно сделать на основе статистических методов, при этом все равно остается волатильность, вызванная факторами бизнес-риска, который также влияет на изменчивость доходов в течение периода. Провести четкую границу между всеми перечисленными факторами риска сложно, и, кроме того, на основе полученных результатов практически невозможно предотвратить негативные отклонения дохода, так как данный метод не позволяет установить их причину. На практике такая модель может быть полезной только для распределения капитала под возможные потери в результате различных факторов риска.

IV. Причинно-следственные модели позволяют объяснить происхождение и оценить потери при осуществлении бизнес-процессов с помощью методов теории вероятностей. Основой такого подхода является то, что причины и следствия связаны условными вероятностями. Расчет потерь производится на основе формулы Байеса [12].

Например, изначально мы оцениваем, что операционный риск возможен либо в результате сбоя информационных систем (с вероятностью 40%), либо в результате ошибки персонала (с вероятностью 60%). Последствиями операционного риска могут быть: неправильный расчет, мошенничество либо неисполнение операции. Вероятности каждого из этих событий определены для каждого из факторов операционного риска (рис. 6.3).

Предположим, в компании произошла ошибка, которая привела к некорректному расчету при исполнении операции. Как изменится вероятность того, что это произошло в результате сбоя информационных систем или действий

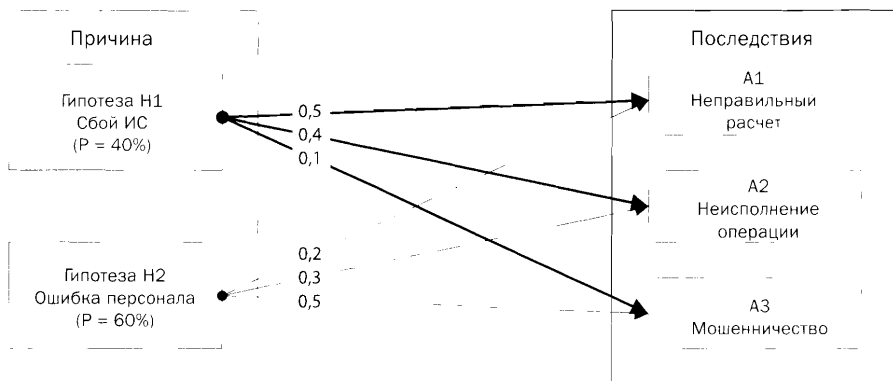


Рис. 6.3. Пример сети Байеса

сотрудников компании? Воспользуемся для этого формулой условной вероятности Байеса:

$$\begin{aligned}
 P(\text{ИС} | \text{ошибка_расчета}) &= P(H_1 | A_1) = \frac{P(H_1) \cdot P_{H_1}(A_1)}{P(H_1) \cdot P_{H_1}(A_1) + P(H_2) \cdot P_{H_2}(A_1)} = \\
 &= \frac{0,4 \cdot 0,5}{0,4 \cdot 0,5 + 0,6 \cdot 0,2} = 0,625.
 \end{aligned}$$

Таким образом, вероятность того, что ошибка была вызвана сбоем информационных систем, возрастает до 62,5%. При более сложных задачах, когда создаются более детальные, многоуровневые причинно-следственные сети, такой анализ может быть очень полезным для анализа причин произошедших сбоев. Сложность применения данного подхода — в исходном определении вероятностей того или иного исхода. Однако преимущество данной модели состоит в том, что с ее помощью можно с большей вероятностью определить место возникновения ошибки, так как в рамках такой задачи воссоздается вся последовательность бизнес-процесса.

V. Распределение вероятностей убытков представляет собой еще один математический подход к анализу потерь в результате операционных рисков [12]. Предполагается, что вероятность операционных рисков и размер операционных потерь уже заданы априори и их количественная оценка является отдельной задачей. За определенный промежуток времени проводятся наблюдения того, сколько произошло случаев реализации операционных рисков и к каким последствиям они могли привести. Например, сбой информационных систем в течение одного месяца может произойти 1 раз с вероятностью 30%, 2 раза — с вероятностью 20% и ни одного раза — с вероятностью 50% (табл. 6.1). Отсюда следует, что ожидаемое количество сбоев информационных систем составляет 0,7. Последствия такого сбоя могут распределяться следующим образом: с вероятностью 60% потери будут до 1000 долл.; с вероятностью 30% — до 10 000 долл. и с вероятностью 10% — свыше 100 000 долл. Ожидаемый уровень ущерба составляет 13 600 долл.

На основе имеющихся данных произведем анализ общего распределения убытков и вероятности их наступления. Для этого последовательно рассмотрим все случаи, оценивая их вероятности и размер ущерба. Результаты представлены в табл. 6.2 в порядке возрастания убытков.

Таблица 6.1

Сбой информационных систем		Масштаб ущерба	
Вероятность	Количество случаев	Вероятность	Сумма, долл.
0,5	0	0,6	1000
0,3	1	0,3	10 000
0,2	2	0,1	100 000
Ожидаемое количество сбоев	0,7	Ожидаемый ущерб	13 600

С вероятностью 0,5 не произойдет ни одного сбоя в информационных системах, поэтому размер ущерба равен 0. С вероятностью 0,3 произойдет один сбой, который может привести к одному из трех убытков. Вероятность каждого из них равна произведению вероятности одного сбоя в ИС (0,3) на свою собственную вероятность (соответственно, 0,6; 0,3 или 0,1). Для случая,

Таблица 6.2

Количество сбоев ИС	Убыток от 1 сбоя ИС	Убыток от 2 сбоев ИС	Общий убыток	Вероятность	Накопленная вероятность
0	0	0	0	0,5	0,5
1	1000	0	1000	0,18	0,68
2	1000	1000	2000	0,072	0,752
1	10 000	0	10 000	0,09	0,842
2	1000	10 000	11 000	0,036	0,878
2	10 000	1000	11 000	0,036	0,914
2	10 000	10 000	20 000	0,018	0,932
1	100 000	0	100 000	0,03	0,962
2	1000	100 000	101 000	0,012	0,974
2	100 000	1000	101 000	0,012	0,986
2	100 000	10 000	110 000	0,006	0,992
2	10 000	100 000	110 000	0,006	0,998
2	100 000	100 000	200 000	0,002	1,000

когда происходит два сбоя в информационных системах, последовательно перебираем все комбинации возможных убытков и также определяем их вероятность.

В результате получаем, что ожидаемый уровень ущерба равен произведению математических ожиданий: $0,7 \times 13\,600 \text{ долл.} = 9520 \text{ долл.}$ Для того чтобы определить ожидаемый убыток с точностью 95%, следует обратиться к величине накопленной вероятности. В табл. 6.2 представлены два пограничных значения: 93,2 и 96,2%. Соответствующие им величины убытка равны 20 000 и 100 000 долл., а значит, при 95%-ной вероятности размер убытка составит 68 000 долл. Превышение над ожидаемой потерей является возможным сверхубытком, который равен 58 480 долл. (рис. 6.4).

Ожидаемый убыток — это размер операционных потерь, которые могут произойти в ходе нормального функционирования бизнеса. Как правило, это часто происходящие события, имеющие не столь существенное значение.

Непредвиденные потери представляют собой разность между максимальным убытком при заданной степени достоверности и ожидаемым убытком. Как правило, это нечасто случающиеся проблемы, которые могут привести к серьезным потерям. Такие убытки довольно сложно прогнозировать, чтобы правильно рассчитать сумму резервного капитала. Убытки можно компенсировать за счет страхования, но предотвратить такие случаи можно только благодаря эффективной системе внутреннего контроля, грамотной организации бизнес-процессов и надежным информационным системам.

Катастрофические потери отражают убытки в случае катастрофических событий. По определению, такие события происходят очень редко, но их последствия чрезвычайно разрушительны для компании, например банкротство банка *Barings*.



Рис. 6.4. Последствия и вероятности операционных убытков

6.5. Способы управления операционным риском

На основе представленных моделей оценки операционного риска следует подробнее остановиться на следующих вопросах:

- система и процедуры внутреннего контроля;
- порядок осуществления операций на финансовых рынках;
- использование информационных систем при осуществлении финансовых операций.

6.5.1. Система внутреннего контроля за операционными рисками

Предотвращение операционных рисков основывается на эффективной системе внутреннего контроля в финансовой организации.

Изначально **внутренний контроль** (*internal control*) предназначался для предотвращения *мошенничества, несанкционированных действий и умышленных ошибок персонала*. Сейчас его сфера применения расширилась, в том числе благодаря тому, что контроль является эффективным способом предотвращения и иных видов операционного риска. В связи с этим следует рассмотреть те принципы, на основе которых должна строиться эффективная система внутреннего контроля.

Такие рекомендации были разработаны Базельским комитетом, который исследовал внутренние причины операционных потерь в финансовых организациях [5]. Основное внимание уделялось системе внутреннего контроля и оценке ее эффективности. Было установлено, что наиболее распространенные причины операционных потерь являются следствием недостатков в системе внутреннего контроля, таких как:

- недостаточное внимание руководства при организации и поддержании системы внутреннего контроля, а также отсутствие корпоративной культуры контроля в банке;
- неверная оценка риска при осуществлении банком балансовых и забалансовых операций;
- отсутствие внутренних подразделений и процедур контроля при осуществлении бизнес-процессов, таких как разделение обязанностей, санкционирование, верификация, согласование и надзор за текущей деятельностью;
- неэффективная система передачи информации между различными уровнями управления, особенно при информировании высшего руководства о возникающих трудностях;
- недостаточная или неэффективная роль аудита в оценке эффективности системы внутреннего контроля.

Систему внутреннего контроля следует рассматривать в разрезе пяти основных блоков:

- 1) деятельность руководства и общая культура контроля;
- 2) выявление и оценка рисков;
- 3) процедуры контроля;

- 4) информационные системы и коммуникации;
- 5) мониторинг текущей деятельности.

Деятельность руководства и культура контроля

Правление финансовой компании утверждает стратегию, внутренние правила и положения, методику анализа банковских рисков и устанавливает допустимый уровень риска. Кроме того, высшее руководство несет ответственность за реализацию утвержденной стратегии развития, за соответствие текущей деятельности компании разработанным и утвержденным принципам и правилам. Высшее руководство отвечает за создание в компании системы внутреннего контроля и на регулярной основе контролирует эффективность этой системы.

Правление и высшее руководство совместно отвечают за воплощение корпоративной культуры внутри организации, демонстрируя необходимость внутреннего контроля всему персоналу. В финансовых организациях необходимо стремиться к пониманию персоналом своей роли в процессе внутреннего контроля.

Выявление и оценка риска

Высшее руководство ответственно за обеспечение своевременного выявления и оценку тех факторов, которые могут неблагоприятно повлиять на достижение целей компании. Это относится ко всем видам риска, которым подвержена данная организация. Для этого разрабатываются внутренние положения, которые определяют общие принципы и методики управления рисками, устанавливают необходимые лимиты и ограничения.

Высшее руководство должно гарантировать постоянную оценку рисков, влияющих на достижение целей и реализацию стратегии компании.

Процедуры контроля

Основной метод управления операционными рисками состоит в создании эффективных процедур контроля, которые в совокупности составляют единую **систему внутреннего контроля**. Процедуры внутреннего контроля должны быть обязательным элементом при осуществлении всех бизнес-процессов, что позволит сократить вероятность и последствия реализации операционного риска.

Высшее руководство разрабатывает систему внутреннего контроля для обеспечения эффективного контроля в рамках каждого бизнес-процесса, обеспечивает соответствие всех видов деятельности в организации установленным правилам и положениям и гарантирует разделение обязанностей между работниками, не допуская исполнение несовместимых (с точки зрения контроля) функций. Возникающие противоречия должны быть своевременно выявлены и изучены на предмет их оправданности. Система внутреннего контроля основана на следующих *процедурах контроля*:

- подготовка итоговых отчетов за период;
- мониторинг совершаемых операций на уровне подразделений;
- ограничение физического доступа персонала к данным на электронных и бумажных носителях;

- соответствие имеющимся требованиям и положениям (*compliance*);
- порядок подтверждения и санкционирования операций;
- процедуры проверок и сверок.

Процедуры контроля делятся на внутренние и внешние. **Внутренние процедуры контроля** основаны на следующих требованиях:

1. Разделение функций

Работники, ответственные за совершение сделок, не должны проводить расчеты и вести бухгалтерский учет собственной деятельности.

2. Двойной ввод данных

Ввод информации должен дублироваться. Введенные данные от независимых источников автоматически сравниваются и только при их совпадении совершается операция.

3. Сверка данных

Сверка данных должна производиться между различными информационными системами, а также на разных этапах обработки данных. Это реализуется посредством сравнения детальной информации либо итоговых сумм. Такая процедура контроля обеспечивает постоянство данных в системе.

4. Дополнительное подтверждение операций

Контрагенты по совершаемым операциям должны быть проинформированы о наиболее важных событиях, связанных с движением значительных средств и исполнением срочных контрактов. Предварительное подтверждение о возможности исполнения таких операций должно быть получено до момента их фактического исполнения.

5. Контроль исправлений

Внесение любых поправок к исходной информации должно подчиняться такому же контролю, как и ввод первоначальной информации.

Внешние процедуры контроля включают в себя следующие действия:

1. Подтверждения

Для каждой торговой операции должно быть получено подтверждение от противоположной стороны по сделке. Такая мера обеспечивает независимый контроль за деятельностью финансовой компании.

2. Проверки правильности цен

Для переоценки позиции информация о стоимости финансовых инструментов должна быть получена из независимого источника. Ввод такой информации требует соблюдения требований к внутренним процедурам контроля.

3. Полномочия на исполнение операций

Контрагенты по сделкам должны иметь информацию о тех работниках, которые уполномочены вести торговлю от имени данной финансовой компании.

4. Осуществление расчетов

При осуществлении расчетов уже можно выявить некоторые ошибки, которые могли быть допущены при вводе условий сделки.

5. Внутренний/внешний аудит

Такие проверки могут предоставить некоторую информацию о недостатках исполнения операций или неэффективности принятых процедур контроля. Такой анализ осуществляется на основе независимого сравнения с «наилучшей практикой» организации бизнес-процессов и функции внутреннего контроля.

Информационные системы и коммуникации

Высшее руководство должно гарантировать наличие достоверной, точной, своевременной, доступной и полноценной информации для принятия решений и оценки текущей деятельности. Для этого необходимо иметь надежные каналы связи для обеспечения доступа и передачи всей необходимой информации. Кроме того, в компании должны быть разработаны схемы передачи информации ответственным сотрудникам.

Высшее руководство должно гарантировать наличие соответствующих информационных систем, которые охватывают всю деятельность банка. Данные системы должны периодически проверяться, а основное оборудование — находиться в защищенном месте.

Мониторинг текущей деятельности

Контроль за наиболее важными рисками должен осуществляться ежедневно. Эффективность системы внутреннего контроля периодически должна проверяться компетентными специалистами в рамках внутреннего аудита*. О недостатках системы внутреннего контроля следует своевременно информировать руководство соответствующего уровня. Выявленные недостатки следует устранять в кратчайшие сроки, о существенных проблемах необходимо сообщать высшему руководству и правлению.

6.5.2. Порядок осуществления операций на финансовых рынках

Управление всеми финансовыми рисками на основе существующих методик и моделей их оценки в первую очередь зависит от качества информации, которая должна отвечать различным требованиям. В частности, она должна быть достоверной, точной, доступной, полной, своевременной и постоянной по форме представления.

При торговле финансовыми инструментами могут возникать операционные ошибки, непосредственно влияющие на совокупный уровень риска организации, так как они ухудшают общее качество информации в системе. В организации, занимающейся операциями на финансовых рынках, информация о сделке проходит несколько этапов обработки. Операция заносится в

* Рекомендации Базельского комитета по проведению внутреннего аудита в банках приведены в [11].

информационную систему в момент ввода данных о заключенной сделке с торговой площадки. Непосредственно осуществление сделок и их бухгалтерский учет производятся в бэк-офисе (*back-office*). Как правило, эта стадия обработки информации в значительной степени автоматизирована. Мидл-офис (*middle-office*) обеспечивает более гибкий и профессиональный подход к анализу заключаемых сделок. Разделение обязанностей между бэк- и мидл-офисом по принципу «сдержек и противовесов» позволяет более эффективно контролировать деятельность фронт-офиса (*front-office*). Основные функции, выполняемые мидл- и бэк-офисом, представлены в табл. 6.3.

Таблица 6.3

ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ МИДЛ- И БЭК-ОФИСА

Функция	Мидл-офис	Бэк-офис
Ввод данных	+	
Подготовка документов	+	
Исполнение операции		+
Оценка портфеля и позиции	+	
Бухгалтерский учет		+

Ранее отмечалось, что операционный риск проявляется как мошенничество, ошибки персонала или неспособность информационных систем правильно регистрировать, контролировать и учитывать операции. С точки зрения торговой деятельности в основе операционного риска лежат два основных компонента: *человеческий фактор* и *возможности информационных систем и технологий*. Поэтому операционные риски можно разделить на те, которые зависят от качества работы и взаимодействия специалистов мидл- или бэк-офиса, и те, которые связаны с функционированием информационных технологий в процессе осуществления операций. В соответствии с этим делением ниже приведены основные источники операционного риска, возникающего в торговой деятельности.

Мидл-офис

- Некорректный ввод данных о сделке.
- Недостоверная рыночная информация.
- Невнимательный контроль за лимитами.
- Несвоевременные подтверждения от внешних источников.

Бэк-офис

- Недостаточный контроль за проведением расчетов.
- Ошибки при осуществлении платежей.

- Ошибки бухгалтерского учета.
- Отсутствие графика исполнения операций.

Информационные системы

- Неверные автоматические расчеты и алгоритмы обработки данных.
- Недостаток функциональных возможностей.
- Отсутствие интеграции с внешними системами.
- Невозможность наращивания и адаптируемости.
- Слабая защита данных, представленных в электронном формате.
- Неполное резервное копирование.

Операционный риск способен привести к значительным прямым и косвенным потерям для компании. Помимо этого он может послужить причиной возникновения рыночного или кредитного рисков. Примеры такой взаимосвязи представлены в табл. 6.4.

Помимо причинно-следственной связи между операционным, рыночным и кредитным рисками имеет место эффект «кумулятивного» наращивания негативного воздействия. Ввод неверной информации приводит к ошибкам при управлении рыночным риском, что, в свою очередь, ведет к еще большему ущербу. Существует немало примеров того, как ошибки в отчетах, некорректные действия персонала или временный сбой информационной системы многократно увеличивали первоначальный ущерб в результате рыночного или кредитного риска. Например, одна из американских финансовых компаний понесла существенные убытки из-за того, что дилер перепутал количество акций и их стоимость при совершении операций в торговой системе. Несмотря на то что эта ошибка была практически сразу замечена и исправлена, было

Таблица 6.4

ВЗАИМОСВЯЗЬ ОПЕРАЦИОННОГО РИСКА С РЫНОЧНЫМ И КРЕДИТНЫМ РИСКАМИ

Операционный риск	Рыночный риск	Кредитный риск
Неверный ввод данных о сделке	Убыточная торговая позиция	Неправильный размер кредита и резерва
Непроверенная рыночная информация	Неправильная оценка текущей стоимости или риска портфеля	Неправильная величина резерва, некорректная оценка кредитного портфеля
Отсутствие контроля за лимитами	Превышение лимитов	Превышение лимитов, размера кредитной линии
Некорректные подтверждения	Ошибочное хеджирование	Неправильные размеры кредита и резерва
Отсутствие контроля за событиями	Пропущенные сроки исполнения сделок	Пропущенные платежи
Задержки отчетов	Торговля «вслепую»	Несанкционированная выдача кредитов

заключено уже значительное количество сделок по чрезвычайно невыгодным условиям. Другой пример состоит в том, что, благодаря несоответствию прав доступа к информационным ресурсам, дилеры и трейдеры могут открывать новые счета для торговых операций, самостоятельно осуществлять авторизацию сделок и т. д. Таким образом, один из аспектов стратегии финансовой компании состоит в том, чтобы обеспечить получение точной, достоверной и своевременной информации, необходимой для анализа и контроля за совершаемыми операциями.

6.5.3. Использование информационных систем при осуществлении финансовых операций

Правильное осуществление сделок зависит не только от взаимодействия сотрудников и наличия системы внутреннего контроля. В настоящее время все основные операции в финансовых учреждениях — от заключения сделок до их отражения в бухгалтерском учете — в основном обрабатываются компьютерными информационными системами (ИС). Такие системы являются важным предметом исследования операционного риск-менеджмента, ставящего своей целью контроль за потоками информации. Проблемы в области информационных технологий (ИТ) косвенно могут стать причиной значительных финансовых потерь, например в виде штрафов за нелегальное программное обеспечение, расходов на закупку техники, вынужденных задержек в обработке данных. Ввиду этого в финансовых компаниях предъявляются все более жесткие требования к надежности и функциональности информационных систем. Так, Группа тридцати (*The Group of Thirty — G30*) в своих рекомендациях по практике и принципам операций с производными инструментами [4] обращает внимание на «адекватность систем ввода, обработки данных, проведения расчетов и подготовки отчетов руководству, что обеспечивает выполнение операций с производными инструментами в соответствии с утвержденным регламентом» (Рекомендация №17).

Главной целью контроля за использованием ИС является предотвращение несанкционированных изменений нормативно-справочной информации и изменения параметров автоматических расчетов, ввода неправильной информации о сделках и их авторизации. В качестве предупредительных мероприятий в сфере ИТ рекомендуется регулярное резервное копирование данных и защита информационных систем от внешних атак и компьютерных вирусов.

Организация информационных систем

Типичная структура информационных систем представлена на рис. 6.5 в виде определенной совокупности элементов.

Точность, полнота, достоверность и доступность — основные критерии качества информации, которые следует учитывать, анализируя такие особенности ИС, как уровень централизации данных, используемые виды программного обеспечения, их интеграция между собой и безопасность электронной информации. Дополнительными требованиями (но не менее важными) являются ее целостность, своевременность, ограниченность доступа.

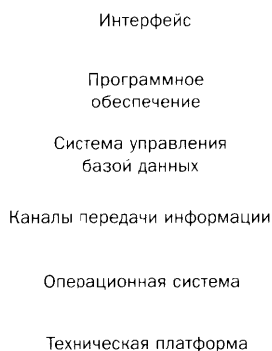


Рис. 6.5. Структура информационной системы

Хранение информации в централизованной базе данных позволяет отслеживать всю деятельность компании и эффективно управлять рисками в целом по компании, имея возможность анализировать каждую операцию или сделку в отдельности. Однако централизация информации еще не означает, что существует единое программное обеспечение (ПО), которое полностью автоматизирует обработку всех операций, осуществляющихся в компании. Поскольку различные системы могут использоваться для получения информации из внешних источников, обработки операций, подготовки аналитических отчетов и составления прогнозов, возникает проблема интеграции разнородных информационных ресурсов. Полностью универсальные системы для учета всех продуктов, операций, стадий их обработки вряд ли существуют. Хотя некоторые компании стремятся самостоятельно создать такие системы, в основном используется подход, который заключается в том, чтобы приобрести более простые, настраиваемые системы и адаптировать их под деятельность конкретной финансовой организации в соответствии со спецификой ее деятельности. В итоге единая информационная сеть состоит из нескольких взаимосвязанных многофункциональных приложений, работающих в режиме реального времени с централизованной базой данных (рис. 6.6). Поиск оптимального баланса между постоянством информационной системы и ее функциональностью и адаптируемостью представляет собой сложную задачу, решение которой требует сочетания информационных технологий и методик управления финансовыми рисками.

Помимо технологических аспектов построения информационной системы важное значение для операционного риск-менеджмента имеют принципы информационной безопасности в компьютерной среде. Эти требования должны быть реализованы на всех уровнях и на всех этапах обработки информации в системе: как на уровне приложений, так и на уровне хранения данных; как на этапе ввода данных, так и на этапе автоматических процедур. После вво-

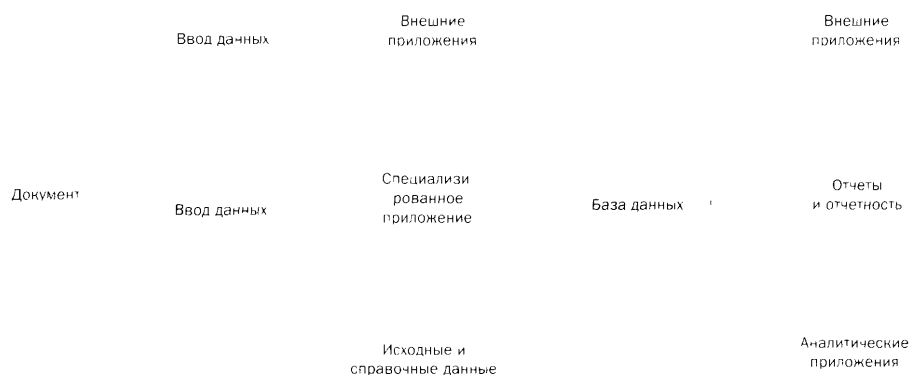


Рис. 6.6. Общая схема интегрированной информационной системы

да, верификации и авторизации операций объем ручной работы с информацией должен быть минимален (рис. 6.7).

Приведем некоторые правила информационной безопасности, изложенные в «Общепринятых принципах управления риском» (*Generally Accepted Risk Principles*) [7].

Принцип № 86. Защита системы и модели

Техническая организация ИТ должна обеспечивать необходимый уровень защиты данных для обеспечения целостности и конфиденциальности информации, а также информационных систем и моделей фирмы. Безопасность ИТ включает себя следующие элементы.

Права доступа

Во всех системах должны разграничиваться права доступа к информации в зависимости от функций и полномочий сотрудников, работающих с данными системами.

Контроль за действиями пользователей

Все пользователи должны работать в системе под своим сетевым именем и уникальным паролем, который должен периодически меняться. Все действия работников должны регистрироваться в автоматическом журнале операций.

Безопасность данных

Аналогичные процедуры защиты информации должны предотвратить несанкционированный доступ к данным из внешних сетей (Интернет). При передаче конфиденциальных данных по открытым каналам связи необходимо использовать методы криптографической защиты электронной информации.



Рис. 6.7. Процедура ввода данных об операциях

Защита моделей

С целью обеспечения безопасности и целостности финансовых моделей следует периодически проводить аудит информационных систем для подтверждения достоверности автоматических процедур, алгоритмов и методов, реализованных в виде программных приложений.

Принцип № 87. Резервирование, восстановление данных и планирование на случай непредвиденных обстоятельств

Техническая организация ИТ должна предусматривать адекватные процедуры по резервированию и восстановлению информации, гарантирующие, что фирма может успешно справляться со сбоями или отказами оборудования, программного обеспечения или телекоммуникаций на приемлемом уровне. В компании должен присутствовать актуальный план на случай возникновения непредвиденных обстоятельств.

План действий на случай возникновения чрезвычайных ситуаций

Процедуры восстановления информационных систем должны быть заранее разработаны и протестированы на случай технических сбоев. Работоспособность системы должна быть восстановлена в кратчайшие сроки либо на другой рабочей станции, либо в другом здании. С этой целью используются резервные копии баз данных и резервное оборудование.

Предотвращение возможных технологических сбоев

Некоторые технологические сбои должны быть изначально предусмотрены и предотвращены для обеспечения непрерывного функционирования всей системы.

Резервное копирование

Резервное копирование всей информации о деятельности компании должно проводиться, по крайней мере ежедневно, на внешний носитель, который затем должен храниться в надежном месте. Желательно стремиться к копированию актуальной информации на резервный носитель в режиме реального времени.

Технические ресурсы

Необходимые технические ресурсы должны быть в наличии для круглосуточно-го поддержания информационной системы независимо от возникающих сбоев.

Помимо этого руководство компании должно разработать и утвердить документы, регламентирующие все вышеописанные процедуры и требования к ИС.

6.6. Методы оценки и управления операционным риском, предложенные в Новом Базельском соглашении по капиталу

Базельский комитет по банковскому надзору в недавно опубликованном Новом Базельском соглашении по капиталу [21] значительное внимание уделяет проблеме оценки и управления операционными рисками в банках. В Новом соглашении предложены три методологических подхода к расчету размера капитала, резервируемого против операционного риска*, которые планируется использовать в будущем, после окончательного введения в действие данного Соглашения в конце 2006 г.

6.6.1. Подход на основе базового индикатора

Упрощенный **подход на основе базового индикатора** (*basic indicator approach — BIA*) к расчету размера резерва капитала под операционные риски предполагает прямую зависимость уровня операционного риска от масштабов деятельности организации. Естественно, что при этом не учитываются ни внутренние процедуры контроля, ни подверженность риску в разрезе различных направлений деятельности. Однако даже такой упрощенный подход к расчету резерва уже позволяет получить некоторую величину, которую можно рассматривать как резерв под возможные потери по операционным рискам. В качестве обобщенного показателя, который характеризует деятельность организации, используется **валовой доход** (*gross income*)**. **Размер капитала, резервируемого под операционные риски** (*operational risk capital — ORC*), определяется постоянной величиной — **коэффициентом альфа** (α), который устанавливается Базельским комитетом [21]:

$$ORC = GI \times \alpha, \quad (6.1)$$

где GI — валовой доход, рассчитанный путем усреднения за три последних года;
 α — коэффициент резервирования капитала.

* На этапе предварительного обсуждения банковским сообществом промежуточной редакции Нового соглашения по капиталу Базельский комитет опубликовал отдельный документ, целиком посвященный подходам к расчету капитала против операционного риска [17].

** Базельский комитет определяет данный показатель как сумму чистого процентного дохода и чистого непроцентного дохода [21], что в наибольшей степени соответствует понятию валового дохода. Это определение может быть скорректировано национальными органами надзора в соответствии с действующими в той или иной стране стандартами бухгалтерского учета и отчетности при соблюдении следующих условий: 1) валовой доход рассчитывается до вычета резерва на покрытие потерь по ссудам; 2) финансовый результат от любых операций с ценными бумагами, находящихся в банковском портфеле, не включается в валовой доход; 3) валовой доход не должен включать в себя результат от разовых, неповторяющихся операций, а также доход, полученный от страхования.

Коэффициент резервирования капитала должен отражать усредненный процент непредвиденных потерь вследствие операционного риска по отношению к размеру получаемого дохода. Первоначально Базельский комитет предложил установить значение коэффициента альфа на уровне 30% (!) от величины валового дохода [17]. В этом случае размер капитала, резервируемого против операционного риска, был бы примерно равен 20% от совокупного минимального норматива достаточности капитала*. В последующем под давлением банковского сообщества, считавшего такие требования к капиталу необоснованно завышенными, Базельский комитет был вынужден понизить значение этого коэффициента до 12% от валового дохода, что соответствовало бы 17–20% от совокупного минимального норматива достаточности капитала [23]. После продолжительных консультаций с банковским сообществом и анализа результатов эмпирических исследований Базельский комитет установил этот показатель на уровне 15% от средней величины валового дохода за три последних года [21].

Подход на основе базового индикатора является наиболее простым, но вместе с тем он может успешно применяться в небольших организациях, которым сложно использовать более совершенные методики оценки операционных рисков. Предполагается, что любой банк сможет применять его на практике без каких-либо предварительных условий. В то же время желательно, чтобы выбравшие этот подход банки придерживались общих рекомендаций Базельского комитета по управлению операционными рисками, изложенных в [20].

6.6.2. Стандартный подход

В силу своей очевидной простоты, подход на основе базового индикатора не позволяет учесть особенности возникновения операционного риска в различных направлениях деятельности. **Стандартный подход** (*the standardised approach — TSA*), основанный на выделении в банке нескольких типовых направлений деятельности и определении по каждому из них в отдельности размера резервируемого капитала, является более точным по сравнению с предыдущим подходом. В этом подходе все операции банка классифицируются по стандартным направлениям деятельности, по каждому из которых рассчитывается величина его валового дохода. Для каждого направления деятельности задается **коэффициент бета** (β), с помощью которого рассчитывается размер резервируемого капитала. Требования к капиталу для всего банка получаются путем простого суммирования по всем направлениям деятельности [21]:

$$ORC = \sum_i (GI_i \times \beta_i), \quad (6.2)$$

* Эти и последующие величины были получены расчетным путем по результатам трех «пилотных» исследований (*quantitative impact study — QIS*), проведенных большой группой заинтересованных банков из разных стран мира с целью количественной оценки влияния, которое оказал бы на валовой уровень банковского капитала переход на новые методики его расчета. Результаты этих исследований были опубликованы Базельским комитетом и легли в основу последующих редакций Нового Базельского соглашения по капиталу. Методика расчета (калибровки) коэффициентов альфа и бета приведена в [23]

где GI_i — валовой доход от i -го вида деятельности, рассчитанный путем усреднения за три последних года;
 β_i — уровень резервирования капитала для i -го вида деятельности.

Базельский комитет предложил классификацию из восьми направлений деятельности «первого уровня» и соответствующие значения коэффициента бета (табл. 6.5)*. Эта классификация является *стандартной*, единой для всех банков, использующих данный подход, и они должны быть способны дезагрегировать валовой доход по стандартным направлениям деятельности.

Базельский комитет предоставляет национальным органам банковского надзора право использовать так называемый **«альтернативный стандартный подход»** (*alternative standardised approach* — ASA) применительно к тем банкам, которые смогут аргументированно обосновать его предпочтительность по сравнению со стандартным подходом, например в части исключения двойного учета одних и тех же рисков [21].

Единственное отличие альтернативного подхода заключается в том, что для двух направлений деятельности — *розничного и коммерческого банковского обслуживания* — в качестве показателя подверженности риску используется не валовой доход, а **объем кредитов и ссуд** (*loans and advances*), умноженный на определенный коэффициент (m). Размер капитала, резервируемого против операционных рисков этих двух видов деятельности, рассчитывается следующим образом:

$$ORC = \beta \times m \times LA, \quad (6.3)$$

где LA — общая сумма кредитов и ссуд, выданных корпоративным (розничным) заемщикам, до вычета резерва на покрытие потерь по ссудам и взвешивания по риску, рассчитанная путем усреднения за последние три года;
 $m = 0,035$.

В рамках альтернативного стандартного подхода банки имеют право объединить операции розничного и коммерческого кредитования в одно направление, к которому будет применяться единый коэффициент бета в размере 15%. Те банки, которые не смогут разделить свой валовой доход между шестью остальными направлениями деятельности, приведенными в табл. 6.5, могут рассчитывать резервируемый под них капитал путем умножения их суммарного валового дохода на коэффициент бета, равный 18%. Как и в случае стандартного подхода, требования к капиталу суммируются по всем направлениям деятельности, и определяется совокупный размер капитала, резервируемого против операционного риска.

Необходимым условием использования стандартного и более сложных подходов к оценке операционного риска является выполнение банками следующих *общих требований* [21]:

* Данная классификация включает в себя 8 направлений деятельности «первого уровня» и 19 направлений «второго уровня». Подробнее см. [21].

Таблица 6.5

**ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ БЕТА
ДЛЯ СТАНДАРТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Направление деятельности	β , %
Корпоративные финансы	18
Торговые операции	18
Розничное банковское обслуживание	12
Коммерческое банковское обслуживание	15
Услуги по осуществлению платежей и расчетов	18
Агентские услуги	15
Управление активами	12
Брокерские операции	12

- совет директоров и руководители высшего звена принимают активное участие в контроле за процессом оценки и управления операционными рисками;
- система риск-менеджмента в банке является концептуально верной и используется надлежащим образом;
- банк располагает достаточными ресурсами для внедрения выбранного подхода как во всех направлениях деятельности, так и в подразделениях контроля и аудита.

Кроме того, органы надзора смогут проверять, как банк применяет на практике выбранный им метод оценки операционных рисков, прежде чем он получит разрешение на использование его для целей достаточности капитала.

К банкам, желающим использовать стандартный подход, предъявляется ряд требований качественного характера, относящихся к внутренней системе контроля и управления за операционными рисками, смысл которых сводится к следующему [21]:

- банк должен иметь в своей оргструктуре подразделение по управлению операционными рисками, в функции которого входят *идентификация, оценка (assessment)*, мониторинг и контроль* за операционным риском или его снижение;

* Это определение отличается от более ранних трактовок процесса управления операционным риском, включавшего идентификацию, **количественную оценку** (*measurement*), мониторинг и контроль.

- система оценки операционного риска должна являться составной частью процесса управления рисками в банке, при этом для ее функционирования банку необходимо осуществлять сбор и анализ данных о финансовых и материальных потерях вследствие операционного риска в разрезе основных направлений деятельности;
- данные о потерях из-за операционного риска должны регулярно доводиться до сведения руководителей подразделений, высшего руководства и совета директоров банка;
- банк должен иметь подробную документацию к используемой им системе оценки операционного риска;
- система оценки операционного риска должна регулярно проверяться как соответствующими подразделениями самого банка, так и внешними аудиторами и органами надзора.

Очевидным преимуществом стандартного подхода является то, что рассчитанный размер капитала может оказаться меньшим по сравнению с подходом на основе базового индикатора за счет дифференциации операционного риска по различным направлениям деятельности банка.

Стандартный подход позволяет более точно оценить операционные риски, связанные с каждым из направлений банковской деятельности, однако все равно он основан на достаточно большом количестве допущений. В частности, этот подход не принимает во внимание возможное распределение убытков вследствие реализации операционных рисков и степень контроля в организации за данными рисками.

6.6.3. Передовые подходы к оценке операционных рисков

Устранить недостатки, присущие рассмотренным выше методикам расчета достаточности капитала, можно при переходе к так называемым «**передовым подходам к оценке операционных рисков**» (*advanced measurement approaches* — АМА). Эти подходы предполагают активное использование в банках собственных моделей анализа операционных рисков и мониторинга операционных убытков. Рассчитанные с помощью этих моделей оценки потерь вследствие операционных рисков принимаются в качестве требований к размеру капитала. Банки могут применять эти подходы при условии, что они удовлетворяют определенным количественным и качественным критериям, и только с разрешения органа надзора.

Первоначально Базельский комитет предложил **подход на основе внутренней оценки** операционного риска (*internal measurement approach* — ИМА) [17], который во многом был основан на предыдущем варианте расчета. В нем, аналогично стандартному подходу, выделялось несколько направлений банковской деятельности, однако дополнительно определялось несколько видов потерь, которые возможны вследствие операционных рисков.

Таким образом, если стандартный подход регламентирует перечень видов деятельности, для каждого из которых установлен коэффициент резервирования капитала, то в подходе на основе внутренней оценки риска для каждого вида деятельности и вида операционных убытков устанавливались свои **показатель подверженности риску** (*exposure indicator*) и коэффициент резервирования капитала (**коэффициент гамма** — γ). Это можно представить в виде соответствующей матрицы (табл. 6.6).

Приведенный перечень видов операционных убытков является стандартным вариантом, предложенным Базельским комитетом в [17]. Внутренняя оценка риска в данном подходе предполагает, что для каждой комбинации направления деятельности и операционного убытка банк определял бы дополнительные показатели:

- уровень потерь в случае реализации риска;
- вероятность операционного риска.

Расчет данных показателей должен осуществляться на основе информации внутреннего учета, накопленной статистики убытков по операционным рискам, а также разработанной методики расчета этих показателей с учетом всей специфики деятельности организации. В данной методике уже можно предусмотреть наличие процедур внутреннего контроля и прочие особенности, которые влияют на размер операционного убытка и его вероятность.

Для расчета требуемого размера капитала в подходе на основе внутренней оценки риска была предложена следующая формула [17]:

$$ORC = \sum_{i,j} (EI_{i,j} \times PE_{i,j} \times LGE_{i,j} \times \gamma_{i,j}) = \sum_{i,j} EL_{i,j} \times \gamma_{i,j}, \quad (6.3)$$

где $EI_{i,j}$ — показатель подверженности риску для i -го вида деятельности и j -го типа операционных потерь;

$PE_{i,j}$ — вероятность проявления операционного риска для i -го вида деятельности и j -го типа операционных потерь;

$LGE_{i,j}$ — уровень потерь в случае реализации риска для i -го вида деятельности и j -го типа операционных потерь;

$\gamma_{i,j}$ — уровень резервирования капитала для i -го вида деятельности и j -го типа операционных потерь;

$EL_{i,j}$ — размер ожидаемого убытка для i -го вида деятельности и j -го типа операционных потерь.

Заметим, что в рамках подхода, основанного на внутренней оценке, существует множество вариантов и моделей для определения уровня ожидаемых операционных убытков и их вероятностей. Многие из них основываются на сложных математических расчетах с использованием статистической информации по операцион-

Таблица 6.6

СТАНДАРТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ВИДЫ ОПЕРАЦИОННЫХ ПОТЕРЬ

Направление деятельности	Списание	Невозврат средств	Компенсация	Расходы и издержки	Штрафы и пени	Ущерб имуществу
Корпоративные финансы						
Торговая деятельность						
Платежи и расчеты						
Различные операции						
Управление активами						
Брокерские операции						

ным убыткам в банковской сфере. Однако на сегодняшний день в этой области пока не достигнуты существенные результаты ввиду уже упоминавшихся выше трудностей количественной оценки операционных рисков.

Дополнительный фактор, который должен был учитываться при расчете уровня достаточности капитала, — это соотношение *ожидаемых* и *непредвиденных* убытков. Из выражения (6.3) следует, что данный подход основан на допущении о постоянном соотношении между уровнем ожидаемых и непредвиденных убытков, отражаемым коэффициентом гамма. Однако если данная организация по сравнению с отраслью в целом более подвержена крупномасштабным рискам, это необходимо учитывать при расчете размера резерва под операционные риски. Для этого в формулу размера капитала, резервируемого под операционный риск, включался дополнительный показатель — **индекс профиля риска** (*risk profile index*), который характеризует соотношение между непредвиденными и ожидаемыми потерями в организации по сравнению с отраслевыми показателями (предполагается, что среднеотраслевое значение индекса профиля риска равно 1). Если в организации аналогичный показатель превышает среднеотраслевой уровень (непредвиденные убытки превосходят среднеотраслевой уровень), то значение индекса профиля риска будет больше 1, в противном случае — меньше 1. Соответственно, это находит отражение при расчете общего размера капитала, резервируемого под операционный риск:

$$ORC = \sum_{i,j} (EI_{i,j} \times PE_{i,j} \times LGE_{i,j} \times \gamma_{i,j} \times RPI_{i,j}), \quad (6.4)$$

где $RPI_{i,j}$ — индекс профиля риска для i -го вида деятельности и j -го типа операционных потерь.

В последующем Базельский комитет расширил трактовку «внутренней оценки риска», включив в нее помимо рассмотренного выше подхода *IMA* также **подход на основе распределения вероятностей убытков** (*loss distribution approach — LDA*) и **подход на основе «оценочных карточек»** (*scorecard approach*). Эти и другие подобные им методики получили общее название «передовых подходов к оценке риска» (*AMA*) [23]. Подход *LDA* предполагает расчет *операционного VaR* по отдельным направлениям деятельности или их группам с высоким уровнем доверия на основании совместного распределения вероятностей потерь вследствие одновременной реализации нескольких факторов операционного риска и величины убытков при наступлении каждого из рассматриваемых событий*. Размер резервируемого капитала определяется путем суммирования полученных величин операционного *VaR* по направлениям деятельности. Подход на основе «оценочных карточек» позволяет изменять первоначально заданный уровень капитала во времени в зависимости от изменений частоты и масштаба проявления операционных рисков, вызванных улучшениями в системе внутреннего контроля.

Предложения Базельского комитета в отношении оценки операционного риска с помощью передовых подходов встретили неоднозначную реакцию в банковском сообществе. После длительного процесса изучения отраслевой практики, открытого обсуждения различных подходов и анализа результатов «пилотных» исследований, Базельский комитет решил не устанавливать какой-либо один или несколько способов аналитической оценки операционного риска в качестве нормативных для банков, желающих рассчитывать требования к капиталу с помощью наиболее современных подходов и моделей. Вместо этого он предложил перечень количественных и качественных критери-

* Иными словами, отдельно оцениваются вид и параметры распределения вероятностей наступления нескольких событий и распределения вероятностей потерь вследствие каждого из событий. Совместное распределение потерь определяется путем свертки двух функций распределения.

ев, которым должны удовлетворять банки, которые хотели бы применять эти подходы для расчета требований к капиталу*.

Качественные критерии в основном аналогичны перечисленным выше требованиям, которые установлены в рамках стандартного подхода. Количественные критерии относятся к используемой модели оценки операционного риска и заключаются в следующем:

- *временной горизонт* и *уровень доверия* при расчете операционного риска должны быть такими же, как и в подходе к оценке кредитного риска на основе внутренних рейтингов (1 год и 99,9% соответственно);
- минимальный размер резервируемого капитала определяется как сумма *ожидаемых* и *непредвиденных* убытков вследствие операционного риска, рассчитываемых с помощью внутренней модели банка (в случае если банк докажет органу надзора, что ожидаемые убытки уже учтены им в числе прочих издержек его деятельности, размер капитала будет равен величине только непредвиденных убытков);
- внутренняя модель оценки операционного риска должна быть *достаточно детализированной*, чтобы учитывать основные факторы операционного риска, подпадающие под общее определение этого вида риска (см п. 6.2) и классификацию событий, данные Базельским комитетом в [13];
- минимальный размер резервируемого капитала рассчитывается путем суммирования величин потерь по отдельным видам операционного риска. В то же время орган надзора может разрешить банку учитывать *корреляционные взаимосвязи* между различными факторами и индивидуальными оценками операционного риска при расчете требований к капиталу при условии, что банк сможет обосновать используемую им методику определения корреляций.

В дополнение к этим критериям Базельский комитет сформулировал требования к внутренним и внешним данным по потерям вследствие операционного риска, используемым во внутренних моделях, а также к проведению сценарного анализа и учету внешней среды и систем внутреннего контроля. Так, в рамках данного подхода банк должен создать собственную базу данных по операционным потерям, которая может использоваться как основание для эмпирической оценки риска или верификации прогнозных оценок, рассчитываемых по модели. Следует отметить, что внутрибанковские оценки операционного риска, используемые для расчета требований к капиталу, должны основываться на внутренней статистике по операционным потерям в течение как минимум 5 лет (в момент перехода банка на подходы АМА к оценке операционного риска глубина накопленных данных должна составлять не менее 3 лет).

* По сути, Базельский комитет пошел тем же путем, что и в случае расчета рыночного риска с помощью внутренних моделей банков. Как известно, подход на основе внутренних моделей задаст лишь общие количественные и качественные требования к расчету риска в виде показателя VaR без каких-либо ограничений на вид используемой модели (см. п. 9.5.2).

В своих расчетах банк должен использовать внешние данные по потерям вследствие операционного риска, под которыми понимается открытая информация о понесенных потерях или агрегированная статистика по банковскому сектору в целом. Внешние данные могут оказаться особенно полезными при моделировании редких событий, способных привести к очень значительным по масштабу убыткам. Использование внешних данных должно подкрепляться сценарным анализом, проводимым компетентными экспертами. Целью сценарного анализа является прогнозирование случаев больших потерь, что может выражаться, в частности, в экспертной корректировке параметров статистического распределения. Кроме того, сценарный анализ необходим для оценки последствий нарушения корреляционных взаимосвязей между различными факторами операционного риска.

Наконец, при оценке операционного риска в масштабе всего банка необходимо принимать во внимание особенности внешней среды и наличие системы внутреннего контроля, которые могут оказать влияние на подверженность банка операционному риску. Такие факторы могут учитываться в качестве поправок при определении требований к капиталу, если банк обоснует методику их выбора, относительного ранжирования и оценки их влияния на показатели риска. Желательно (хотя и не всегда возможно), чтобы эти факторы были количественно измеримыми, что позволило бы проводить их верификацию.

Важное преимущество подходов АМА состоит в том, что банкам разрешается уменьшать оценки операционного риска и основанные на них требования к капиталу при использовании страхования, но не более чем на 20% от совокупного размера капитала, резервируемого против операционного риска. Страхование от операционного риска должно удовлетворять следующим требованиям [21]:

- страховщик имеет рейтинг А и выше*;
- страховой полис имеет первоначальный срок действия не менее 1 года, при этом если оставшийся до истечения срок составляет менее года, банк должен отражать это снижение при расчете требований к капиталу путем соответственного уменьшения суммы страхового покрытия (вплоть до 100% при оставшемся сроке в 90 дней и меньше);
- страховой полис предусматривает определенный период уведомления банка-страхователя о расторжении и отказе от пролонгации договора;
- страховой полис не содержит оговорок, отменяющих или ограничивающих его действие как для банка-страхователя (в случае принятия органом надзора мер воздействия по отношению к нему), так и для внешнего управляющего (в случае банкротства банка);
- страховое покрытие распространяется именно на те факторы операционного риска, которым подвержен данный банк;
- страхование осуществляется независимым по отношению к банку страховщиком (в противном случае, если страхование осуществляется аф-

* Здесь имеется в виду страховой, а не кредитный рейтинг, т. е. рейтинг, отражающий вероятность осуществления страховщиком выплат по заключенным им договорам страхования.

филированной или экзотической компанией, риск должен быть передан третьей стороне, например посредством перестрахования):

- методика учета страхования от операционных рисков при расчете требований к капиталу является обоснованной и надлежащим образом документированной;
- банк осуществляет публичное раскрытие сведений о снижении размера резервируемого капитала с помощью страхования.

Передовые подходы к оценке операционного риска позволяют более точно учесть специфику операционных рисков в организации и рассчитать такой размер резервируемого капитала, который соответствует масштабу и риску деятельности организации. Стоит отметить, что они дают банкам возможность уменьшить уровень резерва под операционные риски за счет использования надежной системы внутреннего контроля, наличие которой оказывает влияние как на размер ожидаемых и непредвиденных убытков, так и на вероятность их появления.

В то же время критерии применения банками этих подходов могут представлять значительную сложность для всех финансовых организаций, включая и российские, так как методологическая основа для выделения операционных убытков и математические модели анализа операционных рисков пока находятся на начальной стадии разработки.

Как и в случае рыночного риска, Базельский комитет допускает комбинированное использование банками всех трех рассмотренных выше подходов к оценке операционного риска (BIA, TSA/ASA, AMA) для целей достаточности капитала при выполнении следующих условий:

- все виды операционного риска учитываются на консолидированной основе по всем направлениям деятельности;
- операции банка, риски которых рассчитываются с помощью выбранного подхода, удовлетворяют всем качественным критериям, установленным для этого подхода;
- на момент внедрения подхода АМА значительная часть операционных рисков банка оценивается с помощью данного подхода;
- банк предоставит органу надзора обоснованный график перехода на передовой подход к оценке операционных рисков по всем своим подразделениям и направлениям деятельности.

6.7. Управление операционными рисками в российской практике

Современное понимание операционных рисков, которое существует в западной экономике, скорее всего, не является столь актуальным для российских банков и финансовых организаций.

Управление операционными рисками — одна из наиболее популярных и обсуждаемых тем в финансовой сфере. Интерес к операционным рискам резко возрос в результате банкротства банка *Barings*, но только в 1998 г. появились первые материалы Базельского комитета, посвященные данной проб-

леме [5, 16]. С тех пор в зарубежной практике несколько раз пересматривались подходы к управлению и даже само определение операционных рисков, хотя для российских банков и финансовых компаний эти тонкости пока не играют существенной роли, так как существует множество отличий в понимании операционных рисков.

Для начала стоит отметить, какие операционные риски имеют наибольшее значение в деятельности зарубежных компаний. В первую очередь, это риски, связанные с ошибками при использовании производных финансовых инструментов и осуществлением несанкционированных торговых операций. Одним из главных источников операционного риска является желание отдельных сотрудников и/или руководства компании улучшить официальные результаты своей деятельности для получения дополнительного вознаграждения в рамках устоявшейся системы критериев.

В российской практике существует обширная статистика операционных убытков, которые вызваны совершенно иными мотивами, так как особенности деятельности российских финансовых организаций существенно отличаются от деятельности зарубежных компаний. Область повышенного операционного риска сосредоточена там, где совершают значительные финансовые сделки. Для многих российских банков и финансовых компаний такой областью являются информационные технологии, поэтому наиболее существенные виды операционных потерь (физический ущерб дорогостоящему имуществу, вынужденные задержки осуществления операций, потеря данных, ошибочные расчеты, обязательные платежи за лицензии и т. д.) имеют место именно в данной сфере.

Во-первых, расходы на информационные технологии составляют значительную долю в структуре общих расходов многих финансовых организаций. Недостатки процесса закупок оборудования или проведения тендера могут приводить к завышению стоимости проекта, которая представляет собой убыток для владельцев компании.

Во-вторых, существенные дополнительные убытки могут возникать в результате неэффективного выполнения проекта по внедрению ИС, в процессе взаимодействия с разработчиками программного обеспечения.

В-третьих, в последнее время отмечаются примеры возникновения зависимости компании от внутренних специалистов по информационным технологиям. Неправильная организация деятельности в области ИТ иногда приводит к тому, что сотрудники, разработавшие и сопровождающие информационные системы, становятся незаменимыми для организации, и любые требования с их стороны необходимо будет выполнять. Причем это может быть вызвано совершенно негативными намерениями, когда сотрудники отделов ИТ присваивают себе права собственности на программные продукты, разработанные ими в процессе работы в банке, что позволяет им выдвигать условия и в прямом смысле шантажировать организацию.

Существуют и другие примеры, когда недостатки текущей организации деятельности приводили к вынужденным убыткам. Все они относятся к категории риска чрезвычайно высокого убытка с весьма малой вероятностью его реализации (*low-probability, high-severity*). В частности, одним из существенных видов операционного риска являются штрафы, которые организации вынуж-

дены платить, если их деятельность в некоторых областях, сопряженных с высоким риском, не соответствует установленным требованиям (например, осуществление операций с международными пластиковыми картами или штрафы, которые приходится платить по результатам проверок, проводимых со стороны международных платежных систем).

Другая категория операционных рисков характеризуется многочисленными сбоями, каждый из которых приводит к относительно малым убыткам (*high probability, low severity*). Типичными источниками таких операционных рисков являются, в частности, процедуры осуществления платежных операций, осуществления автоматических расчетов и проведения торговых операций.

Несмотря на то что в большинстве банков реализованы требования по многостадийной обработке данных в платежных системах, при проведении в банках исходящих валютных платежей все равно возможны ситуации, когда в результате стечения обстоятельств рядовые сотрудники имеют возможность вводить в систему и отправлять финансовые документы. Как правило, это усугубляется тем, что данные сотрудники не несут материальной ответственности за совершаемые действия. В результате любые ошибки на законных основаниях можно трактовать как сбой информационной системы.

Осуществление автоматических расчетов может привести к некорректному расчету процентов и комиссионных. В деятельности российских организаций данный риск напрямую связан с качеством информационных систем и используемых баз данных. До сих пор многие организации используют устаревшие виды программного обеспечения (в частности, написанные на FoxPro с использованием файлов формата DBF), в которых можно осуществлять любые корректировки данных непосредственно в рабочих файлах. Кроме того, распространенной проблемой является доступ сотрудников ИТ к редактированию рабочих справочников и процедур, которые могут включать некоторые умышленные искажения или случайные ошибки.

Торговые операции на финансовых рынках во многих организациях являются достаточно хорошо защищенной сферой с высоким уровнем контроля. Тем не менее существующий уровень контроля можно считать адекватным только с учетом сравнительно небольшого объема этих операций (за исключением крупных банков и инвестиционных компаний). Так, например, использование срочных финансовых инструментов и даже контроль позиционных лимитов по дилерам и контрагентам осуществляются, как правило, под пристальным контролем непосредственных руководителей и руководителей высшего звена. Естественно, что при осуществлении торговой деятельности на самом базовом уровне нет оснований для значительных операционных рисков.

Таким образом, можно заключить, что недостаточный уровень контроля в финансовых организациях приводит к резкому повышению вероятности потерь, которые характеризуются как *low probability, high severity*. В то же время повышается возможный ущерб от операционных рисков категории *high probability, low severity*. Основной сферой проявления операционных рисков на настоящем этапе развития финансовых организаций в России можно считать сферу информационных технологий, причем характер этих рисков и возможные последствия для бизнеса могут быть самыми разнообразными.

Вместе с тем большинство организаций еще не готовы столкнуться с другими видами операционных рисков, которые свойственны для более развитой экономики. Поэтому в настоящее время целесообразно разработать механизмы управления существующими операционными рисками, что позволит в дальнейшем использовать накопленный опыт и имеющуюся инфраструктуру для управления вновь возникающими операционными рисками. Важным аспектом этого процесса является организация деятельности на основе общепринятых в мировой практике принципов и подходов, базовые из которых указаны ниже:

- **Управление проектами и изменениями** позволяет определить порядок работы над проектом, включая обоснование целей и задач проекта, принятие проекта в разработку, планирование и осуществление работ, разработку методики тестирования, подготовку критериев принятия работ и осуществление перехода на использование достигнутых результатов в деятельности организации.
- **Управление и контроль за информационной безопасностью** делает акцент на технических и организационных рисках, которые могут оказывать негативное влияние на достижение целей бизнеса. Это позволяет предотвратить многие возможные проблемы, обусловленные действиями сотрудников, сбоями информационных систем, а также несанкционированным доступом извне.
- **Управление информационными технологиями** предлагает общий подход к управлению деятельностью подразделений ИТ с целью обеспечения соответствия качества информационных систем и технологий требованиям бизнеса.
- **Создание системы управления рисками** для идентификации, оценки, анализа и управления операционными рисками на уровне всей организации и наиболее подверженных этим рискам направлений деятельности. Важной составляющей такой системы управления рисками является контроль и регулярная отчетность по операционным рискам, которая позволяет выявить и оценить различные виды рисков и привести их к единой оценке для определения наиболее значимых источников и сфер риска.

Учет в деятельности организаций данных принципов может служить определенной гарантией минимизации общего уровня операционных рисков, с которыми сталкиваются в настоящее время российские финансовые организации.

Таким образом, операционные риски в деятельности российских финансовых организаций имеют несколько иную специфику по сравнению с западными странами. Поэтому внедрение используемых за рубежом подходов к управлению операционными рисками целесообразно начинать не с методик Базельского комитета по расчету размера капитала под операционные риски, а с повышения качества собственной деятельности, создания системы внутреннего контроля, в том числе в сфере информационных технологий, с целью снижения подверженности организации данному виду риска.

Литература

1. Advances in operational risk: Firmwide issues for financial institutions. — L.: Risk Books, 2001.
2. Crouhy M., Galai D., Mark B. Operational risk//In: Lore M., Borodovsky L. (eds.) The professional's handbook of financial risk management. — Oxford: Butterworth-Heinemann, 2000. P. 342–376.
3. Cruz M. G. Modeling, measuring and hedging operational risk. — Chichester: John Wiley & Sons, Inc., 2002.
4. Derivatives: Practices and principles. — Global Derivatives Study Group, 1993.
5. Framework for internal control systems in banking organisations. Basle Committee on Banking Supervision, 1998, September.
6. Frost C., Allen D., Porter J., Bloodworth P. Operational risk and resilience: Understanding and minimizing operational risk to secure shareholder value. — Oxford: Butterworth-Heinemann, 2000.
7. Generally accepted risk principles. — Coopers & Lybrand, 1996.
8. Goldman, Sachs & Co., SBC Warburg Dillon Read. The practice of risk management. — L.: Euromoney Publications, 1998.
9. Hoffman D. G. Managing operational risk: 20 firmwide best practice strategies. — John Wiley & Sons, 2002.
10. Hussain A. Managing operational risk in financial markets. — Oxford: Butterworth-Heinemann, 2000.
11. Internal audit in banks and supervisor's relations with auditors. Basle Committee on Banking Supervision, 2001, August.
12. Jorion P. Financial risk manager (FRM) instruction manual. — N.Y.: Carli Management Corporation, 2000.
13. King J. Operational risk: measurement and modelling. — Chichester: John Wiley & Sons, Ltd., 2001.
14. Marshall C. Measuring operational risks in financial institutions. — Singapore: John Wiley & Sons (Asia) Pte. Ltd., 2001.
15. Operational risk and financial institutions. — L.: Risk Books, 1998.
16. Operational risk management. Basle Committee on Banking Supervision, 1998, September.
17. Operational risk. Supporting document to the New Basel capital accord. Consultative document. Basel Committee on Banking Supervision, 2001, January.
18. Pagett T., Karow J. C., Duncan J. Top down or bottom up?//In: Bhattacharyya A. (ed.) Operational Risk//Risk Professional. — Informa Business Publishing, 2000. P. 9–23.
19. Schmidt-Ott L. An appeal for an operational risk derivatives market//In: Bhattacharyya A. (ed.) Operational Risk//Risk Professional. — Informa Business Publishing, 2000. P. 55–69.

20. Sound practices for the management and supervision of operational risk. Basle Committee on Banking Supervision, 2003, February.
21. The New Basel capital accord. Consultative document. Basle Committee on Banking Supervision, 2003, April.
22. Wilson D. Operational risk//In: Lore M., Borodovsky L. (eds.) The professional's handbook of financial risk management. — Oxford: Butterworth-Heinemann, 2000. P. 377–412.
23. Working paper on the regulatory treatment of operational risk. Basle Committee on Banking Supervision, 2001, September.

Приложение

Классификация операционных рисков по источникам их возникновения

ПЕРСОНАЛ	Намеренные действия сотрудников компании, которые могут нанести ущерб деятельности	Потенциальный ущерб	Вероятность	Эффективность контроля
	<p><u>Против компании</u></p> <p>Утечка конфиденциальной информации Распространение слухов Несоблюдение внутренних норм поведения с клиентами Невыполнение должностных обязанностей</p> <p><u>За счет клиентов</u></p> <p>Несанкционированные операции со средствами клиентов Неправильный расчет комиссии для клиента Несверное исполнение приказов клиента Списание средств со счета клиента в собственную пользу Фальсификация клиентской выписки Заключение юридически некорректных договоров Использование конфиденциальной информации о клиенте Зависимость от ключевого персонала Шантаж со стороны ключевых сотрудников Невыполнение должностных обязанностей Отсутствие текущей замены уволенным сотрудникам Использование конфиденциальной информации о компании</p> <p><u>Против систем</u></p> <p>Распространение компьютерных вирусов Взлом системы безопасности Удаление общих информационных ресурсов Использование нелегального программного обеспечения Нарушение правил работы с паролями Несоответствие прав доступа к информационным ресурсам требованиям безопасности Модификация ключевых настроек информационной системы Физический ущерб имуществу</p>			

ПЕРСОНАЛ	Намеренные действия сотрудников компании, которые могут нанести ущерб деятельности	Потенциальный ущерб	Вероятность	Эффективность контроля
	<p><u>Мошенничество</u></p> <p>Воровство и кража Использование ресурсов компании в личных целях Модификация информации в базе данных в целях личного обогащения Заключение договоров на невыгодных условиях со связанными сторонами Изменение электронной информации на этапе передачи по каналам связи Подделка бумажных документов</p>			
ПРОЦЕССЫ	Ошибки и некорректное исполнение операций в ходе осуществления бизнес-процессов либо должностных обязанностей	Потенциальный ущерб	Вероятность	Эффективность контроля
	<p><u>Управление рисками</u></p> <p>Выявление рисков Выявление не всех рисков по используемым финансовым инструментам Неполное определение рисков для всех контрагентов Неправильное использование производных инструментов для управления рисками Отсутствие лимитов на все виды совершаемых операций Отсутствие лимитов на дилеров Отсутствие контроля за соблюдением лимитов</p> <p>Оценка рисков Отсутствие утвержденной методологии оценки для всех типов финансовых рисков Отсутствие текущей переоценки позиций по базисным и производным инструментам Отсутствие оценок чувствительности инструментов к рискам Неадекватная модель для консолидации и агрегирования оценок рисков</p>			

ПРОЦЕССЫ	Ошибки и некорректное исполнение операций в ходе осуществления бизнес-процессов либо должностных обязанностей	Потенциальный ущерб	Вероятность	Эффективность контроля
	<p style="text-align: center;"><u>Торговые операции</u></p> <p>Осуществление сделок Отсутствие ввода в систему информации о заключенных сделках Неверный ввод информации о сделках в систему Заключение сделок по несанкционированным инструментам Превышение торговых лимитов Утрата или исправления в торговом тикете Заключение сделки на условиях, отличающихся от изначально согласованных Отражение сделки в учете по другому портфелю Недостаток средств или ценных бумаг для заключения сделки Поддельные распоряжения на осуществление сделок</p> <p>Подтверждение Отсутствие подтверждения сделки от контрагента Изменение договора со стороны контрагента Недоступность контрагента Получение подтверждения от другого контрагента Утрата полученного подтверждения Задержка с аннулированием неправильной сделки в процессе ее исполнения Недостаток средств или ценных бумаг на счете клиента</p> <p>Обработка операций Сделка может быть проведена не с той ценной бумагой Неправильное определение финансового результата Несвоевременное обновление баланса ценных бумаг и денежных средств Неправильная нормативно-справочная информация для автоматических операций Отсутствие переоценки ценных бумаг по рыночной стоимости Отсутствие строгого разделения клиентских и собственных счетов Отсутствие контроля за датой истечения срока обращения финансовых инструментов Пропуск дивидендных и купонных платежей</p> <p>Расчеты Несвоевременная подготовка распоряжений на осуществление перевода средств и ценных бумаг</p>			

ПРОЦЕССЫ	Ошибки и некорректное исполнение операций в ходе осуществления бизнес-процессов либо должностных обязанностей	Потенциальный ущерб	Вероятность	Эффективность контроля
	<p>Подготовка распоряжений на осуществление перевода не тех ценных бумаг Ошибки при подготовке распоряжений Отсутствие подтверждений отправленных распоряжений Задержки с исполнением распоряжений Неполный клиринг по операциям Несвоевременное исправление выявленных ошибок Ошибки при обновлении балансов средств Внесение исправлений без соответствующего подтверждения на заключительном этапе обработки сделки Ошибки в расчете комиссии</p> <p>Подготовка отчетов Ошибки и несоответствия при подготовке управленческих отчетов о торговой деятельности Неполное отражение в отчетах всех событий и операций Отсутствие отражения в отчете информации об ошибках и несоответствиях Задержки с подготовкой отчетов Возможность включения в отчеты поправок, которые невозможно впоследствии выявить Отсутствие контроля за внесением исправлений в отчеты с ранее выявленными ошибками</p> <p>Бухгалтерский учет Отражение операций на не тех счетах учета Неправильная модель бухгалтерского учета, реализованная с помощью автоматических процедур Самостоятельное ведение счетов не уполномоченными на это сотрудниками Консолидация информации о деятельности головной и дочерних компаний</p> <p><u>Внутренний контроль</u> Ввод данных Отсутствие этапа авторизации данных Возможность несанкционированных изменений нормативно-справочной информации Нарушение распределения прав доступа на ввод и авторизацию данных одновременно Отсутствие этапа верификации данных</p>			

ПРОЦЕССЫ	Ошибки и некорректное исполнение операций в ходе осуществления бизнес-процессов либо должностных обязанностей	Потенциальный ущерб	Вероятность	Эффективность контроля
	<p>Сверка Расхождение данных в информационных системах и «твердых копиях» документов Отсутствие контроля за ошибками по операциям с взаимосвязанными сторонами Ошибки контроля, вызванные недостаточностью выборки Использование для сверки недостоверных материалов и документов Обработка неавторизованных операций</p> <p>Отчеты Подготовка отчетов заинтересованными лицами Игнорирование и потеря выявленных ошибок Направление отчетов сотрудникам без должной компетенции и ответственности</p>			
СИСТЕМЫ	Нарушение текущей деятельности в результате сбоя информационных систем и/или недоступности сервиса со стороны ИТ	Потенциальный ущерб	Вероятность	Эффективность контроля
	<p><u>Оборудование</u> Ненадежность оборудования к перепадам напряжения Устаревшее оборудование Недостаточность мощностей используемого оборудования для текущего уровня деятельности Неоптимальная архитектура построения информационных систем Неправильно сделанные настройки и установки оборудования Несовместимость оборудования с новыми видами техники или программного обеспечения Отсутствие резервных ресурсов оборудования</p> <p><u>Программное обеспечение</u> Вирусная атака Некорректные автоматические операции</p>			

СИСТЕМЫ	Нарушение текущей деятельности в результате сбоя информационных систем и/или недоступности сервиса со стороны ИТ	Потенциальный ущерб	Вероятность	Эффективность контроля
	<p>Программные ошибки, приводящие к сбою приложения</p> <p>Несовместимость различных видов программного обеспечения между собой</p> <p>Несанкционированное изменение исходного кода</p> <p>Несанкционированные операции со стороны главного администратора</p> <p>Логические бомбы (заложенные ошибки в программный код, которые могут привести к общему сбою системы)</p> <p><u>Данные</u></p> <p>Несанкционированное изменение данных из-за отсутствия ограничений доступа на уровне баз данных</p> <p>Модификация данных из-за недостатков ограничения доступа на файловом уровне</p> <p>Ошибки при совершении автоматических расчетов</p> <p>Ошибки данных из-за вирусов в макросах</p> <p>Некорректная информация, полученная по каналам передачи электронных данных</p> <p>Подготовка данных в некорректном формате для передачи по системе электронного документооборота</p> <p>Обработка данных вручную</p> <p>Импорт/экспорт данных вручную</p> <p>Отсутствие резервной копии данных</p> <p>Повреждение носителей информации с резервными данными</p> <p>Модификация данных на этапе распечатки</p> <p><u>Телекоммуникации</u></p> <p>Сбой телефонии, факсимильной почты, интернет-сервера</p> <p>Неработоспособность электронной почты</p> <p>Ошибки при передаче данных</p> <p>Неполнота передаваемой информации</p> <p>Неточность передаваемой информации</p> <p>Внешнее несанкционированное подключение к каналам передачи электронных данных</p> <p>Модификация данных при передаче</p> <p><u>Компьютерные сети</u></p> <p>Сбои в информационной сети</p> <p>Перегрузка информационной сети</p> <p>Задержки в обработке информации из-за недостаточной мощности компьютерной сети</p> <p>Физический выход из строя серверного оборудования</p>			

ВНЕШНЯЯ СРЕДА	Атаки либо иные угрозы, исходящие из внешней среды, которые не могут управляться компанией и выходят за рамки ее непосредственного контроля	Потенциальный ущерб	Вероятность	Эффективность контроля
	<p align="center"><u>Катастрофы</u></p> <p>Землетрясение Пожар Наводнение (затопление) Война Террористический акт Выход из строя энергоснабжения</p> <p align="center"><u>Клиенты/контрагенты/сторонние организации</u></p> <p>Выставление счетов Реагирование на запросы Некорректное функционирование биллинговой системы (например, регистрация телефонных звонков) Предоставление недостоверной информации Непредоставление услуг требуемого качества Время неработоспособности Неправильное осуществление операций</p> <p align="center"><u>Безопасность</u></p> <p>Кража наличных денежных средств Подделка ценных бумаг Мошенничество с пластиковыми картами Действия постороннего персонала Методы социального инжиниринга для выявления незначительных фактов с целью совершения преднамеренной атаки в дальнейшем</p> <p align="center"><u>Безопасность информационных систем</u></p> <p>Атака хакеров Подделка пластиковых карт Взлом электронных платежных систем Взлом каналов связи в системе «банк-клиент» Модификация данных, поступающих из информационных агентств и бирж</p> <p align="center"><u>Регулирующие органы</u></p> <p>Изменение законодательства Государственный переворот Необходимость доработки автоматических процедур при изменении законодательства</p> <p align="center"><u>Прочее</u></p>			

VII. Управление бухгалтерскими, налоговыми и юридическими рисками операций с производными инструментами _____ С. Н. ТИХОМИРОВ

7.1. Введение

Основополагающие принципы бухгалтерского учета, налогообложения и правового регулирования хозяйственной деятельности практически всех государств были разработаны достаточно давно и в основном для промышленных предприятий, осуществлявших сравнительно простые сделки. Несмотря на последующие усовершенствования, вызванные, в первую очередь, необходимостью отражения постепенно усложнявшихся коммерческих и финансовых сделок, эти принципы по-прежнему малоприменимы по отношению к сделкам с производными финансовыми инструментами.

В силу сравнительно короткой истории биржевых рынков производных инструментов (развитие биржевых рынков производных началось лишь в 70-х годах в результате крушения Бреттон-Вудской системы, введения системы плавающих валютных курсов и усиления колебаний процентных ставок) в большинстве стран отсутствует специальная правовая база в отношении операций с такими инструментами, более того, в законодательстве зачастую отсутствуют многие базовые определения, связанные с ними. Положение усугубляется еще и тем, что из-за отсутствия стандартов и недостаточного количества прецедентов практически каждая внебиржевая сделка должна рассматриваться отдельно. Таким образом, развитие существующей системы бухгалтерского учета, налогообложения и правового регулирования сделок с производными во многом зависит от интерпретации этих сделок налоговыми и судебными органами, т. е. от решений, принимаемых в конкретных ситуациях в рамках прецедентного права, причем многие из этих решений представляются противоречивыми. По этой причи-

не и возникают бухгалтерские, налоговые и юридические риски, связанные с неправильной интерпретацией законодательства в отношении сделок с производными инструментами и приводящие к неопределенности финансовых последствий этих сделок. В частности, у компаний могут возникать значительные финансовые обязательства в отношении контрагентов или регулирующих органов в результате проведенных операций с производными инструментами, хотя реальный финансовый результат этих сделок не будет соответствовать требованиям к их учету и налогообложению.

7.2. Управление бухгалтерскими рисками

Бухгалтерские риски (*accounting risks*) связаны с возможностью *неправильного отражения в бухгалтерском учете операций с производными финансовыми инструментами*. Это может быть следствием несоблюдения таких основных принципов бухгалтерского учета, как **принципа действующего предприятия***, **принципа накопления (принципа соответствия)****, **принципа постоянства*****, **принципа осмотрительности (принципа консерватизма)****** и некоторых других [4]. Однако некоторые из этих принципов являются взаимно противоречивыми. Так, принцип накопления, в основе которого лежит приведение в соответствие активов и пассивов, постулирует признание нереализованной прибыли, тогда как, согласно принципу осмотрительности, нереализованная прибыль не должна признаваться.

Учет операций с производными инструментами в целом основывается на преобладании принципа накопления, предписывающего приведение в соответствие затрат и доходов. Однако если результаты деятельности трудно с уверенностью предсказать, то в какой-то степени может быть уместным применение принципа осмотрительности. Особое значение при этом имеет решение двух основных вопросов учета. Во-первых, *необходимо рассчитать величину прибылей или убытков по сделке с производными инструментами*, а во-вторых, *определить, на какой расчетный период они должны быть отнесены*.

* Принцип действующего предприятия (*the going concern concept*) предполагает, что предприятие будет продолжать функционировать бесконечно долго, за исключением случаев, когда наверняка известно обратное.

** Принцип накопления или соответствия (*the accruals (matching) concept*) предполагает, что доходы и затраты должны накапливаться, приводиться в соответствие друг с другом и рассматриваться в расчетный период, к которому они относятся, а не на основе потоков денежных средств.

*** Принцип постоянства (*the consistency concept*) предполагает, что учет одинаковых статей должен быть последовательным в каждый расчетный период и от периода к периоду.

**** Принцип осмотрительности или консерватизма (*the prudence (conservatism) concept*) предполагает, что следует по-разному подходить к учету ожидаемых прибылей и убытков: доходы и прибыль не должны начисляться, когда только ожидаются, а лишь после того, как фактически будут получены; и наоборот, обязательства и убытки, как известные, так и ожидаемые, должны полностью отражаться в учете.

7.2.1. Оценка открытых позиций по рыночной стоимости

При ответе на первый вопрос основной проблемой является оценка открытых позиций, так как именно они представляют собой источник нереализованной прибыли и убытков. Для ее решения обычно используется **переоценка открытых позиций по рыночной стоимости** (*mark-to-market*). Это значительно упрощает учет прибылей и убытков: в любой момент времени прибыль или убытки по открытым позициям будут просто равны суммарной текущей стоимости открытых позиций за вычетом суммарной стоимости этих позиций по ценам приобретения. Итоговую позицию по прибылям или убыткам затем можно вычислить путем прибавления этой величины к фактически реализованным прибылям и убыткам по закрытым позициям.

При оценке открытых позиций принцип накопления должен предшествовать принципу осмотрительности по следующим причинам. Во-первых, в условиях ликвидного рынка открытая позиция является, по существу, тем же самым, что и закрытая позиция, так как открытую позицию можно в любой момент ликвидировать. Из этого следует вывод, что нереализованную прибыль или убыток от открытой позиции и реализованную прибыль и убытки от закрытой позиции следует рассматривать одинаково. В результате нереализованная прибыль и убытки (от открытой позиции) могут превращаться в реализованные (от закрытой позиции) путем простого закрытия позиции. Такой подход к признанию нереализованной прибыли явно противоречит принципу осмотрительности, который требует признания только нереализованных убытков, но не прибыли, которая еще не получена.

Следует помнить, что целью любой учетной политики является отражение истинного положения дел. В этой связи отказ от использования политики переоценки по рыночной стоимости означал бы отрицание подлинной природы рынков производных финансовых инструментов*. Если на ликвидном рынке компания (теоретически) может закрыть позицию в любое время, изменение рыночных курсов немедленно регистрирует реализуемые прибыли и убытки даже без решения о закрытии позиции. Более того, выплата или получение вариационной маржи на ежедневной основе как отражение изменений рыночных цен на фьючерсных рынках, еще больше убеждает, что эти прибыли и убытки действительно были реализованы.

В дополнение к этим аргументам в пользу принципа накопления и учетной политики переоценки по рыночной стоимости применительно к производным финансовым инструментам существует еще одна весомая причина, по которой применение принципа осмотрительности в данной ситуации вряд ли было бы желательным. Принцип осмотрительности, даже если он применяется последовательно, дает возможность руководству компаний по своему усмотрению изменять результаты учета прибылей и убытков, выбирая только те позиции, которые им выгодно закрыть. Если компания придерживается строгой интерпретации принципа осмотрительности, то ей необходимо учитывать убыточную позицию независимо от того, была ли она открыта или уже за-

* Как известно, концепция эффективного финансового рынка постулирует возможность немедленной реализации прибылей и убытков.

крыта на момент составления отчетности. В этом случае итоговый финансовый результат по портфелю зависел бы от решения компании держать открытыми или же закрыть прибыльные позиции, так как принцип осмотрительности требует признания прибылей только после их фактической реализации, т. е. после закрытия позиции. Тем самым, руководство компании получает возможность манипулировать расчетными прибылями или убытками от позиций по производным финансовым инструментам, последовательно соблюдая при этом принцип осмотрительности.

Напротив, при использовании учетной политики переоценки по рыночной стоимости руководство компании уже не может манипулировать результатами учета, выборочно решая, какие контракты выгодно закрыть в данный момент. Учитывая то, что бухгалтерский учет должен давать истинную картину положения дел, оценка открытых позиций по их рыночной стоимости представляется наилучшим из возможных подходов*. В то же время рекомендации в пользу применения политики переоценки по рыночной стоимости основаны на предположении, что рассматриваемые финансовые инструменты легко оцениваются и в высшей степени ликвидны. В противном случае принцип накопления следует использовать, но с большой осторожностью.

7.2.2. Хеджирующие и спекулятивные сделки

Следующей проблемой является *определение расчетного периода*, за который прибыль или убытки должны признаваться. В этом отношении основой любой учетной политики должны быть *результаты* и *цели* сделки, которые отражает бухгалтерский учет. Поскольку глубинные экономические причины спекуляции и хеджирования различаются, то для признания прибылей или убытков необходимо разделить эти два типа сделок**.

Известно, что цель **хеджирования** состоит в *уменьшении риска возможных убытков в результате неблагоприятного изменения цен, курсов или процентных ставок*. Это достигается путем занятия позиций по производным финансовым инструментам, которые покрывают имеющиеся или ожидаемые позиции на наличном рынке (спот-позиции). Хеджер стремится защитить себя от воздействия изменений цены на *базисный актив, лежащий в основе производного инструмента (underlying)*. Поскольку такая защита является экономической основой хеджирующей сделки, для учета сделок на рынке производных финансовых инструментов очень важно точно отражать, что происходит с базисными активами.

С точки зрения учета важно то, что при совершенном хеджировании операции на рынке производных финансовых инструментов осуществляются для того, чтобы в точности компенсировать то, что происходило на спот-рынке. Для этого необходимо приведение в соответствие прибылей от хеджирования и сопоставляемых с ними расходов на поддержание хеджирующих позиций.

* Сравнительный анализ различных методов оценки финансовых инструментов приведен в [12].

** Подробнее об учете операций хеджирования см. также [6, 8, 12].

Используемая обычно учетная политика состоит в переносе на будущие периоды в балансовом отчете прибылей как отсроченных поступлений, которые будут признаны в более поздний срок. Однако симметрия в учете сделки с производным финансовым инструментом и актива, лежащего в его основе, также предполагает, что при возникновении убытков на срочном рынке они будут отнесены в балансовом отчете на счет будущих периодов, пока не будут приведены в соответствие с доходом от базисного актива. Это является ярким примером приоритета принципа накопления над принципом осматрительности, и, что самое важное, если *убытки переносятся на будущие периоды, сделка должна однозначно трактоваться как хеджирование* (критерии определения хеджирующих сделок будут рассмотрены ниже).

Следует отметить, что отсрочка прибылей и убытков должна иметь место только для симметричного учета актива, лежащего в основе хеджирующего производного инструмента. Однако если базисные активы сами являются фьючерсными контрактами или опционами, то такая отсрочка теряет смысл, так как базисный контракт должен переоцениваться по рыночной цене с немедленно реализуемой прибылью. Примером такого хеджирования может быть ситуация, в которой продавец опциона решает хеджировать риск, покупая опцион, характеристики которого сходны с проданным им опционом. В этом случае вопроса об отсрочке не возникает, и с позиций бухгалтерского учета сделка должна рассматриваться как спекулятивная и учитываться в соответствии с рассмотренным ниже подходом.

В отличие от хеджирования цель **спекулятивной сделки** состоит не в уменьшении риска, а в *получении прибыли на рынке производных финансовых инструментов путем правильного предсказания изменений процентных ставок, цен или курсов*. Соответственно, позиции, цены по которым были спрогнозированы правильно, приведут к прибыли, а ошибочно занятые — к убыткам.

Так как у спекулянта нет в наличии базисных активов для компенсации позиций по производным инструментам, то и учет заключаемых им сделок будет принципиально другим. Применительно к спекуляции не возникает проблем с перенесением прибылей и убытков на будущие периоды, так как здесь соблюдается простое правило их измерения на базе переоценки по рынку и немедленное признание прибыли или убытка в полном объеме. Все это отражает экономический смысл спекуляции производными инструментами, который состоит в *получении прибыли от изменения цен, курсов и процентных ставок*. Прибыли или убытки от подобных сделок признаются немедленно независимо от того, были ли позиции закрыты, и в балансовом отчете отсутствует отсрочка дохода.

В связи с существенными различиями в способах учета спекулятивных и хеджирующих сделок, огромную важность приобретает вопрос о критериях классификации одних сделок как спекулятивных, а других — как хеджирующих. Стандарт финансового учета США «Трансляция иностранных валют» (FAS 52) указывает, что хеджирующая сделка должна являться хеджированием как по «намерению», так и по «исполнению» [4].

«Намерение» осуществить хеджирование можно интерпретировать следующим образом. Глубинный экономический смысл хеджирующей сделки состоит в противодействии неблагоприятным изменениям цены на базисный актив,

лежащий в основе производного инструмента. Следовательно, для целей контроля особенно важно, чтобы этот актив был идентифицирован и документально оформлен в момент заключения сделки с производным инструментом и чтобы не оставалось двусмысленности в том, с помощью какой сделки осуществляется «намерение» хеджировать и какой именно актив или обязательство.

«Исполнение» подразумевает те характеристики, которые позволяют хеджированию эффективно выполнить свою функцию нейтрализации риска. Главная из этих характеристик — высокая степень корреляции между изменением цен на рынке производных инструментов и изменением цены на актив или обязательство, лежащее в основе инструмента. Для того чтобы хеджирование рассматривалось как эффективное, производные инструменты должны иметь такие же количественные характеристики и даты исполнения, что и инструменты, подлежащие хеджированию. Иногда, правда, стандартизованная природа некоторых производных инструментов (в первую очередь, фьючерсов) делает это недостижимым, но технические проблемы такого рода не должны препятствовать рассмотрению сделки как хеджирующей.

В большинстве западных стран *отсутствуют учетные стандарты, однозначно классифицирующие сделки на хеджирующие и спекулятивные*, однако деловая практика в целом совпадает с приведенными критериями «намерения» и «исполнения». В то же время, например, в Великобритании вместе с двумя приведенными критериями используется еще один критерий, а именно — «**прочность**» хеджируемого обязательства. Этот критерий предполагает, что *потенциальные* обязательства могут рассматриваться как повод для хеджирования, если есть достаточные основания полагать, что эти обязательства станут реальными. Напротив, согласно подходу, принятому в США, сделки с производными инструментами, заключаемые для защиты от возможных в будущем обязательств, рассматриваются как спекулятивные, а не хеджирующие, и поэтому все прибыли и убытки будут считаться немедленно реализованными [4].

Хотя вышеприведенные критерии могут служить в качестве руководства по классификации сделок, на практике возникает целый ряд осложняющих факторов, которые затрудняют установление характера сделки для целей учета. Типичной проблемой является учет сделок *общего, возобновляемого и прерванного* хеджирования.

До сих пор предполагалось, что учет сделок с производными инструментами должен быть симметричным учету активов или обязательств, подлежащих хеджированию. Однако возможны ситуации, в которых компании может потребоваться **общее хеджирование** совокупных активов или пассивов. Это серьезно усложняет контроль и идентификацию таких хеджирующих сделок по сравнению со случаями хеджирования отдельных активов и обязательств. Тем не менее это не является поводом для отказа от классификации таких сделок как хеджирующих, хотя требуется большее внимание при осуществлении постоянного контроля и сопоставления с активами, лежащими в основе соответствующих производных инструментов.

Еще одна сложность возникает в случае **возобновляемых хеджирующих сделок**, например в форме серии последовательных фьючерсных контрактов. Такое возобновляемое хеджирование может оказаться необходимым при несовпадении сроков исполнения контрактов на наличном и фьючерсном рын-

ках. Эти сделки также целесообразно рассматривать как подлинное хеджирование, если именно оно является целью сделок.

Еще больше проблем создают **прерванные хеджирующие сделки**. Их учет должен зависеть от причин, по которым такие сделки были прерваны. Если хеджирование прерывается, потому что хеджируемая наличная операция не имела места, то есть все основания учитывать эту сделку как спекулятивную, как только спот-позиция становится известной. В качестве примера можно привести производителя, осуществившего предварительное хеджирование, полагая, что в будущем он сможет импортировать сырье, хотя еще и не уверен, сможет ли разместить твердый заказ. Как только станет известно, что он не будет размещать заказ, хеджирующая сделка должна быть немедленно пересмотрена и классифицирована как спекулятивная с соответствующими изменениями в процедурах учета.

Однако хеджирование может прерываться также и по причине пересмотра руководством компании своих взглядов на тенденции изменения процентных ставок или валютных курсов. Как только намерение руководства по этим вопросам становится явным, возникает проблема, можно ли такие сделки продолжать рассматривать и учитывать как хеджирование. На этот вопрос трудно дать однозначный ответ, но, тем не менее, необходимо проводить тщательный учет и контроль за деятельностью подобного рода.

7.2.3. Учет операций со свопами

Особую сложность представляет учет операций со свопами. бухгалтерские правила отражения которых рассматриваются ниже.

При отражении в учете операций с **процентными свопами** (*interest rate swap*) **основная сумма свопа** (*principal*) отражается за балансом, в пояснении к главной книге (*general ledger memorandum accounts*).

Идея, лежащая в основе **метода переоценки** (*revaluation*), состоит в том, что своп является финансовым инструментом, стоимость которого определяется посредством дисконтирования будущих платежей. Соответственно, в бухгалтерском учете отражается не сам своп, а лишь его переоценка. Данный метод применяется, как правило, финансовыми институтами при отражении операций со свопами и не используется при учете сделок хеджирования.

Существует несколько методов переоценки свопов. Метод **«эталонной» доходности** (*par yield*) основан на дисконтировании регулярных платежей по свопу по ставке дисконта, равной купонной доходности по другим финансовым инструментам (например, государственных облигаций) либо межбанковской процентной ставке по свопам. Этому методу присущи определенные недостатки. Во-первых, возможно несовпадение ставки дисконта и реальной процентной ставки. Во-вторых, в случае отсутствия платежей по свопу рассчитанная оценка может быть неверна. Наконец, при использовании этого метода присутствует определенная субъективность при выборе финансового инструмента, доходность по которому используется для переоценки свопа.

Самым распространенным методом переоценки свопов является оценка на основе кривой доходности, построенной по ценам бескупонных облигаций (*zero coupon curve pricing*), при котором платежи по свопу дисконтируются по

соответствующим ставкам **доходности бескупонных облигаций** (*zero coupon rate*). В теории этот метод приводит к тому, что чистая текущая стоимость (*NPV*) свопа приводится к номиналу. Ставка дисконтирования может рассчитываться из рыночных цен облигаций, фьючерсов и других инструментов. Преимущества этого метода состоят в том, что в случае нерегулярных платежей по свопу он дает более точную оценку, чем метод эталонной доходности, что и обуславливает его распространенность на практике.

Еще одним используемым методом переоценки свопов является метод **цепных подстановок, или «бутстреппинг»** (*bootstrapping*), при котором нулевой купон используется для расчета *форвардных процентных ставок*, которые затем применяются для дисконтирования будущих платежей по свопу.

В случае **«перекрестного» свопа** (*cross-currency swap*), платежи по которому выражены в различных валютах, каждый платеж переоценивается в соответствующей валюте с использованием процентных ставок по этой валюте, а затем дисконтированная величина переводится в валюту баланса по текущему спот-курсу.

При переоценке свопа должны быть также учтены комиссионные вознаграждения. Комиссионные, уплачиваемые брокеру, обычно признаются в момент заключения сделки. Что же касается посреднического вознаграждения, то часть его может быть признана на момент заключения сделки, а часть — амортизироваться до момента завершения сделки.

Еще одной важной проблемой при переоценке свопа является учет кредитного риска контрагента, для чего необходимо принимать во внимание такие факторы, как период времени до завершения сделки, кредитный рейтинг контрагента, колебания процентных ставок и курсов валют и т. д. Кроме того, при проведении переоценки свопов следует учитывать факторы ликвидности рынка такого рода свопов. Наконец, на результат переоценки также влияют накладные расходы, связанные с осуществлением сделок «своп», поэтому метод расчета расходов по управлению портфелем свопов должен базироваться на добросовестных предположениях и применяться последовательно.

Особенностью учета **валютных свопов** (*currency swap*) является то, что суммы переоценки по процентным платежам относятся на прибыль или убыток от свопа. Валютный своп отражается на расчетном счете в банке (для небанковских организаций) или счете ностро (для банков), а последующий возврат основной суммы должен быть раскрыт в пояснениях к балансу.

Бухгалтерский учет **товарных свопов** (*commodity swap*) в целом аналогичен учету процентных свопов. Их отражение в учете также зависит от целей заключения сделки: хеджирования или спекуляции. При хеджировании, целью которого является защита от риска изменения цены на определенный товар, используется метод начисления, при этом зачет убытков (прибыли) по свопу осуществляется, соответственно, против прибыли (убытков) от спот-сделки. При спекуляции, целью которой является получение маржи, в учете используется метод переоценки по рыночной стоимости, которая определяется как чистая приведенная стоимость будущих денежных потоков по свопу.

Порядок отражения свопов в бухгалтерском учете нефинансовых компаний зависит не от статуса контрагента, а от сути операции (т. е. цели заключения свопа): спекуляции или хеджирования. Хеджирование может иметь своей

целью обмен кредита с фиксированной процентной ставкой на плавающую, перевод средств, полученных от выпуска облигаций, в другую валюту и т. д. В связи с этим операция «своп» рассматривается как вторичная (вспомогательная) по отношению к основной (т. е. к привлечению финансирования). Это приводит к необходимости зачета уплаты или получения процентов по свопу против стоимости финансирования. При хеджировании проценты отражаются в балансе по методу начисления, возникающая разница в процентах относится на счет учета процентов по заемным средствам, а основная сумма отражается не в балансе, а в пояснениях к нему.

Бухгалтерский учет **соглашений о будущей процентной ставке (FRA)** в целом аналогичен методам отражения процентных и валютных свопов*. Отражение зависит от цели сделки и того, кто осуществляет эту сделку. Если речь идет о финансовых институтах, то, как правило, хеджирование осуществляется в случае, если активы и обязательства подвержены процентному риску. В этом случае форвардные контракты на процентную ставку могут снизить данный риск. В бухгалтерском учете суммы, полученные по окончании сделки, равномерно амортизируются на прибыль или убыток в течение определенного периода времени. При спекулятивных операциях соглашения о будущей процентной ставке подлежат переоценке по рыночной стоимости, если на конец определенного периода они остаются неисполненными**.

7.2.4. Международные и национальные стандарты учета сделок с производными финансовыми инструментами

Рассмотрим международные и некоторые национальные требования к учету и раскрытию финансовой отчетности по свопам и другим производным финансовым инструментам. Из международных стандартов финансовой отчетности — МСФО (*International Accounting Standards — IAS*) — следует упомянуть стандарты МСФО 32 «Финансовые инструменты: раскрытие и представление» (*Financial instruments: Disclosure and presentation*), действующий с 1995 г., и МСФО 39 «Финансовые инструменты: признание и оценка» (*Financial instruments: Recognition and measurement*), введенный в действие с 1 января 2001 г.

Согласно стандарту МСФО 39, операции с финансовыми активами принято классифицировать по следующим основным видам деятельности:

- **Выданные ссуды и причитающиеся денежные поступления** (*originated loans and receivables*) — активы, образованные в результате деятельности предприятия по предоставлению денежных средств, товаров или услуг непосредственно дебиторам; при этом не обязательно их удержание (на балансе) до погашения.

* В США он регулируется стандартом FAS 80 «Учет фьючерсных контрактов» (*accounting for futures contracts*).

** Аналогичные правила применяются при отражении в бухгалтерском учете соглашений о будущей процентной ставке в нефинансовых компаниях, использующих форвардные сделки для хеджирования. Требование по отражению в отчетности и надзор за соблюдением принципа осмотрительности аналогичны применяемым по отношению к свопам.

- **Вложения до момента погашения** (*held-to-maturity investments*) — инвестиции в активы, которые предприятие намерено и имеет возможность удерживать до их погашения, в частности вложения в долговые обязательства.
- **Финансовые активы для торговли** (*financial assets held for trading*) — инструменты, приобретаемые с целью получения прибыли от краткосрочных колебаний цены. Производные финансовые инструменты всегда считаются приобретенными с целью перепродажи, если они не были специально предназначены для хеджирования.
- **Финансовые активы для реализации** (*available-for-sale financial assets*) — прочие активы, не подпадающие ни под одну из перечисленных выше категорий.

Оценка финансовых активов последних двух групп, приобретенных с целью торговли или реализации, производится по справедливой (рыночной) стоимости, разница между которой относится на прибыль или убыток. К данной категории относятся и свопы, приобретенные со спекулятивными целями (отражение таких свопов осуществляется с учетом переоценки).

Согласно МСФО 39, сущность **хеджирования** состоит в целевом предназначении производного финансового инструмента для полной или частичной компенсации чистой прибыли или убытка от изменений справедливой стоимости хеджируемых денежных потоков. Финансовый инструмент, не являющийся производным, также может считаться хеджирующим, но только в отношении валютных рисков. Целевое назначение финансового инструмента для хеджирования должно быть выражено заранее (т. е. до завершения сделки) в письменной форме и должно соответствовать принятой на предприятии стратегии управления рисками. Важно, что стандарт МСФО 39 не содержит обязательного требования о специальном учете сделок хеджирования (*hedge accounting*), при этом предприятие, не желающее вести такой учет, вправе просто не обозначать проводимые операции с производными инструментами как хеджирующие.

Специальный учет сделок хеджирования допускается, если отношение хеджирования является:

- **четко определенным**, т. е. показывающим, какой именно риск подлежит хеджированию и какова ожидаемая взаимосвязь между этим риском и хеджирующим инструментом;
- **измеримым**, т. е. должен существовать метод оценки эффективности хеджирования;
- **фактически эффективным** — это тот случай, когда, несмотря на стратегии и ожидания, хеджирование не было эффективным или было только частично эффективным и его «неэффективная часть» не подпадает под специальный учет для операций хеджирования.

Стандарт МСФО 39 устанавливает три типа операций хеджирования:

- **хеджирование справедливой стоимости** (*fair value hedge*) — хеджирование от изменений справедливой стоимости актива или обязательства, которое уже признано и отражено в балансе. С момента начала операции прибыль (убыток) от изменений стоимости хеджирующего инструмента немедленно признаются и зачитываются против убытка (прибыли) от изменения стоимости хеджируемой позиции;

- **хеджирование денежных потоков** (*cash flow hedge*) — хеджирование от изменчивости денежных потоков, связанных с признанными активами или обязательствами, непризнанными обязательствами и прогнозируемыми сделками. В той мере, в какой это хеджирование является эффективным, финансовый результат от него отражается непосредственно на капитале, а затем учитывается при расчете чистой прибыли или убытка в тот же период или в период, когда отражаются прибыли или убытки от хеджируемых позиций;
- **хеджирование чистых инвестиций в иностранные юридические лица** (*hedge of a net investment in a foreign entity*) — учитывается аналогично хеджированию денежных потоков.

Основными положениями МСФО 32 и 39 в отношении свопов являются отсутствие требования по отражению основной суммы свопа на балансе, а также перечень информации, которая должна быть раскрыта в пояснениях к отчетности (природа свопа, его основные характеристики и условия, позволяющие отнести его к одному из перечисленных выше типов операций; информация о процентах по свопу (даты выплат, эффективная процентная ставка и т. д.); информация о кредитном риске; информация о рыночной стоимости, в том числе об используемом методе переоценки [1].

Остановимся кратко на особенностях отражения операций со свопами в бухгалтерском учете некоторых стран.

В США особенности отражения в бухгалтерском учете операций со свопами регулируются следующими стандартами Совета по стандартам финансового учета (*Financial Accounting Standards Board — FASB*): FAS 105 «Раскрытие информации о финансовых инструментах с забалансовым риском и финансовых инструментах с концентрацией кредитного риска» (*Disclosure of information about financial instruments with off balance sheet risk and financial instruments with concentrations of credit risk*), FAS 107 «Раскрытие информации о справедливой стоимости финансовых инструментов» (*Disclosures about fair value of financial instruments*), а также вступившим в силу с 15 июня 2000 г. стандартом FAS 133 «Учет производных инструментов и операций хеджирования» (*Accounting for derivative instruments and hedging activities*), во многих аспектах аналогичном МСФО 39*. Согласно их требованиям, раскрытию в пояснениях к финансовой отчетности подлежит следующая информация: основная сумма свопа; природа и условия свопа (в том числе кредитный и рыночные риски, метод отражения свопа); оценка убытков при невыполнении контрагентом по свопу своих обязательств (эта оговорка является следствием принципа осмотрительности); обеспечение; наличие кредитного риска выше обычного для данной отрасли; текущая стоимость свопа.

В Великобритании и Ирландии особенности отражения в бухгалтерском учете операций со свопами регулируются принятыми в 1991 г. Британской ассоциацией банкиров (*British Bankers' Association*) и Ирландской федерацией бан-

* Одно из основных отличий — то, что стандарт FAS 133 регулирует в основном бухгалтерский учет производных инструментов, используемых для хеджирования, в то время как МСФО 39 охватывает не только производные инструменты, но и наличные активы.

киров (*Irish Bankers' Federation*) Рекомендациями (*Statement of Recommended Practice — SORP*) «Забалансовые инструменты и прочие условные обязательства» (*Off-balance sheet instruments & other commitments and contingent liabilities*). Согласно этим Рекомендациям, при хеджировании свопы должны отражаться аналогично доходам (расходам) либо активам (обязательствам), а при спекуляции следует применять метод переоценки по рыночной стоимости, позволяющий дисконтировать будущие платежи по свопу, при этом возникающая разница отражается в отчете о прибылях и убытках. Как и в других странах, основная сумма свопа отражается в пояснениях к финансовой отчетности, в которых также приводятся анализ финансовых инструментов по группам, общий кредитный риск и стоимость замещения убыточных свопов*, цели заключения свопа и особенности учетной политики.

В **Австралии** отсутствуют какие-либо специфические требования к учету операций со свопами. В настоящее время ожидается введение в действие принятого в 1993 г. Австралийским фондом изучения бухгалтерского учета (*Australian Accounting Research Foundation*) проекта стандарта E 59 «Финансовые инструменты». Этот стандарт устанавливает, что основная сумма свопа может не отражаться в балансе, хотя должна указываться в приложениях к отчетности. Возможно применение двух альтернативных методов оценки процентных и валютных свопов: согласно первому из них, изменения в рыночной стоимости отражаются в отчете о прибылях и убытках; согласно второму — свопы, приобретенные с целью перепродажи, отражаются в соответствии с их переоценкой по рыночной стоимости, а свопы, приобретенные для хеджирования, отражаются так же, как и хеджируемые позиции.

Особенности практики отражения операций со свопами в Австралии таковы, что свопы отражаются в пояснениях к отчетности как условные забалансовые обязательства. Кроме того, в пояснении к отчетности указывается политика компании в отношении отражения отдельных операций. Проценты по свопу показываются в отчете о прибылях и убытках, там же отражается и переоценка валютных свопов.

В **Японии** свопы обычно отражаются в бухгалтерском учете по методу начисления, а не по методу переоценки.

Наконец, необходимо упомянуть и о требованиях органов пруденциального надзора в отношении учета производных инструментов при определении достаточности капитала. Согласно Базельскому соглашению по капиталу 1988 г. [10], банки при расчете коэффициента достаточности капитала должны учитывать наряду с балансовыми активами и финансовые инструменты, отражаемые за балансом, включая свопы, форварды, фьючерсы и опционы**. Для этого производные инструменты конвертируются в «кредитные эквиваленты» балансовых активов одним из двух методов: *методом оценки текущего риска* или *методом оценки первоначального риска*. Согласно первому методу, кредитный эквивалент рассчитывается как сумма стоимости замещения, равной *текущей рыночной стоимости* инструмента (только если она положитель-

* Подробнее об этих показателях и методах учета забалансовых финансовых инструментов при расчете достаточности банковского капитала см. п. 9.2.2.

** См. п. 9.2.2.

на), и надбавки за кредитный риск, которая рассчитывается путем умножения номинальной стоимости инструмента на определенный коэффициент в зависимости от вида и оставшегося срока до исполнения данного контракта. Второй, упрощенный метод может применяться только для процентных и валютных производных инструментов, при этом их номинальная стоимость просто умножается на соответствующий конверсионный коэффициент, установленный в зависимости от вида контракта и первоначального (либо оставшегося) срока до его исполнения.

7.3. Управление налоговыми рисками

В большинстве стран отсутствует специальная законодательная база в отношении налогообложения операций с производными финансовыми инструментами*. Ввиду этого на практике применяются общие правила исчисления налога на доходы (прибыль), а возникающие в связи с этим проблемы усугубляются еще и тем, что из-за отсутствия стандартов каждый случай должен рассматриваться отдельно. Таким образом, развитие существующей системы налогообложения прибыли и убытков от сделок с производными инструментами во многом зависит от решений, принимаемых в конкретных случаях в рамках прецедентного права, причем многие из этих решений представляются противоречивыми. По этой причине возникает **налоговый риск** (*tax risk*), связанный с неправильной интерпретацией законодательства в отношении сделок с производными инструментами и приводящий к неопределенности финансовых последствий этих сделок после уплаты налогов.

Основные вопросы, связанные с налогообложением операций с производными инструментами, следующие:

- характеристика получаемых и уплачиваемых платежей;
- отнесение платежей к выручке или к приросту капитала;
- отнесение платежей к налогооблагаемым (*assessable*) или уменьшающим налогооблагаемую базу (*deductible*);
- определение необходимости удержания подоходного налога, взимаемого у источника, в момент выплаты резиденту другого государства;
- определение необходимости учета для целей налогообложения переоценки, производимой по правилам бухгалтерского учета.

В случае если данные платежи подпадают под налогообложение, необходимо определить:

- период времени, в котором их следует облагать;
- метод, по которому их следует включать в расчет налогооблагаемых доходов**.

* В настоящее время в Великобритании и Австралии рассматриваются проекты специальных законов о налогообложении таких сделок.

** Возможно использование одного из двух методов: метода начисления (*accrual method*) или кассового метода (*cash method*).

Если же данные платежи подпадают под налогооблагаемые вычеты, то нужно определить:

- период, в котором данные платежи должны являться расходом для одной стороны и доходом для другой;
- размер вычета (дохода): полностью (в момент уплаты или получения) или частично, с последующей амортизацией.

Из перечисленных факторов налогового риска особого внимания заслуживает **подоходный налог, удерживаемый у источника** (*withholding tax*) выплат по долговым ценным бумагам. В большинстве стран мира все выплаты процентов (включая дисконт по векселям) представляют собой доход из источника в данной стране и подлежат налогообложению у источника выплаты по определенной ставке. Очевидно, что инвесторы заинтересованы в получении платежей без вычета каких-либо налогов той страны, где вложены их средства. Поскольку личности инвесторов не известны эмитенту ценных бумаг, он не может установить, в какой юрисдикции инвесторы являются резидентами для целей налогообложения. Хотя некоторые инвесторы могут быть резидентами в странах, имеющих соглашения со страной инвестирования об избежании двойного налогообложения, возврат причитающихся им сумм был бы технически затруднительным и занимал бы много времени.

Если уплата налога у источника является обязательной, то в соответствии с международной практикой сторона-плательщик обычно принимает на себя обязательство компенсировать инвесторам удержание налогов. В связи с этим риск невозмещения налоговых издержек для одной из сторон по сделке может возникнуть из-за отсутствия в договоре **положения о суммарном доходе** (*gross up provision*), которое гарантировало бы компенсацию плательщиком разницы между доходом, причитающимся получателю, и фактической суммой к получению, уменьшенной на размер удержанного плательщиком налога у источника. Однако включение такого положения еще не означает устранение данного риска, поскольку не во всех странах налоговое законодательство разрешает принятие одной из сторон по договору обязательств по уплате налогов, которыми облагается другая сторона.

Рассмотрим особенности налогообложения операций с производными инструментами, характерные для некоторых зарубежных стран [7, 9].

В **США** производные финансовые инструменты (за исключением товарных контрактов), с которыми совершают сделки финансовые учреждения, должны учитываться для целей налогообложения по их *рыночной стоимости*. Исключение составляют финансовые инструменты, приобретаемые не для перепродажи, а с целью инвестирования или хеджирования.

Регулярные платежи по *процентным свопам* признаются обычным доходом (расходом), являясь налогооблагаемыми для получателя и уменьшающими налогооблагаемую базу для плательщика. Для их отражения в бухгалтерском учете используется кассовый метод или метод начисления. Все налогоплательщики, как финансовые институты, так и нефинансовые компании, должны признавать пропорциональную ежегодную часть периодического платежа в том налогооблагаемом году, к которому эта часть относится, при этом единовременные (*lump sum*) платежи должны амортизироваться либо по **равномерно-**

му методу (*straight line*), либо по методу постоянного процента от уменьшающегося остатка (*constant yield*). При прекращении или переуступке свопа платеж по обязательствам подлежит налогообложению не как выручка или доход, а как прирост капитала.

К налогообложению операций с валютными свопами применяются те же правила, что и к операциям с процентными свопами, однако сложность заключается в том, что периодические платежи могут быть выражены в иностранной валюте. В этом случае прибыль или убыток по основной сумме свопа фиксируется при реализации либо прекращении действия свопа и подлежит обложению налогом как прибыль или убыток от курсовой разницы.

Регулярные платежи по свопам на активы (*asset swap*) рассматриваются как доходы (расходы), а при реализации свопа прибыль (убыток) признается как прирост капитала (капитальный убыток). С целью избежания двойного налогообложения дивиденды по ценным бумагам, лежащим в основе свопа, не вычитаются из дохода. Для целей налогообложения считается, что источник дохода находится там же, где и его получатель.

Регулярные платежи по товарным свопам классифицируются как доходы (расходы), однако для нефинансовых компаний существует некоторая неясность в вопросе о том, могут ли подобные платежи включаться в себестоимость.

Затраты, связанные с заключением свопа (*associated swap costs*), уменьшают налогооблагаемую базу и амортизируются в течение срока до истечения свопа.

Налог, удерживаемый у источника, обычно не взимается при осуществлении выплаты дохода по свопу неамериканской компании, так как считается, что этот доход не возникает в США (т. е. источник дохода по процентному свопу находится в стране, где получатель является резидентом). Таким образом, когда американская компания заключает соглашение о процентном свопе с нерезидентом, ему не требуется уплачивать налог на доходы, так как принято считать, что выплаты производятся не из источника в США.

В США операции со свопами не облагаются **налогом на добавленную стоимость** (*value-added tax — VAT*).

Правила налогообложения операций с соглашениями о будущей процентной ставке (*forward rate agreement — FRA*) аналогичны рассмотренным выше правилам, применяемым в отношении процентных свопов. Как и в случае со свопами, источник выплачиваемого дохода считается расположенным в стране получателя.

Единовременные выплаты по другим производным финансовым инструментам, включая процентные кэпы (*cap*), флоры (*floor*) и коллары (*collar*), должны амортизироваться в течение срока до истечения контракта равномерным методом или методом постоянного процента от уменьшающегося остатка. Процент, получаемый покупателем, является обычным налогооблагаемым доходом, а уплачиваемый процент — расходом, отражаемым в учете по кассовому методу или методу начисления. Платежи, осуществляемые при прекращении сделки, считаются капитальными.

В Канаде налоговые последствия сделки с производными финансовыми инструментами зависят от ее юридической сущности, цели и обстоятельств

осуществления, статуса сторон-участников и базируются на общих (неспецифических) принципах налогообложения.

Проценты, получаемые (уплачиваемые) по *процентным свопам*, полностью увеличивают (уменьшают) налогооблагаемую базу. Это происходит в момент их отражения в бухгалтерском учете, когда соответствующие суммы подлежат получению или уплате по контракту.

Правила налогообложения для процентных свопов применяются к платежам по *валютным свопам*. Доходы (расходы) от переоценки по валютным свопам должны соответствовать доходам (расходам), признаваемым по займам в иностранной валюте, и подлежат обложению налогом. Доходы (расходы) от переоценки свопов, хеджирующих риски по активам или обязательствам, также отражаются как налогооблагаемые доходы или расходы. Характерно, что обратный обмен основными суммами по валютному свопу не является налогооблагаемой операцией.

При определении прибылей и убытков от курсовой разницы финансовые институты и корпорации, заключающие валютный своп в рамках своих торговых операций, как правило, могут признавать сделку валютного свопа на счете учета выручки. Доходы или убытки, возникающие при возврате валюты, могут учитываться по методу начисления или по кассовому методу на основании текущей практики, действующей в Канаде. Однако в том случае, когда доход или убыток учитывается как капитальный, он должен быть отражен в учете по кассовому методу.

Для целей налогообложения доход по *товарным свопам* и *свопам на активы* признается аналогично его отражению в бухгалтерском учете.

Затраты, связанные со свопом, должны быть полностью вычитаемыми из налогооблагаемой базы, хотя в зависимости от условий свопа могут возникнуть разногласия по поводу периода, к которому их следует относить.

Доходы по свопам с ускоренными или отложенными платежами (*accelerated/deferred payment swap*) включаются в налогооблагаемую базу по методу начисления для соблюдения принципа соответствия, при этом расходы не могут уменьшать налогооблагаемую прибыль по начислению.

Проценты, уплачиваемые из Канады нерезиденту по сделкам с производными инструментами, облагаются *налогом, удерживаемым у источника*, по ставке 25%, при этом эта ставка может быть снижена до 15% и ниже при наличии соглашения об избежании двойного налогообложения.

Хотя в **Великобритании** Ведомство внутренних доходов (*Inland Revenue — IR*) выпустило недавно несколько разъяснений, касающихся вопросов налогообложения операций с такими производными финансовыми инструментами, как обычные свопы и опционы на процентную ставку, валюту и долговые обязательства, тем не менее целый ряд вопросов остается неурегулированным. Из-за отсутствия специального законодательства в отношении налогообложения операций с некоторыми финансовыми инструментами Ведомство внутренних доходов больше полагается на собственную практику.

В Великобритании принципы налогообложения различаются в зависимости от типа компании. Общий принцип состоит в том, что все платежи по финансовым инструментам (процентным и валютным свопам, форвардам и опционам) подразделяются на две большие группы: облагаемые налогом (*taxed*)

и освобожденные от налогов (*relieved*), при этом к последней категории относятся только платежи, отвечающие определенным требованиям (*qualifying*).

В соответствии с действующим в Великобритании законодательством, юридическая сущность свопа (в частности, возникновение каких-либо долговых обязательств между сторонами) может привести к необходимости налогообложения. В то же время существует возможность льготного налогового режима в отношении операций «своп», который, как предполагается, станет основой разрабатываемого в настоящее время законодательства.

Выплаты процентов по *процентным свопам* могут уменьшать налогооблагаемую прибыль для нефинансовых компаний, однако такой вычет может быть невозможен для финансовых институтов, которым следует получать специальное разъяснение от Ведомства внутренних доходов.

Момент включения платежей по свопам в налогооблагаемую прибыль определяется следующим образом. Для нефинансовых компаний вычет или обложение происходит обычно по кассовому методу (т. е. платежи рассматриваются как торговый доход или расход, а их обложение осуществляется в момент осуществления платежа), хотя метод начисления также может применяться. Расходы по выплатам по свопу могут уменьшать налогооблагаемую прибыль в том случае, если они были целиком связаны только с торговыми сделками, заключаемыми данной компанией. Для финансовых институтов выплаты или поступления при торговле свопами в общем случае вычитаются или облагаются как торговые доходы (расходы), т. е. по методу начисления.

Налог, удерживаемый у источника, обычно взимается при выплате дохода нерезиденту по базовой ставке налога на прибыль, однако от него освобождены платежи, которые идут от или в пользу британского банка, подпадающего под определение «освобожденного» банка, согласно Закону о финансовых услугах от 1986 г. (*Financial Services Act*), или являющегося членом Управления по ценным бумагам и фьючерсам (*Securities and Futures Authority — SFA*)*. Ставка налога также может быть снижена или налог может не взиматься вовсе, если соглашением об избежании двойного налогообложения предусматривается, что налог удерживается в стране получателя.

Налогообложение операций с *валютными свопами* в целом аналогично процентным свопам. В отличие от Канады возврат основной суммы, осуществляемый нефинансовыми компаниями по валютному свопу, будет являться налогооблагаемым расходом, а финансовым институтам для вычитания таких платежей из налогооблагаемой базы необходимо получить соответствующее освобождение (льготу). Что касается возникающих прибылей и убытков от курсовой разницы, то в рамках существующего законодательства режим в отношении валютных доходов и убытков зависит от правовой сути сделки. Если сделка проводится с целью хеджирования, то наиболее вероятно, что она отражается аналогично основной (хеджируемой) операции. За исключением тех случаев, когда сделка обмена рассматривается как торговая операция, может возникнуть доход от прироста капитала либо капитальный убыток от активов и пассивов, связанных со свопом, а не от самого свопа.

* Саморегулируемая организация в Великобритании, ответственная за деятельность фирм, занимающихся операциями с ценными бумагами и фьючерсами.

Платежи по товарным свопам и свопам на активы, осуществляемые финансовыми институтами, могут облагаться налогом (вычитаться из налогооблагаемой прибыли) по методу начисления. Прочие компании, в принципе, не могут вычитать такие платежи из налогооблагаемой прибыли, однако возможно получение ими благоприятного разъяснения от Ведомства внутренних доходов.

Затраты, связанные со свопом, уменьшают налогооблагаемую прибыль банков и инвестиционных компаний, а для нефинансовых учреждений такие платежи могут рассматриваться как капитальные (в связи с этим они обычно учитываются при окончательных расчетах, чтобы не потерять налогового вычета).

Аналогично свопам, платежи по форвардным контрактам в настоящее время являются налогооблагаемыми (и подлежащими вычету из налогооблагаемой прибыли для плательщиков). Процентные кэпы, флоры и коллары не создают налогооблагаемой базы для нефинансовых компаний, а для банков и инвестиционных компаний платежи по этим финансовым инструментам подлежат обложению налогом на прибыль или вычету из налогооблагаемой прибыли.

В Великобритании сделки с производными финансовыми инструментами не облагаются налогом на добавленную стоимость.

В законодательстве **Австралии** о налоге на прибыль нет четкого указания о порядке налогообложения операций с производными финансовыми инструментами. Налогоплательщики должны учитывать судебные решения и специальные разъяснения налоговых органов по конкретным вопросам (*Australian Taxation Office Rulings*). Кроме того, в настоящее время в Австралии существует несколько проектов по реформированию налогообложения операций с производными инструментами.

Основными аспектами действующей системы налогообложения операций с производными финансовыми инструментами являются статус компании и цель сделки. Для компаний, являющихся профессиональными участниками финансового рынка, как правило, поступления и выплаты по операциям с финансовыми инструментами являются обычными доходами или расходами, а для компаний, которые осуществляют сделки с финансовыми инструментами с целью хеджирования, прибыль (убыток) от таких операций будут облагаться аналогично прибыли (убытку) от хеджируемых активов или обязательств.

Учет цели сделки предполагает, что если операция производится с целью извлечения дохода (*revenue nature*), то прибыли и убытки от нее облагаются в обычном порядке, а если операция не имеет цели извлечения дохода (*capital nature*), то налогообложение доходов и расходов является более сложным. В этом случае доходы могут облагаться налогом на прирост капитала (*capital gain tax — CGT*), при этом расходы, если они рассматриваются как капитальные, могут уменьшать доход только от аналогичных операций. Налог на прирост капитала выделяется из налога на прибыль: в частности, убыток от реализации имущества не вычитается из налогооблагаемой базы при исчислении налога на прибыль (в то же время в течение определенного периода возможно вычитание этого убытка из будущей прибыли). Кроме того, некоторые доходы или расходы (например, от переоценки валюты) могут облагаться налогом в обычном порядке.

В отношении прочих принципов налогообложения следует отметить, что австралийские налоговые органы стараются следовать приоритету содержания над формой. Особенностью системы является то, что момент включения поступлений в налогооблагаемую прибыль или вычитания расходов из налогооблагаемой прибыли не всегда может совпадать с бухгалтерским отражением данной прибыли или расходов, при котором признание обычно осуществляется в момент завершения сделки в отличие от метода начисления. Это усложняет начисление налогов, поскольку становится возможным несоответствие времени обложения доходов и расходов (например, при хеджировании депозита от падения процентных ставок).

Платежи процентов по *процентному свопу* рассматриваются как налогооблагаемые. Момент обложения таких платежей налогом на прибыль или вычета из налогооблагаемой прибыли зависит от времени платежа (до или после завершения сделки), при этом в последнем случае (т. е. после завершения сделки) также и от того, был ли данный платеж известен заранее. Так, авансовые платежи облагаются налогом в момент перечисления. Платежи после завершения сделки, известные заранее, относятся на налогооблагаемую прибыль равномерно в течение периода с момента начала сделки до момента ее совершения. А платежи после завершения сделки, неизвестные заранее, облагаются только в тот момент, когда они подлежат уплате.

Если при хеджировании кредита проценты по нему вычитаются из налогооблагаемой прибыли, то и платежи, возникающие в результате взаимозачета требований по свопу, также могут уменьшать налогооблагаемую прибыль.

В отношении процентных платежей, произведенных или полученных по валютным *свопам*, применяются правила, аналогичные процентным *свопам*. Получение (возврат) основных сумм по свопу не является налогооблагаемым доходом (расходом), а сумма превышения одной основной суммой над другой при их возврате облагается налогом на прибыль (соответственно, уменьшает налогооблагаемую прибыль). Доходы (расходы) от курсовой разницы по производному инструменту, используемому в целях хеджирования, зачитываются против доходов (расходов) от переоценки того актива (обязательства), который был хеджирован. Действующее законодательство предусматривает, что большинство доходов от операций валютного свопа, связанных с курсовыми разницами, облагаются на момент их получения. Большинство убытков от валютного свопа будут вычитаться для целей исчисления налога на доходы на момент, когда они понесены.

Налогообложение операций с *товарными свопами* аналогично применяющемуся в отношении процентных *свопов*.

Учет *затрат*, связанных со *свопом*, имеет следующие особенности. Когда платежи по свопу отражаются по счету выручки, расходы, понесенные в связи с договором свопа, должны уменьшать выручку. Они вычитаются в тот момент, когда подлежат выплате, и на момент начисления, когда получатель признает выручку по свопу.

В отличие от Великобритании, в Австралии подход к налогу, взимаемому у источника, аналогичен принятому в США. Окончательный платеж по свопу нерезиденту не рассматривается как процентный платеж для целей обложения налогом на доходы.

Доходы по *форвардным контрактам* для финансовых институтов являются налогооблагаемыми. В случае спекулятивных форвардных операций существует риск, что доходы могут подлежать обложению налогом на прирост капитала. Следует отметить, что доходы (расходы) по форвардным контрактам признаются для целей налогообложения только в момент завершения расчетов по ним.

В Австралии операции со свопами не облагаются налогом на добавленную стоимость.

В Японии доход от платежей по процентным и валютным свопам расценивается как обычный доход. И у финансовых институтов, и у нефинансовых компаний уплата (получение) процентных платежей отражается по методу начисления.

Налогообложение операций с валютными свопами в целом аналогично процентным свопам. При расчете прибылей и убытков от курсовой разницы позиции «спот» и «форвард» оцениваются по текущим рыночным ценам, при этом переоцениваемые суммы зачитываются. Выплаты периодического процента признаются по методу начисления.

Затраты, связанные со свопом, обычно вычитаются из налогооблагаемой прибыли как затраты, амортизируемые в течение всего срока действия свопа.

Платежи по свопу не рассматриваются как проценты и не подлежат обложению налогом на доходы, удерживаемым у источника. В Японии сделки со свопами также не облагаются налогом на добавленную стоимость.

7.4. Управление юридическими рисками

Основной формой проявления **юридического риска** (*legal risk*) является *юридически неправильное оформление контракта, что затрудняет или делает невозможным его исполнение*. На практике юридический риск при операциях с производными инструментами как самостоятельный вид финансового риска был идентифицирован сравнительно недавно, в начале 1990-х годов, в Великобритании, в результате судебного разбирательства по делу об участии муниципальных властей одного из районов Лондона в сделках с забалансовыми инструментами [2].

В сделках с производными инструментами юридические риски приобретают особое значение, так как в силу сравнительно короткой истории существования этих рынков в законодательстве большинства стран отсутствует четкая нормативная база, а зачастую и базовые определения.

Основными юридическими аспектами сделок с производными инструментами являются *обязательные элементы контракта, нормы общего права, ограничения и запрещения, конфликт норм права при вовлечении в сделку сторон более чем одной юрисдикции, налогообложение, необходимая форма документов и прочие риски, присущие операциям данного вида*.

На практике особое значение имеют юридические риски, связанные с *внебиржевыми сделками с производными инструментами*, в частности с операциями «своп». Поскольку стороны соглашения о свопе подвергаются риску с момента заключения сделки, всю необходимую документацию следует согласовать как можно раньше. Рост объема сделок «своп» обусловил необходи-

мость стандартизации документации по свопам. Основными задачами стандартизации являются:

- сокращение расходов на осуществление сделок;
- сокращение времени на проведение сделок (принятие решений, согласование условий);
- устранение препятствий для развития вторичного рынка процентных свопов (поскольку продажа соглашения о свопе может быть проблематичной, если не согласованы детали документации).

7.4.1. Основные этапы стандартизации документации по свопам

Первая попытка разработки стандартизированной документации по свопам была предпринята Ассоциацией британских банкиров (*British Bankers' Association*), которая в 1985 г. опубликовала рекомендуемые ею **условия процентных свопов** (*BBA standard for interest rate swaps — BBAIRS*) [2]. Эти условия предназначались для краткосрочных (до двух лет) сделок между банками на лондонских рынках. Условия *BBAIRS* удобны в том отношении, что единственной документацией, подлежащей согласованию между двумя сторонами свопа, является простое подтверждение соответствия условий сделки условиям *BBAIRS*. Хотя довольно скоро недостаточность этих условий стала очевидной (например, они не дают права продажи свопа другой стороне с согласия контрагента), они, тем не менее, продолжают использоваться и в настоящее время на лондонском рынке британскими участниками, специализирующимися на краткосрочных сделках.

Поскольку условия *BBAIRS* оказались малоприменимыми для компаний, базирующихся в США и в странах континентальной Европы, **Международная ассоциация дилеров по свопам** (*International Swap Dealers Association — ISDA*)* разработала для всех участников сделок «своп» более универсальные формы стандартной документации. Основные этапы разработки этой документации приведены ниже:

1985–1986 гг. — кодексы стандартных формулировок, допущений и условий по свопам (*ISDA Codes of Standard Wording, Assumptions and Provisions for Swaps*);

1987 г. — соглашение об основных условиях процентных свопов (*ISDA Interest Rate Swap Master Agreement*); **соглашение об основных условиях процентных и валютных свопов** (*ISDA Interest Rate and Currency Exchange Master Agreement — 1987 Master*), а также свод терминов в сфере процентных ставок и валютного обмена (*ISDA Interest Rate and Currency Exchange Definitions*);

1988 г. — налоговые положения для соглашений *ISDA* об основных условиях свопов от 1987 г.;

1989 г. — специальные положения о процентных кэпах, колларах и флорах для соглашений *ISDA* об основных условиях свопов от 1987 г.;

1990 г. — специальные положения об опционах для соглашений *ISDA* об основных условиях свопов;

* В настоящее время эта организация называется Международной ассоциацией по свопам и производным (*International Swap and Derivatives Association — ISDA*).

1991 г. — новый свод терминов (*ISDA Definitions*) взамен предыдущего свода терминов от 1987 г.

1992 г. — **типовое соглашение ISDA об основных условиях свопов** (*ISDA Master Agreement — 1992 Master*), представляющее собой исправленное и дополненное соглашение от 1987 г.; типовое соглашение об основных условиях свопов в одной валюте/юрисдикции (*single currency/jurisdiction Master Agreement*) и определения терминов при сделках с валютными опционами (*FX & Currency Options Definitions*).

1993 г. — руководство по применению соглашения ISDA об основных условиях свопов; свод терминов, используемых в сделках с производными инструментами на товары (*ISDA Commodity Derivatives Definitions*).

1996 г. — свод терминов, используемых в сделках с производными инструментами на фондовые активы (*ISDA Equity Derivatives Definitions*)

1997 г. — форма подтверждения по сделкам с кредитными свопами* (*Confirmation of OTC Credit Swap Transaction*).

1999 г. — свод терминов, используемых в сделках с кредитными производными инструментами (*1999 ISDA Credit Derivatives Definitions*); обновленная форма подтверждения по сделкам со свопами на дефолт.

2001 г. — форма дополнения к типовому соглашению ISDA об основных условиях свопов 1992 г. (*Form of Amendment to 1992 ISDA Master Agreement*).

2002 г. — новая редакция типового соглашения ISDA об основных условиях свопов (*2002 ISDA Master Agreement*), которое теперь распространяется на сделки в разных валютах и юрисдикциях (*multicurrency — cross-border*), включая новую форму подтверждения к соглашению (*Schedule to the 2002 ISDA Master Agreement*); новый свод терминов, используемых в сделках с производными инструментами на фондовые активы (*2002 ISDA Equity Derivatives Definitions*) взамен предыдущего свода терминов от 1996 г.

2003 г. — новая редакция свода терминов, используемых в сделках с кредитными производными инструментами (*2003 ISDA Credit Derivatives Definitions*).

Первоначальные попытки ISDA по стандартизации документации по сделкам со свопами столкнулись с трудностями, связанными с тем, что неустойчивость конъюнктуры рынка затрудняла осуществление такой унификации. Вследствие этого процесс изучения сторонами документации все еще оставался длительным, несмотря на возможность выбора стандартов из кодекса ISDA от 1985 г.** Для ускорения этого процесса ISDA разработала в 1986–1987 гг. два типовых соглашения об основных условиях свопов. Первое из них, известное как *соглашение об основных условиях процентных свопов****, было предназначено только для сделок в одной юрисдикции, выраженных в долла-

* Эта документация не распространяется на свопы, в которых являются государственные облигации.

** Кодекс ISDA стандартных формулировок, допущений и условий по свопам представлял собой указатель стандартных условий, которые стороны по свопу могут выбрать, чтобы сформулировать соглашение об основных условиях всех свопов, заключаемых в течение оговоренного срока.

*** Соглашение об основных условиях процентных свопов на доллары США было разработано в качестве дополнения к пересмотренному и дополненному изданию кодекса ISDA от 1986 г.

рах США. Второе соглашение, вскоре ставшее отраслевым стандартом, было разработано лондонским отделением *ISDA* и предназначалось для операций с процентными и валютными свопами в разных валютах и юрисдикциях. Документация *ISDA* первоначально была разработана только для свопов, но в настоящее время сфера ее действия распространяется и на другие производные инструменты: опционы, кэпы и флоры, соглашения о будущей процентной ставке, а также кредитные производные инструменты.

7.4.2. Типовое соглашение *ISDA* об основных условиях свопов 1992 г.

Рассмотрим принятое *ISDA* в 1992 г. типовое соглашение об основных условиях свопов (1992 *Master Agreement*)*, фактически являющееся шаблоном положения о свопе**. Соглашение об основных условиях свопов может быть использовано сторонами для регулирования всех будущих сделок, для чего к основному тексту соглашения прилагается сравнительно простой подтверждающий документ. Такое соглашение позволяет сторонам рассматривать все сделки друг с другом как одну сделку, что облегчает определение требований и обязательств одной из сторон по различным сделкам, охватываемым соглашением, в случае если контрагент оказывается неплатежеспособным.

Типовое соглашение об основных условиях свопов состоит из двух основных частей. Первая часть — основной текст соглашения (собственно *Master Agreement*) — в ней подробно излагаются условия соглашения, а вторая часть представляет собой специальное **добавление** (*schedule*), в котором отдельные стандартные условия могут быть конкретизированы, изменены или добавлены. Кроме того, к данному соглашению прилагается форма **подтверждения** (*confirmation*), направляемого в виде отдельного документа, оговаривающего отдельные условия каждой сделки.

Соглашение о свопе по своей форме не отличается принципиально от любого другого договора об уплате денег или поставке активов. В соглашении о свопе можно выделить три категории статей:

- **основные обязательства и необходимые механизмы** (*fundamental obligations and necessary mechanics*) — положения, определяющие финансовые обязательства каждой из сторон и любые условия, предшествующие возникновению этих обязательств. Эти положения являются единственно существенными для выполнения соглашения о свопе;

* В 2002 г. *ISDA* разработала новую редакцию типового соглашения (2002 *ISDA Master Agreement*), которая основывается на тексте предыдущего соглашения от 1992 г. и распространяется на сделки в разных валютах и юрисдикциях. Основные изменения касаются порядка определения ущерба и взаиморасчетов сторон в случае досрочного прекращения действия соглашения. Кроме того, вводится дополнительное событие, ведущее к досрочному прекращению действия соглашения, — форс-мажор, а также сокращен льготный период в ряде случаев наступления дефолта.

** Полный текст типового соглашения от 1992 г. находится в открытом доступе в Интернете по адресу: <http://www.isda.org>. Комментарии к типовому соглашению от 1992 г. приведены в [7], анализ отдельных аспектов соглашения содержится также в [9]

- **основные контрактные и кредитные положения** (*fundamental contractual and credit provisions*) содержат представления сторон и обязательства, принимаемые ими на себя (в отличие от положений, относящихся к самой сделке), а также положения о кредитной поддержке (обеспечении или гарантиях по сделке), условиях дефолта и досрочного расторжения соглашения и последствиях этих событий;
- **стандартная форма контракта** (*contractual boilerplate*) определяет законодательство, под действие которого подпадает данное соглашение, ограничения по переуступке прав и требований, расходы сторон и т. д. Хотя важность этих оговорок трудно отрицать, их отсутствие не ведет к недействительности соглашения, однако его интерпретация и исполнение могут столкнуться с трудностями.

Разделы типового соглашения об основных условиях свопов отражают следующие аспекты сделки: интерпретация (*interpretation*), обязательства (*obligations*), представления (*representations*), соглашения (*agreements*), случаи невыполнения обязательств и прекращения действия соглашения (*events of default and termination events*), досрочное прекращение действия соглашения (*early termination*), перевод средств (*transfer*), определения (*definitions*) и прочие стандартные условия коммерческих соглашений. Характерно, что соглашение содержит условие многофилиальности (*multibranch parties*), по которому стороны могут назвать любой из своих филиалов, указанных в добавлении, как имеющий право заключать своп на базе соглашения об основных условиях свопов.

При заключении сделок на основе типового соглашения от 1992 г. стороны должны обозначить свой выбор в отношении следующих условий (обычно оговариваемых в добавлении к соглашению):

- Существуют ли какие-либо «специально оговоренные юридические лица» (*specified entities*)?
- Применяется ли положение о «перекрестном» невыполнении обязательств (*cross default*)? Если да, то что будет «пороговой суммой» (*threshold amount*) и каков будет «оговоренный размер задолженности» (*specified indebtedness*)?
- Применяются ли положения о «кредитном событии в результате слияния» (*credit event upon merger*) только к одной либо к обоим сторонам?
- Возможно ли автоматическое расторжение соглашения?
- Как и в какой валюте рассчитываются платежи при досрочном расторжении соглашения?
- Существуют ли какие-либо дополнительные условия расторжения соглашения?
- Какое из «налоговых представлений» (*tax representations*) используется каждой из сторон?
- Какие документы, когда и какой стороне должны быть доставлены?
- Существуют ли документы, подтверждающие наличие «кредитной поддержки» (*credit support*), и лица, обеспечивающие такую поддержку (*credit support providers*)?

- Какому законодательству подчиняется сделка?
- Когда применяется зачет взаимных требований по платежам (*payment netting*)?

Рассмотрим более подробно некоторые из перечисленных выше разделов типового соглашения ISDA об основных условиях свопов от 1992 г.

Наиболее важным положением в разделе «интерпретация» является то, что если возникают противоречия между различными составляющими соглашения (основным текстом, добавлением и подтверждением), то большим приоритетом обладает подтверждение, затем добавление, а потом все оставшиеся положения основного текста соглашения.

Соглашение определяет два вида обязательств: по **платежам** (*payments*) и по **поставке** (*delivery*). Платежи производятся в определенное время и определенной сумме на счет, указанный в подтверждении либо соглашении. Поставка производится с целью получения ценных бумаг контрагентом в указанную дату и принятым для соответствующего обязательства способом, если иное не оговорено в подтверждении или соглашении. Изменение номера счета для получения платежей или поставки активов производится с уведомления контрагента не менее чем за пять рабочих дней (по местному календарю).

Зачет встречных требований путем новации (*netting by novation*)* автоматически производится в отношении платежей в одной валюте, относящихся к одной операции, подлежащих исполнению в один и тот же день. При этом стороны могут зачитывать платежи, относящиеся к двум и более различным операциям, которые подлежат исполнению в один и тот же день и в одной валюте (это должно быть оговорено в добавлении или подтверждении).

Еще одним важным аспектом являются **налоги, удерживаемые у источника**. В соответствии с соглашением, все платежи по свопам производятся без каких-либо удержаний и вычетов налогов, кроме тех, которые подлежат уплате в соответствии с законодательством или требованиями налоговых органов. Если же сторона-плательщик обязана удерживать данные налоги, то ей необходимо срочно уведомить об этом получающую сторону, уплатить требуемые налоги или произвести требуемые вычеты, направить документы об уплате налога сто-

* С юридической точки зрения выделяют два вида неттинга: неттинг путем новации и «неттинг по закону». **Неттинг путем новации** (*netting by novation*) означает заключение сторонами нового соглашения, которое заменяет все неурегулированные взаимные обязательства одним «чистым» обязательством, подлежащим уплате нетто-дебитором. **«Неттинг по закону»** (*netting by law*) означает, что в тех странах, где контрагенты зарегистрированы и осуществляют свою деятельность, законодательство о банкротстве признает неттинг либо как право, автоматически возникающее на основании законов, либо как особый договор, заключенный между сторонами. В зависимости от количества контрагентов различают **двусторонний** (*bilateral*) и **многосторонний** (*multilateral*) неттинг. В России термин «неттинг» используется для обозначения зачета встречных однородных обязательств и требований по ценным бумагам и денежным средствам, который может осуществляться только на организованных рынках ценных бумаг лицензированной клиринговой организацией в рамках многостороннего или централизованного клиринга. Действующее российское законодательство не разрешает проведение неттинга при внебиржевых срочных сделках.

роне-получателю и, если данный налог является «возмещаемым» (*indemnifiable tax*)*, увеличить размер платежа на сумму удержанного налога.

Проценты по просроченной задолженности (*default interest*) начисляются с даты просроченного платежа до назначения или наступления даты досрочного расторжения соглашения по ставке, равной стоимости финансовых ресурсов для стороны-кредитора плюс 1%. В случае задержки поставки соответствующая компенсация должна быть оговорена в подтверждении к соглашению.

Основными представлениями (*basic representations*), отражаемыми в соглашении и подтверждаемыми сторонами при каждом заключении сделки, являются: *юридический статус компании, полномочия, отсутствие нарушений или конфликтов при заключении соглашения, необходимые разрешения и лицензии, а также подтверждение законности и юридической силы обязательств (obligations binding)*, принимаемых на себя сторонами.

В разделе «Договоренности» стороны по соглашению указывают те документы и уведомления, которые более детально описываются в добавлении и подтверждении к соглашению, а также договариваются предоставлять друг другу необходимую информацию, получать все необходимые разрешения для осуществления сделки, соблюдать соответствующие законы, своевременно информировать противоположную сторону о несоответствиях в налоговом представлении получателя платежей и уплачивать гербовый сбор (*stamp tax*).

Событиями, приводящими к дефолту (*default events*), признаются:

- неплатеж в течение трех дней с момента уведомления о просрочке платежа;
- невыполнение прочих обязательств по соглашению в течение 30 дней с даты уведомления (за исключением обязательств о передаче налоговых форм и об уведомлении о неверном налоговом представлении стороны — получателя платежа, нарушение которых отнесено к условиям расторжения соглашения);
- дефолт по кредитной поддержке (*credit support default*);
- неверное представление (*misrepresentation*);
- дефолт стороны по соглашению, лица, обеспечивающего кредитную поддержку, или какого-либо «оговоренного лица» по специально «оговоренной операции» (*default under specified transaction*);
- «перекрестный» дефолт (*cross default*), который вызывается ускоренным наступлением одного или нескольких обязательств, относящихся к

* В добавлении к типовому соглашению указывается, что под «возмещаемым» налогом понимается «любой налог за исключением тех налогов, которые возникают из-за имевшей место в прошлом или существующей в настоящее время взаимосвязи между юрисдикцией государства или налогового органа, вводящего этот налог, и получателем платежа или лица, связанного с получателем, в частности если получатель является гражданином или резидентом страны с данной юрисдикцией либо если получателем является юридическое лицо, постоянно базирующееся на территории, подпадающей под действие данной юрисдикции, или вовлеченное (в прошлом или в настоящее время) в какую-либо хозяйственную деятельность в данной юрисдикции [7, р. 1376].

«оговоренной задолженности», размер которой превышает определенную в добавлении «пороговую сумму», или неисполнением одного или нескольких таких обязательств в момент погашения или выплаты процентов. Эти обязательства могут нести как стороны по договору, так и любое специально оговоренное лицо, обеспечивающее кредитную поддержку, либо иное специально оговоренное лицо*:

- любые действия, относящиеся к банкротству, признанию неплатежеспособным, добровольной или принудительной ликвидации, назначению внешнего управления в отношении одной из сторон по соглашению, лица, обеспечивающего кредитную поддержку, или специально оговоренного лица;
- слияние стороны по соглашению или лица, обеспечивающего кредитного поддержку, без принятия правопреемником обязательств по соглашению (*merger without assumption*).

Событиями, приводящими к расторжению соглашения (*termination events*), признаются:

- изменение законодательства, которое делает исполнение обязательств по соглашению незаконным (*illegality*);
- изменение в налоговом законодательстве (*tax event*) или любое действие со стороны государственных налоговых органов, вероятными следствиями которого будет являться необходимость соответствующего увеличения (*gross up*) плательщиком суммы следующего платежа по соглашению либо получения одной из сторон только чистой суммы платежа (т. е. после удержания налога), в то время как противоположная сторона не несет обязательств по увеличению платежей на сумму удерживаемых налогов;
- обязательство по увеличению платежей на сумму удерживаемых налогов, возникающее в результате слияния одной из сторон;
- существенно более низкая кредитоспособность организации-правопреемника, образованной в результате слияния или консолидации стороны по договору, лица, обеспечивающего кредитную поддержку, или иного специально оговоренного лица**;
- дополнительные события, указанные в добавлении или подтверждении к соглашению (*additional termination event*)***.

Общей отличительной чертой всех перечисленных событий является то, что они обусловлены внешними факторами, не зависящими от действий участников соглашения, и происходят после заключения сделки.

* Это условие является дополнительным и должно быть указано в добавлении к основному тексту соглашения.

** Это условие является дополнительным и должно быть указано в добавлении к основному тексту соглашения.

*** В новой редакции типового соглашения ISDA от 2002 г. перечень событий, приводящих к досрочному прекращению действия соглашения, дополнен форс-мажором (*force-majeure*).

Право на **досрочное расторжение соглашения** (*early termination*) сторона получает вследствие дефолта другой стороны либо иного оговоренного события, приводящего к расторжению соглашения. Характерно, что в случае дефолта одной из сторон противоположная сторона может направить ей уведомление о досрочном прекращении действия соглашения в срок от 1 до 20 дней с момента объявления дефолта. Если же в добавлении к соглашению есть оговорка об *автоматическом досрочном расторжении* соглашения, то при наступлении одного или нескольких оговоренных событий, связанных с банкротством, соглашение прекращает свое действие на основе *взаимозачета требований сторон до того, как оно подпадет под действие законодательства о банкротстве*.

При досрочном расторжении соглашения порядок осуществления компенсационных выплат будет различным в зависимости от типа события, приведшего к прекращению действия соглашения (банкротство одной из сторон или какое-либо иное из рассмотренных выше условий расторжения соглашения). Типовое соглашение предлагает на выбор сторон два альтернативных расчетных показателя: «рыночная котировка» (*market quotation*) и «убыток» (*loss*)*, а также два альтернативных метода осуществления расчетов: «односторонний» (выплаты производятся только неплатежеспособной стороной) и «двусторонний» (выплаты могут осуществляться как стороной, объявившей дефолт, так и платежеспособной стороной в зависимости от того, кто из них признается нетто-дебитором). «По умолчанию» в случае дефолта одной из сторон применяется второй из указанных методов осуществления расчетов, при этом в качестве расчетного показателя используется рыночная котировка**. При наступлении иного (чем дефолт) события, приводящего к досрочному расторжению соглашения, в случае если затронутой оказывается только одна из сторон, компенсационные выплаты осуществляются аналогично предыдущему случаю по второму (двустороннему) методу с использованием рыночной котировки или *убытка по всем заключенным между сторонами сделкам* в качестве расчетного показателя. Если же такое событие затрагивает одновременно обе стороны, то в этом случае также используется второй метод осуществления компенсационных выплат***.

* В новом типовом соглашении ISDA от 2002 г. вместо этих двух показателей вводится единый показатель ущерба — ликвидационная сумма (*close-out amount*).

** Уплате подлежит расчетная стоимость свопа, определяемая платежеспособной стороной, плюс размер задолженности стороны, объявившей дефолт, за вычетом размера задолженности неплатежеспособной стороны. При положительном (отрицательном) значении полученной суммы платеж в размере ее абсолютной величины осуществляется стороной, объявившей дефолт (платежеспособной стороной) соответственно.

*** При использовании рыночной котировки компенсационная сумма определяется как половина от разности между значениями расчетной стоимости свопа, определенными каждой из сторон, плюс размер задолженности стороны с меньшей оценкой стоимости свопа (X) за вычетом размера задолженности стороны с большей оценкой стоимости свопа (Y). При использовании убытка как расчетного показателя размер компенсационной выплаты составит половину от разности между суммой убытка стороны Y и убытком стороны X. В обоих случаях, если полученная величина оказывается положительной, платеж в размере ее абсолютной величины производится стороной X в пользу стороны Y и обратное в противном случае.

7.4.3. Риски использования типового соглашения об основных условиях свопа

Использование типовых соглашений при сделках со свопами может привести к целому ряду нежелательных последствий.

Во-первых, существует риск невключения существенных условий в стандартное соглашение, следствием чего может стать отсутствие согласованной документации перед совершением сделки. В условиях динамичного развития внебиржевого рынка производных финансовых инструментов отсутствие не только четких юридических стандартов, но и, зачастую, прецедентов, приводит к невозможности учета в типовом соглашении отдельных аспектов, особенно связанных с нестандартными операциями, и внесения соответствующих изменений в документы. Единственным решением этой проблемы может стать лишь **экспертное заключение юриста** (*legal opinion*) о возможных последствиях такой сделки.

Во-вторых, риск может возникнуть из-за слишком большой приверженности сторон стандартному соглашению, следствием чего может стать, в частности, игнорирование различий в кредитоспособности участников сделки.

Существует еще одна распространенная проблема, связанная с отражением в документации поправки о переоценке финансового инструмента по рыночной стоимости (*mark-to-market*) в том виде, в котором это устроило бы обе стороны. Типовое соглашение об основных условиях свопа от 1992 г. содержит описание механизма переоценки, применяющегося в большинстве случаев. Этот механизм предполагает обращение за переоценкой к третьей стороне, именуемой **справочным маркет-мейкером** (*reference market maker*), при этом котировки должны учитывать имеющиеся у сторон документы о кредитной поддержке. В тех ситуациях, когда переоценка по рыночной стоимости должна производиться с определенной периодичностью (например, ежемесячно, еженедельно или ежедневно), эта функция может быть возложена только на одну из сторон, а другой стороне предоставляется право обращаться в любой момент за подтверждением правильности переоценки к третьей стороне (маркет-мейкеру).

Переоценка свопа по рыночной стоимости означает, что платежи по свопу могут производиться как денежными средствами (*absolute payments*), так и посредством ценных бумаг или «маржевого» обеспечения (*payments by way of security*). В связи с этим необходимо учитывать возможные налоговые последствия применяемого метода переоценки. В частности, при использовании первого метода необходимо четко определить, являются ли платежи подлежащими налогообложению или уменьшающими налогооблагаемую базу, а также возможна ли их переквалификация по законодательству в платежи ценными бумагами. Второй из указанных методов может быть сопряжен с необходимостью уплаты гербовых сборов при сделках с ценными бумагами в некоторых юрисдикциях, проблемами с юридической правомочностью передачи/получения ценных бумаг некоторыми организациями (например, местными властями) и т. д.

Наконец, одним из важнейших условий типового соглашения о свопе является возможность зачета встречных требований сторон. Действительно, в отсутствие неттинга в случае начала процедуры банкротства одной из сторон все незавершенные сделки с производными инструментами будут досрочно

прекращены, и задолженность контрагентов перед компанией-банкротом по расторгнутым сделкам будет немедленно предъявлена к уплате. Все полученные от дебиторов платежи поступают в конкурсную массу, из которой затем будут осуществляться выплаты кредиторам в соответствии с очередностью. При такой процедуре по крайней мере некоторые кредиторы могут понести потери, если стоимости конкурсной массы недостаточно для удовлетворения всех требований в полном объеме. Предположим, что банк заключил два валютных свопа с компанией, объявившей о своем банкротстве до истечения срока сделок. Пусть на момент дефолта текущая стоимость свопов для банка составляет 90 тыс. долл. и -75 тыс. долл. соответственно. В момент объявления контрагентом банкротства банк погашает свою задолженность перед ним в размере 75 тыс. долл. Если принять уровень восстановления задолженности для кредиторов данной очереди равным 40%, то это значит, что из 90 тыс. долл. номинальной стоимости долга банк получит только 36 тыс. долл. Таким образом, положительная текущая стоимость портфеля свопов, равная $90 - 75 = 15$ тыс. долл., оборачивается убытком в размере $36 - 75 = -39$ тыс. долл. При наличии же соглашения о двустороннем взаимозачете требований и обязательств банк оказался бы нетто-кредитором на сумму $90 - 75 = 15$ тыс. долл. и при том же уровне восстановления задолженности смог бы выручить $15 \times 40\% = 6$ тыс. долл. при безвозвратных потерях в 9 тыс. долл.

Использование неттинга как механизма снижения подверженности кредитному риску несет в себе следующие основные риски:

- риск противоречия законодательства о банкротстве, действующего в стране базирования одной из сторон, и стандартного соглашения о свопе в части применения положений о расторжении соглашения. Основной сложностью в этом случае является то, может ли одна сторона прибегнуть к оговорке об автоматическом прекращении соглашения до того момента, как другая сторона будет официально признана банкротом, и имеется ли у кредитора по свопу при отсутствии оговорок об автоматическом расторжении соглашения возможность воспользоваться своими правами по расторжению сделки после признания контрагента неплатежеспособным;
- риск конфликта положения о взаимозачете с принципом равенства прав кредиторов одной очереди в случае банкротства;
- риск конфликта между положением о взаимозачете и специальных правовых норм, регулирующих деятельность финансовых учреждений, в частности банков;
- риск недействительности контрактов, предусматривающих ограничения двусторонних платежей (*limited two-way payments*) в момент их расторжения;
- риск того, что ликвидационная комиссия или конкурсный управляющий могут исполнять только прибыльные контракты из портфеля свопов.

Первой страной, серьезно продвинувшейся в деле законодательного урегулирования этих спорных вопросов, были США, где с принятием Закона о реформе финансовых институтов, поддержке и исполнении в 1989 г. и последующих поправок в Кодекс о банкротстве были введены в действие общие

принципы проведения взаимозачетов. Они позволили внести определенность, необходимую участникам сделок «своп» в отношении их прав в случае неплатежеспособности контрагента по сделке, базирующегося в США.

Так, свопы были исключены из числа соглашений, в которых предусматривается автоматическое приостановление исполнения прав против стороны, признанной неплатежеспособной, что дало стороне-кредитору возможность исполнять положения о прекращении соглашения. Кроме того, были признаны права на реализацию неплатежеспособной стороной обеспечения по сделке (*collateral*), а также на осуществление взаимозачета взаимных требований, предусмотренного документами по сделкам «своп».

В других странах законодательные органы пока не выработали аналогичные нормы, однако определенный прогресс в этом направлении все же наблюдается. Так, например, в Австралии разрабатываются изменения в законе о корпорациях с тем, чтобы оно не противоречило положениям о расторжении соглашений о свопе.

В 1996 г. Базельским комитетом по банковскому надзору были приняты дополнения к Соглашению по капиталу 1988 г. [5]. В соответствие с ними допускается двусторонний взаимозачет взаимных требований, или неттинг (*bilateral netting*), при расчете достаточности капитала банков, заключающих сделки «своп»*. В то же время такой порядок будет разрешен национальными органами надзора только при условии, что использующие взаимозачет банки представят письменное юридическое обоснование того, что в случае судебного разбирательства их требования и обязательства будут признаны соответствующими административными и судебными органами равными чистой сумме, полученной в результате взаимозачета, в соответствии:

- с законодательством страны, в которой инкорпорирована сторона по сделке (если сделка состоялась с филиалом иностранного банка — также и с законодательством страны, в которой расположен этот филиал);
- с законодательством, регулирующим отдельные сделки;
- с законодательством, регулирующим любой другой контракт или соглашение, необходимое для осуществления взаимозачета.

7.4.4. Международное регулирование рынков производных финансовых инструментов

Особенностью сделок со свопами является то, что их практика сложилась ранее появления соответствующего законодательства, поэтому юридическое регулирование фактически представляет собой регулирование условий рынка. Можно выделить два основных подхода к регулированию операций «своп»: изменение действующих правил вследствие опыта, накопленного участниками рынка (*саморегулирование*), и введение новых правил и норм по инициативе регулирующих органов (*«внешнее» регулирование*). Наиболее ярким примером первого подхода может служить **Федеральный закон США о реформе финансовых институтов, поддержке и исполнении** от 1989 г. (*Financial Institution Reform, Recovery and Enforcement*

* См. также п. 9.2.2.

Акт — *FIRREA*), а также поправки в Кодекс США о банкротстве, внесенные в июне 1990 г. В Великобритании в рамках этого подхода были выработаны принципы налогообложения операций со свопами, определены права различных юридических лиц, в том числе государственных предприятий по участию в сделках «своп» и отменены гербовые сборы и прочие налоги при регистрации таких сделок. Примером второго подхода являются международные требования к достаточности капитала в части, касающейся операций со свопами и другими производными, разработанные Базельским комитетом по банковскому надзору [5].

Главным недостатком внешнего регулирования является то, что вводимые ограничения могут препятствовать развитию новшеств, присущих бурно развивающемуся рынку производных инструментов. Кроме того, для устранения возможных несоответствий, возникающих в разных юрисдикциях, необходима международная координация регулирования финансового рынка. В качестве примера успешной координации такого рода может служить Базельское соглашение по капиталу 1988 г. [10] и разрабатываемое в настоящее время Новое Базельское соглашение по капиталу [15].

Основной целью государственного регулирования рынка операций со свопами, как, впрочем, и любого другого финансового рынка, является защита интересов инвесторов. В США правовую основу регулирования составляют **Федеральный закон о практике торговли срочными контрактами** от 1992 г. (*Future Trading Practices Act*) и **правила операций со свопами** (*swap rules*), разработанные Комиссией по срочной биржевой торговле (*Commodity Future Trading Commission — CFTC*) от 1993 г. Эти правила были разработаны с целью полностью «вывести» профессиональных участников рынка производных инструментов из-под сферы действия **Закона о товарных биржах** (*Commodity Exchange Act*), если заключаемые ими внебиржевые сделки характеризуются четко определенными признаками (в частности, соглашение о свопе не может быть частью другого соглашения; кроме того, главным условием заключения сделки объявляется требование платежеспособности сторон). Специальные органы, регулирующие рынки производных финансовых инструментов, имеются также в Великобритании (*Securities and Futures Authority — SFA*), Австралии (*Australian Securities Commission*) и некоторых других странах*.

В последние годы в ряде зарубежных стран были приняты нормативные акты, регулирующие рынок кредитных производных инструментов, в том числе кредитных свопов. Так, в США первый пакет соответствующих разъяснений был принят еще в 1996 г., их примеру последовала Канада и такие европейские страны, как Великобритания, Германия и Франция, а в 1999 г. соответствующие нормативные акты выпустили регулирующие органы Гонконга и Сингапура [3].

В заключение отметим, что ввиду постоянного изменения правовой среды и появления все новых типов сделок и инструментов необходимо проводить тщательный анализ требований законодательства стран, в которых находятся контрагенты по внебиржевым сделкам с производными инструментами, с целью минимизации возможных юридических, бухгалтерских и налоговых рисков.

* Обзор некоторых судебных процессов по искам, связанным со сделками с производными финансовыми инструментами в странах прецедентного права — США, Канаде, Австралии и Великобритании — представлен в [13].

Литература

1. ван Грюнинг Х., Козн М. Международные стандарты финансовой отчетности. Практическое пособие. — Вашингтон: Всемирный банк, 1999.
2. Де Ковни Ш., Такки К. Стратегии хеджирования/Пер. с англ. — М.: ИНФРА-М, 1996.
3. Кавкин А. В. Рынок кредитных деривативов — М.: Экзамен, 2001.
4. Рэдхэд К., Хьюс С. Управление финансовыми рисками. — М.: ИНФРА-М, 1996.
5. Amendment to the Capital Accord to incorporate market risks. Basle Committee on Banking Supervision, 1996, January.
6. Bierman H., Jr. Hedge accounting: An exploratory study of the underlying issues//In: Schwartz R. J., Smith C. W., Jr. (eds.) Derivatives handbook: Risk management and control. — N.Y.: John Wiley & Sons, 1997. P. 510–523.
7. Das S. Swap and derivatives financing. — N.Y.: McGraw-Hill, 1994.
8. Fishman A. Hedge accounting for derivatives//Risk Professional. 2000. V. 2. No. 1. P. 33–36.
9. Gay G. D., Medero J. T. The economics of derivatives documentation: Private contracting as a substitute for government regulation//In: Schwartz R. J., Smith C. W., Jr. (eds.) Derivatives handbook: Risk management and control. — N.Y.: John Wiley & Sons, 1997. P. 233–247.
10. International convergence of capital measurement and capital standards. Basle Committee on Banking Supervision, 1988, July, updated to 1997, April.
11. Jorion P. Financial risk manager handbook 2001–2002. — N.Y.: John Wiley & Sons, Ltd., 2001.
12. Sage R. Accounting risk//In: Lore M., Borodovsky L. (eds.) The professional's handbook of financial risk management. — Oxford: Butterworth-Heinemann, 2000. P. 473–490.
13. Schwartz R. J., Smith C. W., Jr. (eds.). Derivatives handbook: Risk management and control. — N.Y.: John Wiley & Sons, 1997.
14. The financial jungle: International taxation of credit derivatives. — PriceWaterhouseCoopers, 1999.
15. The New Basel capital accord. Consultative document. Basle Committee on Banking Supervision, 2003, April.

VIII. Интегрированный риск-менеджмент на уровне предприятия _____

А. А. ЛОБАНОВ

8.1. Введение

Финансовые риски возникли на заре истории вместе с появлением денежного обращения и отношений «заемщик — кредитор». По мере развития финансовых систем спектр рисков постоянно расширялся, однако задача грамотного управления рисками встала необычайно остро для участников финансового рынка, промышленных корпораций, а также государственных регулирующих органов лишь в последние 10–15 лет. В чем же причина столь резкого роста интереса к этой, казалось бы, извечной проблеме?

Характерной особенностью последнего времени стали не собственно банкротства отдельных компаний и банков или кризисы государственных финансов в различных странах, которые случались и раньше, а те *масштабы и быстрота*, с которой они возникают и распространяются. Так, коллапс ссудосберегательных ассоциаций в США длился в течение почти двадцати лет; американский инвестиционный пул *Orange County* менее чем за три года увеличил свои ежемесячные убытки с приемлемых 1,8% до угрожающих 5% от общей суммы депозитов [69], потеряв в общей сложности 1,5 млрд. долл., а для разорения крупного английского банка *Barings* в 1994–1995 гг. понадобилось всего несколько месяцев — его убытки составили около 1,1 млрд. долл. [3]. Еще более быстротечным было разорение хеджевого фонда *Long Term Capital Management (LTCM)**, который в результате кризиса августа 1998 г. потерял 2,1 млрд. долл. (47% от стоимости его активов) за один лишь этот месяц! 21 августа 1998 г. этот фонд понес убытки на сумму 550 млн. долл., а 21 сентября 1998 г. — еще на 500 млн. долл. [56]. Опыт показывает, что в нынешних условиях серия неудачных операций с про-

* Это громкое банкротство стало предметом специального разбирательства в Комитете по банковским и финансовым услугам Сената Конгресса США, которое состоялось 1 октября 1998 г.

изводными инструментами в течение нескольких недель способна привести к катастрофическому ущербу даже для обладающего солидным запасом прочности банка или инвестиционного фонда.

Существует целый ряд факторов, способствующих повышению уязвимости финансовых институтов и все большего числа нефинансовых компаний, главным из которых в настоящее время признается процесс *глобализации* мирового хозяйства. Глобализация, в частности, означает, что национальные экономики оказываются все менее защищенными от влияния экономических кризисов в других странах. Наглядным подтверждением этому может служить кризис на валютных и фондовых рынках стран Юго-Восточной Азии, получивший название «азиатский грипп», волны которого прокатились по всем странам мира во второй половине 1997 г., с особенной силой обрушившись на так называемые «развивающиеся рынки». Глобализация неразрывно связана с тенденцией ко все большему **дерегулированию** (*deregulation*) финансовых рынков, начало которому было положено в США в середине 80-х годов. В процесс дерегулирования все сильнее вовлекаются европейский и азиатские рынки, а также финансовые системы стран с развивающейся и переходной экономикой. Основными направлениями дерегулирования являются отмена ограничений по банковским депозитным ставкам* и комиссионным вознаграждениям для брокеров, а также постепенный допуск коммерческих банков к полноценным операциям на рынках ценных бумаг, в том числе и на срочных рынках. Знаменательной вехой на пути дерегулирования стала отмена Конгрессом США в сентябре 1999 г. известного **закона Гласса–Стигала** (*Glass-Steagall Act*), согласно которому американские банки в течение более 65 лет были разделены на коммерческие и инвестиционные.

Другим не менее важным фактором уязвимости является *бурное развитие рынка производных финансовых инструментов* [3]. Всю массу обращающихся в мире деривативов (многие из которых сами являются производными от других производных финансовых инструментов), многократно превосходящую по стоимости совокупный объем производимых товаров и услуг**, часто сравнивают с перевернутой пирамидой, основывающейся на фундаменте реального производства и практически неограниченно расширяющейся кверху. Эта аналогия позволяет наглядно представить, что даже слабое или незначительное колебание в основании — положении предприятий реального сектора — приводит к значительным сотрясениям «надстройки» — рынка производных инструментов. Эти потрясения, безусловно, оказывают и сильное обратное воздействие на производителей товаров и услуг, которые все чаще используют производные финансовые инструменты не только для хеджирования своих позиций, но и для получения спекулятивной прибыли. Кроме того, возраста-

* Действовавшее до 1986 г. «Правило Q» (*Regulation Q*) устанавливало максимальные уровни процентных ставок по срочным вкладам в банках — членах ФРС, а также запрещало выплачивать проценты по чековым счетам и вкладам до востребования.

** По данным KPMG на начало 2000 г. общий объем обращающихся в мире производных достигал 70 трлн. долл., из них на долю банков приходилось около 36 трлн. долл.

ющая сложность структуры самих производных существенно затрудняет правильную оценку их рыночной стоимости и своевременное предупреждение связанных с ними рисков.

Качественный и количественный рост рынков производных и структурированных финансовых инструментов открыл для его участников невиданные ранее возможности по трансформации различных видов риска в соответствии с их инвестиционными предпочтениями и формированию желаемого «профиля риска». Так, например, процентные свопы и **облигации, обеспеченные залогом активов** (*asset-backed securities — ABS*), используются для «обмена» кредитного риска на рыночный, а **«катастрофические» облигации** (*catastrophic bonds*) и **«производные на погоду»** (*weather derivatives*) дают возможность хеджировать на рынке риск форс-мажорных событий.

Наконец, революционные сдвиги в развитии финансовых рынков были бы невозможны без новых информационных технологий, которые следует рассматривать на уровне как инфраструктуры рынка в целом, так и его профессиональных участников. Развитие средств телекоммуникаций и систем прямого доступа к информации о ходе торгов через Интернет дало возможность инвесторам заключать сделки в режиме реального времени практически на любом рынке из любой точки земного шара. Приход **электронных торговых сетей*** (*electronic communication network — ECN*) резко преобразил внебиржевой финансовый рынок, сделав из него реального конкурента для крупнейших бирж мира. В середине 80-х годов широкое распространение на Западе получила так называемая **«программная торговля»** (*program trading*), при которой компьютер непрерывно отслеживает динамику цен акций, фьючерсов и опционов на фондовый индекс с целью обнаружения ценовых диспаритетов и совершения арбитражных сделок. Обратной стороной программной торговли становится все большая непредсказуемость и неустойчивость рыночных цен. Так, «черный понедельник» 19 октября 1987 г., отмеченный грандиозным биржевым крахом в США, произошел, по мнению многих специалистов, во многом из-за эффекта положительной обратной связи, образовавшейся вследствие неумеренной активности компьютерных программ индексного арбитража [30].

Технологическое оснащение профессиональных участников рынка также продолжает постоянно совершенствоваться и основывается сегодня на таких решениях, как мощные корпоративные системы управления базами данных (СУБД), программные приложения масштаба предприятия, объектно-ориентированное программирование и телекоммуникационные системы интранет/интернет.

Для наглядной иллюстрации цены решений, принимаемых в мире финансов, можно прибегнуть к аналогии из области авиации. В мире сверхзвуковых скоростей задержка в выдаче управляющего воздействия на системы современного истребителя более чем на 400 мс приводит к тому, что самолет выходит из стабильного режима полета и может потерять управление.

* Системы для ввода торговых заявок и отображения котировок, которые обеспечивают взаимодействие трейдеров с традиционным рынком ценных бумаг и обычно регулируются как брокеры/дилеры. Примерами ECN являются такие известные торговые системы, как *Instinet* и *Posit*.

Сегодня в мире международных финансов идут во многом схожие процессы: цены активов могут резко измениться за несколько секунд, сами инструменты становятся все более изощренными, структура инвестиционных портфелей и методы управления ими постоянно усложняются, а возможные убытки могут достигать сотен миллионов долларов. Крупнейшие финансовые институты, активно работающие на международных рынках капитала, уже давно пришли к пониманию того, что для предотвращения угрозы «сваливания в пике» необходима ежедневная, а все чаще и внутридневная количественная оценка возможных потерь по отдельным операциям, клиентам, подразделениям и направлениям деятельности, а также интегральная оценка совокупного риска предприятия.

Такая оценка должна быть достаточно точной, чтобы не выйти за пределы ограничений по капиталу и ликвидным средствам, накладываемых на деятельность банков и инвестиционных компаний со стороны регулирующих органов, кредиторов и клиентов. Знание потенциальных рисков позволяет управляющим направить капитал в те сферы деятельности, которые характеризуются наилучшим соотношением доходности и риска, а также выработать стимулы к взвешенному отношению к рискам со стороны соответствующих служб и ответственных лиц.

Для решения этих сложнейших задач специалистам в области финансовой математики и инженерии потребовалось разработать специальную методологию оценки и управления финансовыми рисками, называемую **финансовым риск-менеджментом** (*financial risk management*), которая постепенно выделилась в самостоятельную прикладную дисциплину.

8.2. Теоретические основания и этапы эволюции финансового риск-менеджмента

Теория и практика финансового риск-менеджмента уходят своими корнями в более широкую и имеющую более длинную историю область «управления риском» (*risk management*), которая в общем контексте называется «теорией принятия решений» (*decision analysis*) и представляет собой дисциплину на стыке статистики, исследования операций, экономики и психологии*.

Следует ли из этого, что финансовый риск-менеджмент является только частным случаем теории принятия решений, приложением ее общих принципов к тем решениям, с которыми сталкиваются банки, инвестиционные компании, фонды и прочие финансовые посредники? Для некоторых случаев это будет довольно близко к истине. Действительно, в финансовом риск-менеджменте можно встретить немало представлений и понятий из теории принятия решений: например, ожидаемая стоимость, склонность к риску и диверсификация. Однако финансовый риск-менеджмент имеет важную особенность, выделяющую его из более широкой области управления риском, а именно использование рыночных цен как главный метод оценки различных видов риска.

* Обсуждение теоретических основ финансового риск-менеджмента основывается на материале из [7]. Более подробный обзор теории принятия решений в условиях риска дан в [25, 27].

Почему же этому придается столь большое значение? В рамках традиционной теории принятия решений зачастую оказывается крайне сложно оценить вероятность исходов и склонность агентов к риску, необходимые для выбора правильного решения. Это сильно затрудняет применение данной теории на практике как отдельными индивидуумами, так и особенно коллективами индивидуумов, имеющих различные точки зрения на объект принятия решения. Данная проблема в значительной степени (хотя и далеко не полностью) разрешена в теории финансового риск-менеджмента, громкий успех которой целиком зиждется на использовании объективных рыночных цен для определения некоторых (но, безусловно, не всех) вероятностей и показателей склонностей к риску. «Рыночный» подход дает гораздо более точные оценки и результаты, чем традиционная теория принятия решений, базирующаяся в основном на экспертных суждениях. Это значительно приблизило финансовый риск-менеджмент к точным наукам, хотя его тесная связь с общественными дисциплинами — экономикой и психологией — сохраняет в нем и немалую долю искусства.

Успехи финансового риск-менеджмента за последние 10–15 лет столь неоспоримы, что его концепции и методы стали активно использоваться в сферах, весьма далеких от финансовых рынков. Наиболее показательным примером может служить подход, получивший название «реальные опционы» (*real options*) [83], в котором стоимость действующих компаний и инвестиционных проектов оценивается как набор (последовательность) условных обязательств с помощью какой-либо из известных моделей ценообразования финансовых опционов*. Очевидно, что эффективность такого подхода будет целиком зависеть от наличия рыночных цен для соответствующих видов нефинансовых рисков. Это необходимое условие в литературе обычно называют наличием «полного» (или близкого к полному) рынка.

Для более глубокого понимания сильных и слабых сторон финансового риск-менеджмента необходимо хотя бы вкратце остановиться на том, как традиционно принимались решения в финансовой сфере в эпоху, предшествовавшую бурному росту финансовых рынков, и что привнесло в этот анализ использование объективных рыночных цен [7]. Здесь нас будут интересовать только инвестиционные решения, т. е. решения о вложении ограниченного объема денежных средств в различные финансовые инструменты или проекты, связанные с риском недополучения дохода.

До 70-х годов XX в. процесс принятия решений в финансовых организациях в условиях неопределенности в той мере, в какой его вообще можно формализовать, был основан на классических представлениях и приемах теории принятия решений. Для этого экспертным путем строились различные сценарии будущих событий, для которых оценивались прогнозные значения денежных потоков, и затем каждому сценарию приписывалась определенная вероятность его осуществления. Если цену денег во времени принять равной безрисковой процентной ставке, то приведенную стоимость рассматриваемого проекта для компании можно представить следующим образом:

* Подробнее о реальных опционах см. [20, 68].

$$PV = \sum_s u \left(\sum_t \frac{CF_{t,s}}{1+r_t} p_s \right), \quad (8.1)$$

где $u(\cdot)$ — функция полезности, определяющая склонность компании к риску;

$CF_{t,s}$ — денежный поток, ожидаемый по сценарию s в момент времени t ;

r_t — ставка дисконтирования в момент времени t ;

p_s — вероятность реализации сценария s : $\sum_s p_s = 1$.

В этом случае основная проблема, очевидно, заключается в определении вероятности реализации сценариев.

Как решает эту проблему классическая теория принятия решений? До XX в. существовало только два подхода: классическая интерпретация вероятности как отношения количества альтернатив к общему числу равновозможных исходов (например, приписывание вероятности, равной $1/6$, выпадению любой из граней обычной игральной кости), сформулированная еще Лапласом и Бернулли, либо эмпирическая трактовка вероятности как относительной частоты наступления данного события, наблюдаемой по большим выборкам (интервалам времени)*.

Основная трудность заключается в том, что классический подход может быть применен только в очень ограниченном числе случаев, в то время как эмпирический не дает однозначного ответа на вопрос, какую именно серию наблюдений нужно выбрать для определения относительной частоты в каждом конкретном случае. Например, как следует оценивать частоту изменения цены акций: непосредственно по их курсовой истории или по прошлым ценам акций предприятий из той же отрасли или страны? Следует ли исключить данные десятилетней давности как явно устаревшие или большая глубина ретроспективы, напротив, только повысит точность оценок? Отсутствие четких критериев, позволяющих дать ответ на эти вопросы, способствовало тому, что специалисты в области теории принятия решений стали склоняться к субъективной интерпретации вероятности как ставки при заключении пари или «степени веры» лиц, принимающих решения, в осуществление тех или иных сценариев.

«Ядро» классической теории принятия решений составляют методики, позволяющие выявить функции полезности и субъективные вероятности у лиц, принимающих решения, в данном случае — у руководителей финансовых учреждений. Однако попытки применить их на практике всякий раз сталкиваются со скрытым сопротивлением менеджеров, крайне неохотно дающих оценки с той степенью определенности и точности, которая требуется для принятия решений. Проблема осложняется еще и тем, что если лицо, принимающее решения, не склонно к риску (его функция полезности вогнута), то оно будет придавать большую значимость очень маловероятным негативным исходам. Сравнительно ред-

* На сегодняшний день выделяют семь различных интерпретаций понятия «вероятность», которые можно условно разделить на четыре группы: классическая, эмпирические, аксиоматические и субъективные. Обзор основных подходов к определению этого понятия дан в [1]. Подробнее об «игровой» трактовке понятия вероятности на финансовых рынках см. [71].

кие события, такие как, например, стихийные бедствия, ведущие к перебоям поставок того или иного вида сырья на мировой рынок, имеющие незначительный вес при расчете ожидаемой полезности, могут получить гораздо больший вес в глазах не склонного к риску менеджера, так как они несут угрозу банкротства для компании. Экспериментально доказано, что практически все люди дают неверные оценки вероятности редких событий, ибо сама их редкость означает недостаток обратной связи, необходимой для коррекции ошибочных суждений.

В результате процесс принятия решений в больших организациях становится сильно политизированным. Отсутствие однозначных критериев для определения вероятностей исходов и функций полезности создает мотивы и возможности для манипулирования ими со стороны лиц, заинтересованных в принятии того или иного решения. Действительно, специалисты, занимающиеся планированием сложного инвестиционного проекта, имеют сильную психологическую и материальную заинтересованность в убеждении остальных в целесообразности реализации данного проекта. В случае если предварительный анализ показывает, что рассматриваемый проект невыгоден для компании, то с помощью простого анализа чувствительности можно легко определить, как следует «откорректировать» значения вероятностей и ожидаемой полезности для того, чтобы проект был признан желательным. Характерно, что лица, заинтересованные в положительном решении, могут быстро убедить себя в правильности вновь выдвинутых предположений, а уровень их полномочий или неформального влияния в организации определяет возможность убеждения других (незаинтересованных) участников процесса принятия решений.

Традиционный анализ решений в финансовой сфере применялся в описанном виде вплоть до 70-х годов XX в., когда начался постепенный переход от субъективистской парадигмы к объективному «рыночному» подходу, т. е. вместо субъективных оценок полезности и вероятности стали использоваться реально наблюдаемые на рынке цены, по которым можно было продать или купить денежные потоки, ожидаемые по каждому из рассматриваемых сценариев. Эта имевшая революционное значение смена подходов произошла под влиянием двух взаимосвязанных тенденций: развития рынка *условных обязательств*, таких как опционы, и появления так называемых «*арбитражных*» методов ценообразования, позволяющих представить сложный финансовый инструмент с различными сценариями выплат через эквивалентную или близкую по структуре платежей комбинацию торгуемых на рынке условных обязательств. Эти тенденции усиливали друг друга, так как благодаря научным достижениям возрастал спрос на торгуемые на организованных рынках условные обязательства как инструменты снижения риска, а появление все большего числа регулярно торгуемых производных инструментов расширяло возможности арбитражных моделей.

Использование обращающихся на биржевых рынках активов и производных инструментов для **синтетического воспроизведения*** (*replication*) более сложных позиций резко снизило необходимость в субъективных оценках вероятностей и

* Инструмент считается **воспроизводимым** (*replicable*), если существует такой портфель обращающихся на рынке активов, стоимость которого к моменту исполнения была бы в точности равна стоимости данного инструмента, а любые изменения структуры портфеля не требовали бы дополнительных издержек [38].

функций полезности, которые теперь были нужны лишь в тех случаях, когда такое воспроизведение не удавалось построить с приемлемой точностью. Это существенно сократило возможности для политизации и манипулирования процессом принятия решений и одновременно привело к росту влияния в финансовых учреждениях специалистов в области математического моделирования, способных осуществлять более объективный анализ инвестиционных решений.

Для иллюстрации отличий арбитражного подхода от сценарного анализа, основанного на функциях полезности, воспользуемся рассмотренной выше нейтральной к риску оценкой стоимости сложного инструмента (8.1), в которой вероятности реализации сценариев получены на основе реальных рыночных цен условных обязательств:

$$PV = \sum_s \left(\sum_t \frac{CF_{t,s}}{1 + r_t} p_s^* \right). \quad (8.2)$$

где p_s^* — объективная вероятность реализации сценария s , рассчитанная на основе рыночных цен; $\sum_s p_s^* = 1$.

Основное отличие выражения (8.1) от (8.2) состоит в отсутствии в последнем функции полезности, поскольку синтетическое воспроизведение инструмента в определенной степени устраняет неопределенность, связанную с субъективной оценкой вероятностей реализации сценариев.

Следует подчеркнуть, что используемые в (8.2) «вероятности» не являются истинными в рамках какой-либо из существующих интерпретаций этого понятия. В частности, они не могут быть признаны субъективными вероятностями, отражающими прогнозы будущего, сделанные каким-либо индивидуумом, или даже усредненное мнение участников рынка. Скорее, они являются просто нормированными весами (их сумма должна быть равна 1), отражающими те значения стоимости, которые можно обеспечить путем хеджирования на биржевом рынке. Иными словами, использование этих значений в качестве оценок вероятностей уместно лишь в той степени, в какой хеджирование торгуемыми* на рынке производными инструментами является действительно возможным.

Считается, что становление финансового риск-менеджмента как самостоятельной области практической деятельности приходится на 1973 г. [58]. Этот год был отмечен тремя событиями, важность которых трудно переоценить: окончательным упразднением Бреттон-Вудской системы фиксированных валютных курсов, началом работы Чикагской биржи опционов (*Chicago Board Options Exchange*) и опубликованием американскими учеными Блэком, Шоулзом [15] и Мертоном [63] ставшей впоследствии знаменитой модели оценки стоимости европейских опционов. Переход к системе свободно плавающих валютных

* Заметим, что само понятие «торгуемого» инструмента не является строго определенным, поскольку ликвидность рынков может значительно варьироваться по глубине (подробнее понятие ликвидности рынка и ее характеристики рассмотрены в п. 4.3). Участники финансового рынка всегда стоят перед выбором: воспроизвести свои позиции более точно с помощью менее ликвидных инструментов либо менее точно, но зато посредством более ликвидных инструментов.

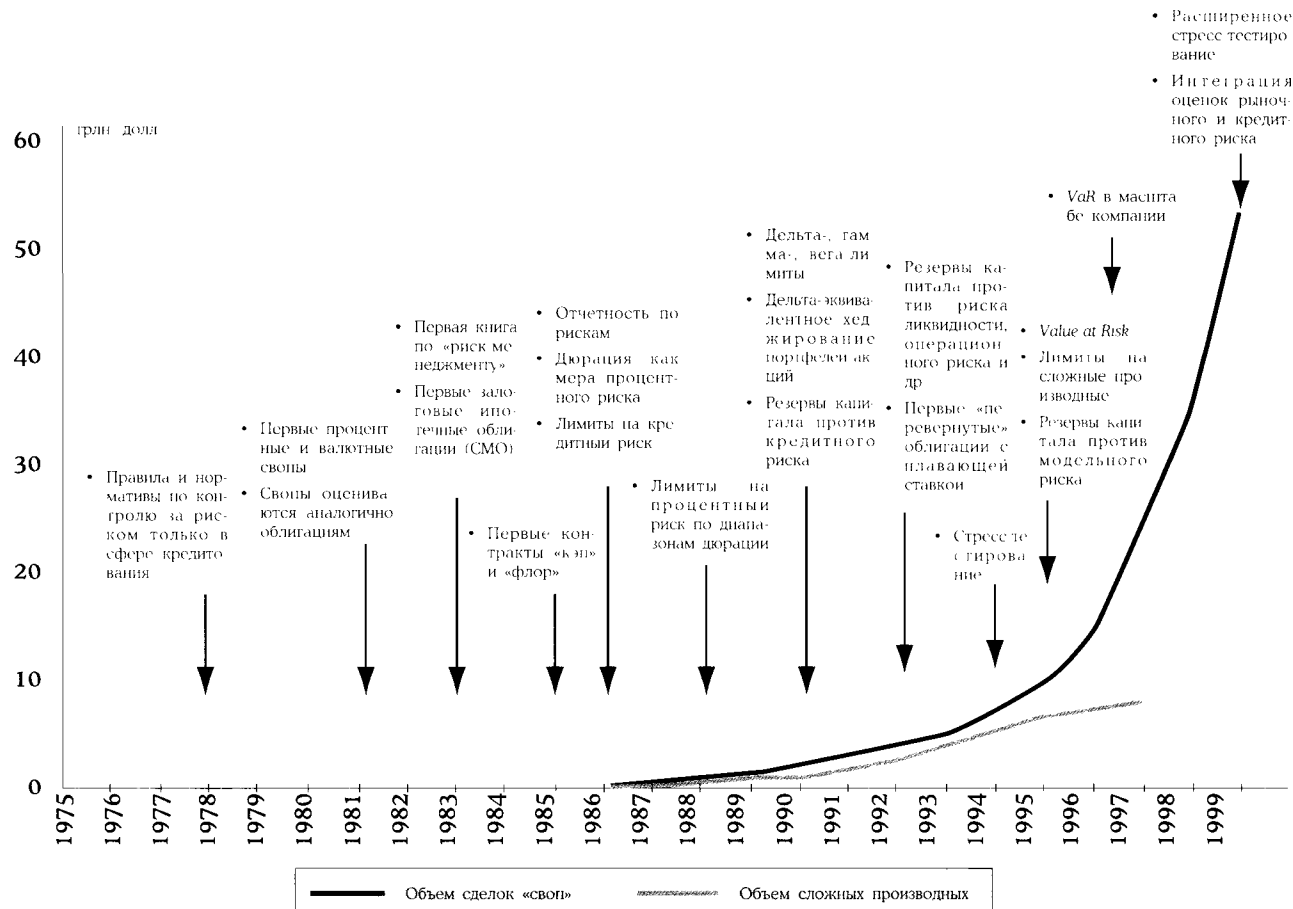
курсов в большинстве развитых стран поставил банки перед ранее не проявлявшейся угрозой потерь из-за резко возросшей волатильности валютных курсов и процентных ставок. Это дало мощный стимул к количественному измерению и управлению валютными и процентными рисками. Чикагская биржа опционов стала первым в мире организованным вторичным рынком опционов (первоначально только опционов на акции, а затем и на различные фондовые индексы)*. До 26 апреля 1973 г. — даты начала функционирования биржи — опционные контракты не были стандартизованными, и сделки по ним заключались только на внебиржевом рынке, ликвидность которого поддерживали несколько дилеров. Стремительный рост использования опционов вывел Чикагскую биржу опционов на первое место в мире по объему торгов опционами и на второе место по обороту среди фондовых бирж США [81]. Работа Блэка и Шоулза, увидевшая свет практически одновременно с созданием биржевого рынка опционов, была принята в качестве теоретической основы для оценки и управления рыночными рисками производных финансовых инструментов.

За последние тридцать лет финансовый риск-менеджмент прошел в своем развитии по крайней мере три «качественных скачка», связанных с появлением и распространением новых подходов к оценке основных видов финансового риска (наиболее заметные события на этом пути отражены на рис. 8.1). Первая и самая значительная революция в этой области произошла в конце 80-х — начале 90-х годов XX в. с появлением *стоимостной меры риска* (*value at risk* — *VaR*). Этот показатель получил широкое признание финансовых институтов, а затем и регулирующих органов после открытия в октябре 1994 г. банком *J. P. Morgan* свободного доступа в Интернет к разработанной им системе *RiskMetrics* и одновременного опубликования подробной технической документации, описывающей методику расчета показателя *VaR*.

Второй «качественный скачок» в развитии финансового риск-менеджмента пришелся на середину 90-х годов. Он был связан с успешным применением подхода к оценке кредитного риска ссудного портфеля, аналогичного концепции *VaR* для рыночного риска. Начало этого этапа обычно ассоциируется с разработкой банком *J. P. Morgan* системы *CreditMetrics*, описание которой было опубликовано в 1997 г. В результате появилась возможность рассчитывать интегральный показатель ожидаемых потерь вследствие рыночного и кредитного рисков в масштабе всего банка, что впервые позволило говорить об «интегрированном» риск-менеджменте.

Наконец, третья «революция» в сфере финансового риск-менеджмента началась в конце 90-х годов и продолжает стремительно набирать темпы в настоящее время. Сущность этого этапа состоит в попытках разработать общий подход к количественной оценке разнообразных операционных рисков в виде стоимостной меры риска — «операционного *VaR*», что позволило бы получить действительно интегральную оценку подверженности основным видам риска в масштабе всего предприятия.

* Следует отметить, что на Чикагской товарной бирже (*Chicago Mercantile Exchange*) уже в 1969 г. начали обращаться биржевые товарные опционы американского типа на определенные сорта лесоматериалов [81].



Источник: CMRA [70].

Рис. 8.1. Основные вехи развития финансового риск-менеджмента

8.3. Парадигма риск-менеджмента на уровне предприятия

Возникновение **риск-менеджмента на уровне предприятия** (*enterprise[-wide] risk management** — *ERM*), или **интегрированного риск-менеджмента** (*integrated risk management* — *IRM*), как новой философии стратегического управления в финансовом бизнесе приходится на середину 90-х годов XX в., что было обусловлено рассмотренными выше факторами, тенденциями и достижениями. Необходимым условием принятия нового взгляда на место риск-менеджмента в общей стратегии управления компанией стала «революция в умах» — пересмотр господствовавшего долгое время в научных и деловых кругах представления о том, что целью риск-менеджмента является *избежание* или *минимизация* принимаемого риска. Если логически последовательно развивать данную точку зрения, то мы приходим к «порочному кругу» риска, подобного тому, что показан на рис. 8.2. Этот замкнутый круг можно разорвать, только если отказаться от исходной посылки о защитной, **«ответной»** (*defensive, reactive*) минимизации принятого риска в пользу активного, **«упреждающего»** (*proactive*) управления им с целью снижения того негативного влияния, которое специфические факторы и циклы рыночной конъюнктуры и вызванные ими кризисы оказывают на всех участников отрасли. Осознание того, что «злом является не риск сам по себе, а только тот риск, который неверно оценен, которым неправильно управляют или который является нежелательным» [70], стало абсолютно необходимой предпосылкой для возникновения концепции интегрированного риск-менеджмента.

Таким образом, главная цель интегрированного риск-менеджмента состоит в *нахождении оптимального соотношения между риском и доходностью в масштабе всей компании*. Объектом анализа и управления в рамках корпоративного риск-менеджмента выступает совокупный или **«интегральный»** риск банкротства** предприятия, который может быть обусловлен проявлением одного или нескольких перечисленных выше видов риска. Количественной мерой «интегрального» риска обычно выступает *волатильность рыночной стоимости предприятия* [54], для оценки которой используют *стандартное отклонение доходности акций* (если они обращаются на фондовом рынке) или *стандартное отклонение рентабельности активов*.

Именно риск банкротства и его последствия в конечном счете интересуют всех: владельцев, управляющих, клиентов, кредиторов и государство в лице регулирующих органов. В финансовом секторе этот интерес особенно пристален, так как банки и инвестиционные компании являются едва ли не самым «непрозрачными», а значит, и рискованными объектами вложений для частных инвесторов. Любое видимое возрастание риска банкротства воспринимается такими инвесторами как сигнал к практически немедленной продаже принадлежащих им акций***. Ввиду этого управление интегральным рис-

* Другое распространенное название — *firm-wide risk management*.

** В целях дальнейшего анализа будем считать, что банкротство происходит только в том случае, когда понесенные убытки превосходят размер собственных средств (капитала) предприятия.

*** Характерно, что в период с июля по сентябрь 1998 г. банковский индекс США (*US Banking Index*) упал на 26% по отношению к более широкому индексу *S&P 500*.



Рис. 8.2. «Порочный круг» риска

ком банкротства предприятия, поддержание его на приемлемом для всех заинтересованных сторон уровне являются чрезвычайно важными именно для банковского сектора.

На практике эта общая цель стратегического управления компанией достигается посредством *определения оптимального соответствия между размером привлекаемого акционерного капитала и принимаемыми рисками*. Корпоративный риск-менеджмент позволяет эффективно решить эту задачу на основе так называемого «портфельного подхода», рассматривающего компанию как набор взаимосвязанных друг с другом направлений бизнеса, характеризующихся различным соотношением ожидаемой доходности и риска. Соответственно, для обеспечения одного и того же уровня подверженности риску каждому подразделению должен быть определен свой размер капитала, а на основе этого рассчитана суммарная потребность компании в капитале с учетом внутренних эффектов диверсификации (подробнее об этом см. п. 8.8). Портфельный подход дает возможность применить апробированные модели диверсификации портфеля ценных бумаг для распределения капитала по направлениям деятельности с целью достижения требуемого соотношения «доходность/риск» в масштабе всей компании.

Главный принцип, лежащий в основе корпоративного риск-менеджмента, заключается в комплексном учете риска на основе *единого и последователь-*

но применяемого подхода при принятии решений в трех основных сферах процесса корпоративного управления:

- *стратегическом планировании* (вход и выход из отрасли, расширение/сокращение присутствия на рынке, долевое участие в инвестиционных проектах и т. д.);
- *ценообразовании* финансовых услуг и инструментов;
- *оценке результатов деятельности* руководителей функциональных подразделений и высшего руководства компании.

Успешная реализация концепции интегрированного риск-менеджмента возможна только при взаимодействии трех ключевых составляющих:

- 1) организационного сопровождения;
- 2) методологического обеспечения, включающего:
 - количественную оценку подверженности риску;
 - расчет экономического эффекта (EVA, SVA) и эффективности (RAROC) с учетом риска;
 - проверку на устойчивость (стресс-тестирование);
- 3) информационно-аналитических систем.

В этой главе мы рассмотрим более подробно первые два из указанных аспектов интегрированного риск-менеджмента.

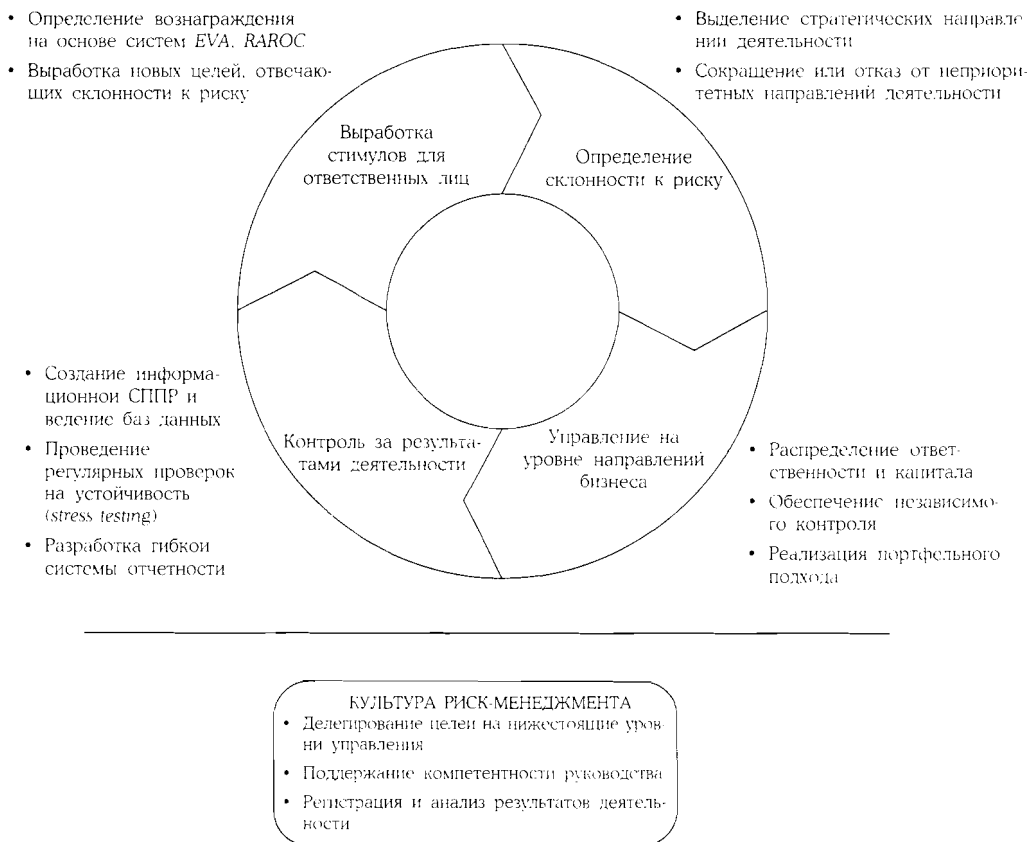
8.4. Организационное сопровождение

По аналогии с известным «колесом менеджмента», отражающим последовательность выполнения основных функций управления в организации, базовые функции управления рисками в масштабе предприятия можно наглядно представить в виде замкнутого цикла — «**колеса риск-менеджмента**» (рис. 8.3).

Как следует из рисунка, управление рисками на уровне предприятия включает в себя четыре основные функции:

- 1) определение склонности к риску и выбор «профиля риска» (стратегии) организации по видам деятельности и географическим регионам;
- 2) управление профилем риска на уровне отдельных направлений деятельности;
- 3) создание информационной системы поддержки принятия решений (СППР) для руководителей высшего и среднего звена, позволяющей контролировать ход деятельности и оценивать ее результаты;
- 4) внедрение системы оценки результатов деятельности ответственных лиц, которая создавала бы действенные стимулы к отказу от неприемлемого и неприбыльного риска.

Процесс риск-менеджмента начинается с определения *отношения организации к риску*, или, как его часто называют, «**склонности к риску**» (*risk tolerance*, *risk appetite*). На практике в это понятие вкладывается скорее описательный,



Источник: [54]

Рис. 8.3. «Колесо риск-менеджмента»

качественный, нежели количественный смысл*, и поэтому оно может трактоваться по-разному: от прямой формулировки в виде миссии фирмы, качественно выражающей отношение к риску [41], до перечисления желательных или нежелательных сфер деятельности в понимании конкретной организации. Так, по критерию склонности к риску всех специализированных финансовых посредников можно расположить на условной оси, крайние положения на которой занимают самые рискованные (например, хеджевые фонды) и самые консервативные учреждения (пенсионные и страховые фонды) соответственно. В зависимости от того, к какому из этих двух «полюсов» объективно тяготеет рас-

* Хотя в теории функций полезности склонность индивидуума к риску однозначно определяется выпуклостью его функции полезности (см. п. 11.3.2), выявить эту функцию на практике в случае больших коалиций агентов (организаций) весьма сложно.

смаатриваемая организация по свойству проводимых операций, будет зависеть ее характеристика как «склонной» к риску или «избегающей» риска.

Однако в реальности многие финансовые институты, такие как крупные коммерческие банки и инвестиционные компании, занимаются одновременно несколькими видами деятельности, характеризующимися совершенно разным уровнем риска, что значительно усложняет интегральную оценку их склонности к риску. Следует помнить, что склонность к риску в конечном счете определяют не управляющие (агенты), а собственники (принципалы), делая это косвенно, через требуемую ими доходность на вложенный капитал. Чем выше требуемая доходность, тем на больший риск должны быть готовы пойти управляющие ради исполнения ожиданий владельцев капитала (однако это не всегда совпадает с интересами других заинтересованных сторон — кредиторов, государства, да и нередко самих менеджеров). Со временем склонность к риску может быть пересмотрена руководством организации в зависимости от достигнутых результатов развития и изменений внешней среды.

Формулирование склонности организации к риску является не самоцелью, а необходимым условием для определения круга приоритетных, или *стратегических*, направлений деятельности и отказа от прочих, нестратегических видов бизнеса. На практике эти решения даются наиболее тяжело, поскольку руководители отдельных направлений могут рассматривать все проводимые операции как имеющие стратегическую значимость для компании, особенно если они материально заинтересованы в продолжении данного вида деятельности. Возможен случай, когда все рассматриваемые направления деятельности являются рентабельными с учетом риска, однако их одновременное осуществление нецелесообразно по соображениям оптимального масштаба предприятия.

С целью формирования корпоративного портфеля и эффективного контроля за риском необходимо распределить соответствующие полномочия и ответственность между различными уровнями управления в организации. Общий принцип, которым следует руководствоваться при проектировании структуры, заключается в соблюдении баланса компетентности и ответственности: высшее руководство формулирует общее отношение (склонность) к риску в организации в целом и по отдельным направлениям бизнеса, утверждает лимиты ответственности на плановый период по подразделениям, контрагентам, видам инструментов и т. д. и в соответствии с ними распределяет собственный капитал между структурными подразделениями. Решения в пределах лимитов, утвержденных высшим руководством, могут приниматься руководителями подразделений без дополнительных согласований; при этом основная цель линейных руководителей заключается в максимизации соотношения «доходность/риск» при заданных ограничениях по риску (в частности, лимитов собственного капитала). На нижнем уровне управления менеджеры по работе с клиентами максимизируют это соотношение уже в разрезе отдельных сделок, клиентов и видов услуг. Возможное распределение полномочий при принятии решений, связанных с риском, по уровням управления в банке представлено на рис. 8.4.

Каждое из включенных в корпоративный портфель направлений бизнеса характеризуется своим собственным «профилем риска» — комбинацией основных рисков, особенности и относительные значимости которых определя-



Рис. 8.4. Распределение полномочий в процессе риск-менеджмента между уровнями управления в банке

ются спецификой его деятельности. В качестве примера можно рассмотреть три основных направления бизнеса в любом современном крупном банке: обслуживание корпоративных клиентов, обслуживание населения и дилерские операции на финансовых рынках (табл. 8.1).

Так, при работе с корпоративными клиентами главную угрозу представляет кредитный риск, который может быть снижен путем установления лимитов на концентрацию риска по отдельным заемщикам, отраслям промышленности и регионам, независимого кредитного контроля при крупных сделках, а также разделения функций выдачи кредитов и управления ссудным портфелем. Банковское обслуживание населения характеризуется существенно меньшим размером кредитного риска на одного клиента, однако оно сопряжено с более высокими операционными рисками, связанными с персоналом, организацией работы с розничными клиентами и информационными системами. Наконец, операции на финансовых рынках подвержены в основном рыночному риску, но кредитный риск все же возникает при операциях с долговыми инструментами, любых внебиржевых сделках, а также при маржинальной торговле. Оценки вклада кредитного риска в совокупный риск каждого направления бизнеса приведены в нижней строке табл. 8.1. Отличия в профиле риска обуславливают и различные требования к размеру резервируемого капитала, подходы к распределению которого между различными подразделениями будут рассмотрены ниже.

Роль «смазки» для «колеса риск-менеджмента» выполняет культура риск-менеджмента в организации. Ее можно рассматривать как часть общекорпоративной культуры, которая позволяет делегировать больший объем ответственности и полномочий на нижестоящие уровни управления, а также информировать заинтересованных третьих лиц о политике организации в области управления риском.

Таблица 8.1

РАЗЛИЧИЯ В ПРОФИЛЕ РИСКА ПО РАЗЛИЧНЫМ НАПРАВЛЕНИЯМ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БАНКА

	Обслуживание корпоративных клиентов	Обслуживание населения	Операции на финансовых рынках
Кредитный риск	<ul style="list-style-type: none"> Риск концентрации кредитного портфеля Риск снижения рентабельности по отдельным клиентам* Риск неправильного санкционирования крупных сделок 	<ul style="list-style-type: none"> Риск снижения рентабельности по сегментам рынка/банковским продуктам Риск централизованного управления ссудным портфелем 	<ul style="list-style-type: none"> Риск принудительного закрытия позиции (<i>close out risk</i>) Риск дефолта при кризисных событиях
Рыночный риск	<ul style="list-style-type: none"> Базисный риск** Косвенный риск, связанный с особенностями клиентской базы 	<ul style="list-style-type: none"> Балансовый риск*** Риск неправильного санкционирования новых продуктов и услуг 	<ul style="list-style-type: none"> Ценовой риск Риск рыночной ликвидности Риск концентрации портфеля Модельный риск
Операционный риск	<ul style="list-style-type: none"> Риск нарушения нормативов Риск ошибок в документации Технологический риск Риск репутации 	<ul style="list-style-type: none"> Риск зависимости от операций и технологий головного офиса Риск неэффективности оргструктуры Риск нарушения нормативов Риск мошенничества и злоупотреблений персонала 	<ul style="list-style-type: none"> Риск зависимости от информационных систем и моделей оценки риска Риск ошибок в документации Риск, связанный с новыми инструментами Риск нарушения нормативов Риск репутации
Типичная доля капитала, резервируемого против кредитного риска****	80%	50%	10%

* Так, например, по оценкам австралийского банка ANZ большинство клиентов с кредитным рейтингом ниже ВВ- являются нерентабельными для банка, поскольку они наиболее чувствительны к ухудшению экономической конъюнктуры [54]

** Определение базисного риска дано в п. 9.3

*** Под **балансовым риском** (*balance sheet risk*) в данном случае понимается **процентный риск ссудного портфеля**, включающий в себя **риск переоценки** (*repricing risk, gap risk*), возникающий из-за расхождений в сроках переоценки или погашения чувствительных к изменению процентных ставок активов и обязательств, **риск изменения кривой доходности** (*yield curve risk*) **базисный риск** (*basis risk*) связанный с несовершенными корреляциями в изменении выплачиваемых и получаемых процентных ставок по активам с одними и теми же сроками переоценки или погашения, а также **риск досрочного погашения заемщиками своих обязательств** (*prepayment risk*) и **риск досрочного изъятия средств вкладчиками** (*call risk, option risk*) В более широком смысле балансовый риск включает в себя также валютный риск и риск балансовой ликвидности, которые возникают если банк финансирует свои активы обязательствами в иной валюте и с иными сроками до погашения соответственно.

**** Источник: [54]

Главным элементом культуры риск-менеджмента является доведение общего отношения к риску и связанных с ним корпоративных ценностей и приоритетов до сведения сотрудников, участвующих в процессе принятия решений на всех уровнях управления [41]. Не менее важная цель состоит в поддержании достаточного уровня компетентности основного персонала, особенно руководства всех основных направлений бизнеса в вопросах оценки и управления риском. Поскольку культура риск-менеджмента, как и любая культура, основана на накопленном организацией опыте, необходимо внедрить систе-

му регистрации и последующего анализа принимаемых решений на предмет их соответствия корпоративным целям и установкам в области управления риском. Развитие культуры риск-менеджмента — это длительный процесс, предполагающий постоянное обучение и повышение квалификации персонала, а также продуманную политику публичного раскрытия информации о рисках деятельности организации и принимаемых мерах по контролю за ними.

Финансовый риск-менеджмент можно рассматривать как форму деловой ответственности на всех уровнях управления предприятием, неразрывно связанную с основной деятельностью, однако существуют ли все же какие-то специальные функции, связанные с оценкой и управлением рисками, которые не могут быть полностью возложены ни на высшее руководство, ни на линейных руководителей или непосредственных исполнителей? Хотя лишь президент или председатель правления корпорации выступает в конечном счете в роли управляющего риском всей компании, способен ли он эффективно выполнять эту функцию самостоятельно, без помощи профессионалов в области риск-менеджмента?

Очевидно, что краеугольным камнем интегрированного риск-менеджмента является количественная оценка совокупного риска предприятия, а также его декомпозиция по отдельным видам риска, портфелям и направлениям деятельности. Организационно эта задача решается путем создания специального вспомогательного подразделения по оценке и контролю за рисками, в основные функции которого обычно входят [55]:

- 1) разработка политики по управлению рисками на предприятии, включая требования к отчетности для руководителей функциональных подразделений и высшего руководства;
- 2) координация ежедневного процесса управления рисками посредством установления лимитов, распределения собственного капитала и санкционирования операций;
- 3) оценка совокупных рисков компании на основе единого и последовательного подхода и отслеживание финансовых рынков и иных событий в экономической жизни, которые могут оказать влияние на размер принятых рисков;
- 4) разработка, тестирование и санкционирование применения методов и моделей оценки рисков, в особенности используемых для ценообразования финансовых инструментов и продуктов;
- 5) создание и ведение баз данных, необходимых для целей риск-менеджмента;
- 6) взаимодействие со службами внутреннего контроля с целью обеспечения соблюдения требований законодательства, регулирующих органов, а также внутренних положений и процедур;
- 7) доведение результатов оценки и управления рисками до сведения высшего руководства предприятия, а также подготовка информации для регулирующих органов, инвесторов, рейтинговых агентств и финансовых аналитиков.

Необходимым условием эффективного контроля является организационная независимость подразделения риск-менеджмента от основных функцио-

нальных подразделений, в частности отдела торгов, казначейства, кредитного управления и др. Эта относительная независимость достигается путем подчинения руководителя подразделения риск-менеджмента непосредственно высшему исполнительному органу предприятия, обычно совету директоров. Данное требование нашло отражение в документах регулирующих органов, в частности Базельского комитета по банковскому надзору [8].

8.5. Концепция экономической добавленной стоимости

8.5.1. Понятие экономической прибыли и способы ее максимизации

Концепция **экономической добавленной стоимости** (*economic value added — EVA**), претендующая на роль новой методологии корпоративного управления в современном мире, была предложена американской консультационной компанией *Stern Stewart & Co.** в начале 90-х годов XX в. [75]. Рост популярности экономической добавленной стоимости как инструмента принятия управленческих решений стимулировало появление целого ряда аналогов этого показателя, наиболее известными из которых являются *Cash Flow Return on Investment (CFROI, Holt Value Associates)***, *Shareholder Value Added (SVA, LEK/Alear Consulting Group)*, *Total Shareholder Return (TSR)*, *Total Business Return (TBR, Boston Consulting Group)*.

В сущности, экономическая добавленная стоимость представляет собой не что иное, как хорошо известный из микроэкономической теории показатель **экономической прибыли** (*economic profit*), которая отличается от бухгалтерской прибыли тем, что при ее расчете учитываются не только явные (бухгалтерские) издержки, но и *вмененные издержки использования акционерного капитала* (так называемая *нормальная прибыль*, отражающая самую высокую доходность по упущенному альтернативному варианту инвестиций). Экономическая прибыль является давно устоявшейся категорией в экономической науке, почему же она привлекает к себе такое пристальное внимание консультантов и менеджеров?

Огромная заслуга компании *Stern Stewart & Co.* и ее основателей состоит в том, что они теоретически обосновали преимущества экономической прибыли по сравнению с традиционными показателями оценки стоимости и инвестиционной привлекательности компаний, разработали практически применимую методику ее расчета для промышленных и финансовых фирм и главное впервые предложили использовать экономическую прибыль как *универсальный критерий принятия инвестиционных решений и оценки результатов деятельности на всех уровнях управления предприятием*.

Экономическая добавленная стоимость представляет собой величину прибыли в денежном выражении, полученную сверх некоторого требуемого дохода на

* EVA является зарегистрированной торговой маркой компании *Stern Stewart & Co.* Дополнительную информацию об этой системе можно найти непосредственно на странице компании *Stern Stewart & Co.* в Интернете по адресу: <http://www.sternstewart.com>, а также в [42, 73, 74].

** Подробное описание данной системы приведено в [61].

привлеченный капитал*. Предприятие будет получать положительную экономическую прибыль только в том случае, если чистая прибыль от его деятельности превышает тот уровень, который оно могло бы получить по другим (альтернативным) вариантам вложений. Экономическую добавленную стоимость можно определить в отношении как совокупных активов предприятия (8.3), так и его собственных средств (8.4), при этом оба определения будут эквивалентными.

$$EVA = NOPAT - (A \times WACC), \quad (8.3)$$

$$EVA = E_a - C \times COE, \quad (8.4)$$

где *NOPAT* (*net operating profit after taxes*) — чистая прибыль после уплаты налогов, но до выплаты процентов;
E_a (*adjusted earnings*) — «скорректированная»** чистая прибыль после уплаты налогов и процентов;
A — суммарный размер активов;
C (*capital*) — размер собственных средств (капитала);
COE (*cost of equity*) — требуемая доходность на акционерный капитал (ставка нормальной прибыли)***;
WACC (*weighted average cost of capital*) — средневзвешенная стоимость капитала, рассчитываемая по формуле:

$$WACC = COD \times w_d + COE \times w_e, \quad (8.5)$$

где *COD* (*cost of debt*) — средняя доходность по долговым обязательствам;
w_d, *w_e* — доли заемных и собственных средств в общей сумме активов соответственно.

Ниже мы будем придерживаться, в основном, последнего определения экономической прибыли (8.4).

Из (8.3), (8.4) ясно, что бухгалтерская прибыль всегда больше экономической, а компания может быть прибыльной с бухгалтерской и нерентабельной с экономической точки зрения.

* Термины «экономическая добавленная стоимость» и «экономическая прибыль» используются ниже как взаимозаменяемые, хотя показатель *EVA* является лишь аппроксимацией экономической прибыли.

** Компания *Stern Stewart & Co.* предложила более 160 поправок к принятому в GAAP определению чистой прибыли с целью более точного учета экономической прибыли. В случае банков рекомендованы следующие четыре основных поправки: а) использовать фактические чистые списания по кредитам вместо резервов под ожидаемые потери; б) использовать сумму фактически уплаченных налогов вместо резерва для уплаты налогов; в) исключить прибыли и убытки по ценным бумагам; г) рассматривать разовые, неповторяющиеся поступления и издержки по мере их возникновения в качестве корректирующих факторов при расчете чистой прибыли или капитала [53].

*** В качестве требуемой доходности может быть принята средняя дивидендная доходность по акциям данной или аналогичной компании либо прогнозная оценка, рассчитанная, например, с помощью модели *CAPM*.

Из этого концептуального расхождения между бухгалтерами и экономистами в вопросе трактовки прибыли следуют важные практические выводы. Если предприятие станет стремиться к максимизации чистой прибыли или темпа ее роста, то оно будет привлекать дополнительный капитал до тех пор, пока прибыль не перестанет расти, т. е. пока предельный вклад капитала в прибыль будет оставаться положительным. Однако в этом случае предельный вклад последней вложенной единицы капитала будет равен нулю, что, конечно же, меньше, чем издержки ее привлечения и обслуживания. При этом средняя рентабельность капитала может быть как выше, так и ниже его вмененной стоимости (это зависит от размера привлеченного капитала). Напротив, компания, максимизирующая экономическую прибыль, будет привлекать дополнительный капитал лишь в той мере, пока предельная отдача от последней единицы капитала не сравняется с вмененной стоимостью этой единицы. Это гарантирует, что средняя рентабельность капитала не будет меньше издержек его обслуживания.

Следовательно, те фирмы, в которых решения принимаются без учета стоимости задействованного капитала, будут использовать его неэффективно и обеспечивать меньшую рентабельность вложений для своих акционеров, чем последние могли бы получить при иных вариантах инвестирования средств*. Такой учет должен осуществляться не только при оценке инвестиционных проектов, где стоимость капитала выступает в качестве одного из параметров расчета чистой приведенной стоимости и внутренней нормы рентабельности, но и во всех трех ключевых областях деятельности: стратегическом планировании, ценообразовании производимой продукции и оказываемых услуг и оценке результатов деятельности руководящего персонала.

Показатель экономической добавленной стоимости можно рассчитывать для компании в целом, но если он выбран в качестве критерия оценки работы отдельных подразделений и их руководителей, то для каждого из них необходимо определить его вклад в прибыль и размер задействованного капитала.

С позиций интегрированного риск-менеджмента в масштабе предприятия главная цель стратегического планирования и управления состоит в обеспечении одинакового (приемлемого) уровня риска для всей компании в целом при том, что разные направления деятельности могут существенно различаться как по масштабу операций, так и по профилю риска. Поэтому для «выравнивания» направлений бизнеса по уровню риска может потребоваться разное количество капитала. Сравнение направлений бизнеса только на основе объема или темпа роста получаемой ими прибыли игнорирует как различия в размере используемого ими капитала, так и то, что акционеры могут потребовать дифференцированных ставок доходности в зависимости от риска своих вложений. Ввиду этого стратегические решения о распределении ресурсов, входе или выходе из бизнеса и т. п. обычно принимаются на основе сравнения вариантов по разности между ожидаемой рентабельностью капитала (*return on equity* — ROE) и некоторой пороговой нормой рентабельности (*hurdle rate of*

* По данным исследования 1000 крупнейших промышленных и нефинансовых компаний США, проведенного в крайне благополучном для американской экономики 1995 г., менее половины из них получали прибыль, достаточную для покрытия стоимости задействованного капитала [53]

return), равной стоимости привлекаемого капитала с учетом риска. Соответственно, финансированию подлежат только те проекты или направления деятельности, которые характеризуются положительной разностью, т. е. обеспечивают сверхприбыль.

Можно показать, что при формировании портфеля проектов или направлений бизнеса экономическая прибыль обладает несомненным преимуществом по сравнению с рентабельностью капитала или разностью между рентабельностью капитала и пороговой нормой доходности. Действительно, строгое следование критерию максимизации рентабельности капитала означает реализацию лишь варианта с максимальной рентабельностью вложений и отказ от финансирования всех остальных проектов независимо от того, приносят они экономическую прибыль или нет.

Например, пусть у компании есть три возможных варианта инвестирования средств, ожидаемая рентабельность капитала по которым составляет 35, 30 и 25% соответственно. Предположим, что проекты не являются взаимоисключающими, и компания могла бы осуществлять их одновременно. Стоимость капитала одинакова для всех трех проектов и равна 20%. Если компания ориентируется на максимизацию рентабельности капитала или разности между рентабельностью капитала и некоторой пороговой нормой доходности, то она выберет только первый проект, хотя два других тоже рентабельны с экономической точки зрения. Следовательно, такая компания будет проводить слишком консервативную инвестиционную политику и развиваться более медленными темпами, чем ее конкуренты, ориентирующиеся на экономическую прибыль.

В отличие от рассмотренных выше традиционных показателей, экономическая прибыль позволяет найти верный баланс между ростом предприятия и издержками привлечения и обслуживания дополнительного капитала. Для этого компании следует расширять свою деятельность до тех пор, пока экономическая прибыль не перестанет расти, т. е. пока рентабельность очередного проекта не сравняется с вмененной стоимостью задействованного в нем капитала. Таким образом, использование экономической прибыли позволяет избежать ситуаций, связанных с избыточным вложением капитала (*overinvestment*), как при максимизации бухгалтерской прибыли, и недостаточным инвестированием капитала (*underinvestment*), как при максимизации рентабельности капитала.

Как следует из (8.4), руководители функциональных подразделений могут максимизировать экономическую прибыль тремя способами: а) за счет наращивания чистой прибыли путем увеличения объема продаж или маржи прибыли; б) за счет сокращения размера используемого капитала; в) за счет снижения стоимости капитала. Следует, однако, учитывать, что воздействие на один из параметров экономической прибыли, скорее всего, отразится и на других переменных, а искусство управления как раз и состоит в том, чтобы учитывать возможные эффекты взаимосвязи. Так, например, прибыль можно повысить посредством расширения масштабов деятельности, но это неизбежно потребует дополнительных вложений капитала. Экономическая прибыль будет увеличиваться только до тех пор, пока прирост чистой прибыли, полученный за счет расширения масштаба деятельности, будет превышать предельную стоимость дополнительного капитала. С другой стороны, экономическую прибыль можно

наращивать путем увеличения доли (более дешевых) заемных средств и сокращения размера задействованного капитала. Однако экономия на капитале означает возрастание риска банкротства, которое рано или поздно приведет к увеличению требуемой рентабельности капитала. В результате экономическая прибыль вырастет лишь в той мере, в какой относительное снижение размера капитала превзойдет относительное возрастание его стоимости.

На рис. 8.5 приведен пример расчета показателя экономической добавленной стоимости для портфеля ссуд. С помощью такой древовидной схемы можно наглядно провести факторный анализ этого интегрального показателя экономического эффекта. Верхняя ветвь «дерева» представляет собой расчет чистой бухгалтерской прибыли, а в его нижней ветви отражен расчет стоимости задействованного капитала. В данной схеме риск учитывается дважды: в виде ожидаемых потерь вследствие кредитного риска, которые распределяются между заемщиками путем включения в стоимость кредита, и непредвиденных потерь, для покрытия которых необходимы уже собственные средства*. Ожидаемые потери отражают средний размер убытка вследствие несоблюдения заемщиками своих обязательств, который наверняка реализуется в будущем (хотя заранее и невозможно определить, какие именно заемщики объявят дефолт). Эти потери компенсируются посредством их «переноса» на клиентов, поэтому резерв на их покрытие формируется из отчислений, относимых на расходы банков.

Для покрытия убытков по ссудному портфелю, превышающих ожидаемые, служит резерв капитала (в данном примере он равен базельскому минимальному нормативу достаточности капитала для данного вида операций в размере 8%, однако может быть рассчитан и самим банком на основе собственных оценок). Важно, чтобы *вмененная стоимость используемого капитала* была включена в процентную ставку по выдаваемым ссудам вместе с премией за риск и прочими явными издержками, если банк стремится к получению положительной экономической прибыли**.

Наконец, показатель экономической добавленной стоимости может применяться в качестве инструмента оценки инвестиционной привлекательности компаний-эмитентов вместо таких традиционных коэффициентов, как отношение цены к прибыли на одну акцию (*price/earnings ratio* — P/E) и др. Рыночная стоимость акций компании должна быть равна балансовой стоимости собственных средств плюс текущая стоимость ожидаемой в будущем экономической прибыли. Последнее слагаемое может быть как положительным, так и отрицательным, в зависимости от способности компании приносить прибыль сверх стоимости капитала с учетом риска. Впрочем, такой подход, как и другие методы фундаментального анализа, не избавлен от субъективности в оценках будущей прибыли и времени, в течение которого компания сможет сохранять свои конкурентные преимущества.

Оценка экономического эффекта деятельности компании в целом и ее отдельных подразделений на основе показателя *EVA* имеет ряд несомненных

* Подробнее см. п. 5.8.1, 5.16

** Пример ценообразования кредита с учетом премии за риск и стоимости задействованного капитала приведен в п. 5.19.

достоинств по сравнению с традиционными показателями (такими, как чистая бухгалтерская прибыль и темп ее роста, рентабельность капитала или разность между рентабельностью капитала и пороговым уровнем доходности), к числу которых относятся:

- 1) повышение эффективности использования акционерного капитала компании за счет инвестирования в проекты с положительной экономической, а не бухгалтерской прибылью;
- 2) стимулирование экономии на размере акционерного капитала при принятии управленческих решений;
- 3) более объективная оценка вклада каждого руководителя в создание экономической прибыли компании.

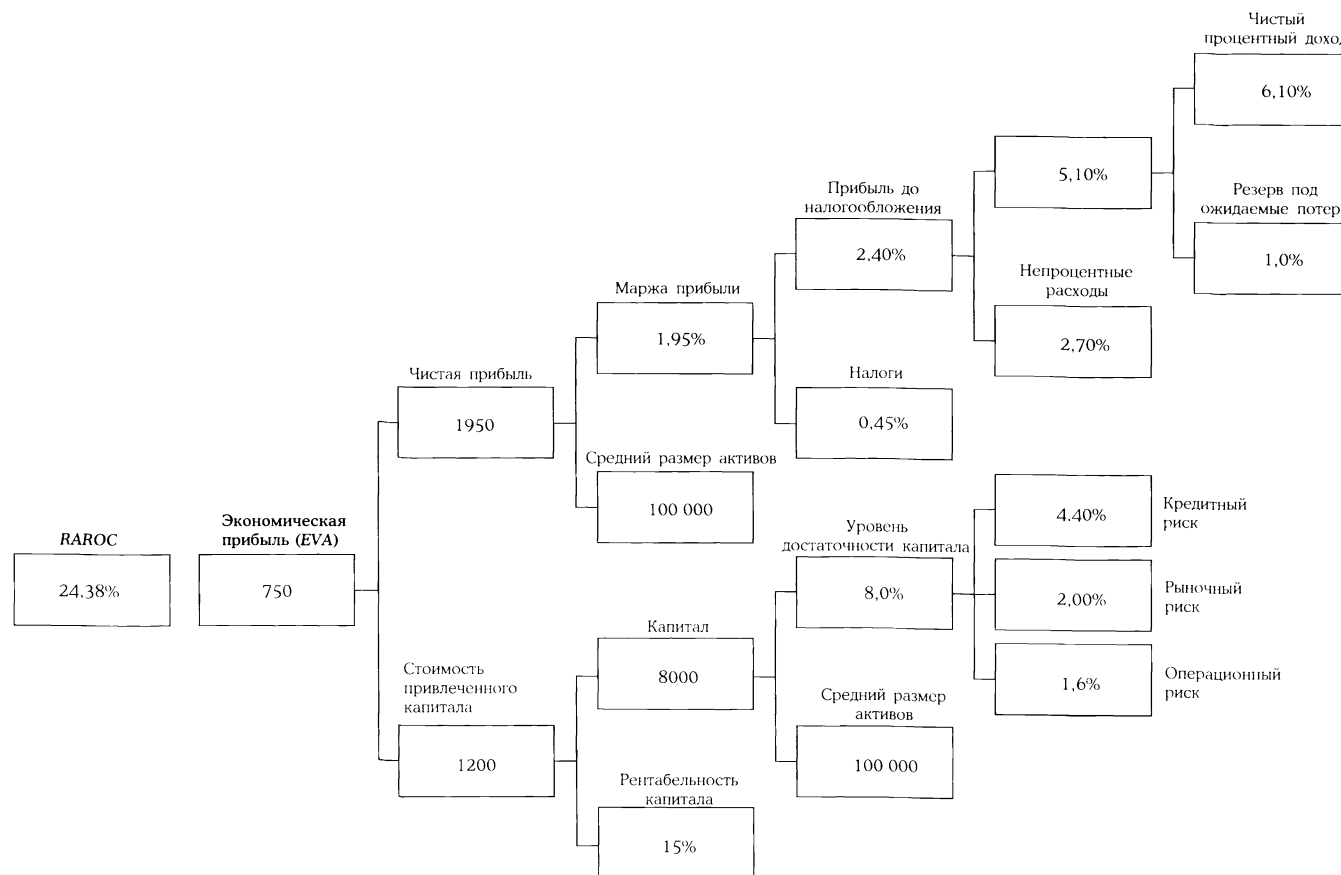
В то же время показатель *EVA* имеет и ряд существенных недостатков, которые являются общими для всех показателей, основанных на концепции экономической прибыли:

- 1) проблематичность определения экономической прибыли по отдельным подразделениям, для которых трудно объективно оценить их вклад в создание прибыли и/или их долю в акционерном капитале;
- 2) возможность манипулирования показателем экономической прибыли с целью увеличения вознаграждения в краткосрочной перспективе;
- 3) показатель экономической прибыли применяется в основном для оценки уже существующих компаний и направлений бизнеса, перспективы которых можно спрогнозировать с высокой степенью уверенности, и он менее полезен для оценки новых быстрорастущих предприятий, рынков и отраслей;
- 4) экономическая прибыль является объемной (денежной) величиной, что делает ее несопоставимой между различными по масштабу компаниями и подразделениями.

8.5.2. Системы мотивации руководящего персонала на основе показателя *EVA**

Сравнительно новое, но при этом бурно развивающееся направление экономической науки — «экономика организации» — изучает взаимосвязь между организационной структурой и эффективностью деятельности предприятий. Согласно этой теории, различные управляющие (агенты) внутри организации обладают разным объемом информации, касающейся их деятельности, клиентов, выпускаемой продукции и оказываемых услуг. Организация может повысить свою эффективность, если управленческие и инвестиционные решения в ней будут принимать те агенты или группы агентов, которые обладают наиболее полными и детальными знаниями об объекте принятия решения. Тем самым, эффективное использование информации требует децентрализации процесса принятия решений, т. е. делегирования полномочий нижестоящим руководителям, обладающим наибольшим объемом информации о выполняемых ими функциях.

* Данный раздел в значительной мере основывается на материале из [53]



Примечание Все относительные величины в примере приведены к общей базе — номинальной стоимости портфеля ссуд.

Рис. 8.5. Пример расчета показателей EVA и RAROC

В то же время в децентрализованных организациях неизбежно возникают так называемые «агентские издержки» (*agency costs*), связанные с *расхождением интересов* владельцев (принципалов) и действующих от их имени управляющих (агентов). Другими словами, делегирование полномочий по принятию тех или иных решений может привести к тому, что руководители линейных подразделений будут стремиться в основном к максимизации собственной выгоды, а не прибыли акционеров. Типичными проявлениями такого рода издержек являются высокие накладные расходы, избыточное инвестирование капитала и неоптимальный (с точки зрения акционеров) уровень риска*.

Агентские издержки можно хотя бы частично снизить путем введения системы оценки результатов деятельности и мотивации управленческого персонала, которая бы позволила сблизить интересы менеджеров с целями владельцев. Многие известные системы материального стимулирования основаны на использовании показателя экономической прибыли, который учитывает в явном виде вмененную стоимость задействованного капитала. Это гарантирует, что максимизация экономической прибыли менеджерами на всех уровнях управления не будет идти в ущерб интересам акционеров при условии, что вклад каждого руководителя в совокупную экономическую прибыль компании определен корректно.

Одна из проблем, связанных с агентскими издержками при внедрении систем материального стимулирования на базе экономической прибыли, состоит в том, что показатель *EVA* является в определенном смысле «ретроспективным», так как рассчитывается по данным отчетного периода. Это дает менеджерам возможность манипулировать текущим показателем экономической прибыли, т. е. искусственно завышать его в краткосрочной перспективе, даже в ущерб прибыли компании в будущем. Так, например, если размер вознаграждения руководителя зависит только от результата его деятельности в текущем периоде, то он получает ярко выраженный мотив к завышению валовых показателей дохода или прибыли в данном периоде ценой их сокращения в последующие периоды (когда, возможно, он уже не будет занимать данную должность: как известно, текучесть кадров в финансовом секторе — одна из самых высоких). В банке этого вполне можно достичь путем либерализации кредитного контроля и системы лимитов при выдаче новых ссуд, что, однако, приведет к неизбежному падению прибыли в будущем, когда начнут реализоваться потери вследствие возросшего кредитного риска.

С целью выработки действенных стимулов к эффективной деятельности в долгосрочной перспективе во многих компаниях для ключевых руководителей были введены системы накопительных премиальных счетов с **отсрочкой вы-**

* В частности, управляющие банками могут придерживаться стратегии избегания риска, так как угроза потери должности и связанных с ней выгод при банкротстве банка может служить действенным сдерживающим фактором для управляющего при принятии решений, связанных с риском. Конфликт интересов менеджеров и акционеров банка легко преодолевается, если менеджеры получают долю в капитале управляемого ими банка, становясь его акционерами (например, путем получения опциона на приобретение акций из будущих эмиссий). В этом случае изменение структуры акционерного капитала обычно сопровождается ростом риска банковского портфеля активов.

платы вознаграждения (*deferred payment account*). Особенностью такого счета является то, что на него могут производиться как положительные, так и отрицательные начисления в зависимости от результата работы возглавляемого подразделения по итогам отчетного периода (обычно года). В каждом отчетном периоде менеджер получает право снять со счета наличными сумму, не превышающую определенный фиксированный процент от остатка средств на счете (например, 20% для пятилетнего горизонта). В случае же досрочного ухода с занимаемой должности весь остаток средств на счете аннулируется в пользу работодателя*. Накопительные премиальные счета способны существенно снизить стимулы к получению сиюминутной выгоды за счет будущих доходов и перспектив компании, поскольку прирост вознаграждения в текущем периоде, полученный путем манипулирования краткосрочными показателями деятельности, будет компенсироваться отрицательным начислением в будущем, когда последствия такой политики проявятся в полной мере.

Очевидно, что эффективность подобных систем материального стимулирования будет зависеть в первую очередь от того, готовы ли менеджеры принять предлагаемые им «правила игры», в особенности возможность начисления им отрицательных сумм вознаграждения.

Любая система оценки результатов деятельности и материального поощрения персонала будет эффективна как механизм снижения агентских издержек, только если она будет применяться на всех уровнях управления в организации, где эти издержки могут проявляться. Иными словами, общие принципы и критерии оценки должны применяться не только по отношению к высшему руководству организации, но и к нижестоящим руководителям, отвечающим за отдельные направления деятельности, клиентов, виды выпускаемой продукции и оказываемых услуг. Использование в качестве такого универсального критерия показателя экономической прибыли предполагает, что можно определить вклад рассматриваемых подразделений в создание прибыли предприятия в целом, а также оценить размер задействованного в них капитала. При решении этой сложной задачи следует руководствоваться системным подходом, согласно которому любая организация в общем случае не является простой суммой составляющих ее элементов (а иначе их объединение в единое целое не сулило бы никакого выигрыша в виде так называемого «синергетического эффекта»**). Поэтому декомпозиция прибыли и капитала по все более мелким подразделениям компании будет тем сложнее, чем сильнее взаимосвязи между ними, которые могут иметь разную природу.

В соответствии с портфельным подходом объединение направлений деятельности или подразделений, даже не связанных между собой технологически, уже способно принести синергетический эффект в виде снижения совокупного риска, если корреляция между экономическими рисками, ко-

* В корпоративной практике такие оговорки в трудовых контрактах называются «золотыми наручниками» (*golden handcuffs*).

** Косвенным подтверждением этому может служить набирающая силу тенденция к выделению с целью продажи крупными корпоративными объединениями так называемых «нестратегических» направлений бизнеса, которые не связаны с их основной деятельностью.

торым они подвержены, отличается от единицы. Этот эффект диверсификации риска должен быть учтен при размещении капитала между направлениями бизнеса, основные подходы к которому подробнее рассмотрены ниже.

В то же время естественно допустить, что между направлениями бизнеса и подразделениями одной компании может существовать *операционная взаимосвязь*, если деятельность одного из них оказывает влияние на прибыль одного или нескольких других подразделений. Эта взаимосвязь может быть многообразной и проявляться в виде общих центров затрат и прибыли, видов продукции или услуг, каналов сбыта или клиентов. Для расчета прибыли по отдельным подразделениям, очевидно, необходимо распределить между ними общие для них статьи издержек тем или иным образом, например, пропорционально объемам операций*. Следует иметь в виду, что взаимосвязь может проявляться не только в наличии общих издержек, но и во влиянии на показатели выручки или дохода. Так, например, проведение банком рекламной кампании может принести результат в виде новых клиентов и прироста дохода сразу для нескольких его подразделений.

В силу значительных трудностей, связанных с корректным распределением поступлений и издержек между технологически взаимосвязанными подразделениями, оценка результатов их деятельности с помощью показателей, рассчитываемых только на основе приписываемых им прибылей и затрат, будет заведомо неточной. Реальный вклад в прибыль компании подразделений-«доноров», деятельность которых приводит к снижению издержек или росту дохода других подразделений, будет занижаться (и они будут получать недостаточно инвестиций), а вклад последних, напротив, будет оцениваться завышено. В результате управляющие будут систематически инвестировать недостаточно капитала в подразделения-«доноры» и избыточно много капитала — в подразделения-«выгодополучатели». Игнорирование эффектов взаимосвязи между направлениями деятельности при расчете экономической прибыли приводит к тому, что максимизация показателя *EVA* руководителями отдельных подразделений вовсе не будет означать максимизацию экономической прибыли организации в целом, что, в конечном счете, и должно являться главной целью применения данного показателя.

Индивидуальный и групповой «эгоизм» линейных руководителей, заключающийся в их стремлении к максимизации узко понимаемой собственной выгоды, может быть хотя бы частично преодолен путем увязывания размера их вознаграждения с результатами деятельности других подразделений или компании в целом. Такие системы мотивации могут быть построены на разных принципах, но все они призваны дать менеджерам непосредственный экономический стимул к учету влияния их решений и действий на другие связанные с ними подразделения. Ниже рассмотрены основные подходы к созданию систем материального поощрения руководящего персонала, учитывающих эффекты взаимосвязи.

* Проблема разнесения постоянных (накладных) расходов по центрам затрат достаточно хорошо изучена и освещена в обширной литературе по экономическому анализу (см., в частности, [53]).

В системах «**связанных вознаграждений**» (*linked incentives*) размер вознаграждения линейного руководителя зависит как минимум от двух факторов: результатов деятельности его собственного подразделения и результата деятельности либо компании в целом, либо другого подразделения, связанного с ним технологически или экономически. Расчет вознаграждения осуществляется по формуле:

$$C_i = (1 - \lambda_i) \times k \times EVA_i + \lambda \times k \times EVA_r, \quad (8.6)$$

- где C_i — размер вознаграждения руководителя i -го подразделения;
 k — фиксированный процент от полученной экономической прибыли, отчисляемый в качестве вознаграждения руководящему персоналу (например, 1%);
 λ — весовой коэффициент, отражающий степень взаимосвязи между i -м подразделением и компанией в целом, $0 < \lambda < 1$.

Достоинство такой системы — попытка учесть в явном виде влияние деятельности данного подразделения на компанию в целом или другие взаимосвязанные подразделения. В то же время ее эффективность напрямую зависит от точности оценки вкладов данного подразделения в деятельность других подразделений, выраженных в формуле расчета вознаграждения. Поскольку эта формула служит для руководителя рассматриваемого подразделения главным критерием при выборе решений, в идеале распределение весов в ней должно быть таким, чтобы не создавать стимулы к увеличению собственного вознаграждения ценой недополученной экономической прибыли для организации в целом. В крупных организациях повышение точности схемы сопряжено с возрастанием ее сложности, что делает ее громоздкой, во многом субъективной и, как следствие, малоприменимой на практике.

Системы на основе **иерархической группировки** (*hierarchical grouping*) учитывают операционные взаимосвязи не в виде функциональных зависимостей, а неявно, путем расчета экономической прибыли по группам связанных между собой подразделений. В таких системах размер вознаграждения каждого линейного руководителя определяется только результатами деятельности возглавляемого им подразделения. Взаимосвязанные подразделения объединяются в группы, руководители которых поощряются согласно результатам деятельности групп в целом. Тем самым, руководитель группы получает стимул к максимизации синергетических эффектов между входящими в группу подразделениями:

$$C_i = k \times EVA_i, \quad C_g = n \times EVA_g, \quad (8.7)$$

- где C_i — размер вознаграждения руководителя i -го подразделения, входящего в группу;
 C_g — размер вознаграждения руководителя группы подразделений;
 k — фиксированный процент от экономической прибыли i -го подразделения, отчисляемый в качестве вознаграждения его руководителю;
 n — фиксированный процент от экономической прибыли группы подразделений, отчисляемый в качестве вознаграждения ее руководителю.

Данная система отличается большей гибкостью и объективностью по сравнению с жестко заданной упрощенной схемой в системе «связанных вознаграждений». Однако она не устраняет полностью возможность возникновения конфликта интересов между руководителем группы и руководителями входящих в нее подразделений по поводу решений, нацеленных на максимизацию экономической прибыли группы в целом, а не отдельных подразделений. Эта проблема обычно решается путем задания планового объема экономической прибыли по группе в целом, при невыполнении которого суммы вознаграждений руководителей подразделений автоматически уменьшаются. Иными словами, решения руководителя группы будут иметь приоритет над решениями руководителей отдельных подразделений только до достижения группой планового значения экономической прибыли, после чего конфликт интересов может возникнуть вновь.

Кроме того, в этом случае игнорируются синергетические эффекты более высокого уровня, возникающие между разными группами одной организации. Если же применить этот подход к связанным между собой группам, объединив их в группы более высокого порядка и т. д., то в результате возникнет многоуровневая иерархическая структура управления со всеми присущими ей недостатками в виде высоких накладных расходов и бюрократизации процесса принятия решений. Очевидно, что такая структура не соответствует концепции децентрализованного принятия решений на основе общего для всех показателя экономической прибыли.

Для учета взаимосвязей, которые трудно оценить в стоимостном выражении, используют разнообразные **гибридные системы** (*hybrid systems*) оценки и мотивации персонала. В них размер вознаграждения руководителя определяется на основе как финансовых, так и нефинансовых («мягких») показателей деятельности. Эти показатели могут быть объективными (например, количество привлеченных клиентов) или субъективными (в виде оценок коллег по критериям «лидерство», «взаимоотношения с клиентами» и т. п.*). В таких системах размер вознаграждения руководителя обычно складывается из определенного процента от полученной его подразделением экономической прибыли и некоторой функции от нефинансовых показателей, используемых как критерии оценки результатов деятельности:

$$C_i = k \times EVA_i + f(x_1, x_2, \dots, x_n), \quad (8.8)$$

где x_i — i -й нефинансовый показатель;

n — общее количество используемых нефинансовых показателей.

Гибридные системы позволяют более гибко учитывать взаимосвязи в деятельности различных подразделений, включив в рассмотрение показатели, не несущие непосредственной финансовой оценки. Тем не менее этот подход имеет существенные ограничения, связанные с несопоставимостью критериев принятия решений, основанных на неоднородных показателях (стоимостных и натуральных). Проблема усугубляется тем, что некоторые из нефинан-

* Подробнее о данном подходе см., в частности, [66].

совых показателей могут быть оценены только субъективно, а это создает опасность манипулирования ими.

Как следует из приведенного анализа, ни одна из приведенных систем экономического стимулирования, созданных с целью учета сложных взаимосвязей между различными подразделениями, не свободна от недостатков, поэтому эти системы редко применяются в чистом виде. На практике многие компании прибегают к той или иной иерархической группировке подразделений, руководители которых оцениваются на основе системы связанных вознаграждений, нередко с учетом нефинансовых показателей их деятельности. Главным мериллом эффективности такого рода систем должно быть их положительное влияние на интегральные показатели деятельности организации в целом.

8.6. Понятие экономического капитала

Концепция экономической прибыли тесно связана с понятием так называемого **«экономического» капитала** (*economic capital*), обозначающего «такое превышение активов над обязательствами (в обоих случаях оцениваемых по их рыночной стоимости), которое с экономической точки зрения необходимо для защиты компании от риска банкротства на таком уровне вероятности, который владельцы компании считают приемлемым» [17]. С теоретической точки зрения «размер экономического капитала во многих случаях будет таким, какой потребовался бы для финансирования актива или портфеля при сделке на свободном рынке с [полностью] информированными контрагентами*» [22]. Концепция экономического капитала находит свое применение преимущественно в финансовом секторе экономики.

Экономический капитал, таким образом, представляет собой *внутрибанковскую оценку совокупной потребности в капитале*, отражающую как величину принимаемого риска (например, волатильность прибыли), так и склонность к риску его владельцев и клиентов (например, целевой кредитный рейтинг). Эта оценка может существенно отличаться и от *минимально требуемого регулирующими органами уровня достаточности капитала*, часто называемого **регулятивным капиталом** (*regulatory capital*)**, и от *реально располагаемого на данный момент времени балансового капитала* (*book capital*)***.

* Иначе говоря, на «эффективном» рынке, на котором не существует асимметрии информации между его участниками.

** Иногда термином «регулятивный капитал» обозначают не минимальный *норматив достаточности капитала*, а все источники средств, удовлетворяющие определению капитала для целей банковского надзора, т. е. так называемый допустимый капитал (*eligible capital*) [62]. Подробнее см. п. 9.2.1, 9.6.

*** В бухгалтерском учете термины (*book capital*, *owner's equity*, *net worth*) являются синонимами и обозначают разность между совокупными активами и обязательствами. Все виды пассивов, которые могут быть отнесены к собственным средствам (включая гибриды долевого и долгового инструментов), называют также **физическим капиталом** (*physical capital*) [61]. Наиболее близкое к данной интерпретации определение капитала, используемое для целей бухгалтерского учета и отчетности, дано в МСФО (см. п. 9.2.1). В целях сопоставимости фактически рас-

Практика показывает, что банки обычно стремятся иметь на балансе капитал в несколько большем размере, чем требуют от них регулирующие органы*. Наиболее очевидный мотив такого поведения — это желание «застраховать» себя от санкций органов надзора за нарушение минимального норматива достаточности капитала. Именно «внешние» требования регулирующих органов в отношении уровня достаточности капитала зачастую становятся главным фактором, определяющим политику банков в отношении собственного капитала. Помимо меньшей вероятности падения капитала ниже минимально допустимого уровня и вызванных этим санкций регулирующих органов наличие излишков капитала сверх норматива служит своего рода сигналом о более высокой надежности банка и, тем самым, укрепляет доверие к нему кредиторов и клиентов (но не акционеров, которые, как будет показано ниже, заинтересованы в минимизации капитала).

С другой стороны, наличие «сверхнормативного» капитала может свидетельствовать (по крайней мере, в некоторых случаях) и о более консервативной оценке банком рисков своей деятельности, т. е. о превышении экономического капитала над регулятивным. В отличие от регулятивного капитала, относительный уровень которого, как правило, является постоянным и при этом общим для всех банков (например, 8% от суммы взвешенных по риску активов), размер экономического капитала зависит от склонности банка к риску, состава и структуры портфелей, параметров и методов оценки рисков. Поскольку все эти факторы изменяются со временем, экономический капитал в разные периоды для разных видов деятельности может оказаться меньше или больше регулятивного капитала. Так, в [52] на примере портфеля корпоративных ссуд с варьирующимся уровнем риска были рассчитаны уровни регулятивного и экономического капитала на основе модифицированного стандартного подхода Базельского комитета [82] и модели *CreditMetrics* соответственно. Результаты исследования свидетельствуют, что по крайней мере для краткосрочных (со сроком погашения до 2 лет) и среднесрочных (до 10 лет) ссуд «инвестиционного качества» (с рейтингом от AAA до BBB) базельские требования к капиталу в размере 8% от взвешенной по риску номинальной стоимости активов оказываются *завышенными* по сравнению с кредитным *VaR*. Обратная картина наблюдается в случае ссуд с высоким риском (с рейтингом ниже BBB-), для которых рассчитанные по модели требования к капиталу превосходят 8%-ный уровень; при этом разрыв возрастает с понижением рейтинга. Для 10-летних ссуд с самым высоким риском (с рейтингом CCC) рассчитанный экономический капитал превосходит регулятивный более чем в 4,6 раза (!) несмотря на то, что Новое Базельское соглашение по капиталу устанавливает для таких активов коэффициент риска в 150%.

полагаемого и минимально требуемого капитала ниже (за исключением специально оговоренных случаев) мы будем придерживаться наиболее широкой трактовки балансового капитала как суммы всех источников собственных и заемных средств, которые разрешено включать в состав капитала для целей банковского надзора с учетом определенных качественных и количественных ограничений (см. п. 9.2.1). Таким образом, в данном контексте понятие «балансовый капитал» эквивалентно «допустимому капиталу».

* См., например, [21, 62].

Избыточность регулятивного капитала по сравнению с экономическим становится еще более вероятной, если при расчете последнего учитываются несовершенные (отличные от единицы) корреляции между различными факторами риска [17, 18]. Эмпирические данные также свидетельствуют в пользу этой гипотезы. В 2001 г. американская консультационная компания *Capital Market Risk Advisors (CMRA)* опубликовала результаты проведенного ей широкомасштабного опроса, посвященного практике расчета и размещения экономического капитала в банках 10 стран мира [31]. Согласно полученным результатам, у 42,1% опрошенных банков экономическая потребность в капитале оказалась несколько меньшей, чем уровень капитала, требуемый регулируемыми органами, а еще у 21,1% экономический капитал оказался значительно ниже регулятивного. Лишь в 8% случаев экономический капитал ненамного превосходил регулятивный и в 5% — значительно превышал его, однако все эти банки не учитывали эффекты диверсификации риска между направлениями деятельности. Наконец, у 8% банков регулятивный капитал оказался равен экономическому. Такое распределение в целом хорошо согласуется с тем, что большинство участвовавших в опросе банков (66%) принимали факторы рыночного, кредитного и операционного рисков независимыми для целей расчета экономического капитала*.

В зависимости от соотношения экономического, регулятивного и реально располагаемого капитала возможны следующие типичные ситуации:

- 1) *имеющегося капитала недостаточно для соответствия даже минимальному нормативу достаточности капитала*, при этом размер «экономического» капитала может быть как больше, так и меньше обязательного минимума. В этой ситуации банк находится перед угрозой санкций со стороны органа надзора и должен как можно быстрее нарастить собственный капитал и/или снизить размер и/или риск своих активов с целью хотя бы формального выполнения требований надзорного органа**. Если регулятивный капитал оказывается существенно больше экономического, то банк вынужден формировать избыточный, с его точки зрения, резерв капитала, равный разности между этими двумя величинами, в качестве своего рода «платы» за право работы в банковском секторе в данной юрисдикции. При размещении капитала по направлениям деятельности некоторая его часть может остаться нераспределенной [62]. Это создает стимулы к поиску путей *максимально возможного снижения размера капитала на единицу принимаемого риска*, объединяемых под общим названи-

* Это означает, что требования к капиталу, резервируемому против каждого из этих видов риска, уже не будут аддитивными, как имело бы место в случае совершенной корреляции.

** Подробнее см. п. 9.2.3. Одним из сравнительно новых способов быстрой рекапитализации является так называемое «**условное финансирование**» (*contingent financing*), под которым понимается исполнение ранее приобретенного опциона на привлечение дополнительных средств в виде кредитов и взносов в уставной капитал после наступления оговоренного события [28].

ем «**арбитражные операции с капиталом**» (*regulatory capital arbitrage*)*;

- 2) *имеющийся капитал равен или превосходит минимально требуемый уровень, но все же недостаточен для достижения экономически обоснованного уровня покрытия.* В этом случае банк со временем должен будет либо нарастить балансовый капитал до размера экономического**, либо уменьшить величину и уровень риска своих активов, приведя их в соответствие с нынешним размером капитала;
- 3) *имеющийся капитал превосходит как минимальный норматив, так и экономически обоснованный уровень.* По данным CMRA, такая ситуация наблюдалась в 68,4% опрошенных банков [31]. Политика активного управления капиталом предписывает таким банкам уменьшить капитал до экономического или регулятивного (в зависимости от того, какая из величин больше) путем обратного выкупа своих акций.

В наших дальнейших рассуждениях мы будем исходить из предположения, что банк располагает капиталом на балансе в размере не ниже «экономического» и при этом удовлетворяет всем нормативам органа надзора по достаточности капитала.

Специфика управления капиталом в коммерческом банке обусловлена особым характером банковских услуг, отличных в целом ряде аспектов от продукта любой другой отрасли экономики***. Если промышленные компании привлекают заемные средства с целью финансирования основной деятельности, то в случае банка многие пассивные операции (в частности, привлечение средств вкладчиков) уже нельзя рассматривать как сугубо «внешнее» финансирование, ибо они являются неотъемлемой частью самого банковского дела. Иными словами, от промышленных предприятий банки и другие финансовые посредники отличаются тем, что их клиенты зачастую являются и держателями их долговых обязательств, т. е. кредиторами [64]. Примерами могут служить банковские вкладчики, участники сделок «своп», в которых банк выступает в качестве посредника, или получатели средств по банковской гарантии — все они обладают правом требования к банку. Вполне естественно, что для этих клиентов

* Строгого определения этого понятия не существует. В самом широком смысле под «**регулятивным арбитражем**» (*regulatory arbitrage*) понимаются действия банка с целью обойти требования регулирующих органов [50]. Применительно к требованиям к капиталу это явление определяется в [62, р. 123] следующим образом: «Арбитражные операции с капиталом — это процесс, посредством которого финансовое учреждение снижает требования к регулятивному капиталу, при том что совокупный уровень риска снижается незначительно или же не уменьшается вовсе».

** Характерно, что в банке *J. P. Morgan Chase* экономический капитал считается эквивалентным балансовой стоимости выпущенных обыкновенных акций, эмиссионного дохода и нераспределенной прибыли (*book common equity*), т. е. он должен быть сформирован целиком за счет наиболее «качественной» составляющей собственных средств. В [62] отмечается, что четкого определения понятия *book common equity* не существует; отличие от капитала I уровня (основного капитала) состоит в исключении из расчета балансовой стоимости всех привилегированных акций (см. п. 9.2).

*** Подробнее см. п. 9.1.

первостепенную важность имеют гарантии исполнения банком своих обязательств, поэтому они будут выбирать наиболее надежные банки, ориентируясь на высокий кредитный рейтинг. Требуемый уровень надежности банка выражается, в первую очередь, в соответствующем размере собственных средств*. Подобно тому, как «подушка безопасности» в автомобиле при столкновении помогает амортизировать удар, капитал позволяет банку компенсировать текущие убытки за счет собственных средств и продолжать функционировать в качестве действующего предприятия.

При прочих равных условиях, чем менее склонны клиенты-кредиторы к риску, тем больше капитала они желали бы видеть на балансе своего банка. В этой связи показательны очень высокие уровни обеспеченности капиталом, обычно наблюдаемые у консервативных **частных банков** (*private banks*)**, специализирующихся на обслуживании богатых индивидуальных клиентов, хотя уровень принимаемого ими риска гораздо ниже, чем у среднестатистического коммерческого или инвестиционного банка [62]. Напротив, в тех направлениях деятельности, где высокий кредитный рейтинг не является неременным условием (например, операции с облигациями «спекулятивного» качества), требования к достаточности капитала могут быть существенно ниже.

Преимущества, связанные с владением большой долей капитала в активах, должны быть обязательно соотнесены с издержками на его формирование и обслуживание. Как известно, банковский капитал является самым дорогостоящим источником финансирования по сравнению с любым видом заемных средств: вкладами физических и юридических лиц, кредитами других банков, выпущенными векселями, облигациями и др. Это обусловлено, во-первых, самой природой банка — финансового посредника, специализирующегося на операциях с неликвидными активами (ссудами), реальную стоимость и уровень риска которых очень трудно оценить среднестатистическому инвестору, не являющемуся инсайдером. «Непрозрачность» банковского портфеля, большую часть которого составляют финансовые контракты, а не вполне осязаемые материальные активы (как у промышленных предприятий), выражается в более высокой требуемой доходности инвестиций в банковский капитал.

Во-вторых, обыкновенные акции по определению характеризуются самой низкой очередностью удовлетворения требований их держателей в случае банкротства предприятия по сравнению с любыми долговыми обязательствами. Это в еще большей степени увеличивает риск акционеров банков по сравнению с кредиторами, а значит, и стоимость капитала.

В-третьих, во многих странах мира проценты по долговым обязательствам уменьшают налогооблагаемую базу или подлежат обложению налогом по меньшей ставке по сравнению с дивидендами по акциям, которые облагаются по доходным налогом как обычный доход или же налогом на прирост капитала. В результате доходность по банковским акциям за рубежом на протяжении

* Высокий уровень капитала в пассивах является необходимым, но не достаточным условием получения высокого кредитного рейтинга [62]. Другим важнейшим критерием является положительная тенденция в динамике прибыли.

** В этом смысле частные банки наиболее близки к концепции «узкой банковской системы» (*narrow banking*), предусматривающей 100%-ное покрытие активов капиталом.

90-х годов варьировалась в диапазоне от 12 до 25% годовых [54], в среднем существенно превышая ставки привлечения средств на денежном рынке. Для банков наиболее выгодным источником финансирования являются средства населения, размещенные во вкладах до востребования и срочных депозитах, стоимость которых еще более снижается при наличии в стране системы страхования банковских вкладов по фиксированным (не зависящим от финансового состояния банка) ставкам. Этим объясняется извечное стремление банков к минимизации используемого капитала, нередко даже ценой потери финансовой устойчивости. Наглядным подтверждением стремления банков к активному управлению капиталом могут служить случаи *обратного выкупа* банками своих ранее выпущенных акций с целью уменьшения избыточного, с их точки зрения, капитала*.

Как и владение капиталом, его первоначальное формирование и последующее наращивание также сопряжены со значительными издержками для банков. Очевидно, что существуют только два способа увеличения размера собственных средств: «внешний» (увеличение уставного капитала путем дополнительной эмиссии акций) и «внутренний» (капитализация нераспределенной прибыли). Первый способ предполагает существование развитого рынка банковских акций и долговых обязательств, которые органы надзора разрешают включать в состав капитала**. При выпуске акций предприятиями любой отраслевой принадлежности комиссионные андеррайтеров обычно весьма высоки и могут достигать 2,5–3% от объема эмиссии, а общие затраты на эмиссию — 5% и более [62], что обусловлено высоким риском этих инструментов. Издержки выпуска акций, как правило, резко возрастают при ухудшении финансового состояния банка-эмитента и в периоды экономического спада и финансовой нестабильности.

Второй способ также имеет свои недостатки, так как при невозможности быстрого увеличения суммы активов наращивание нераспределенной прибыли может быть достигнуто только за счет увеличения банковской маржи (что чревато потерей клиентов), путем сокращения или отказа от выплаты дивидендов (что идет вразрез с интересами акционеров) либо посредством проведения рискованных операций с высокой ожидаемой доходностью. Последний вариант называемый в литературе «**игрой на воскрешение**» (*gamble for resurrection*), сопряжен со слишком высокой вероятностью банкротства, и банк пойдет на него только в критической ситуации, при реальной угрозе принудительной ликвидации и невозможности быстро нарастить капитал иными способами.

Таким образом, капитал не следует рассматривать как панацею от банкротства — при выборе между увеличением размера собственных средств, применением более совершенных стратегий хеджирования или сокращением суммарного риска и размера портфеля банк будет ориентироваться на наименее затратный для него вариант.

* Например, Citibank объявил в 1995 г. о намерении выкупить собственные акции на сумму 3 млрд. долл., что составляло на тот момент около 10% всех акций банка в обращении [62].

** См. п. 9.2.1.

Являясь, в первую очередь, юридическим инструментом реализации прав собственности владельцев на активы и прибыль предприятия*, капитал в любом бизнесе выполняет две экономические функции: **источника финансирования** (*cash capital, cost capital, spent capital*) для приобретения основных средств (зданий, сооружений, оборудования — *fixed assets*) и формирования оборотных средств** (*current assets*) в достаточном размере, а также **финансового резерва** (*risk capital, capital at risk, prudential capital*) для защиты кредиторов от потерь в случае возникновения у предприятия убытков *без прекращения его деятельности****. Поскольку у банков и большинства других финансовых посредников на основные средства приходится сравнительно небольшая доля активов, последняя, «защитная» функция капитала выходит в финансовом секторе на передний план****. Напротив, первая функция капитала как источника финансирования будет главенствующей на предприятиях промышленности, торговли и сферы услуг (за исключением финансовых).

Несколько отличная трактовка функций капитала дана в [44]. Экономический капитал определяется только как «работающая» часть балансового капитала, т. е. собственные средства, непосредственно используемые для получения дохода. Он складывается из капитала, резервируемого против риска (*risk capital*), и капитала на покрытие издержек (*cost capital*). Под капиталом, резервируемым против риска, понимается величина собственных средств, которую руководство банка готово подвергнуть риску (или потерять) в течение определенного периода времени. Капитал на покрытие издержек определяется как такой размер собственных средств, который необходим для получения дохода от текущей деятельности (и, кроме того, может быть потерян в случае прекращения деятельности и выхода из бизнеса). Капитал, резервируемый против риска, определяется на основании склонности банка к риску и требуемого уровня доходности, а капитал на покрытие издержек рассчитывается как сумма средств, необходимая для покрытия всех издержек при полном прекращении поступлений от данного вида деятельности в течение определенного периода времени, требуемого на его ликвидацию (6 месяцев в среднем). Таким образом, капитал на покрытие издержек отражает одновременно и максимальный размер потерь в случае прекращения деятельности, и объем физических вложений в данное направление деятельности. Это отличает его от капитала, резервируе-

* Поскольку потери собственников в случае банкротства предприятия ограничены рыночной стоимостью принадлежащих им акций (долей в капитале), а их выигрыш потенциально не лимитирован, капитал можно рассматривать как своего рода опцион на активы предприятия. Подробнее об этом см. п. 5.13.2.1.

** **Собственные оборотные средства** (*working capital*) — разность между оборотными средствами (*current assets*) и краткосрочной кредиторской задолженностью (*current liabilities*).

*** Такое деление капитала по выполняемым функциям (для обозначения которых используются разные термины) указывается в целом ряде источников, в частности в [44, 53, 62, 64, 72].

**** Даже у кредитных организаций, целиком специализирующихся на операциях с населением, в основные средства (помещения для филиалов и отделений, мебель, компьютеры и т. д.) обычно вложено менее половины их капитала [62].

мого на покрытие рисков, который размещается между направлениями деятельности условно.

Увеличение размера капитала, резервируемого против риска, будет означать и рост затрат на оценку и контроль за риском, покрываемых за счет собственных средств (например, приобретение информационных систем риск-менеджмента). Обратное в общем случае неверно, так как банк может инвестировать капитал с целью получения дохода в операции, не связанные с высоким риском. Соотношение между этими двумя видами капитала будет варьироваться в зависимости от вида деятельности: чем выше риск, тем большая доля экономического капитала будет отводиться на его покрытие. Согласно [44], у большинства крупных банков примерно треть их балансового капитала выделяется на покрытие рисков. В [14] этот уровень оценивается в 10–20%.

Отметим фундаментальную разницу между капиталом, предназначенным для покрытия убытков с целью недопущения банкротства и продолжения деятельности, и капиталом, необходимым на покрытие затрат на ликвидацию направления бизнеса или банка в целом. Последняя цель, очевидно, несовместима с одним из фундаментальных принципов бухгалтерского учета — принципом действующего предприятия (*going concern*)*. На основании приведенного в [44] соотношения, было бы логично предположить, что две трети балансового капитала в крупных банках либо используются для фондирования активных операций, либо являются попросту излишними (с точки зрения банка, но не органа надзора). Хотя подход к расчету размера инвестируемого капитала как совокупных затрат на ликвидацию бизнеса является весьма нетрадиционным, он все же не дает ответа на вопрос, зачем банку нужен капитал в сколько-нибудь существенном размере для фондирования его активных операций, если он является самым дорогим из всех источников финансирования.

Часто утверждается, что «на любом предприятии капитал необходим лишь в той мере, в какой для него существует вероятность получения в будущем отрицательного дохода или денежного потока» [17]**. Это означает, что в условиях полной определенности в отношении будущих поступлений и стоимости заемного финансирования вся полученная прибыль немедленно направлялась бы на инвестиции и выплату дохода владельцам, что исключало бы появление нераспределенной прибыли и возможности ее капитализации. Потребность в капитале возникает только тогда, когда рентабельность активов и/или стоимость заемного финансирования становятся неопределенными и предприятие принимает на себя риск банкротства или нехватки ликвидных средств. Как эти представления соотносятся с функцией капитала как источника финансирования, которая, хотя и является второстепенной, все же прослеживается и в финансовом секторе?

См. прим. к п. 7.2.

** По всей видимости, авторы такого рода высказываний абстрагируются от возникающей юридической неопределенности в отношении прав собственности на активы и прибыль предприятия, не имеющего собственных средств.

Действительно, хотя большинство традиционных активных операций, таких как кредитование или инвестирование (*funded commitment*), требуют **фондирования** (*funding*), отнюдь не все из них предполагают использование в этих целях именно *капитала*. Так, например, покупку государственных облигаций можно осуществить целиком за счет привлеченных средств, если процентный риск, возникающий при такой операции, будет в значительной мере устранен путем выравнивания сроков вложений и обязательств (здесь мы абстрагируемся от риска досрочного изъятия средств, для покрытия которого может понадобиться капитал). Напротив, кредитование крупного корпоративного заемщика может потребовать весьма большого размера капитала на покрытие риска. С другой стороны, для некоторых условных обязательств, учитываемых за балансом и не требующих фондирования (*unfunded commitment*), все же необходим капитал на случай, если они будут предъявлены к исполнению. Примером могут служить выданные банком гарантии или поручительства. Наконец, банки обычно стремятся к 100%-ному обеспечению собственным капиталом *нематериальных активов*, в частности **стоимости деловой репутации** (*goodwill*), которая равна превышению вложений в те или иные активы над их балансовой оценкой и отражает ожидаемую в будущем экономическую прибыль для владельцев банка*. Из приведенных примеров следует важный вывод, что «в банке не существует положительно никакой взаимосвязи между потребностью в фондировании и потребностью в капитале» [62, p. 52].

Можно предположить, что при размещении средств в приносящие процентный доход активы потребность в капитале помимо покрытия кредитного риска объясняется стремлением снизить *балансовый процентный риск* и *риск балансовой ликвидности***. Последний вид риска, впрочем, присут также и условным обязательствам, не требующим фондирования, что обуславливает необходимость резервирования капитала. Что касается покупки нематериальных активов за счет собственных средств, то она, очевидно, преследует цель «закрепления за владельцами права на получение будущих (неопределенных) прибылей» [17].

Таким образом, мы приходим к следующему определению экономического капитала***:

$$EC = RC + CC, \quad (8.9)$$

* Это согласуется с классической теорией корпоративных финансов, в частности с методом дисконтирования будущих денежных потоков. Характерно, что стоимость нематериальных активов полностью исключается из расчета капитала первого уровня для целей банковского надзора (см. п. 9.2.1).

** В [46] отмечается, что риск балансовой ликвидности игнорируется многими банками при расчете экономического капитала на том основании, что 1) в финансовом секторе еще не выработано хороших методов оценки данного вида риска; 2) он не является существенным при наличии высокого кредитного рейтинга и доступа к альтернативным источникам фондирования. Тем не менее капитал рассматривается как необходимое, но не достаточное условие ликвидности банковского баланса.

*** Данное определение экономического капитала является несколько более широким, чем в [62], где в качестве второго слагаемого в (8.9) фигурирует только стоимость деловой репутации.

- где *EC* — экономический капитал;
RC (risk capital) — капитал, необходимый для покрытия основных видов риска по проводимым операциям с целью защиты от банкротства;
CC (cash capital) — капитал, используемый для фондирования активных операций и резервируемый под забалансовые обязательства.

В той мере, в какой капитал, формируемый в целях финансирования активных и забалансовых операций банков, выполняет функцию защиты от рисков иной природы, чем рыночные, кредитные или операционные (речь идет о таких рисках, как балансовый процентный риск, риск балансовой ликвидности или стратегический риск, которые обычно не поддаются точной количественной оценке), понятия «экономический капитал» и «капитал, резервируемый против совокупного риска» можно считать тождественными*.

В соответствии с этими двумя функциями капитала различают **капитальные вложения** (*capital investment*), под которыми понимают физическую покупку каких-либо активов за счет имеющихся собственных средств, и **размещение капитала** (*capital allocation*), представляющее собой условное распределение экономического капитала по направлениям деятельности и подразделениям компании в соответствии с их масштабом и уровнем риска, при котором не происходит каких-либо инвестиций капитала в бухгалтерском смысле этого слова [62]. Хотя такое распределение капитала внутри одной компании или группы компаний является «экономическим», условным, и может не совпадать с бухгалтерским размещением капитала по филиалам, отделениям и дочерним предприятиям, с точки зрения риск-менеджмента оно имеет первостепенную значимость, ибо без этого невозможно определить вмененную стоимость капитала, задействованного в каждом из направлений деятельности, а значит, нельзя рассчитать и экономическую прибыль и рентабельность капитала с учетом риска.

Главной целью размещения экономического капитала по направлениям деятельности является их «выравнивание» по уровню риска и последующее ранжирование по объему полученной экономической прибыли**. Как уже указывалось в п. 8.5, дополнительный капитал следует направлять только в те проекты, которые приносят экономическую прибыль, и лишь до тех пор, пока эта прибыль не перестанет расти. Поскольку привлечение капитала извне сопряжено с достаточно высокими издержками, экономическая эффективность

* В отличие от [44, 62] и [72], в большинстве источников (см., в частности, [17, 22, 46, 65, 67]) термин «экономический капитал» используется в более узком смысле, как резерв собственных средств, создаваемый с целью покрытия непредвиденных потерь вследствие экономического риска (обычно рассматриваемого как совокупность рыночного, кредитного и операционного рисков), а не для финансирования деятельности. По сути, это совпадает с понятием «капитал, резервируемый против риска»

** В крупном современном банке количество направлений деятельности может быть весьма значительным. Так, в *Bank of America* насчитывалось 45 различных направлений бизнеса «первого уровня» [49].

и инвестиционная привлекательность всей компании во многом зависят от того, насколько эффективно функционирует ее «**внутренний рынок капитала**» (*internal capital market*), который призван отбирать и финансировать только те направления и проекты, которые, как минимум, «окупают» используемый в них капитал и, что желательно, приносят сверхприбыль для акционеров.

В идеале расчет потребности в экономическом капитале в масштабе всего предприятия должен производиться по принципу «снизу вверх»: по всем основным видам и факторам риска с максимальным учетом корреляционных взаимосвязей, существующих между ними. Интеграцию рисков «снизу вверх» в условиях множественности их источников осуществляют, выделяя первичные факторы риска на уровне отдельных сделок, инструментов и подразделений и последовательно агрегируя их, поднимаясь на все более высокие уровни корпоративной иерархии. Полученная экономическая оценка потребности в капитале обычно оказывается меньшей, чем минимальные требования регулирующих органов и фактически располагаемый капитал [31]. Затем имеющийся капитал должен быть размещен уже «сверху вниз»: по тем приносящим доход направлениям деятельности и подразделениям, которые и создают эти риски, с учетом эффектов диверсификации риска внутри корпоративного портфеля.

Ниже мы рассмотрим метод оценки совокупной потребности банка в экономическом капитале, покрывающем основные виды риска (модель RAROC), а затем обратимся к различным подходам распределения имеющегося капитала по направлениям деятельности, подразделениям, продуктам и клиентам.

8.7. Скорректированная на риск рентабельность капитала

Понятие скорректированной на риск рентабельности капитала уже было введено на рис. 8.5 как отношение чистой прибыли к размеру капитала, зарезервированному против рисков данного вида деятельности (операций кредитования). В настоящем разделе мы остановимся на этом показателе более подробно.

Метод оценки финансового риска и потребности в капитале на уровне отдельных направлений бизнеса и банка в целом, получивший название **скорректированной на риск рентабельности капитала** (*risk-adjusted return on capital* — RAROC), был впервые разработан инвестиционным банком *Banker's Trust* в конце 70-х годов*. На базе показателя RAROC возникли такие его модификации, как **рентабельность капитала, скорректированного на риск** (*return on risk-adjusted capital* — RORAC) и **скорректированная на риск рентабельность капитала, рассчитанного с учетом риска** (*risk-adjusted return on risk*

* Впоследствии банк *Banker's Trust* разработал систему RAROC 2020, которая представляет собой программный продукт, включающий базу данных цен, волатильностей и корреляций по большому набору факторов рыночного риска, а также модели расчета риска портфелей финансовых инструментов на ее основе. В отличие от системы *RiskMetrics*, разработанной банком *J. P. Morgan Chase*, система RAROC 2020 изначально включала в себя возможность расчета риска опционов [38].

adjusted capital — RARORAC). Все эти коэффициенты относятся к классу так называемых «показателей оценки результатов деятельности с учетом риска» (*risk-adjusted performance measures* — RAPM)*, которые получили широкое распространение в финансовом секторе как меры экономической эффективности, учитывающие риск. В отличие от экономической добавленной стоимости — абсолютной (денежной) величины, являющейся оценкой экономического эффекта, — относительные показатели RAPM являются сопоставимыми и, следовательно, могут служить критерием распределения капитала между различными по величине и структуре портфелями, подразделениями и направлениями деятельности, а также инструментом мотивации руководящего персонала в системах материального поощрения.

Появление методики RAROC и ее аналогов было обусловлено тенденцией ко все большей диверсификации банковского дела в странах Запада в 80–90-х годах XX в., когда банки стали осваивать новые для них виды операций (например, торговлю производными инструментами), которые, в отличие от традиционных операций кредитования, требовали очень мало капитала в качестве источника их финансирования, но создавали условные обязательства для банка, размер убытка по которым мог быть катастрофическим для организации в целом.

Первоначальная цель, которая ставилась перед разработчиками RAROC, заключалась в оценке риска ссудного портфеля банка и размера резервируемого капитала, достаточного для покрытия убытков с заданной степенью уверенности. Иными словами, задача состояла в расчете такой величины капитала, которая позволила бы снизить риск банкротства банка и связанных с ним потерь для его вкладчиков и прочих кредиторов до приемлемо низкого уровня.

В более общем контексте метод RAROC предназначен для обеспечения банка капиталом на уровне, достаточном для покрытия непредвиденных потерь вследствие реализации всех основных видов риска с определенной (высокой) степенью уверенности. Таким образом, главной целью применения RAROC с точки зрения интегрированного риск-менеджмента является оптимизация общего размера и структуры капитала банка. Кроме того, размещение капитала по направлениям деятельности, учитывающее как их индивидуальные риски, так и вклад в общий риск банка, необходимо для расчета экономической прибыли и основанных на ней сумм вознаграждения для руководителей.

К настоящему времени не существует какой-либо общепринятой, стандартной методики агрегированной оценки рисков в масштабе всего банка. В методе RAROC моделирование и интеграция рисков должны осуществляться «снизу вверх», в разрезе основных видов риска, каждый из которых оценивается сразу по всем операциям банка. При таком подходе возникает проблема учета корреляционных взаимосвязей между рисками разной природы, которые очень трудно оценить эмпирически (в первую очередь, из-за различия во временных горизонтах). В этом случае обычно прибегают к теоретическим корреляциям, однако их обоснованность остается спорной. Альтернативой служит двухэтапный подход, в котором риски оцениваются и агрегируются с учетом эмпирических или предполагаемых корреляций сначала на уровне отдельных направ-

* Подробнее об этих показателях см. [12, 29, 62].

лений деятельности, а затем полученные оценки совокупного риска агрегируются по направлениям бизнеса с учетом корреляций между ними. При едином и последовательном учете корреляций оба подхода должны давать одни и те же значения интегрального риска. В результате определяется потребность в капитале, резервируемом против риска, для всего банка.

Принцип, лежащий в основе RAROC, заключается в том, что проекты, сопряженные с более высоким совокупным риском, должны приносить и большую чистую доходность по сравнению с проектами с низким риском. Это значит, что оценка рентабельности направления бизнеса или подразделения (отдельной операции, продукта, клиента и т. п.) и ценообразование их продуктов и услуг должны производиться с учетом не только явных затрат, включающих стоимость кредитных ресурсов, непроцентные расходы и премию за риск, отражающую ожидаемые потери, но и неявных издержек — стоимости задействованного капитала, предназначенного для покрытия непредвиденных потерь вследствие всех видов риска.

Как и концепция экономической добавленной стоимости, метод RAROC основывается на важном допущении, что вмененная стоимость капитала, задействованного в каждом направлении деятельности, рассчитывается исходя из одной и той же нормы рентабельности капитала для всего банка*. Для того чтобы «выровнять» все направления бизнеса по риску инвестирования капитала при его неизменной «цене», необходимо распределить капитал между ними таким образом, чтобы более рискованные направления получили и больше капитала. Это позволит сравнивать их между собой по уровню рентабельности с учетом риска и принимать соответствующие стратегические решения. Главная проблема, таким образом, заключается в выборе оптимальной меры риска, руководствуясь которой можно было бы распределять капитал без существенных искажений. В методе RAROC в качестве такой меры риска используется вероятностная оценка совокупного экономического риска для каждого направления деятельности, учитывающая его корреляцию с совокупным риском банковского портфеля.

8.7.1. Этапы и параметры расчета RAROC

Для банка скорректированная на риск рентабельность капитала может быть оценена следующим образом [13, 49, 62]:

$$RAROC = \frac{E - ECL}{RC}, \quad (8.10)$$

где E (earnings) — чистая прибыль, рассчитанная с учетом затрат на частичное хеджирование рыночного и кредитного риска (если таковое было);

* С теоретической точки зрения не имеет значения, какой из параметров должен отражать уровень риска: норма требуемой доходности или размер задействованного капитала. Последний подход более предпочтителен на практике, так как фиксированная «цена» капитала позволяет сравнивать направления бизнеса между собой по величине экономической прибыли и рентабельности капитала сверх общего минимально требуемого уровня.

ECL (expected credit loss) — ожидаемые потери вследствие экономического риска;

RC (risk capital) — капитал, резервируемый против совокупного нехеджируемого риска (выражаемого волатильностью денежных потоков по банку в целом либо отдельно по направлению бизнеса, портфелю, клиенту или продукту).

Иногда в знаменателе формулы расчета *RAROC* вместо капитала, резервируемого против рисков, используют более широкий показатель экономического капитала, определенный в смысле (8.9). Ниже мы рассмотрим основные подходы к расчету всех составляющих экономического капитала.

Показатель *RAROC* может рассчитываться как по итогам выбранного отчетного периода, так и планироваться на будущее. Соответственно, оценка результатов работы руководителя каждого направления бизнеса будет осуществляться путем сравнения планового значения *RAROC* с фактически достигнутым, анализа тенденций в динамике *RAROC* за последнее время и сравнения с другими подразделениями и направлениями деятельности. Отметим эквивалентность показателей *RAROC* и *EVA* как критериев принятия решений на основе сравнения с пороговой нормой доходности:

$$RAROC \geq x\% \Leftrightarrow EVA\{COE = x\% \} > 0. \quad (8.11)$$

При кажущейся на первый взгляд простоте расчета показателя *RAROC* основная трудность заключается в оценке входящих в формулу (8.10) параметров, особенно ее знаменателя.

Первая проблема возникает уже при выборе временного горизонта для расчета *RAROC*. В принципе, он может быть любым, однако финансовые риски сильно различаются по горизонту их прогнозирования. Так, рыночный риск обычно оценивается на относительно короткие периоды времени (от одного дня до нескольких недель), в то время как риск дефолта можно достоверно оценить только по гораздо более продолжительным интервалам наблюдений: от 1 года до 10–15 лет. Еще более редкими могут быть проявления разного рода операционных рисков — в этой связи показательно, что Базельский комитет требует от банков иметь базы данных по операционным потерям глубиной не менее 5 лет [82]. Отсюда следует, что оценка интегрального риска в масштабе всего банка путем агрегирования «снизу вверх» имеет смысл только для некоего «компромиссного» временного горизонта, на котором уже можно получить оценки «долгосрочных» рисков, а погрешность масштабирования «краткосрочных» рисков не будет слишком высокой. На практике показатель *RAROC* обычно рассчитывают с временным горизонтом в один год, при этом с целью повышения его прогнозной ценности и снижения зависимости от исторических данных оценки рисков и требований к капиталу обновляют ежеквартально [49].

Обратимся теперь к способам расчета составляющих *RAROC* переменных, фигурирующих в (8.10).

Величина чистой прибыли определяется как сумма валового дохода по всем операциям за вычетом всех прямых и косвенных расходов, включая затраты на хеджирование риска, выплаты по обязательствам и налоги. Поскольку в

разных стандартах бухгалтерского учета этот показатель может определяться по-разному, главным условием является единство метода при расчете чистой прибыли по всем направлениям бизнеса.

Разделение потерь на ожидаемые и непредвиденные наиболее отчетливо прослеживается в случае кредитного риска*. Ожидаемые потери вследствие дефолта контрагентов или заемщиков могут быть оценены по формуле (5.35) либо приближенно по формуле (5.36). Как уже отмечалось выше, ожидаемые потери рассматриваются как обычные издержки данного вида деятельности и подлежат включению в стоимость финансовых инструментов и продуктов, связанных с кредитным риском, путем их распределения между контрагентами (заемщиками). Аналогичным образом следует поступать и с ожидаемыми убытками вследствие иных видов риска, если их можно выделить.

Для рыночного риска, который, в отличие от кредитного и операционного рисков, характеризуется довольно симметричным распределением прибылей и убытков, возможны два подхода к определению границ ожидаемых потерь. С одной стороны, ожидаемыми потерями признаются те, которые могут быть полностью хеджированы, а связанные с этим издержки — отнесены на расходы банка. Однако такой подход игнорирует возможное нежелание банка хеджировать позиции, открытые в чисто спекулятивных целях, а также потенциальные убытки от неправильно выбранной стратегии хеджирования. Поэтому на практике обычно отходят от классификации потерь по экономическому признаку и считают, что «ожидаемые» потери возникают в условиях «нормальной» конъюнктуры рынка и могут быть оценены статистически с помощью стандартных VaR-моделей, в то время как «непредвиденные» убытки реализуются в случае рыночных кризисов, и их масштаб можно оценить либо путем сценарного анализа (стресс-тестирования), либо статистически — на основе математической теории рекордов. В отличие от кредитного риска, оба вида потерь вследствие рыночного риска при отсутствии хеджирования остаются на удержании банка и требуют резервирования капитала, при этом считается, что непредвиденные потери, оцененные с требуемым уровнем доверия, могут превысить ожидаемые в определенное количество раз.

Капитал, резервируемый против совокупного риска банка, в первых реализациях данного метода определялся как сумма *резервов, создаваемых из собственных средств* под покрытие *непредвиденных* потерь вследствие рыночного, кредитного и операционного рисков**:

* См. п. 5.10 и 5.16.

** Перечень включаемых в рассмотрение рисков может варьироваться в зависимости от принятой в банке классификации. Так, в *Bank of America* при расчете RAROC капитал определяется для четырех видов риска: рыночного, кредитного, странового и бизнес-риска (под последним понимаются все риски, не вошедшие в первые три категории) [49]. В банке *J. P. Morgan Chase* моделирование совокупного риска в масштабе всей организации осуществлялось по следующим категориям: 1) рыночный риск торгового портфеля; 2) кредитный риск ссуд и производных инструментов; 3) операционный риск; 4) риск долевого участия в уставном капитале других предприятий и 5) риск колебаний дохода от операций инвестиционного банка, включающего премии и комиссионные по сделкам «своп» и другим производным инструментам, услугам андеррайтинга, консультационным услугам и др. (кроме управления активами).

$$RC = MRC + CRC + ORC, \quad (8.12)$$

где MRC (*market risk capital*) — непредвиденные потери вследствие рыночного риска;
 CRC (*credit risk capital*) — непредвиденные потери вследствие кредитного риска, оцененные с заданной вероятностью;
 ORC (*operational risk capital*) — непредвиденные потери вследствие операционного риска.

Формула (8.12) базируется на малоправдоподобном допущении, что между проявлениями рыночного, кредитного и операционного рисков наблюдается совершенная положительная корреляция (+1). В реальности между рыночным и кредитным рисками может существовать как положительная, так и отрицательная взаимосвязь, в то время как операционный риск, как правило, не проявляет заметной корреляции с рыночным или кредитным риском. Учет корреляций между рисками разной природы позволил бы снизить размер резервируемого капитала, однако это является одной из самых сложных проблем интегрированного финансового риск-менеджмента [46]. Поэтому в современных модификациях метода RAROC осуществляется полномасштабное статистическое моделирование по методу Монте-Карло с целью построения совместного распределения потерь при одновременном проявлении нескольких видов риска, которое бы учитывало наблюдаемые или предполагаемые корреляционные взаимосвязи между ними [18]. Если удастся построить совместное распределение убытков вследствие всех основных факторов риска, капитал, резервируемый против совокупного риска, может быть определен по аналогии с VaR как квантиль этого распределения порядка α [67]:

$$RC(\alpha) = \inf \{x | P(L > x) > \alpha\} - E(L), \quad (8.13)$$

где L — случайная величина, отражающая размер убытка;
 $E(L)$ — ожидаемые потери.

На практике, однако, риски обычно оценивают по отдельности для одного и того же уровня доверия и временного горизонта (без моделирования их совместного распределения), а полученные оценки затем агрегируются исходя из тех или иных предположений о взаимосвязи рисков между собой.

В отличие от параметров, входящих в числитель коэффициента RAROC и являющихся стандартными показателями деятельности банка, расчет необходимого размера капитала, резервируемого против рисков различной природы, представляет собой гораздо более сложную задачу. Оценки всех трех видов риска должны быть рассчитаны не только на один и тот же временной горизонт, но и с одинаковым уровнем доверия (вероятности их превышения), определяемым целевым кредитным рейтингом для банка в целом. В настоящее время такие оценки могут быть получены для рыночных и большинства кредитных рисков и в значительно меньшей степени — для операционных рисков.

Непредвиденные потери вследствие рыночного риска, как правило, рассчитывают на основе стандартного показателя VaR для торгового портфеля

банка с учетом частичного хеджирования позиций*. Для расчета RAROC эту величину необходимо перевести в годовое исчисление. Оценка риска для столь длительного временного горизонта представляет собой непростую задачу, поскольку простое масштабирование дневного показателя VaR или расчет VaR непосредственно по годовым данным (конечно, при наличии выборки исторических данных достаточной глубины) связаны с неприемлемо большими погрешностями. На практике можно оценить VaR по месячным доходностям, усреднив его по некоторой выборке, а затем прибегнуть к масштабированию**:

$$MRC = k \times VaR(1 \text{ год}) \approx k \times \sqrt{12} \times \overline{VaR}(1 \text{ мес.}), \quad (8.14)$$

где \overline{VaR} — среднемесячный VaR , рассчитанный по последним n значениям;
 k — константа, отражающая возможное возрастание волатильности по отношению к среднему уровню (обычно $k = 3 \div 4$, см. п. 9.5.2).

Заметим, что оценка размера капитала, требуемого на покрытие рыночного риска в годовом исчислении, может быть получена и иными способами: например, как взвешенная сумма потерь, ожидаемых при нормальном состоянии рынка, и потерь в случае кризиса, превышающих среднее значение VaR^{***} :

$$MRC = c \times (\lambda \times SL + (1 - \lambda) \times k \times VaR_{t, 1-\alpha}) [+AC], \quad (8.15)$$

где SL — величина потерь в случае рыночного кризиса, оцениваемая путем стресс-тестирования****;
 λ — весовой коэффициент, отражающий долю непредвиденных потерь, не учитываемых моделью расчета VaR , в общем размере резервируемого капитала;
 $VaR_{t, 1-\alpha}$ — максимальные потери за период t с уровнем доверия $(1 - \alpha)$ (или среднее значение VaR за определенный период времени);

* С теоретической точки зрения те риски, затраты на хеджирование которых меньше стоимости капитала, необходимого для покрытия связанных с ними убытков, следует полностью хеджировать и исключить из расчета резервируемого капитала. Однако такое хеджирование может оказаться несовершенным, что, в свою очередь, требует учета связанного с ним рыночного (и кредитного) риска при оценке потребности в капитале.

** Большинство краткосрочных эффектов «возврата к среднему» процентных ставок на денежных рынках обычно происходит в пределах одного месяца.

*** Данный подход при $l = 0.5$, $c = 2$, $t = 1$ день, $\alpha = 1\%$, $AC = 500$ млн. долл. применяется в банке *J. P. Morgan Chase* для расчета требований к экономическому капиталу.

**** См. п. 8.9.

s — множитель для расчета размера резервируемого капитала;
 AC (*additional capital*) — дополнительный капитал на покрытие рисков, не учитываемых при расчете VaR и стресс-тестировании, определяемый экспертным путем.

Еще один подход к расчету требований к экономическому капиталу, резервируемому против рыночного риска, базируется на внутренней системе VaR -лимитов [23]:

$$MRC = k_1 \times VaR + k_2 (\max (VaR\text{-lim} - VaR, 0)) + k_3 (\max (VaR - VaR\text{-lim}, 0)), \quad (8.16)$$

где VaR — максимальные дневные потери с заданным уровнем доверия;

$VaR\text{-lim}$ — VaR -лимит, предельное значение дневного VaR ;

k_1 — константа, отражающая риск события, не учитываемый моделью расчета VaR ;

k_2 — константа, отражающая требования к капиталу, резервируемому против неиспользованной части дневного VaR -лимита;

k_3 — константа, отражающая требования к капиталу, резервируемому против риска, превышающего дневной VaR -лимит.

Легко видеть, что если дневной VaR -лимит был превышен, то второе слагаемое в формуле (8.16) будет равно нулю; в противном случае нулю будет равно третье слагаемое.

Что касается рыночного риска портфеля неликвидных активов, в первую очередь ссуд (риск разрывов срочной структуры, валютный риск) и долей в капитале других фирм (фондовый риск), то он тоже требует резервирования капитала, однако его оценка в виде вероятностного показателя представляется проблематичной. В методе $RAROC$ предполагается, что банк будет стремиться к максимальному снижению этих рисков посредством хеджирования (валютных и процентных рисков) и иммунизации (выравнивания дюрации портфеля ссуд и привлеченных кредитных ресурсов)*. Под «остаточный» рыночный риск капитал может размещаться пропорционально той части риска, которая была хеджирована [49].

Непредвиденные потери вследствие кредитного риска представляют собой убытки, превышающие ожидаемые. Банк должен зарезервировать капитал в таком объеме, которого было бы достаточно для компенсации непредвиденных убытков в течение заданного периода времени с очень высокой вероятностью. Эта вероятность обычно определяется тем, какому кредитному рейтингу желает соответствовать сам банк в глазах кредиторов и клиентов, и может быть оценена статистически по данным рейтинговых агентств. Чем выше целевой рейтинг, тем больший размер капитала необходимо ре-

* Обычно это является функцией казначейства банка.

зервировать против совокупного экономического риска. Так, например, по данным агентства *Moody's* для рейтинга AA вероятность дефолта в течение одного года составляет менее 0,03%*. Иными словами, банк должен резервировать капитал в таком размере, который гарантировал бы покрытие убытков от проявлений всех рисков с вероятностью 99,97% в течение ближайшего года**. В методе RAROC это же значение вероятности должно использоваться и для статистической оценки потерь вследствие всех прочих видов риска.

В случае кредитного риска это означает расчет величины «кредитного VaR» по портфелям ссуд, забалансовых условных обязательств и производных финансовых инструментов, подверженных риску контрагента, с заданным уровнем доверия*** (рис. 8.6). Эта оценка может быть получена при помощи моделей расчета кредитного риска портфеля, таких как *CreditMetrics*, *CreditRisk+*, *KMV Portfolio Manager*****.

С формальной точки зрения требуется найти квантиль распределения вероятностей потерь, соответствующую средней вероятности дефолта для целевого кредитного рейтинга, аналогично тому, как это делается для рыночного риска при расчете VaR. Однако эта задача существенно усложняется тем, что распределения вероятностей убытков вследствие кредитного риска значительно отличаются от нормального (рис. 8.6) и его оценка требует трудоемкой аппроксимации. Кроме того, вид и параметры этих распределений могут существенно отличаться для различных субпортфелей в общем кредитном портфеле банка. Так, например, для портфеля кредитных карт искомая квантиль порядка 99,97% может быть удалена на пять стандартных отклонений убытков от среднего значения, а для портфеля корпоративных ссуд та же квантиль может соответствовать уже девяти стандартным отклонениям [54].

При оценке кредитного VaR необходимо также принимать во внимание и некоторые другие «портфельные» эффекты, в частности наличие корреляции между вероятностью дефолта и ожидаемым коэффициентом восстановления задолженности (на протяжении 90-х годов в развитых странах мира она была

* См. табл. 5.7. Помимо актуарной частоты дефолта, рассчитанной по историческим данным, может применяться и ожидаемая вероятность дефолта (EDF), оцениваемая на основе рыночной стоимости акций. Так, в банке *J. P. Morgan Chase* для расчета экономического капитала, резервируемого против кредитного риска, используется средневзвешенная вероятность дефолта, в которой 75% приходится на актуарную оценку *Standard & Poor's* и 25% — на текущее значение ожидаемой вероятности дефолта по модели EDF для этого банка.

** Было бы неправильным считать, что удлинение временного горизонта в методе RAROC обязательно повлечет за собой увеличение требуемого размера капитала. Так, например, по оценкам агентства *Standard & Poor's*, для горизонта в 10 лет кумулятивная вероятность дефолта по облигациям с рейтингом AA составляет уже 1,12% (см. табл. 5.7). Но это означает, что доверительный интервал для расчета непредвиденных потерь вследствие кредитного риска также снижается более чем на 1% — с 99,97 до 98,88%, а это ведет к весьма существенному уменьшению резервируемого капитала.

*** Формальное определение непредвиденных потерь вследствие кредитного риска с заданной вероятностью («кредитного VaR») дано в п. 5.16.

**** См. п. 5.18.

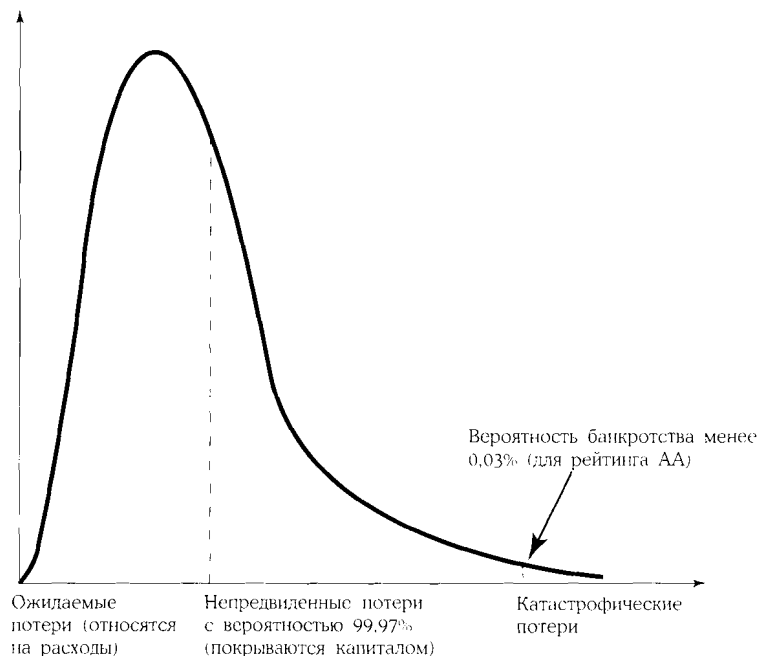


Рис. 8.6. Типичный вид распределения вероятностей потерь вследствие кредитного риска

отрицательной [54]), а также влияние диверсификации риска между различными субпортфелями на совокупный размер резервируемого капитала.

Наибольшие трудности, как правило, связаны с оценкой непредвиденных потерь* вследствие операционного риска. До недавнего времени они нередко вообще исключались из рассмотрения в силу отсутствия общепринятого математического подхода к оценке этого риска по аналогии с рыночным и кредитным рисками. Заметим, что капитал, резервируемый против операционного риска, не обязательно должен рассчитываться с помощью вероятностно-статистических моделей. Он может быть размещен по различным направлениям бизнеса и иными способами, в частности:

- на основе внутренней системы рейтингов подразделений по уровню операционных потерь [13];

* Базельский комитет в рамках «передовых» подходов к оценке операционного риска (AMA) требует от банков рассчитывать раздельно ожидаемые и непредвиденные операционные потери, сумма которых составляет требования к капиталу «по умолчанию». Для того чтобы резервировать капитал только в размере непредвиденных операционных потерь, банк должен доказать органу надзора, что ожидаемые потери уже оценены и учтены им в качестве издержек соответствующего направления деятельности [82]. При расчете RAROC ожидаемые потери вследствие операционного риска (если их возможно выделить) аналогично должны быть учтены в числителе, а не в знаменателе формулы (8.10) вместе с ожидаемыми потерями вследствие прочих видов риска.

- пропорционально валовому доходу (как это предусмотрено в нормативных подходах, предложенных Базельским комитетом в [82]*) либо издержкам по всему банку или отдельным направлениям деятельности;
- на основе так называемой «остаточной» волатильности (*residual volatility*) дохода (прибыли) данного подразделения или направления деятельности после вычета влияния всех факторов рыночного и кредитного риска;
- на основе волатильности «эталонных» самостоятельных компаний, занимающихся только данным видом деятельности, акции которых обращаются на фондовом рынке [13].

Наконец, капитал, резервируемый в целях покрытия балансовых рисков, может быть рассчитан для банка в целом пропорционально сумме активов (за вычетом нематериальных активов, обычно целиком финансируемых за счет собственных средств) и номинальной стоимости забалансовых обязательств**:

$$CC = k \times ((A - G) + CCF \times OBSC) + G, \quad (8.17)$$

где k — коэффициент резервирования капитала;
 A (*assets*) — балансовая стоимость активов;
 CCF (*credit conversion factor*) — коэффициент конверсии в кредитный эквивалент в зависимости от оставшегося срока до истечения;
 $OBSC$ (*off-balance sheet commitments*) — номинальная стоимость забалансовых обязательств;
 G (*goodwill*) — балансовая стоимость нематериальных активов.

Рассчитанные для каждого из имеющихся направлений бизнеса уровни капитала, позволяющие покрыть непредвиденные потери вследствие всех основных видов риска с требуемым уровнем доверия, агрегируются с целью определения совокупного размера экономического капитала для банка в целом. В простейшем виде такое агрегирование сводится к простому арифметическому суммированию всех составляющих экономического капитала, однако это наверняка приведет к завышению совокупных требований к капиталу. В реальности корреляции между различными рисками, конечно же, не равны +1, однако измерить их более точно оказывается крайне затруднительным. Но если промежуточное агрегирование по видам рисков тем или иным способом уже было сделано на уровне направлений деятельности, то задача несколько упрощается, так как корреляция между совокупными рисками направлений уже может быть оценена эмпирически, например на основе рентабельности активов или цен акций аналогичных самостоятельных компаний.

* Подробнее см. п. 6.6.

** В банке *J. P. Morgan Chase* экономический капитал для балансовых целей рассчитывается при $k = 50$ б. п., $CCF = 50\%$ для забалансовых обязательств с оставшимся сроком до истечения свыше 1 года, 0% — для обязательств с оставшимся сроком до истечения менее 1 года. В расчет не включается ожидаемый в будущем кредитный риск по производным инструментам, который учитывается в величине капитала, резервируемого против кредитного риска.

Затем совокупный экономический капитал банка (который, как мы предположили выше, в точности равен имеющемуся капиталу), должен быть условно распределен между источниками его возникновения, т. е. по направлениям деятельности. В практике крупных зарубежных банков капитал, резервируемый против основных видов риска, обычно размещается по направлениям деятельности пропорционально их «внутренним» коэффициентам бета, учитывающим как их собственный уровень риска, так и корреляцию с общим риском банка. Вторую составляющую экономического капитала — средства, резервируемые в целях фондирования операций и покрытия балансовых рисков (8.17), — можно не распределять по направлениям деятельности, если это затруднительно с методической точки зрения. Вместо этого рекомендуется пропорционально увеличить требуемую доходность на распределенный капитал, с тем чтобы окупить стоимость резервов, выполняющих инвестиционные функции [62].

8.7.2. Применение RAROC

Метод RAROC может успешно применяться на всех уровнях управления в различных целях.

- *На уровне банка в целом:* 1) определение требований к совокупному размеру экономического капитала; 2) оценка экономической эффективности использования акционерного капитала путем сравнения с требуемой нормой доходности; 3) раскрытие информации о величине полученной экономической прибыли для акционеров, рейтинговых агентств и регулирующих органов; 4) материальное поощрение высшего руководства.
- *На уровне отдельных направлений бизнеса:* 1) размещение имеющегося капитала между существующими направлениями деятельности; 2) оценка эффективности работы отдельных подразделений путем сравнения RAROC с единой для всех направлений пороговой нормой рентабельности и их ранжирование по степени инвестиционной привлекательности; 3) материальное поощрение руководителей подразделений.
- *На уровне отдельных портфелей/операций/клиентов/трейдеров:* 1) распределение имеющегося капитала между отдельными портфелями и операциями; 2) оценка рентабельности осуществляемых операций с учетом риска; 3) ценообразование банковских услуг и финансовых инструментов; 4) оценка эффективности работы менеджеров, трейдеров и управляющих портфелями и распределение между ними фонда материального поощрения.

Пример 8.1. Рассмотрим двух трейдеров одного банка, работающих на разных рынках. Первый из них специализируется на валютных операциях с наличными евро на рынке FOREX и может открывать позиции на сумму до 10 млн. евро, а второй — на рынке краткосрочных государственных облигаций стран Евросоюза, при этом размер его позиции ограничен 1 млн. евро. Пусть годовая волатильность курса евро к доллару США составляет 15%, а годовая волатильность рынка облигаций — не более 2%. По итогам года прибыль первого трейдера составила 1 млн. евро, а второго — только

45 тыс. евро. Для оценки эффективности работы трейдера с учетом риска величина VaR оценивается с временным горизонтом в 1 год, уровнем доверия 99% в предположении о нормальном распределении доходностей факторов риска. Требуется сравнить результаты работы этих двух трейдеров на основе показателя $RAROC$.

Будем считать, что риском контрагента при сделках «спот» на рынке *FOREX* можно пренебречь, а государственные краткосрочные облигации стран — членов Евросоюза не подвержены риску дефолта. Если рассматривать операционный риск как несущественный, то единственным видом риска, требующим резервирования капитала, является рыночный (валютный и процентный риски соответственно).

Согласно условию, размер резервируемого капитала принимается равным величине годового VaR , рассчитываемого дельта-нормальным методом с уровнем доверия 99%:

$$VaR = k_{0.99} \times V \times \sigma_t,$$

где $k_{0.99}$ — квантиль нормального распределения порядка 0.99;
 σ_t — годовая волатильность доходности;
 V — объем позиции.

Отсюда:

$$VaR_1 = 2.33 \times 10 \text{ млн. евро} \times 0.15 \approx 3.5 \text{ млн. евро};$$

$$VaR_2 = 2.33 \times 1 \text{ млн. евро} \times 0.02 \approx 0.047 \text{ млн. евро}.$$

Воспользовавшись формулой (8.10), рассчитаем показатель $RAROC$ для каждого трейдера:

$$RAROC_1 = 1.0 \text{ млн. евро} / 3.5 \text{ млн. евро} \times 100\% = 28.6\%.$$

$$RAROC_2 = 0.045 \text{ млн. евро} / 0.047 \text{ млн. евро} \times 100\% = 95.7\%.$$

Несмотря на гораздо меньший объем прибыли в абсолютном выражении, трейдер по облигациям смог обеспечить рентабельность капитала с учетом риска почти в три с половиной раза выше, чем его коллега на валютном рынке. Соответственно, размер вознаграждения для этих трейдеров по итогам года должен быть установлен пропорционально полученным значениям $RAROC^*$.

Пример 8.2. В табл. 8.2 приведен пример использования методики $RAROC$ в ценообразовании банковских продуктов при определении процентной ставки по кредиту.

Хотя данный пример и является упрощенным, он хорошо иллюстрирует взаимосвязь показателей $RAROC$ и EVA . Для того чтобы обеспечить требуемую рентабельность акционерного капитала в размере 15% при обеспеченности капиталом, достаточной для покрытия непредвиденных убытков с тре-

* Внедрение в 90-х годах в зарубежных банках систем расчета вознаграждения для трейдеров на основе показателей оценки эффективности с учетом риска зачастую наталкивалось на неприятие со стороны самих трейдеров, что служило поводом для громких конфликтов.

Таблица 8.2

ПРИМЕР РАСЧЕТА СТОИМОСТИ КРЕДИТА НА ОСНОВЕ МЕТОДА RAROC

Элемент себестоимости	Значение, %	Источник
Стоимость кредитных ресурсов	3.25	Внутренняя система трансфертного ценообразования
Резерв под ожидаемые потери по ссуде	1.25	Внутренняя модель оценки кредитного риска
Прямые затраты	0.45	Данные бухгалтерской калькуляции затрат в разрезе клиентов или продуктов
Накладные расходы	0.80	
Всего издержек без учета стоимости капитала	5.75	
Вмененная стоимость задействованного капитала	3.00	Модель размещения капитала по методу RAROC: Капитал/Сумма кредита = 15% (рассчитано с учетом целевой вероятности банкротства по банку в целом). Требуемая рентабельность капитала: 12% годовых. Стоимость капитала после уплаты налогов: $0.15 \times 0.12 = 1.8\%$. Налог на прирост капитала: 40%. Стоимость капитала до уплаты налогов: $1.8\% / (1 - 0.4) \approx 3.0\%$
Итоговая процентная ставка по кредиту	8.75	

буемым уровнем доверия, процентная ставка должна быть не ниже 8,75%. Если банку удастся разместить средства под более высокую ставку, чем 8,75%, то он получит положительную экономическую прибыль. Если же ставка будет установлена в диапазоне между 5,75 и 8,75%, это позволит получить бухгалтерскую прибыль, однако рентабельность акционерного капитала будет ниже требуемых 15%.

8.7.3. Достоинства и недостатки RAROC

Как и концепция VaR, метод RAROC сыграл революционную роль в развитии финансового риск-менеджмента. К числу его наиболее значимых достоинств относятся:

- 1) *объективность*: более точная оценка потребности в капитале и экономической выгодности операций по сравнению с традиционными показателями, такими как рентабельность капитала или активов;

- 2) *комплексность*: интеграция в одном показателе оценок основных видов финансового риска (рыночного, кредитного и операционного);
- 3) *универсальность*: возможность применения в стратегическом планировании, ценообразовании и системах мотивации персонала на всех уровнях управления в банке.

Важным преимуществом RAROC является возможность оценивать риски «снизу вверх», по отдельным операциям, портфелям и клиентам, последовательно поднимаясь на все более высокие уровни путем агрегирования рисков с учетом эффектов диверсификации между различными направлениями деятельности. Расчет потребности в капитале с учетом всех основных рисков и увязывание размера вознаграждения руководителей с рентабельностью задействованного капитала создает действенные стимулы к экономии на размере капитала, что, в свою очередь, способствует приросту экономической прибыли.

Эти достоинства вместе с появлением в 90-х годах XX в. математических моделей для расчета экономического капитала, резервируемого против рыночного, кредитного и операционного рисков на основе методики VaR, обусловили широкое распространение подхода RAROC среди крупных транснациональных банков.

Несмотря на популярность метода RAROC среди практиков, его критики указывают на существенные недостатки, главным из которых признается несовместимость с классической финансовой теорией, в частности с моделью оценки капитальных активов (CAPM) [12, 37].

Как известно, последняя базируется на постулате о наличии так называемого «эффективного рынка», на котором отсутствуют арбитражные возможности, а также налоги, издержки, связанные с банкротством, и конфликт интересов между акционерами и управляющими. Согласно теореме Модильяни–Миллера, любые изменения структуры капитала в таком идеальном мире не будут оказывать влияния на рыночную стоимость активов компании, а значит, и на ее инвестиционные решения. Так как на эффективном рынке все риски, которым подвержены инвесторы, могут быть оценены справедливо, рыночная стоимость специфических рисков была бы одинаковой для всех банков и не зависела бы от состава и структуры их портфелей активов. При принятии инвестиционных решений риск учитывался бы только на основании его корреляции с систематическими рыночными факторами, имеющими стоимостную оценку (в модели CAPM — это коэффициент бета и рыночная премия за риск соответственно).

Поскольку банки как финансовые посредники обязаны своим существованием именно разнообразным несовершенствам рынка, связанным с *асимметрией информации* о рисках различных активов, они принимают на себя главным образом те риски, которые не могут быть легко «перепроданы» на рынке посредством хеджирования в силу их относительной неликвидности, как, например, риски портфелей ссуд. Не имея справедливой рыночной оценки этих рисков, банки могут управлять ими только двумя способами: путем изменения своей инвестиционной политики (что далеко не всегда желательно, ибо может означать прекращение выполнения банком своих регулярных функций) либо через варьирование структуры капитала. Тем самым, банки вынуж-

дены увязывать решения о структуре капитала со своим отношением к принимаемому «нехеджируемому» риску (которое определяется ковариацией с риском уже существующего портфеля активов), чего, очевидно, не наблюдалось бы на эффективном рынке.

В отличие от модели CAPM, в методе RAROC капитал размещается пропорционально совокупному экономическому риску элементов портфеля, а не их систематическому риску, имеющему рыночную оценку. Иными словами, RAROC в своем исходном виде игнорирует корреляционные взаимосвязи между неликвидным риском корпоративного портфеля и систематическим рыночным риском.

На практике эта погрешность может оказаться не столь существенной, если банк способен «перенести» на рынок или на другое подразделение большую часть своего хеджируемого риска. Предположим, что более правильный подход к распределению капитала между элементами портфеля должен основываться на линейной двухфакторной модели следующего вида [37]:

$$r_i = \alpha_i + \beta_{im}r_m + \beta_{ip}r_p + \varepsilon_i, \quad (8.18)$$

где r — требуемая рентабельность акционерного капитала для i -го элемента портфеля;

r_m — рыночная премия за риск (разность в доходности фондового рынка и рынка безрискового актива);

r_p — доходность существующего портфеля активов в данном банке;

β_{im}, β_{ip} — «рыночный» и «внутренний» коэффициенты бета соответственно.

Заметим, что модель (8.18) отличается от классической модели CAPM тем, что в ней доходность является функцией не только систематического рыночного риска, но и совокупного риска портфеля неликвидных активов.

Если в реальности требуемая доходность на капитал (или, что эквивалентно, размер задействованного капитала) для данного направления деятельности определяется «рыночным» и «внутренним» коэффициентами бета, то банку необходимо оценить оба этих параметра. В методе RAROC первым из них пренебрегают и размещают капитал по направлениям деятельности только пропорционально их внутренним коэффициентам бета (см. п. 8.8.4):

$$r_i = \lambda_i + \beta_{ip}r_p + \theta_i. \quad (8.19)$$

Отчасти это связано со сложностью определения рыночного коэффициента бета для тех направлений бизнеса, которые имеют мало самостоятельных компаний-аналогов, чьи акции обращались бы на фондовом рынке (или не имеют таковых вовсе — см. п. 8.8.1). Можно показать, что оценка внутреннего коэффициента бета при переходе от (8.18) к (8.19) будет смещенной, так как несмещенная оценка является функцией «рыночных» коэффициентов бета для данного направления бизнеса и существующего портфеля активов [49]:

$$E(\hat{\beta}_{ip}) = \beta_{ip} + \beta_{im}\beta_{pm}. \quad (8.20)$$

Легко видеть, что, чем больше рисков i -го направления деятельности банк способен хеджировать на рынке или «перенести» на другое свое подразделение (т. е. чем меньше подверженность этого направления систематическому рыночному риску — β_m), тем меньше будут несоответствия при размещении капитала.

С практической точки зрения метод RAROC имеет следующие слабые стороны:

- 1) неприменимость к оценке рентабельности инвестиций в безрисковые активы, для которых рыночный, кредитный и операционный риски пренебрежимо малы (например, покупка краткосрочных государственных бескупонных облигаций стран с высоким кредитным рейтингом и удержание их до погашения). Для таких операций рассчитанная, согласно (8.9), рентабельность капитала будет бесконечно большой, что экономически бессмысленно;
- 2) сложность расчета для все более мелких подразделений, отдельных операций и продуктов, для которых определение размера задействованного капитала и отнесение прибыли или затрат является проблематичным.

8.8. Подходы к размещению капитала по направлениям деятельности

Для того чтобы рассчитать величину экономической прибыли по отдельным направлениям деятельности и подразделениям банка или промышленного предприятия, необходимо тем или иным образом распределить между ними не только прямые и накладные затраты и доход (выручку), но и собственные средства. Выше был рассмотрен общий подход к определению совокупного размера экономического капитала, главная функция которого в финансовом секторе заключается в покрытии всех основных видов риска с требуемым уровнем доверия. В нормальном случае экономический капитал, размещенный по приносящим доход подразделениям («центрам прибыли»), в сумме не должен превосходить фактически имеющийся капитал. Однако если предприятие располагает избыточным по сравнению с экономически обоснованной потребностью капиталом, который отражается как **общий резерв** (*discretionary reserve*) и не подлежит распределению по центрам прибыли (возможно, как и некоторые другие составляющие экономического капитала, такие как стоимость деловой репутации [62]), то размещенный по направлениям деятельности капитал в сумме будет меньше фактически имеющегося.

На сегодняшний день предложено несколько основных подходов к размещению капитала по направлениям деятельности с учетом риска [19, 53]. Если в методе RAROC совокупная потребность в капитале рассчитывалась «снизу вверх», по отдельным видам риска, в большинстве этих подходов капитал распределяется по принципу «сверху вниз», на основании того или иного показателя *интегрального экономического риска*, выражаемого волатильностью доходности (рыночной стоимости активов, денежного потока и т. д.). С одной стороны, такой подход позволяет учесть в неявном виде *все риски*, которым подвержено данное направление деятельности, в их реальной взаимо-

связи друг с другом. Это дает существенное преимущество перед методикой RAROC, в которой оценивается ограниченный набор рисков (как правило, рыночные, кредитные и операционные), при этом учет корреляционных связей между этими видами риска представляет собой весьма сложную проблему. С другой стороны, интегральные показатели риска не позволяют судить о том, какие факторы вносят наибольший вклад в риск данного подразделения или направления деятельности.

Ниже рассмотрены наиболее часто используемые в практике зарубежных банков способы размещения капитала по направлениям деятельности* и оценки общей потребности в капитале для покрытия интегрального экономического риска.

8.8.1. Подход на основе аналогий

В данном подходе уровень обеспеченности капиталом задается по аналогии с представленными на рынке самостоятельными компаниями. Для каждого направления бизнеса определяются группа самостоятельных «монопродуктовых» компаний, занимающихся только данным видом деятельности («pure play» peers), акции которых обращаются на фондовом рынке**. По каждой группе рассчитывается усредненное соотношение «капитал/активы», отражающее особенности данного вида деятельности, в соответствии с которым и устанавливается требуемый размер капитала для каждого отдельного направления бизнеса. Размер капитала для всего банка определяют в данном подходе «снизу вверх»: путем суммирования требований к капиталу по всем составляющим корпоративного портфеля.

Пример 8.3 [53]. Проиллюстрируем применение данного подхода на условном примере универсального банка, который осуществляет только три вида деятельности: кредитование корпоративных клиентов, кредитование населения и операции на финансовых рынках. Основные риски, которым подвержены каждое из направлений деятельности, перечислены в табл. 8.1. Исходные данные по величине активов, соответствующих наблюдаемым на рынке уровням покрытия активов капиталом, приведены в табл. 8.3.

Из таблицы видно, что, если для банка в целом уровень покрытия капиталом активов составляет около 15%, то для отдельных направлений бизнеса это соотношение колеблется от 10 до 33%, отражая различия в уровне риска этих видов деятельности.

Главное преимущество данного подхода заключается в использовании объективных рыночных данных. Однако на практике трудности могут возникнуть при малом количестве или отсутствии самостоятельных компаний,

* Приведенный ниже сравнительный анализ подходов к размещению капитала основывается на материале из [53]. Теоретические и практические аспекты размещения капитала по направлениям деятельности рассматриваются также в [19, 25, 32, 46, 62, 67, 76].

** Предполагается, что открытые акционерные общества регулярно публикуют свои балансы.

Таблица 8.3

**ПРИМЕР РАЗМЕЩЕНИЯ КАПИТАЛА
НА ОСНОВЕ РЫНОЧНЫХ АНАЛОГИЙ**

Направление	Активы* (1)	Капитал/ активы, % (2)	Капитал* (3) = (1) × (2)	ROA, % (4)	σ_{ROA} , % (5)	Индекс Z (6)=[(2)+(4)]/(5)
Кредитование корпоративных заемщиков	11 314	17.23	1 949	4.96	2.78	7.98
Потребительское кредитование населения	20 261	9.96	2 018	4.94	1.08	13.80
Операции на финансовых рынках	5 072	32.77	1 662	14.67	7.96	5.96
Банк в целом	36 647	15.36	5629	5.99	1.29	16.55

* Здесь и далее в таблицах величины активов и капитала выражены в условных денежных единицах.

по которым были бы доступны данные финансовой отчетности. Кроме того, нельзя исключать и возможности значительного разброса в уровнях капитала внутри группы самостоятельных монопродуктовых компаний, что делает нецелесообразным их усреднение. В этом случае перед руководством банка встает проблема выбора из нескольких, возможно, сильно различающихся между собой значений.

Хотя в данном подходе размещение капитала производится с учетом особенностей деятельности каждого из направлений бизнеса, это вовсе не гарантирует для них равную вероятность банкротства*. Например, если инвестиционные компании, занимающиеся торговлей на финансовых рынках, характеризуются большей частотой банкротств, чем кооперативы потребительского кредитования, то инвесторы будут учитывать это в требуемой доходности вложений в капитал этих компаний. Как уже указывалось выше, в случае внутрибанковского рынка ресурсов стоимость задействованного капитала будет одинаковой для всех направлений деятельности, поэтому различия в уровне риска необходимо учитывать именно при размещении собственных средств. Эта проблема разрешается в рамках следующего подхода.

* Хотя понятие банкротства в юридическом смысле применимо только в отношении предприятия в целом, а не его отдельных подразделений или направлений бизнеса, не являющихся самостоятельными юридическими лицами, для целей нашего анализа определим банкротство как ситуацию, когда убытки превосходят размер имеющегося балансового капитала (для банка в целом) или размещенного условно экономического капитала (для отдельно взятого направления деятельности).

8.8.2. Подход на основе равной вероятности банкротства

В качестве показателя вероятности банкротства в данном подходе используется индекс Z (Z -ratio), предложенный в 1988 г. Хэннэном и Хэнвеком [43]:

$$Z = \frac{E(\text{ROA}) + \frac{C}{A}}{\sigma_{\text{ROA}}}, \quad (8.21)$$

где $E(\text{ROA})$ — ожидаемая рентабельность активов (отношение прибыли до уплаты налогов к сумме активов), обычно оцениваемая как средняя рентабельность активов за определенный период времени;

C/A — доля капитала в активах;

σ_{ROA} — стандартное отклонение рентабельности активов.

Индекс Z Хэннэна-Хэнвека показывает, на сколько стандартных отклонений должна упасть рентабельность активов, прежде чем капитал предприятия будет полностью исчерпан. Связь между значением индекса Z и вероятностью банкротства обратная: чем выше индекс, тем ниже вероятность банкротства. Можно показать, что при предположении о нормальном распределении рентабельности активов (рассчитываемой за определенный период времени, например, год), вероятность банкротства предприятия в течение следующего периода составит [53]:

$$P\{C < A\} = \frac{1}{2Z^2}. \quad (8.22)$$

В реальности, однако, распределения рентабельности активов обычно характеризуются более выраженными «хвостами» по сравнению с нормальным законом, вследствие чего вероятность банкротства предприятия будет выше чем при расчете по формуле (8.22). Кроме того, следует принимать во внимание и то, что банкротство может наступить не только из-за потери всего имеющегося капитала в течение одного периода, как неявно предполагается в (8.22), а в результате накопления убытков за несколько последовательных периодов.

Уровень капитала в данном подходе рассчитывается по принципу обеспечения равной вероятности банкротства для всех направлений деятельности задаваемой целевым значением индекса Z^* :

$$\frac{C}{A} = Z^* \sigma_{\text{ROA}} - \text{ROA}. \quad (8.23)$$

Пример 8.4 [53]. Рассчитаем значения индекса Z по формуле (8.21) для каждого из направлений деятельности, воспользовавшись «рыночными» значениями уровня капитала из примера 8.3 и дополнив их данными об ожидаемой рентабельности активов и ее волатильности. Из табл. 8.3 следует, что эти виды деятельности сильно различаются между собой по вероятности банкротства.

Как и следовало ожидать, эта вероятность наиболее высока для операций на финансовых рынках, заметно меньше она для кредитования корпоративных заемщиков, а кредитование населения характеризуется самой низкой вероятностью потери капитала. Если задать самое высокое из наблюдаемых значений индекса Z (13,8 для кредитования населения) в качестве целевого уровня для всех направлений деятельности, то это позволит «выровнять» их по вероятности банкротства путем размещения капитала. Вычисленные по формуле (8.23) уровни покрытия капиталом активов приведены в табл. 8.4.

По сравнению с подходом на основе рыночных аналогий подход на основе равной вероятности банкротства требует гораздо более высокого обеспечения капиталом кредитования корпоративных заемщиков и операций на финансовых рынках. Так, в последнем случае уровень капитала в активах возрастает с 33 до 95%.

Если рассматривать организацию как механическую сумму составляющих ее направлений деятельности, то банку потребуется на 89% больше капитала, чем в предыдущем подходе. Однако при простом суммировании требований к капиталу по направлениям деятельности значение индекса Z для банка в целом оказывается существенно выше, чем для любого из трех направлений его деятельности:

$$Z_{\text{банк}} = \frac{0,0599 + 10\,625 / 36\,647}{0,0129} = 27,12.$$

Это означает, что вероятность банкротства всего банка будет значительно ниже, чем у любого из направлений его деятельности. Причиной такого расхождения являются несовершенные (отличные от 1) корреляции в рентабель-

Таблица 8.4

**ПРИМЕР РАЗМЕЩЕНИЯ КАПИТАЛА НА ОСНОВЕ
РАВНОЙ ВЕРОЯТНОСТИ БАНКРОТСТВА**

Направление	ROA, % (1)	σ_{ROA} , % (2)	Индекс Z (3)	Капитал/ активы, % (4) = (2) × (3) – (1)	Капитал (5) = (4) × (1) [8.3]*
Кредитование корпоративных заемщиков	4,96	2,78	13,80	33,40	3 779
Потребительское кредитование населения	4,94	1,08	13,80	9,96	2 018
Операции на финансовых рынках	14,67	7,96	13,80	95,18	4 828
Банк в целом	5,99	1,29	27,12	28,99	10 625

* Здесь и далее в таблицах в квадратных скобках указан номер таблицы, данные из соответствующей колонки которой используются в расчетах.

ности активов между различными видами деятельности. Чем больше эти корреляции отличаются от +1, тем сильнее они нивелируют колебания рентабельности активов по банку в целом. В этом и проявляется эффект *естественной диверсификации* внутри портфеля направлений бизнеса, когда риск банкротства всего банка оказывается ниже, чем средневзвешенная сумма рисков составляющих его подразделений. В результате размер капитала, необходимый банку в целом для достижения любой заданной вероятности банкротства, будет меньше, чем для достижения этой же вероятности банкротства по всем его направлениям деятельности, рассматриваемым как самостоятельные компании*. В нашем примере банку потребуется почти в два с половиной раза меньше капитала для достижения целевого значения коэффициента Z^* , равного 13,8:

$$C/A_{\text{общ}} = 13,80 \times 1,29 - 5,99 = 11,81\%; C = 36\,647 \times 0,1181 = 4329.$$

Приведенный пример показывает, что при агрегировании требований к капиталу «снизу вверх» игнорирование диверсификации риска между направлениями деятельности приводит к завышению совокупного размера капитала для предприятия в целом. Если же учесть эффект диверсификации в неявном виде на самом верхнем уровне корпоративной иерархии (где это проще всего сделать) и сразу определить размер капитала, соответствующий требуемой вероятности банкротства для предприятия в целом, то остается нерешенной проблема размещения этого капитала «сверху вниз», по отдельным направлениям деятельности, в условиях, когда рентабельности их активов не проявляют совершенной положительной корреляции друг с другом.

Эти несоответствия создают трудности методического и психологического характера как при оценке результатов работы руководителей отдельных подразделений и направлений бизнеса, так и в процессе стратегического управления компанией. Выше уже отмечалось, что чем больше капитала «приписано» данному направлению деятельности, тем сложнее ему заработать экономическую прибыль. Если капитал, размещенный по направлениям деятельности, в сумме будет превышать фактически имеющийся, то линейные руководители могут счесть это несправедливым, так как этот «фиктивный», с их точки зрения, капитал будет занижать рентабельность капитала в каждом из направлений деятельности. Избыток размещенного капитала по сравнению с реально располагаемым вносит искажения и в процесс стратегического планирования и управления предприятием, так как в этом случае экономическая прибыль по банку в целом не будет равна сумме экономических прибылей составляющих его подразделений**. Теоретически вполне возможна ситуация,

* Поскольку направления деятельности внутри одной организации не являются самостоятельными юридическими лицами, опасность банкротства юридически актуальна только для предприятия в целом. Ввиду этого высшее руководство будет в первую очередь стремиться к минимизации вероятности банкротства всего предприятия, нежели любого из входящих в него направлений деятельности.

** Из (8.4) легко видеть, что экономическая прибыль предприятия в целом будет больше суммы экономических прибылей входящих в него направлений деятельности на величину разницы между суммой размещенного и фактически имеющегося капитала.

когда каждое из направлений деятельности в отдельности оказывается не в состоянии окупить стоимость задействованного капитала (размещенного исходя из посылки о совершенной положительной корреляции между видами деятельности), в то время как предприятие в целом достигает и даже превосходит требуемую рентабельность капитала (размер которого рассчитан с учетом эффекта диверсификации риска между направлениями деятельности). В предельном случае владельцы предприятия могут принять решение о прекращении деятельности и уходе с рынка, основываясь на недостаточной рентабельности *размещенного* капитала, хотя рентабельность *фактически имеющегося* капитала может быть вполне удовлетворительной.

Задача размещения капитала по направлениям деятельности с учетом диверсификации риска *при условии соблюдения целевой вероятности банкротства предприятия* решается в рассмотренных ниже подходах.

8.8.3. Подход на основе равномерного масштабирования требований к капиталу

Самый простой способ устранить расхождение между суммой капитала, размещенного по направлениям деятельности в подходе на основе равной вероятности банкротства, и капиталом, требуемым для обеспечения этой же вероятности банкротства для всего предприятия, заключается в пропорциональном сокращении требований к капиталу по всем направлениям. Так, если размещенный по самостоятельным направлениям деятельности капитал в сумме составляет 150% от фактически имеющегося капитала в целом по предприятию, то для каждого из направлений размер капитала должен быть уменьшен ровно в полтора раза, с тем чтобы сумма размещенного капитала стала равной совокупному имеющемуся капиталу. Формально это можно выразить следующим образом:

$$\frac{C_i}{A_i} = (Z^* \sigma_i - ROA_i) k_{\text{див}} = (Z^* \sigma_i - ROA_i) \frac{(Z^* \sigma_{\text{кред}} - ROA_{\text{кред}}) \sum_{j=1}^n A_j}{\sum_{j=1}^n (Z^* \sigma_j - ROA_j) A_j}, \quad (8.24)$$

где C_i/A_i — соотношение «капитал/активы» для i -го направления деятельности;
 $k_{\text{див}}$ — коэффициент диверсификации;
 n — общее количество направлений деятельности.

Пример 8.5 [53]. Применение данного подхода проиллюстрировано в табл. 8.5, в первой колонке которой приведены рассчитанные в предыдущем примере (см. табл. 8.4) требования к капиталу по трем направлениям деятельности, имеющим равную вероятность банкротства ($Z=13,8$). Коэффициент диверсификации рассчитывается по данным из табл. 8.4 как отношение капитала, требуемого для обеспечения такого же значения коэффициента Z для банка в целом, и суммы капитала, рассчитанного для обособленных направлений деятельности ($4329/10\,624 = 0,4074$).

Таблица 8.5

**ПРИМЕР РАЗМЕЩЕНИЯ КАПИТАЛА С УЧЕТОМ ДИВЕРСИФИКАЦИИ РИСКА
НА ОСНОВЕ РАВНОМЕРНОГО МАСШТАБИРОВАНИЯ**

Направление	Капитал до масштабирования (1)	Коэффициент диверсификации (2)	Капитал после масштабирования (3) = (1) × (2)
Кредитование корпоративных заемщиков	3 779	0,4074	1 540
Потребительское кредитование населения	2 018	0,4074	822
Операции на финансовых рынках	4 828	0,4074	1 967
Банк в целом	10 625	0,4074	4 329

С одной стороны, данный подход позволяет весьма просто учитывать эффект диверсификации при размещении капитала по направлениям деятельности, которые по-прежнему будут характеризоваться одинаковой вероятностью банкротства (хотя и отличной от первоначальной). С другой стороны, выигрыш от диверсификации, выражающийся в уменьшении совокупной потребности в капитале, распределяется в этом подходе пропорционально исходным требованиям к капиталу, рассчитанным для самостоятельных направлений деятельности. Отсюда следует, что те направления, которые используют капитал наименее эффективно (т. е. являются его самыми большими «потребителями») получают в результате масштабирования требований к капиталу непропорционально большой выигрыш, выражающийся в приросте экономической прибыли.

Пример 8.6 [53]. Рассчитаем по формуле (8.4) значения экономической прибыли до и после равномерного сокращения требований к капиталу для трех подразделений условного предприятия (табл. 8.6). Все подразделения получают одинаковую бухгалтерскую прибыль, но различаются по размеру задействованного капитала и, как следствие, получаемой экономической прибыли. Если принять во внимание положительный эффект от диверсификации риска и сократить требования к капиталу, рассчитанному для самостоятельных направлений деятельности, например на 50%, то прирост экономической прибыли у подразделения X, являющегося самым «расточительным» потребителем капитала, будет вдвое больше, чем у подразделения Z, которое использует капитал наиболее эффективно.

Таким образом, распределение выигрыша от диверсификации риска между направлениями деятельности с разной рентабельностью капитала производится непропорционально: подразделения с меньшей эффективностью использования капитала получают относительно больший прирост экономической прибыли.

Таблица 8.6

**ВЛИЯНИЕ РАВНОМЕРНОГО СОКРАЩЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ
К КАПИТАЛУ НА ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ПРИБЫЛЬ**

Направление деятельности	Прибыль (Е)	Стоимость капитала без учета диверсификации ($COE \times C$)	Эконом. прибыль без учета диверсификации	Стоимость капитала при 50%-ной диверсификации	Эконом. прибыль с учетом диверсификации	Прирост эконом. прибыли после 50%-ного сокращения капитала
	(1)	(2)	(3) = (1) - (2)	(4) = (2) \times 0,5	(5) = (1) - (4)	(6) = (5) - (3)
X	100	100	0	50	50	+ 50
Y	100	70	30	35	65	+ 35
Z	100	50	50	25	75	+ 25

Это затрудняет ранжирование подразделений и направлений деятельности по эффективности использования размещенного капитала.

Кроме того, данному подходу присущ еще один существенный недостаток. Распределение выигрыша от диверсификации пропорционально требованиям к капиталу для обособленных направлений деятельности означает, что он распределяется пропорционально собственному риску направлений деятельности, взвешенному на величину их активов. Однако нужно учитывать, что «вклад», который данное направление деятельности вносит в совокупный риск предприятия, будет зависеть не только от собственного риска этого направления, но и от его корреляции с рисками других направлений деятельности данного предприятия. По аналогии с диверсификацией портфеля финансовых активов, подразделение, рентабельность которого имеет отрицательную или малую положительную корреляцию с рентабельностью других подразделений, будет сильнее уменьшать общий риск, чем подразделение с высокой положительной корреляцией. Если же просто сократить в одно и то же количество раз требования к капиталу, рассчитанные для обособленных направлений деятельности, то подразделения с малой положительной или отрицательной корреляцией рентабельности активов с остальным предприятием получат сравнительно больше капитала, чем подразделения с высокой положительной корреляцией. Для решения этой проблемы необходимо учитывать в явном виде корреляционные взаимосвязи между элементами портфеля направлений деятельности при размещении между ними имеющегося капитала.

8.8.4. Подход на основе внутренних коэффициентов бета

Если корреляции в рентабельности разных направлений деятельности можно оценить непосредственно эмпирически либо обосновать теоретически (например, принять их равными корреляциям в ценах акций аналогичных «монопро-

дуктовых» компаний*), то эффект диверсификации риска можно учесть в явном виде при определении совокупной потребности в капитале для всего предприятия по аналогии с портфелем ценных бумаг**:

$$RC = \sqrt{\sum_i \sum_j RC_i RC_j \rho_{ij}}, \quad (8.25)$$

где RC_i — размер капитала, резервируемого против риска i -го направления деятельности (например, рассчитанный по методу RAROC или равной вероятности банкротства);

ρ_{ij} — корреляция между рентабельностью активов i -го и j -го направлений деятельности.

Из формулы (8.25) следует, что выигрыш от диверсификации риска между направлениями деятельности учитывается только при расчете совокупного размера капитала и не распределяется «сверху вниз» по источникам его возникновения. Это позволяет избежать искажений в оценке результатов работы руководителей тех направлений бизнеса, которые имеют слабую положительную или отрицательную корреляцию рентабельности с другими направлениями и создают положительный эффект для всего предприятия уже в силу факта своего существования. Однако в этом случае арифметическая сумма размещенного по всем направлениям деятельности капитала будет вновь превосходить совокупную потребность предприятия в капитале, что чревато уже обсуждавшимися выше трудностями методического и психологического характера.

Декомпозиция совокупного риска по направлениям деятельности с учетом как их собственных рисков, так и корреляционных взаимосвязей возможна в рамках подхода на основе внутренних коэффициентов бета***. Для каждого направления бизнеса рассчитывается «внутренний» коэффициент бета (*internal beta*) по формуле:

$$\beta_i = \frac{\text{Cov}(ROA_i, ROA_{\text{банк}})}{\sigma_{\text{банк}}^2} = \frac{\sigma_i}{\sigma_{\text{банк}}} \rho_{i, \text{банк}}, \quad (8.26)$$

где $ROA_i, ROA_{\text{банк}}$ — рентабельность активов i -го направления деятельности и всего банка соответственно;

$\sigma_i, \sigma_{\text{банк}}$ — стандартное отклонение рентабельности активов направления деятельности и банка соответственно;

$\rho_{i, \text{банк}}$ — корреляция между рентабельностью активов i -го направления деятельности и рентабельностью активов в целом по банку.

* Это согласуется с подходом к оценке корреляций дефолтов, используемым, в частности, в модели EDF (см. п. 5.13.2.2).

** Такой подход применяется при расчете размера совокупного экономического капитала в банке J. P. Morgan Chase.

*** Определение и интерпретация коэффициента бета применительно к акциям дано в п. 3.7.

Из (8.26) легко видеть, что вклад каждого направления в совокупный риск банка является произведением двух факторов: относительного риска данного вида деятельности ($\sigma_i/\sigma_{\text{банк}}$) и корреляции в рентабельности активов данного направления и банка в целом ($\rho_{i,\text{банк}}$). Если корреляция положительна, то вклад данного направления в риск всего банка будет возрастать пропорционально его собственному относительному риску, в противном случае риск банка будет линейно снижаться с ростом риска этого вида деятельности.

Капитал в этом подходе размещается между направлениями бизнеса пропорционально их внутренним коэффициентам бета:

$$C_i/A_i = \beta_i \times C/A_{\text{банк}}, \quad (8.27)$$

где C_i/A_i — уровень покрытия активов капиталом для i -го направления деятельности;

$C/A_{\text{банк}}$ — требуемое соотношение «капитал/активы» для всего банка с учетом диверсификации.

Докажем справедливость формулы (8.27). Совокупный риск банка, выражаемый дисперсией рентабельности его активов, может быть представлен следующим образом:

$$\sigma_{\text{банк}}^2 = \sum_i \sum_j w_i w_j \text{Cov}(r_i, r_j), \quad (8.28)$$

где w_i — доля активов банка, задействованных в i -м направлении деятельности;

$$i = 1, 2, \dots, n; \quad \sum_{i=1}^n w_i = 1;$$

r_i — рентабельность активов (ROA) в i -м направлении деятельности.

Правая часть равенства (8.28) представляет собой сумму элементов ковариационной матрицы рентабельностей направлений деятельности (табл. 8.7).

Строка с номером i в этой матрице соответствует i -му направлению деятельности, вклад которого в совокупный риск банка будет равен просто сумме всех элементов в этой строке:

$$w_i \sum_{j=1}^n w_j \text{Cov}(r_i, r_j) = w_i \text{Cov}(r_i, r_{\text{банк}}). \quad (8.29)$$

Для того чтобы рассчитать долю в совокупном риске банка, которая приходится на данное направление деятельности, разделим выражение (8.29) на величину суммарного риска банка:

$$\frac{w_i \text{Cov}(r_i, r_{\text{банк}})}{\sigma_{\text{банк}}^2} = w_i \beta_i. \quad (8.30)$$

Таблица 8.7

**КОВАРИАЦИОННАЯ МАТРИЦА
РЕНТАБЕЛЬНОСТЕЙ НАПРАВЛЕНИЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Направление	1	2	...	n	Вклад в общий риск банка
1	$w_1^2 \sigma_1^2$	$w_1 w_2 \text{Cov}(r_1, r_2)$	...	$w_1 w_n \text{Cov}(r_1, r_n)$	$w_1 \sum_{i=1}^n w_i \text{Cov}(r_1, r_i) =$ $= w_1 \text{Cov}(r_1, r_{\text{сбк}})$
2	$w_2 w_1 \text{Cov}(r_1, r_2)$	$w_2^2 \sigma_2^2$	...	$w_2 w_n \text{Cov}(r_2, r_n)$	$w_2 \sum_{i=1}^n w_i \text{Cov}(r_2, r_i) =$ $= w_2 \text{Cov}(r_2, r_{\text{сбк}})$
...
n	$w_n w_1 \text{Cov}(r_1, r_n)$	$w_n w_2 \text{Cov}(r_2, r_n)$	...	$w_n^2 \sigma_n^2$	$w_n \sum_{i=1}^n w_i \text{Cov}(r_n, r_i) =$ $= w_n \text{Cov}(r_n, r_{\text{сбк}})$
Суммарный риск банка					$\sum_i \sum_j w_i w_j \text{Cov}(r_i, r_j) = \sigma_{\text{сбк}}^2$

Поскольку сумма относительных вкладов всех направлений деятельности должна быть равна 100% совокупного риска банка, то

$$\sum_{i=1}^n w_i \beta_i = 1, \quad (8.31)$$

что и требовалось доказать.

Пример 8.7 [53]. Придерживаясь прежнего целевого значения индекса вероятности банкротства Хэннэна-Хэнвека ($Z = 13.8$) и соответствующего размера капитала для всего банка, вычисленного в примере 8.4 ($C = 4329$), произведем размещение капитала по направлениям деятельности, используя данные о волатильности рентабельности активов из табл. 8.3.

Как следует из табл. 8.8, полученные результаты существенно отличаются от размещения капитала в подходе на основе равномерного масштабирования. Характерно, что направления деятельности с относительно невысокими корреляциями в рентабельности активов с остальным банком (кредитование корпоративных заемщиков и операции на финансовых рынках) получают значительно меньше капитала, чем направление с высокой положительной корреляцией (кредитование населения).

Главное преимущество подхода на основе внутренних коэффициентов бета заключается в возможности распределить риск всего предприятия по составляющим его подразделениям с учетом их собственных рисков и корреляционных взаимосвязей между ними. Это гарантирует, что при корректном разнесении прибыли по центрам затрат сумма экономических прибылей подразделений будет равна совокупной экономической прибыли банка. Именно поэтому из всех

Таблица 8.8

**ПРИМЕР РАЗМЕЩЕНИЯ КАПИТАЛА
НА ОСНОВЕ ВНУТРЕННИХ КОЭФФИЦИЕНТОВ БЕТА**

Направление	$\sigma_{\text{РДА}}, \%$ (1)	$\rho_{\text{L, банк}}$ (2)	β (3) = (1)/1.29 × (2)	Капитал/активы, % (4) = (3) × 4329/ /36647 × 100%	Капитал (5) = (4) × × (1) [8.3]
Кредитование корпоративных заемщиков	2.78	0.423	0.911	10.76	1 217
Потребительское кредитование населения	1.08	0.762	0.638	7.54	1 526
Операции на финансовых рынках	7.96	0.429	2.65	31.27	1 586
Банк в целом	1.29	1.0	1.0	11.81	4 329

подходов он чаще всего используется для размещения экономического капитала по направлениям деятельности в крупных зарубежных банках [49].

Тем не менее у данного подхода можно выделить два существенных недостатка. Во-первых, вклад каждого из направлений деятельности в совокупный риск предприятия рассчитывается *апостериори*, исходя из неявной посылки о том, что рассматриваемое направление уже существует в корпоративном портфеле, и его вес, и веса всех остальных направлений будут оставаться неизменными. Продажа или ликвидация существующего либо появление нового направления бизнеса влечет за собой изменение размерности ковариационной матрицы (т. е. добавление или исключение строки и столбца), всех весов и коэффициентов корреляции, а следовательно, и совокупного риска предприятия вместе с внутренними коэффициентами бета составляющих его подразделений. Даже при неизменном наборе направлений деятельности изменение темпов их роста относительно друг друга потребует перерасчета всех элементов ковариационной матрицы и коэффициентов бета. Иными словами, подход на основе внутренних коэффициентов бета может эффективно применяться только «в статике», т. е. для уже существующего портфеля направлений бизнеса с устойчивой во времени структурой.

Во-вторых, коэффициент бета по определению может принимать не только положительные, но и отрицательные значения, что, согласно данному подходу, автоматически трансформируется в отрицательный по величине размещенный капитал. Хотя на первый взгляд это может показаться лишенным экономического смысла, с точки зрения предприятия в целом отрицательный капитал, приписанный какому-либо направлению деятельности, просто отражает сокращение потребности в совокупном капитале благодаря отрицательной корреляции в рентабельности активов между данным направлением бизнеса и предприятием. Экономическая прибыль подразделения с отрицательным размещенным капиталом, рассчитанная согласно (8.4), будет положительной даже при нулевой бухгалтерской прибыли, что отражает положительный

вклад данного направления как фактора диверсификации корпоративного портфеля. Однако здесь возникают трудности организационно-психологического характера, связанные с убеждением остальных линейных руководителей в справедливости такого подхода, а также с оценкой результатов работы руководителей подразделений с отрицательным капиталом на основе экономической прибыли. Последняя отражает не только полученную бухгалтерскую прибыль, но и «ценность» данного вида деятельности как такового с точки зрения диверсификации портфеля, которая не зависит напрямую от эффективности работы его руководителей. Избежать этих трудностей можно, только отказавшись от распределения выигрыша от диверсификации риска между подразделениями и учитывая корреляции лишь при определении общей потребности в капитале, что можно сделать как в явном виде, с помощью формулы (8.25), так и в неявном виде, воспользовавшись формулой (8.23) в подходе на основе целевой вероятности банкротства.

8.8.5. Подход на основе концепции предельного капитала

В тех случаях, когда структура портфеля направлений бизнеса уже не является статичной и может существенно меняться в результате стратегических решений или колебаний темпа роста различных направлений, размещение капитала следует производить, основываясь на предельных вкладах направлений деятельности в общий риск предприятия.

Для заданного направления деятельности **предельным капиталом** (*incremental capital — IC, marginal capital — MC*) называется *приращение совокупного капитала предприятия* в результате включения (создания/покупки) или выделения (ликвидации/продажи) этого направления при условии, что вероятность банкротства предприятия остается постоянной:

$$IC = C_{\text{весь банк}} - C_{\text{банк без данного направления деятельности}} \quad (8.32)$$

Если ожидается изменение масштаба деятельности уже существующего направления бизнеса, то предельный капитал будет определяться как такое приращение капитала всего предприятия при заданном изменении объемов операций по данному направлению, которое позволит поддержать вероятность банкротства предприятия на прежнем уровне при неизменном масштабе деятельности остальных подразделений:

$$IC = C_{\text{весь банк}} - C_{\text{банк после изменения масштаба данного направления деятельности}} \quad (8.33)$$

При бесконечно малых изменениях масштаба деятельности предельный капитал для i -го направления может быть выражен следующим образом*:

$$MC_i = \frac{\partial C_{\text{банк}}}{\partial A_i}, \quad (8.34)$$

где A_i — сумма активов i -го направления деятельности.

* Ср. с определением предельного VaR и VaR приращений в п. 3.19.

Величина предельного капитала зависит от корреляции между направлениями деятельности и от того влияния, которое оказывает на диверсификацию портфеля изменение его структуры. Включение в портфель нового направления, характеризующегося положительной корреляцией рентабельности с уже существующими направлениями деятельности, потребует увеличения совокупного капитала (тем большего, чем выше корреляция). Аналогично, добавление отрицательно коррелированного с остальными направлениями деятельности позволит снизить совокупный размер капитала, что будет выражаться в отрицательном значении предельного капитала.

Пример 8.8 [53]. В табл. 8.9 приведены значения предельного капитала для трех направлений деятельности условного банка, рассчитанные на основе формулы (8.32) с помощью имитационного моделирования. Как следует из таблицы, включение в состав банка подразделения, специализирующегося на кредитовании корпоративных заемщиков и имеющего отрицательную корреляцию рентабельности с операциями на финансовом рынке, снижает совокупный риск кредитования населения и операций на финансовых рынках и тем самым уменьшает требования к капиталу банка.

В то же время предельный капитал в сумме составляет лишь около 10% от совокупного капитала банка, а следовательно, сумма рассчитанной на его основе экономической прибыли по направлениям деятельности будет больше, чем совокупная экономическая прибыль банка в целом.

При анализе подхода на основе внутренних коэффициентов бета было показано, что изменение объемов операций по одному из направлений деятельности влечет за собой изменение относительных весов в активах и долей в общем риске других направлений. Поэтому итоговое приращение риска всего банка будет зависеть не только от изменения вклада в общий риск со стороны данного направления, но и от изменившихся вкладов всех остальных направлений деятельности. *В общем случае значения предельного капитала не будут равны требованиям к капиталу, рассчитанным на основе внутренних коэффициентов бета.*

В этом можно убедиться с помощью следующего графика (рис. 8.7). Предположим, что банк включает в себя всего два направления деятельности, одно из которых (А) характеризуется низким риском и невысокой рентабельностью, а другое (В) — сравнительно большим риском, но и более высокой доходностью. Кривая АВ на графике отображает уровень покрытия капиталом активов, необходимый для достижения целевого значения индекса Z для всего банка, при всевозможных соотношениях активов входящих в него подразделений. По сути, это своего рода кривая безразличия, которая показывает всевозможные инвестиционные комбинации, удовлетворяющие заданному уровню риску («iso-insolvency» curve). В данном примере предполагается, что рентабельности активов этих двух подразделений проявляют несовершенную положительную корреляцию друг с другом, поэтому кривая безразличия имеет выпуклый вид.

В точках А и В на графике все активы банка вложены в направление А или В соответственно, и уровни капитала, необходимые для достижения целевой вероятности банкротства для банка в целом и соответствующего подраз-

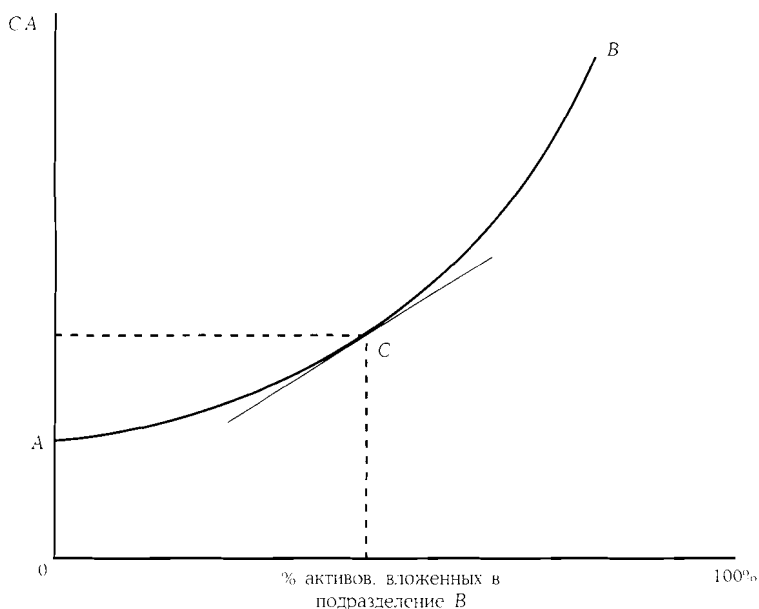
Таблица 8.9

**ПРИМЕР РАЗМЕЩЕНИЯ КАПИТАЛА НА ОСНОВЕ
КОНЦЕПЦИИ ПРЕДЕЛЬНОГО КАПИТАЛА**

Направление	Капитал для банка в целом (1)	Капитал/ активы для банка без данного подразде- ления, % (2)	Активы банка без данного подразделения (3) = 36647 – – (1) [8.3]	Капитал банка без данного подразделения (4) = (2) × (3)	Предельный капитал (в % к активам) (5) = (1) – (4)% = = (5)/(1)[8.3]	
Кредитование корпоративных заемщиков	4 329	19,78	25 333	5 011	–682	–6,03%
Потребительское кредитование населения	4 329	21,74	16 386	3 562	767	3,79%
Операции на финансовых рынках	4 329	12,55	31 575	3 963	366	7,22%
Размещенный капитал (в % к всему капиталу)					451 (10,42%)	
Неразмещенный капитал (в % к всему капиталу)					3 878 (89,58%)	
Всего капитала					4 329 (100%)	

деления, будут совпадать. Любая промежуточная точка на кривой АВ (например, точка С) указывает требуемый уровень покрытия капиталом активов для всего банка, состоящего из двух направлений деятельности, с учетом диверсификации риска. Нарастивая долю вложений в более рискованный, но одновременно и более прибыльный вид деятельности В, банк будет смещаться вверх по кривой безразличия, что означает увеличение требований к капиталу. Темп изменения соотношения капитал/активы, выражаемый тангенсом угла наклона касательной к оси абсцисс в данной точке кривой безразличия, и будет равен величине предельного капитала в смысле (8.33). Предельный капитал, таким образом, является переменной величиной, зависящей от объема операций по данному виду деятельности. Отсюда становится понятным, почему предельный капитал в общем случае не будет равен ни уровню капитала, необходимого предприятию в целом для достижения целевой вероятности банкротства, ни средневзвешенному по объему активов значению уровней капитала, рассчитанных для обособленных направлений деятельности.

Подводя итог, отметим, что подход на основе концепции предельного капитала позволяет размещать капитал в «динамике», т. е. при возникновении новых направлений деятельности, а также при изменении масштабов или выделения из состава корпоративного портфеля уже существующих направлений. Тем самым величина экономической прибыли, ожидаемой от того или иного решения стратегического характера, будет более точно отражать влияние этого решения на общий риск предприятия.



Источник [53]

Рис. 8.7. Кривая равной вероятности банкротства для двух подразделений

Однако, как доказывается в [64], сумма предельного капитала, размещенного по подразделениям, всегда будет меньше имеющегося у банка капитала, а экономическая прибыль отдельных подразделений в сумме будет превышать экономическую прибыль всей организации. Оставшийся неразмещенным капитал не является избыточным, а выполняет функцию *резерва против положительных корреляций в рентабельности* между отдельными направлениями деятельности [53]. Теоретически это может привести к ситуации, когда все подразделения смогут обеспечить положительную экономическую прибыль на размещенный предельный капитал, в то время как банк в целом будет иметь нулевую или даже отрицательную экономическую прибыль. Наконец, предельный капитал может принимать отрицательные значения, а это приводит к тем же трудностям организационного характера, которые уже обсуждались при рассмотрении подхода на основе внутренних коэффициентов бета.

8.8.6. Сравнение различных подходов к размещению капитала

В табл. 8.10 сведены воедино требования к капиталу для направлений деятельности условного банка, рассчитанные с помощью каждого из рассмотренных выше подходов к размещению капитала (см. табл. 8.3, 8.4, 8.5, 8.8, 8.9). Очевидно, что значения размещенного капитала и экономической прибыли будут существенно отличаться в зависимости от выбранного метода расчета.

Таблица 8.10

**ПРИМЕР РАЗМЕЩЕНИЯ КАПИТАЛА ПО НАПРАВЛЕНИЯМ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
РАЗЛИЧНЫМИ СПОСОБАМИ**

Направление	Подход на основе аналогий	Подход на основе равной вероятности банкротства	Подход на основе равномерного масштабирования	Подход на основе внутренних коэффициентов бета	Подход на основе концепции предельного капитала
Кредитование корпоративных заемщиков	1 949	3 779	1 540	1 217	-682
Потребительское кредитование населения	2 018	2 018	822	1 526	767
Операции на финансовых рынках	1 662	4 828	1 967	1 586	366
Нераспределенный капитал	—	—	—	—	3 878
Всего	5 629	10 625	4 329	4 329	4 329

Каждый из приведенных подходов к размещению капитала имеет свои сильные и слабые стороны, но, к сожалению, следует признать, что ни один из них не позволяет рассчитывать экономическую прибыль так, чтобы она адекватно отражала во всех ситуациях истинный вклад подразделения в создание общей экономической стоимости предприятия.

8.9. Проверка на устойчивость (стресс-тестирование)

8.9.1. Понятие и виды стресс-тестирования

Как известно, одна из важнейших целей управления рисками заключается в предотвращении *единовременных* значительных по величине убытков, которые могут иметь катастрофические последствия для предприятия. Хотя финансовый риск-менеджмент базируется в основном на аппарате математической статистики, в отличие от классических статистических задач, в которых обычно рассматриваются усредненные характеристики случайных величин и процессов, а экстремальные «выбросы» игнорируются, наибольший интерес для риск-менеджеров представляют именно редкие, экстремальные события, лежащие далеко «в хвостах» распределений прибылей и убытков. Стандартные модели оценки рыночного риска на основе концепции VaR позволяют рассчитать максимальный *ожидаемый* убыток с заданной вероятностью, однако они не дают никакой информации о том, каким может быть *непредвиденный* убыток, вероятность возникновения которого обычно задается на уровне от 0,01 до 5%. Для решения этой задачи обычно применяется не вероятностный, а сценарный подход, известный как «**стресс-тестирование**» (*stress testing*).

Целью стресс-тестирования является оценка устойчивости портфеля финансовых активов, предприятия или даже финансовой системы в целом к значительным изменениям макроэкономического характера и «экстремальным» событиям — маловероятным, но все же возможным кризисным ситуациям, трудно поддающимся прогнозированию и в силу этого способным привести к аномально большим убыткам (или прибылям). Такие события, как правило, лежат далеко за пределами «трех сигм»* и в силу этого остаются за рамками стандартных статистических моделей. Так, например, в ходе знаменитого краха фондового рынка США 19 октября 1987 г., вошедшего в историю как «черный понедельник», колебания цен составили свыше 25 стандартных отклонений** [41], а в ходе мексиканского валютного кризиса 1994–1995 гг. был отмечен скачок курса в 122(!) стандартных отклонения [14]. Являясь разновидностью сценарного подхода, стресс-тестирование используется в качестве дополнения к VaR-моделям, отражающим лишь «нормальное» поведение финансовых рынков и оказывающимся неадекватными в периоды резких изменений волатильности. Иными словами, стресс-тестирование призвано дать ответ на вопрос «Сколько может быть потеряно?», а не «Сколько, вероятно, будет потеряно?».

На рис. 8.8 в схематичном виде представлен общий алгоритм проведения стресс-тестирования портфеля финансовых активов. Отправной точкой является выбор видов риска, чувствительность к которым необходимо проанализировать, а также метода моделирования. Проверка на устойчивость может проводиться как по отношению к какому-либо одному риску (например, процентному, валютному или кредитному), так и охватывать сразу несколько видов риска. Различают следующие подходы к стресс-тестированию [16]:

- **анализ чувствительности** (*sensitivity analysis*) — простейшая форма сценарного подхода, при котором моделируются последствия изменения единственного фактора риска, при том что значения остальных факторов являются фиксированными;
- **сценарный анализ** (*scenario analysis*), под которым понимается изучение воздействия от одновременных изменений нескольких факторов риска***;

* Выражение, обычно используемое для указания на ограниченность статистических моделей, особенно основанных на нормальном законе распределения вероятностей. Как известно, 99,78% всех значений нормально распределенной случайной величины попадает в диапазон ± 3 стандартных отклонения от среднего значения. В [41] указывается, что на практике ожидаемая частота событий, масштаб которых измеряется четырьмя стандартными отклонениями, обычно принимается равной одному разу в год.

** Имеется в виду значение волатильности доходности, рассчитанное по некоторой выборке докризисных данных. В зависимости от глубины выборки масштаб колебаний рынка, выраженный в количестве «исторических» стандартных отклонений, будет оцениваться по-разному. Так, например, согласно [29], колебания фондового рынка США в ходе кризиса 19 октября 1987 г. составили 22 стандартных отклонения.

*** В ряде источников (см., например, [16, 41]) дается иная трактовка сценарного анализа, под которым понимается не разработка сценариев изменения факторов риска, а выдвижение гипотез о возможных глобальных событиях («состояний мира», например, стихийных бедствиях, войнах и т. п.) и дальнейший анализ их влияния на финансовые рынки и стоимость портфелей.

- **оценка максимально возможного убытка** (*maximum loss approach*) -- сценарный подход, заключающийся в поиске сценария, приводящего к самым большим потерям (*worst-case scenario*). Поиск может вестись как экспертным путем, так и с помощью статистического моделирования. В последнем случае его часто называют **систематическим стресс-тестированием** (*systematic stress testing*) [14];
- статистическое оценивание с помощью моделей, базирующихся на **математической теории рекордов** (*extreme value theory — EVT*)*.

Последний подход применяется все чаще для целей стресс-тестирования, однако он имеет следующие существенные недостатки:

- сложность верификации прогнозов ввиду редкости наступления экстремальных событий;
- отсутствие параметрических моделей прогнозирования экстремальных событий для многомерных распределений (которые необходимы для оценки потерь по позициям, подверженных более чем одному фактору риска);
- невозможность статистического прогнозирования корреляций в наступлении экстремальных событий.

Под сценариями кризисных ситуаций могут пониматься как *изменения значений отдельных факторов риска* (например, цен или процентных ставок), так и *изменения в их динамике*: индивидуальной (волатильности) и совместной (корреляции между факторами риска).

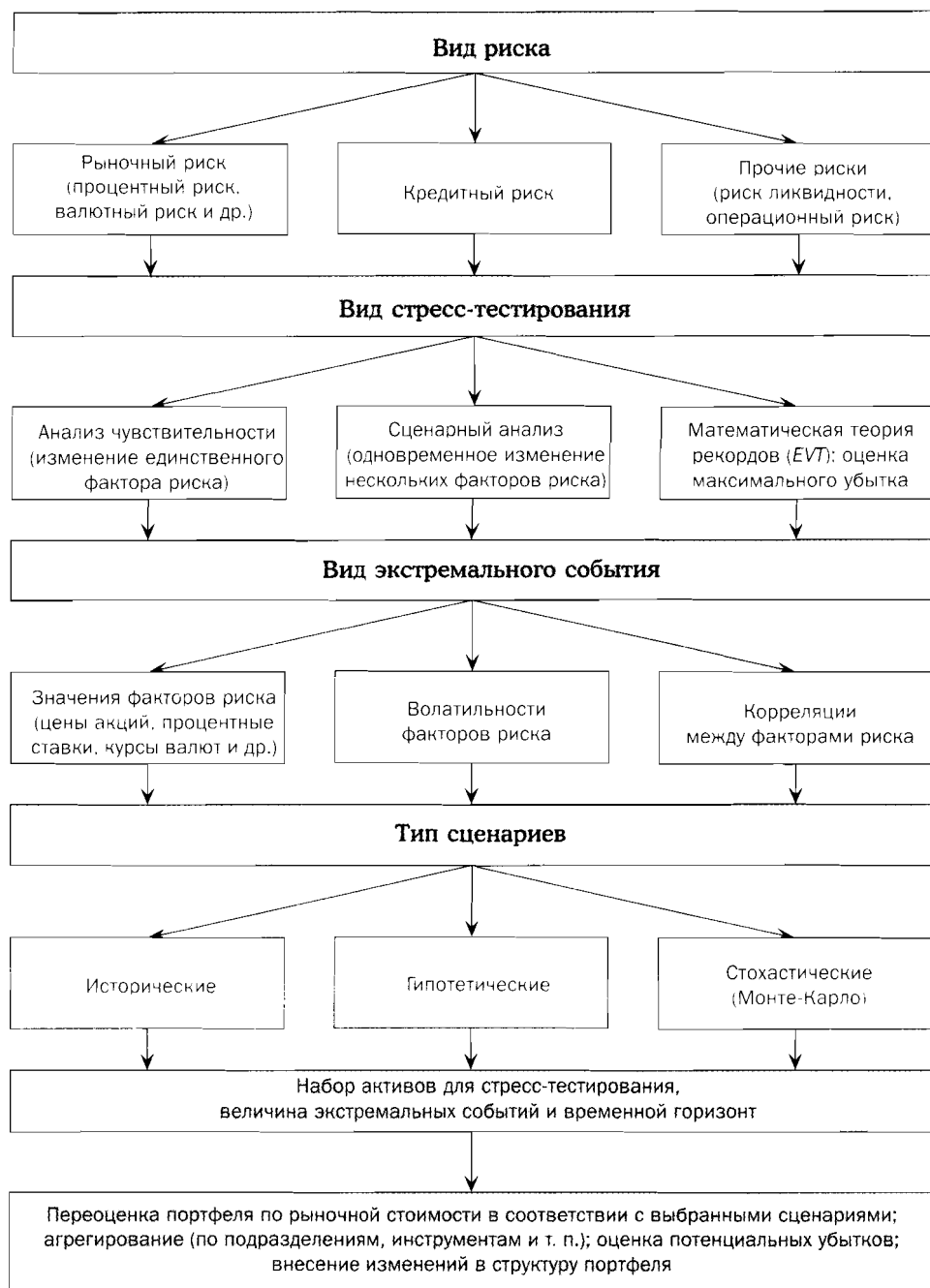
В идеале, набор сценариев для стресс-тестирования должен *максимально соответствовать* индивидуальным особенностям данного портфеля и учитывать:

- непротиворечивые изменения цен и ставок одновременно на нескольких рынках;
- возможные последствия кризиса в виде неликвидности рынка и изменения валютного регулирования;
- возможные проявления одновременно нескольких видов риска.

К сожалению, на практике стресс-тестирование не удовлетворяет этим критериям, что объясняется либо высокой вычислительной сложностью задачи, либо просто недостатком статистических данных, требуемых для построения сценариев.

Стресс-тестирование может проводиться как по *историческим сценариям*, отражающим события, реально имевшие место в прошлом, так и по *гипотетическим сценариям*, которые строятся исходя из *правдоподобных предположений* о механизме развития кризисных ситуаций, не имевших прямых исторических precedентов. Исторические сценарии обладают тем весом

* Математическая теория рекордов изучает распределения порядковых статистик, в частности крайних членов вариационного ряда. Фундаментальное изложение этой теории дано в [4]; обзор основных положений теории и ее приложения к финансовому риск-менеджменту можно найти в [14, 34, 60].



Источник: [16]

Рис. 8.8. Алгоритм стресс-тестирования на уровне портфеля финансовых активов

мым преимуществом, что события, лежащие в их основе, действительно происходили в прошлом, а следовательно, вполне могут повториться вновь. Для оценки последствий такого рода повторений сценарии изменения значений факторов риска, наблюдавшиеся в ходе того или иного кризиса, применяют к модели текущего портфеля и определяют размер потенциальных потерь. Главный недостаток исторического моделирования заключается в его ретроспективном характере. Как известно, кризисы на финансовых рынках характеризуются слабой повторяемостью, а профессиональные участники этих рынков постоянно совершенствуют свой инструментарий прогнозирования и управления рисками (что, однако, не делает их полностью застрахованными от повторения одних и тех же ошибок, связанных, например, с игнорированием или недостаточным учетом циклов деловой активности в экономике).

Гипотетические сценарии позволяют дополнить исторический опыт основанными на интуиции суждениями экспертов относительно механизма зарождения и характера протекания возможных в будущем кризисов. Такие сценарии могут быть построены путем варьирования значений и волатильностей отдельных факторов риска, их корреляций друг с другом и «конструирования» на их основе более сложных событий. Учитывая то, что сценарное прогнозирование не является жестко формализованным методом, возможны различные подходы к разработке гипотетических сценариев для проведения стресс-тестирования. В частности, американская организация «Группа по разработке рекомендаций в сфере производных инструментов» (*Derivatives Policy Group*) рекомендует следующие стандартные сценарии для проведения стресс-тестирования [36]:

- 1) параллельный сдвиг кривой процентных ставок на ± 100 базисных пунктов (б. п.);
- 2) изменение наклона кривой процентных ставок в диапазоне от 2 до 10 лет на ± 25 б. п.;
- 3) каждый из четырех комплексных сценариев трансформации кривой доходности, включающий параллельный сдвиг на ± 100 б. п. и изменение наклона кривой в диапазоне от 2 до 10 лет на ± 25 б. п.;
- 4) изменение трехмесячной волатильности всех процентных ставок на $\pm 20\%$ от их преобладающих значений;
- 5) изменение значения фондового индекса на $\pm 10\%$;
- 6) изменение трехмесячной волатильности фондового индекса на $\pm 20\%$ от его преобладающего значения;
- 7) изменение обменных курсов основных мировых валют по отношению к доллару США на $\pm 6\%$ и на $\pm 20\%$ — для всех остальных валют;
- 8) изменение трехмесячной волатильности валютных курсов на $\pm 20\%$ от их преобладающих значений;
- 9) изменение спредов в доходности по свопам на 20 б. п.

Очевидно, что приведенные сценарии изменения процентных ставок далеки от максимальных по амплитуде колебаний, наблюдавшихся в ходе ре-

альных кризисов*, и в силу этого вряд ли пригодны для оценки устойчивости компании к событиям, подобным «Азиатскому гриппу» 1997 г. или российскому долговому кризису августа 1998 г.

Комплексные сценарии, включающие в себя изменения волатильностей и корреляций, используются при **стресс-тестировании показателя VaR** (*stressing VaR*), которое иногда выделяют в самостоятельную разновидность стресс-тестирования. Согласно распространенным рекомендациям, при расчете VaR ковариационным методом или методом Монте-Карло стресс-тестирование следует проводить, варьируя в различных комбинациях входные параметры – волатильности и корреляции. Однако не следует забывать, что дельта-нормальный метод расчета VaR основан на линейной аппроксимации чувствительности цен инструментов к относительно небольшим (в пределах — к бесконечно малым) изменениям факторов риска**. Для инструментов с нелинейными функциями ценообразования погрешность такого приближения будет тем больше, чем сильнее реальное изменение фактора риска отличается от того, которое предполагалось при оценке чувствительности. В случае стресс-тестирования речь идет именно о внезапных и очень больших по величине «скачках» факторов риска, поэтому необходимо либо специально оценивать линейную чувствительность к изменениям такого масштаба, либо проводить стресс-тестирование только *корреляционной*, а не ковариационной матрицы.

Главным требованием, предъявляемым к гипотетическим сценариям, никогда не наблюдавшимся ранее в реальности, является их **правдоподобие** (*likelihood, plausibility*), которое можно истолковать как *логико-эмпирическую непротиворечивость* совместных изменений факторов риска, прогнозируемых в таких сценариях***. В отличие от вероятности в ее статистическом понимании, правдоподобие является весьма субъективным понятием. Достоверность стресс-тестирования, таким образом, будет целиком зависеть от компетентности и опыта экспертов, привлеченных к разработке сценариев. Тем не менее правдоподобие используемых сценариев является неперенным условием для стресс-тестирования, которое без этого превращается, по меткому замечанию Аллена [7], в наивную детскую игру «Кто назовет самое большое число?». Для того чтобы не оказаться вовлеченным в такую игру и хотя бы частично снизить субъективность гипотетических сценариев, рекомендуется строить их, опираясь в той или иной степени на предшествующую историю.

Проверка логико-эмпирической непротиворечивости сценария представляет собой сложную задачу, поскольку в периоды кризисов корреляционные взаимосвязи между различными рынками и факторами риска изменяются скачкообразно (обычно в сторону увеличения), при этом многовариантность такого рода изменений только возрастает по мере глобализации мировой экономики. Еще труднее оценить вероятность реализации гипотетических сценариев, ибо они лежат за пределами нашего опыта. Хотя боль-

* Статистические данные о максимальных колебаниях процентных ставок, курсов валют и фондовых индексов по ряду стран Европы, а также США и Японии приведены в [78].

** См. формулу (3.34).

*** Попытка дать формальное определение критерию правдоподобия гипотетических сценариев предпринята в [78].

шинство методик стресс-тестирования не предполагает оценку вероятности наступления того или иного события, получение таких оценок было бы крайне заманчивым, так как позволило бы интегрировать сценарные и статистические методы риск-менеджмента [10]. Заметим, что оценка вероятности повторения сценария, уже наблюдавшегося в прошлом, не менее проблематична, однако уже сам факт хотя бы однократной реализации исторического сценария дает некоторую информацию об относительной частоте подобного рода событий*.

Хотя экспертный подход к построению гипотетических сценариев и преобладает в практике стресс-тестирования, сценарии вовсе не обязательно должны быть *содержательными*, т. е. иметь под собой некоторое экономическое обоснование, базирующееся на прошлом опыте или интуиции эксперта. Сценарии могут быть и чисто формальными, построенными с помощью метода Монте-Карло в большом количестве с целью нахождения сценария, чреватого самыми большими убытками, и его дальнейшего анализа на правдоподобие.

Наконец, необходимо определить портфель, т. е. набор активов и финансовых инструментов, подлежащих стресс-тестированию, задать масштаб и временной горизонт изменений набора факторов риска. Последнему обстоятельству придается особенно большое значение, так как кризисы могут сильно различаться по продолжительности, в том числе и вследствие расхождений в определении событий, признаваемых кризисом**. Выбор временного горизонта для кризисного сценария существенно зависит от ликвидности портфеля, которая, в свою очередь, определяется размером позиций. На практике при разработке сценариев рекомендуется использовать временные горизонты длительностью не более одного месяца для развитых рынков и не более двух месяцев — для развивающихся рынков [14].

Сформулированные тем или иным образом сценарии «проигрываются» на модели, описывающей стоимость текущего портфеля через набор факторов риска. Фактически это означает переоценку стоимости портфеля по заданным в сценариях значениям цен, курсов и процентных ставок. Затем определяются потенциальные прибыли или убытки в результате изменений текущей стоимости портфеля. На завершающем этапе проводится анализ полученных результатов с целью выработки профилактических мероприятий, направленных на устранение выявленных «узких мест» в структуре портфеля и повышение оперативности и эффективности действий всей системы риск-менеджмента в случае начала кризиса.

Было бы большой ошибкой рассматривать стресс-тестирование как чисто модельный эксперимент, единственной целью которого является прогноз будущих убытков. Скорее, его можно уподобить учебной тревоге, в ходе которой проверяется готовность всех элементов и структур организации к наступлению кризисной ситуации. Пессимистический сценарий может не реализоваться на практике именно потому, что заранее были приняты меры предосторожности и устранены хотя бы некоторые «узкие места», а это позво-

* Подробнее об оценке вероятности реализации сценариев см. [10].

** См. также гл. X.

лило вовремя разорвать цепь причинно-следственных связей, конечным звеном которой явились бы катастрофические убытки*.

Результаты стресс-тестирования должны использоваться при принятии решений в следующих областях [77]:

- управление риском балансовой ликвидности;
- количественная оценка последствий экстремальных событий;
- проверка предположений, лежащих в основе статистических моделей;
- установление торговых лимитов (*stress test limits*);
- размещение капитала по портфелям и направлениям деятельности.

Стресс-тестирование, таким образом, является необходимым этапом **планирования на случай чрезвычайных ситуаций** (*contingency planning*), позволяющим значительно повысить шансы компании на выживание в случае возникновения кризиса.

Пример 8.9.** Рассмотрим реальный пример, приведенный в [16], для иллюстрации преимуществ стресс-тестирования перед показателем VaR для прогнозирования потерь, понесенных в ходе валютного кризиса в странах Юго-Восточной Азии в 1997 г. В январе 1998 г. южнокорейская инвестиционная компания *SK Securities Co.* понесла убыток в размере 189 млн. долл. США вследствие исполнения обязательств по годовому свопу на совокупный доход, заключенному в конце января 1997 г. Расчет производился в конце срока действия свопа, и размер выплаты зависел от обменного курса валют Таиланда (таиландский бат — THB), Индонезии (индонезийская рупия — IDR) и Японии (йена — JPY) по отношению к доллару США (USD).

В соответствии с условиями сделки, *SK Securities* должна была получить сумму, равную

$$N \left[5 \cdot \left(\frac{B_0}{B_2} - 1 \right) + \text{Max} \left(0; \frac{3 \cdot R_0 - R_1 - R_2}{R_2} \right) + \text{Max} \left(0; 1 - \frac{Y_0}{Y_2} \right) - 0,97 \right], \quad (8.35)$$

где $N = 53$ млн. долл.;

B_0 , (B_2) , R_0 , (R_2) , Y_0 , (Y_2) — обменные курсы бата, рупии и йены по отношению к доллару США в начале (конце) срока действия свопа соответственно (все курсы даны в расчете на один доллар США);

* Здесь уместно вспомнить знаменитый лайнер «Титаник», который затонул в 1912 г. от столкновения с айсбергом. Катастрофа произошла в результате стечения целого ряда роковых обстоятельств и ошибок (при прокладке курса появление льда в этих широтах в это время года не ожидалось; айсберг не был замечен вовремя, так как имел темно-синий оттенок, ночь была безлунной, и на поверхности океана не было волн; корабль шел на предельной скорости, так как все предупреждения о ледовой опасности были проигнорированы, и на мостике в тот момент не было капитана; после обнаружения айсберга был среверсирован винт, что замедлило маневр судна и т. д.). Вполне возможно, что отсутствие любого из этих факторов могло бы предотвратить кораблекрушение.

** Автор благодарен О. К. Васильевой за перевод и адаптацию этого материала.

R_t — обменный курс рупии к доллару США через 6 месяцев после заключения свопа.

Если бы величина (8.35) оказалась отрицательной, то *SK Securities* пришлось бы выплатить ее абсолютное значение контрагенту по свопу. Из (8.35) легко видеть, что если бы валютные курсы оставались неизменными на протяжении всего времени действия свопа, то *SK Securities* получила бы сумму в размере $0,03N = 1,59$ млн. долл. Условия свопа показывают, что компания рассчитывала получить прибыль от возможного обесценения йены и повышения курсов рупии и бата по отношению к доллару США.

Решение *SK Securities* заключить своп основывалось на исторических данных о курсах валют и их волатильности. Анализ исторических данных показал, что риск будет относительно низким. В течение года, предшествующего заключению контракта, центральный банк Таиланда поддерживал бат жестко «привязанным» к валютной корзине, состав которой никогда не разглашался, но предположительно она включала доллары США (80%), японские йены (12%) и немецкие марки (8%). Центральный банк Индонезии планировал ограничить падение рупии по отношению к доллару США на уровне не более 5% в год. Напротив, центральный банк Японии преимущественно воздерживался от контроля поведения йены. Различные валютные политики центральных банков отражаются в волатильностях обменных курсов по отношению к доллару США, рассчитанных по историческим данным: чем больше валюта привязана к доллару США, тем меньше волатильность. Этот факт подтверждается табл. 8.11, в которой приведены годовые волатильности, вычисленные на основе исторических данных за период в 26 недель с 6 августа 1996 г. по 28 января 1997 г.

После заключения свопа центральные банки этих стран некоторое время продолжали следовать заявленной ранее денежной политике. Но вследствие того, что центральный банк Таиланда потратил большую часть своих официальных резервов на то, чтобы защитить бат от спекулятивных атак, 2 июля 1997 г. было решено не продолжать активные интервенции и тем самым поддерживать таиландских экспортеров. Курс бата незамедлительно упал по отношению к доллару на 16%. В результате валюты других стран региона тоже упали по отношению к доллару. 14 августа 1997 г. центральный банк Индонезии также отказался от жесткого контроля курса рупии. Табл. 8.12 показывает падение курсов валют, фигурирующих в условиях свопа, в период с конца января 1997 г. по конец января 1998 г.

Из сравнения табл. 8.11 и 8.12 можно сделать вывод, что показатель *VaR*, рассчитанный в момент заключения свопа, сильно занижал потенциальные потери. Нетрудно убедиться, что величина однодневного *VaR*, вычисленная на основе данных из табл. 8.11 для позиций THB/USD и IDR/USD в расчете на 100 долл. США исходя из предположения о нормальном распределении относительных изменений обменных курсов с уровнем доверия 99%, недооценивает реальные понесенные потери в 18 и 12 раз соответственно. Согласно данным из [16], показатель *VaR* для всего свопа с уровнем доверия 99%, рассчитанный методом Монте-Карло, оказался равным 16 млн. долл., что в 12 раз меньше реальных потерь *SK Securities* по сделке (189 млн. долл.).

Таблица 8.11

**ГОДОВЫЕ ВОЛАТИЛЬНОСТИ КУРСОВ ВАЛЮТ ПО ОТНОШЕНИЮ
К ДОЛЛАРУ США, РАССЧИТАННЫЕ ПО ИСТОРИЧЕСКИМ ДАННЫМ**

Валюта	THB	IDR	JPY
Волатильность	1.23%	2.20%	6.88%

Период наблюдения: 6.08.96–28.01.97

Таблица 8.12

ПАДЕНИЕ КУРСА ВАЛЮТ ОТНОСИТЕЛЬНО ДОЛЛАРА США

Валюта	THB	IDR	JPY
Падение курса относительно доллара США	51.8%	77.9%	2.9%

Период наблюдения: 29.01.1997–29.01.1998.

Таблица 8.13

ВОЗМОЖНЫЕ СЦЕНАРИИ ДЛЯ СТРЕСС-ТЕСТИРОВАНИЯ

Сценарий	THB	IDR	JPY	Потери, млн. долл.
Слабый кризис	–15%	–15% (–8%)	0	58,0
Умеренный кризис	–30%	–30% (–15%)	0	116,3
Крупномасштабный кризис	50%	50% (–30%)	0	183,9

В ситуации, описанной выше, стресс-тестирование могло использоваться как простой метод для анализа риска, присущего этой сделке. Исходя из предположения о том, какие изменения в обменных курсах могут оказаться неблагоприятными для *SK Securities*, можно построить, например, три сценария, соответствующие слабому, умеренному и крупномасштабному кризису (табл. 8.13). Процентные отношения, приведенные в таблице, описывают предполагаемые падения курсов валют по отношению к доллару США в течение срока действия свопа. В круглых скобках указаны величины предполагаемых падений курса индонезийской рупии за первые 6 месяцев действия контракта.

Очевидно, что в последнем, наиболее пессимистическом сценарии, весь-ма точно описывающем разразившийся в середине 1997 г. кризис, прогнозируемые потери оказались наиболее близкими к реальным. Основная проблема, однако, заключается в том, насколько правдоподобными сочло бы все эти сценарии руководство компании *SK Securities* в начале 1997 г., которое при принятии решения о заключении свопа исходило из вполне рационального на тот момент предположения о стабильности валютных курсов.

8.9.2. Требования регулирующих органов к проведению стресс-тестирования

Крупные зарубежные банки стали активно применять этот метод анализа риска в начале 90-х годов, а сам термин «стресс-тестирование» вышел за рамки профессионального лексикона и стал широко использоваться в мировой прессе после выступления председателя ФРС США Гринспена в Сенате Конгресса США на заседании банковского комитета 1 октября 1998 г., посвященного ситуации вокруг хеджевого фонда *Long Term Capital Management*. Гринспен тогда заявил: «Именно отсутствие стресс-тестирования сложного портфеля к изменениям процентных ставок и привело в конечном счете к краху фонда *Long Term Capital Management*». Из этого высказывания недвусмысленно следует, насколько большое внимание уделяют стресс-тестированию органы банковского надзора и регулирования финансовых рынков.

Базельский комитет по банковскому надзору рассматривает стресс-тестирование как важнейший элемент системы управления рисками в банках, применяющих внутренние модели для расчета размера капитала, резервируемого против рыночного риска. Общие требования Базельского комитета по банковскому надзору для банков стран Группы 10 сводятся к следующим [8]:

1. Банки, использующие подход на основе внутренних моделей для определения размера капитала, резервируемого против рыночного риска, *обязаны иметь точную и всеобъемлющую программу стресс-тестирования*. Стресс-тестирование, проводимое с целью выявления событий или воздействий, могущих оказать сильное влияние на банки, является *ключевым элементом* при оценке банком достаточности собственного капитала.
2. Сценарии для стресс-тестирования должны отражать набор факторов, которые могут привести к экстремальным убыткам или прибылям по торговым портфелям либо чрезвычайно затруднить контроль за рисками этих портфелей. Такие факторы включают маловероятные события в разрезе всех основных видов риска, включая различные элементы *рыночного, кредитного и операционного рисков*. Сценарии стресс-тестирования призваны пролить свет на влияние подобных событий на позиции как с линейными, так и с нелинейными ценовыми характеристиками (т. е. опционы и им подобные инструменты).
3. Стресс-тестирование должно осуществляться как по *количественным*, так и по *качественным* сценариям, учитывающим как рыночный риск, так и изменение ликвидности в периоды нестабильности рынков. Ко-

личественные критерии призваны идентифицировать правдоподобные кризисные сценарии, которым могут быть подвержены банки. Качественные критерии должны отражать тот факт, что двумя основными целями стресс-тестирования являются *оценка достаточности капитала банка для покрытия потенциальных значительных убытков и определение мер, которые банк может предпринять для снижения риска и сохранения капитала*. Такая оценка является неотъемлемым этапом при выработке и оценке стратегии управления банком, при этом *результаты стресс-тестирования должны регулярно доводиться до сведения высшего руководства и периодически — до сведения совета директоров банка. Результаты стресс-тестирования обязательно должны анализироваться высшим руководством банка и учитываться при выработке политики по управлению рисками и лимитами*.

4. При проведении стресс-тестирования банки должны комбинировать сценарии, предписываемые органами надзора, со сценариями, разработанными самими банками с целью учета специфических особенностей принимаемых ими рисков.

Банки должны предоставлять органам надзора описание используемой методологии для идентификации и применения сценариев, а также описание результатов стресс-тестирования. Банкам предписывается предоставлять национальному органу надзору информацию о стресс-тестировании своих текущих портфелей по трем группам сценариев [8]:

- *сценарии, не требующие проведения моделирования*: наибольшие убытки, реально понесенные банком за последний отчетный период, в сопоставлении с размером капитала и прогнозными оценками убытков, рассчитанными с использованием внутренней модели банка (например, сколько последовательных дней, характеризовавшихся наибольшими убытками, могло бы быть покрыто данной величиной VaR);
- *сценарии, предполагающие проведение моделирования*: сценарии рыночных кризисов, реально имевших место в прошлом и характеризовавшихся как сильными колебаниями цен, так и резким падением ликвидности рынка (например, крах фондового рынка США 19 октября 1987 г., кризисы на мировом валютном рынке в 1992 и 1993 гг., обвал рынков облигаций в начале 1994 г. и др.), а также периодов экстремально высокой волатильности и корреляции в динамике факторов рыночного риска;
- *сценарии, разработанные самими банками* и отражающие специфику их операций и особые характеристики их торговых портфелей (например, проблемы в важнейшем регионе и одновременное резкое падение цен на нефть).

В ряде стран мира национальные органы банковского надзора и регулирования разработали собственные, более детальные требования к проведению банками стресс-тестирования своих портфелей (см., в частности, [78]). На рубеже XXI в. международные регулирующие органы стали проявлять все больший интерес к оценке устойчивости к кризисам уже не только отдельных банков, но и национальных финансовых систем в целом. Этот подход полу-

чил название **агрегированного стресс-тестирования** (*aggregate stress testing*) [16, 77]. Так, в 2000 г. Комитет по глобальной финансовой системе (*Committee on the Global Financial System*) при Банке международных расчетов провел широкое исследование практики стресс-тестирования в 43 различных финансовых учреждениях [6]. В русле этой тенденции Всемирный банк и Международный валютный фонд инициировали в 1999 г. так называемую «Программу оценки финансового сектора» (*Financial Sector Assessment Program — FSAP*), целью которой является заблаговременное выявление уязвимых мест в финансовых системах стран — участниц проекта*. Главным инструментом анализа устойчивости финансовых систем является стресс-тестирование, которое можно проводить как централизованно, на уровне агрегированного банковского портфеля страны, так и децентрализованно, на уровне отдельных банков, агрегируя оценки, рассчитанные ими по стандартному набору исторических или гипотетических сценариев**.

8.9.3. Преимущества и недостатки стресс-тестирования

Важность стресс-тестирования как метода сценарного прогнозирования, позволяющего дополнять анализ риска с помощью статистических моделей, трудно переоценить. Стресс-тестирование дает возможность моделировать и анализировать последствия сложных событий, характеризующихся аномальными изменениями состояния финансовых рынков. Результаты проверки на устойчивость необходимы в первую очередь для своевременного выявления и устранения «узких мест» в системе управления рисками в компании. Наконец, стресс-тестирование позволяет в известном смысле слова «хеджировать» модельный риск посредством сценарного анализа событий, остающихся за рамками стандартных моделей оценки риска.

Являясь слабоформализованным, эвристическим методом, стресс-тестирование имеет целый ряд серьезных недостатков, наиболее очевидным из которых является *субъективность* выбора сценариев и оценки правдоподобности их осуществления. Прогнозная ценность проверки на устойчивость к реально наблюдавшимся в прошлом кризисам, как правило, оказывается незначительной из-за слабой «воспроизводимости» прошлых кризисных ситуаций в будущем. Кроме того, стресс-тестирование существенно уступает статистическим моделям в том, что оно не позволяет прогнозировать корреляционные зависимости в динамике цен при построении кризисных сценариев. Последний недостаток является наиболее существенным, поскольку резкие изменения ценовых корреляций в моменты рыночных кризисов несут наибольшую угрозу для компании, строящей стратегии хеджирования на основе «нормального» состояния рынка. Наконец, разработка набора правдоподобных сценариев для

* Участниками «пилотного» проекта по стресс-тестированию финансовых систем в рамках этой программы стали 24 страны, в том числе и Россия. К настоящему времени Центральный банк РФ разработал и применяет методику агрегированной оценки устойчивости российского банковского сектора к проявлениям кризисов, учитывающую рекомендации из [16].

** Рекомендации по методике стресс-тестирования финансовых систем изложены в [16, 77].

стресс-тестирования больших диверсифицированных портфелей, учитывающих взаимосвязь различных рисков и рынков, может оказаться очень трудоемкой и потребовать больших затрат времени и ресурсов. Это обстоятельство накладывает существенные ограничения на количество содержательных гипотетических сценариев, используемых в практике стресс-тестирования, которое, как правило, не превышает 5–20 правдоподобных ситуаций [7].

8.10. Риск неадекватности модели (модельный риск)

Как ни парадоксально, но риск-менеджмент при определенных обстоятельствах сам может являться источником риска. Этот специфический вид риска получил название *риска неадекватности модели*, или *модельного риска*. Хотя по своей природе модельный риск занимает особое положение среди всех прочих видов риска, его обычно относят к классу операционных рисков [39]. Основанием такой классификации служит то, что риск неадекватности модели, как и все операционные риски, — это нежелательное явление, на первый взгляд не являющееся неизбежной платой за получаемую доходность. Именно поэтому целью риск-менеджмента в отношении модельного риска будет не *оптимизация* (как в случае рыночного и кредитного риска), а *минимизация* (в идеале — до нуля).

Насколько значим модельный риск и возможно ли в принципе его полностью устранить? Ответ на этот вопрос зависит от того, в какой мере организация полагается в своей деятельности на результаты математического моделирования. При работе на финансовых рынках большая опасность исходит со стороны неадекватных моделей, используемых для *ценообразования* и *хеджирования* сложными производными инструментами (такими, как опционы), нежели от моделей, применяемых для оценки рисков и расчета достаточности капитала. Хотя потери вследствие модельного риска могут достигать весьма больших величин* (примером могут служить убытки в размере 2,1 млрд. долл., понесенные в 1998 г. хеджевым фондом *LTCM* из-за применения неадекватных моделей процентного арбитража между американским и европейскими рынками и чрезмерно высокой доли обязательств). Талей в [80] все же предостерегает от преувеличения угрозы, исходящей от некорректных моделей ценообразования, говоря о том, что «большая часть денег зарабатывается или теряется в результате колебаний рынка, а не моделирования».

При всей важности, которая придается математическому моделированию в сфере современных финансов, следует помнить, что модели являются всего лишь средством интерполяции, позволяющим рассчитывать ненаблюдаемые цены на основе известных рыночных цен. Общеизвестный успех теории ценообразования опционов, по мнению Дермана [26], как раз и обусловлен тем, что она представляет собой искусную интерполяцию, дающую возможность представить нелинейные колебания цен опционов через более простые линейные изменения волатильностей и вероятностей. Само представление оп-

* Данные о наиболее известных случаях потерь за последние тридцать лет, причиной которых был официально признан модельный риск, приведены в [57].

циона как взвешенной по вероятности комбинации более простых ценных бумаг — акций и облигаций, в которой вероятности зависят от волатильностей. обуславливает статистическую достоверность модели Блэка–Шоулза–Мертона в прогнозировании не абсолютных, а *относительных* цен, хотя немногие из лежащих в ее основе допущений выполняются на реальных рынках. Именно через эту призму следует смотреть на рекомендации практиков «не воспринимать модели слишком серьезно» [7].

В конечном счете, модели являются не чем иным, как *инструментом предсказания будущего*. В XX в. одним из важных достижений философии науки стало понимание того, что не существует *априорных* правил, которые позволили бы предсказывать будущее наилучшим образом. Наука в своем развитии не может опираться на свод установленных предписаний относительно применяемых методов исследования, а должна быть открытой для учета как можно большего числа обоснованных точек зрения и критики в отношении теорий и моделей, прогнозы которых не подтверждаются на практике. В этом смысле участники финансовых рынков должны стремиться к максимальной свободе в построении и апробации новых моделей, учитывающих как можно больший объем информации о будущем в форме интуитивных, эвристических представлений их создателей. Свобода инноваций (методов расчета, торговых стратегий) должна быть обязательно дополнена жесткой системой проверки новых моделей на адекватность в условиях реального рынка (общей для всех схемы тестирования и расчета финансового результата), что в совокупности образует механизм «естественного отбора» наиболее эффективных моделей.

Модельный риск стал осознаваться участниками международных финансовых рынков как самостоятельная угроза лишь недавно, однако его актуальность постоянно повышается с усложнением структуры производных финансовых инструментов и методов оценки их стоимости. В последние годы риску неадекватности модели уделяется все большее внимание со стороны как банков и инвестиционных компаний, так и органов государственного надзора и научного сообщества, подтверждением чему может служить выход в свет первой книги, целиком посвященной модельному риску и способам его снижения [40].

Термин **«модельный риск»** (*model risk*) означает возможность потерь вследствие использования неадекватных математических моделей для прогнозирования финансовых рынков, определения стоимости финансовых инструментов и оценки связанных с ними рисков. Неадекватность модели является относительным (во времени и пространстве) понятием, при этом она может быть вызвана как объективными причинами (нереалистичными посылками в основе применяемых алгоритмов или качественными изменениями состояния моделируемого рынка, еще не отраженными в модели), так и субъективными факторами (например, попытками применить модель, разработанную для конкретного инструмента или рынка, к оценке риска операций на другом рынке).

Примерами риска неадекватности модели могут служить потери вследствие неэффективной стратегии хеджирования опционами, основанной на неверно рассчитанных показателях дельта, гамма и др., или такое экзотическое явление, как **«модельный арбитраж»** (*model arbitrage*), когда один участник рынка, получив доступ к информации о слабых местах во модели контр-

агента, используемой для ценообразования (обычно от его бывших сотрудников), вырабатывает торговую стратегию для извлечения арбитражной прибыли за счет «игры» на недостатках модели конкурента [29]. Иногда модельный арбитраж может представлять угрозу не только для какого-либо одного участника рынка, но и для рынка в целом. Так, распространено мнение, что автоматические системы индексного арбитража, широко использовавшиеся для страхования портфелей акций, во многом повинны в произошедшем 19 октября 1987 г. крахе фондового рынка в США [30].

Существуют разные подходы к выделению источников модельного риска. Так, Крухи, Галай и Марк приводят в [23] следующую классификацию причин, обуславливающих неадекватность модели:

- 1) ошибочная модель или ее неправильное описание:
 - ошибки в аналитическом решении,
 - неправильный выбор случайного процесса, лежащего в основе модели,
 - отсутствие необходимых факторов риска,
 - отсутствие поправок на транзакционные издержки и факторы рыночной ликвидности,
 - неправильное описание или выбор базисного актива;
- 2) неправильная реализация алгоритма модели;
- 3) неправильная калибровка модели;
- 4) ошибки, связанные с получением и обработкой рыночных данных;
- 5) неправильное применение модели.

Аллен в [7] предлагает более простую классификацию источников модельного риска из трех основных видов:

- 1) неправильное построение модели;
- 2) отсутствие в модели одного или нескольких значимых факторов риска;
- 3) невозможность определения значения одного или нескольких входных параметров модели на основе рыночных цен инструментов хеджирования в силу отсутствия ликвидного рынка.

Ввиду разнообразия существующих моделей ценообразования и оценки риска, основанных на различных математических методах и используемых для оценки разных по своей природе рисков, едва ли возможно привести исчерпывающий перечень потенциальных источников модельного риска. Тем не менее следует выделить некоторые наиболее часто встречающиеся причины как объективного, так и субъективного характера, приводящие к возникновению модельного риска, в первую очередь при оценке рыночного риска с помощью показателя VaR^* .

* Обсуждение теоретических недостатков моделей временной структуры процентных ставок и моделей ценообразования опционов можно найти в [57].

8.10.1. Основные источники риска неадекватности моделей расчета VaR

1. Некорректные предположения о характере изменений цен и иных факторов риска на финансовых рынках являются едва ли не самой распространенной, но одновременно и самой трудноустранимой причиной модельного риска. Типичным примером может служить посылка о нормальном законе распределения доходностей активов на рынках, лежащая в основе ковариационного метода расчета VaR. Это допущение повсеместно используется в целях снижения методологической и вычислительной сложности задачи, хотя и ведет к существенным погрешностям в оценке рыночного риска. Из-за так называемого эффекта *лептокуртозиса* (реальные распределения доходностей имеют более «тяжелые» ветви и «высокую» вершину, чем у нормального распределения), ковариационные модели, как правило, оказываются неадекватными на рынках стран с развивающейся и переходной экономикой, где указанные особенности выражены наиболее сильно [2, 35].

2. Масштабирование стандартного отклонения доходности при помощи квадратного корня из отношения временных горизонтов (особенно для больших интервалов времени). Широко используемый на практике прием приближенного оценивания волатильности доходности для заданного горизонта прогноза T заключается в умножении значения стандартного отклонения доходности, рассчитанного для определенного временного интервала t на $\sqrt{T/t}$. Часто такое масштабирование применяют в отношении стандартного отклонения *дневных* доходностей для прогнозирования волатильности на больший временной горизонт, хотя возможна и обратная операция: оценка волатильности за меньший интервал времени (день, неделя, месяц) на основе стандартного отклонения доходности за более длительный период (например, год). Этот прием базируется на предположении о том, что дисперсия доходности прямо пропорциональна длительности временного горизонта прогнозирования. Это допущение будет справедливым, только если *доходности рассматриваемого актива являются независимыми и одинаково распределенными случайными величинами* (т. е. временной ряд является стационарным)*, что, как известно, не наблюдается в реальности, особенно в периоды рыночных кризисов [48]. На практике к такому масштабированию волатильности прибегают, как правило, только для сравнительно небольших значений соотношений временных горизонтов ($T/t \leq 10 \div 15$), ибо при больших горизонтах прогнозирования полученная оценка обычно значительно превосходит реально наблюдаемую волатильность [27]. Характерно, что Базельский комитет по банковскому надзору в рамках подхода на основе внутренних моделей разрешает банкам при расчете величины VaR с горизонтом прогнозирования в 10 дней оценивать стандартное отклонение *десятидневных* доходностей путем умножения *однодневной* волатильности на $\sqrt{10}$ [8]. В то же время предпочтительным методом

* Независимость предполагает отсутствие автокорреляции во временных рядах доходностей активов, а стационарность отражает неизменность математического ожидания и дисперсии доходности во времени.

расчета волатильности доходности для любого горизонта прогнозирования является непосредственное оценивание по агрегированным соответствующим образом историческим временным рядам, если, конечно, их глубина позволяет получить достоверную оценку.

3. Использование искусственно смоделированных («синтетических») цен вместо или вместе с реальными рыночными ценами. в частности при заполнении так называемых «лакун» — пробелов во временных рядах цен в периоды отсутствия сделок, которыми изобилуют неликвидные рынки. Помимо общеметодологической проблемы совместимости данных*, нельзя игнорировать и аспект ликвидности. Различные методы интерполяции позволяют «выравнивать» ценовую историю, что может создать иллюзию высокой ликвидности рынка данного актива и привести в итоге к нереалистично низким оценкам рыночного риска. Вместо аналитической «реконструкции» ценового ряда, частоту заключения сделок на рынке можно учесть при выборе величины временного горизонта расчета VaR , который, очевидно, не может быть меньше максимального периода между любыми двумя соседними ценами, используемыми для переоценки позиций по рыночной стоимости.

4. Игнорирование существования рыночного спреда при использовании в модели среднерыночных цен сделок является еще одним фактором, снижающим прогнозную точность VaR -моделей**. «По умолчанию» исходными данными для расчета величины VaR выступают временные ряды доходностей, рассчитанных по средним рыночным ценам сделок (например, по ценам закрытия биржи или средним ценам по спреду) независимо от вида сделки (покупки или продажи). Очевидно, что в средних ценах не учитываются транзакционные издержки на совершение операций. На неглубоких рынках, характеризующихся невысокой ликвидностью, существенные убытки могут возникнуть уже только из-за высокого спреда между котировками на покупку и продажу. Некоторые исследования показывают, что игнорирование рыночного спреда на «развивающихся» рынках приводит к существенной недооценке рыночного риска, которая может составлять до 25–30% от величины VaR [9]***.

5. Игнорирование влияния объема заключаемой сделки на ее цену также может оказаться существенным фактором, занижающим рыночный риск крупных портфелей, особенно на неглубоких низколиквидных рынках. Количественная оценка этого фактора риска и ее интеграция в стандартную VaR -модель представляют собой гораздо более сложную задачу, чем учет рыночного спреда, поскольку для этого необходимо оценить зависимость между объемом сделки, с одной стороны, и надбавкой к цене и временем исполнения заявки, с дру-

* В этой связи известный американский исследователь Ло не без иронии заметил: «Мне нравятся синтетические данные, потому что я знаю, откуда они берутся. Я также знаю, что они являются чистыми, поскольку сам составляю эти данные. Что может быть лучше? Проблема с синтетическими данными заключается в одном: имеют ли они хоть что-нибудь общее с реальным миром? Я в самом деле не знаю, как ответить на этот вопрос. Синтетические данные могут оказаться полезными лишь тогда, когда вы имеете действительно хорошее представление об изучаемом явлении» [45, р. 64].

** Подробнее эта проблема анализируется в гл. IV

*** См. также п. 4.4.1

гой. В отсутствие достоверных внешних источников данных для определения эластичности цены по объему сделки, такая оценка нередко основывается на субъективных суждениях, что неизбежно сказывается на ее точности*.

6. Неверный выбор глубины ретроспективы для статистической оценки волатильностей и корреляций или построения сценариев изменения факторов риска представляет собой общую проблему оценки рыночного риска с помощью показателя VaR. Модели с более глубокой выборкой, т. е. с большим историческим периодом наблюдений, обычно демонстрируют более высокую точность оценок VaR [2, 35]. В частности, Базельский комитет по банковскому надзору предписывает, чтобы во внутренних VaR-моделях банков минимальная глубина ретроспективы составляла не менее 1 года (~250 дней торгов), а при использовании схем взвешивания исторических данных эффективный период наблюдений также должен быть не менее 1 года (т. е. средневзвешенный временной лаг должен составлять не менее 6 месяцев) [8]. Однако с увеличением объема выборки усиливается и запаздывание в отклике модели на резкие колебания рынка, что объясняется эффектом сглаживания. Как показывают результаты некоторых исследований, в моменты рыночных кризисов более высокую прогнозную точность расчета VaR могут обеспечивать модели с более короткой ретроспективой (30–90 дней) [35], которые, однако, не могут использоваться банками в целях определения достаточности капитала в рамках подхода Базельского комитета на основе внутренних моделей.

7. Использование «универсальных» моделей для всех типов, фаз и состояний рынка представляет собой проблему общеметодологического характера, значимость которой выходит далеко за рамки риск-менеджмента. В моделях оценки рыночного риска определяющую роль играет выбор метода и параметров расчета, наиболее важными из которых являются доверительный интервал и исторический период наблюдений. В связи с этим проблему адекватности VaR-моделей в известном смысле можно рассматривать как оптимизационную задачу поиска *единственной* модели (метод + входные параметры), обеспечивающей наибольшую точность оценки рыночного риска на заданном рынке.

Приведенный выше анализ преимуществ и недостатков использования исторических периодов наблюдений разной длительности показывает, что простейшим решением проблемы могло бы стать нахождение некоторого «среднесрочного» интервала наблюдений, характеризующегося как достаточно высокой точностью, так и приемлемой чувствительностью к резким изменениям факторов риска. Такой подход представляется интуитивно притягательным в том смысле, что обычно «истина лежит посередине», и иногда подтверждается практикой (см., например, [2]). Вполне естественно возникает желание распространить это правило и на другие параметры оптимизации, получив в результате некую «универсальную» модель, которая, по ожиданиям ее разработчиков, должна показывать стабильно высокую точность во всех фазах и состояниях рынка. Следует признать, что в общем случае это оказывается опасной иллюзией, которая может дорого стоить поддавшемуся ей участнику финансового рынка. Здравый смысл подсказывает, что профессионалы

* Подробнее см. п. 4.4.

в любой сфере деятельности при решении сложных задач пользуются не каким-либо одним универсальным инструментом (даже если он существует), а целым набором специализированных инструментов, знание свойств и ограничений которых вместе с умением применять их в комплексе и составляет профессиональное ноу-хау. В области финансового риск-менеджмента эта очевидная аналогия зачастую не принимается в расчет, результатом чего является неразрешимая в принципе проблема неадекватности квазиуниверсальных VaR-моделей. В случае с выбором глубины ретроспективы можно рекомендовать параллельное применение двух VaR-моделей: с долгосрочным периодом наблюдений в качестве основной в периоды относительно «нормального» развития рынка и с короткой ретроспективой периодом наблюдений — для повышения чувствительности VaR в периоды резкого возрастания волатильности в преддверии рыночных кризисов [35].

8. Некомпетентность высшего руководства и злоупотребления со стороны разработчиков моделей представляют собой отличный от рассмотренных выше источник модельного риска, обусловленный так называемым «человеческим фактором». Как правило, руководство банка или инвестиционной компании, ответственное за принятие решений на основе рассчитанных оценок риска, не обладает профессиональными знаниями о возможностях и ограничениях используемых математических методах, и в силу этого вынуждено доверять рекомендациям разработчиков моделей, имеющих наиболее полное представление об их сильных и слабых сторонах. Проблема, таким образом, заключается в *асимметрии информации* между разработчиками и пользователями моделей, а также *асимметрии ответственности* за принятие ошибочных решений в результате использования неадекватной модели. Отсюда возникает отнюдь не гипотетическая опасность того, что риск-менеджеры могут злоупотреблять своим информационным преимуществом, прибегая к сокрытию возникающих трудностей или принятию избыточного риска.

К сожалению, универсального решения проблемы агентских издержек, заключающейся в контроле за действиями агента (разработчиков модели) со стороны принципала (его руководства) не существует. Большинство из приведенных ниже методов снижения модельного риска являются лишь паллиативами, нацеленными на частичное решение данной проблемы, однако их применение в комплексе позволяет во многом снизить угрозу со стороны «субъективного» фактора*.

8.10.2. Основные способы снижения модельного риска

1. Регулярная научно обоснованная верификация и калибровка моделей является необходимым условием применения любых статистических моделей в инвестиционной деятельности. **Верификация** (*verification*) в широком смысле слова предполагает оценку достоверности предсказаний, полученных с помощью модели (в частности, прибылей и убытков), с помощью тех или иных статистических критериев. В более узком смысле, верификация подразумевает количествен-

* Рекомендации по снижению модельного риска даны в [29, 41, 55].

ную оценку точности модели путем сопоставления расчетных значений с фактически полученными ценами (прибылями и убытками) непосредственно в ходе текущей деятельности (*live-testing*) либо с помощью статистического эксперимента — тестового «прогона» модели по историческим данным (*backtesting*). Верификация необходима для **калибровки** (*calibration*) модели, т. е. устранения обнаруженных отклонений путем коррекции входных параметров, промежуточных или конечных результатов расчета. Неудовлетворительные результаты верификации могут стать основанием для выбора другого метода расчета, т. е. смены модели.

Для верификации моделей расчета VaR можно использовать следующие критерии [34]:

- *прогнозная точность* (например, степень соответствия заданного доверительного интервала модели фактически наблюдаемому количеству превышений убытками прогнозной величины VaR, средний размер превышения и т. д.)*;
- *сравнительная консервативность* (систематическое завышение оценки риска, ведущее к избыточному резервированию капитала);
- *экономическая эффективность* (выгодность использования модели с точки зрения стоимости резервируемого капитала).

Последний критерий является наиболее значимым для банков, использующих внутренние модели для расчета размера капитала, резервируемого против рыночного риска торгового портфеля. С его помощью можно подобрать такую модель, которая не занижает систематически рыночный риск (меньшие штрафы со стороны органа надзора), но в то же время и не завышает его (меньшие вмененные издержки, связанные с резервированием капитала).

Регулярная оценка адекватности модели путем тестирования по историческим данным (*backtesting*) представляет собой наиболее известный способ верификации VaR-моделей, получивший официальный статус с принятием странами Группы 10 подхода на основе внутренних моделей. Стандартная методика Базельского комитета предусматривает, что банки, использующие VaR-модели для расчета размера резервируемого капитала, обязаны ежеквартально проводить тестирование моделей по историческим данным для оценки ее адекватности, основанное на сравнении дневной прогнозной величины VaR с фактическими изменениями стоимости портфеля для каждого дня за последние 250 дней торгов [79]. В зависимости от количества превышений убытками величины VaR орган надзора может увеличивать требования к достаточности капитала, что фактически является формой калибровки моделей, занижающих риск**. Существуют и более сложные методы верификации, такие как критерии согласия χ -квадрат и Колмогорова–Смирнова (проверка реального распределения доходностей на соответствие нормальному закону), критерий Купера, проверка на независимость случаев превышения убытками величины VaR и др.***

* Критерии оценки прогнозной точности модели приведены в [47].

** Подробное описание методики Базельского комитета содержится в п. 9.5.3.

*** Различные методы верификации моделей расчета VaR по историческим данным рассматриваются в [11, 51].

Верификация и калибровка моделей должны проводиться отделом риск-менеджмента во взаимодействии с отделом информационных технологий как часть регулярной проверки функционирования («аудита») всей системы риск-менеджмента на предприятии. Такая проверка включает в себя такие аспекты, как организацию службы риск-менеджмента, наличие и полноту документации, качество и надежность источников данных и т. д.*

2. Регулярное проведение сценарного анализа устойчивости к кризисным ситуациям на рынках (стресс-тестирование) является обязательным дополнением к используемым статистическим моделям оценки рисков. Стресс-тестирование является одним из основных способов снижения модельного риска. Важным преимуществом сценарного анализа является возможность учета мотивированных суждений экспертов в гораздо большей мере, чем это удастся сделать в формальных моделях. Рекомендации по проведению стресс-тестирования были подробно рассмотрены выше.

3. Реализация известного принципа K.I.S.S. (*keep it simple, stupid*)** позволит избежать риска, связанного с неоправданным усложнением моделей в тех областях, где в этом не возникает необходимости. Существует точка зрения, что модель не должна быть чем-то большим, чем грубой аппроксимацией, пригодной для целей интерполяции***. Концептуальная «прозрачность» и простота реализации модели является очень существенными преимуществами при ее использовании на практике. В то же время нельзя забывать, что, хотя любая модель является упрощенным отображением действительности, а степень ее сложности все же должна в какой-то мере соответствовать сложности моделируемого объекта, неизбежной платой за простоту является снижение точности прогноза. Так, например, использование в модели постоянной процентной ставки, постоянной или детерминированной волатильности может быть продиктовано стремлением уменьшить вычислительную сложность, но одновременно может привести к очень большим расхождениям с рыночными данными. К сожалению, для сверхсложных процессов в природе и обществе, таких как погода, динамика финансовых рынков и мировой экономики в целом, единственными на сегодняшний день «моделями», сложность которых гарантировала бы достоверный прогноз, являются сами эти процессы.

4. Создание специального подразделения контроля за применением моделей (*model review area*), организационно независимого как от отдела торгов, так и отдела риск-менеджмента, является одной из возможных мер организационного характера с целью снижения модельного риска [29]. Для того чтобы контроль был эффективным, его должны осуществлять только те специалисты, которые сами являлись или могут быть разработчиками систем риск-менеджмента, чья квалификация должна как минимум не уступать квалификации контролируемых ими разработчиков модели. Создание подразделения контроля фактически означает «удвоение» отдела риск-менеджмента и может повлечь за собой значительное увеличение издержек. Кроме того, размер вознаграждения

* Предписания Базельского комитета по проведению внутренней проверки систем риск-менеджмента в банках изложены в п. 9.5.1.

** В дословном переводе: «Делай это проще, дурачок!».

*** Обсуждение различных точек зрения на адекватность моделей приводится в [7].

контролеров (которое должно быть достаточно высоким с тем, чтобы сделать эту работу привлекательной для профессионалов высокой квалификации) не должен напрямую зависеть от результатов деятельности того подразделения, которое выступает «потребителем» результатов расчетов, выполненных с помощью модели, например отдела торгов (казначейства) компании.

Основной функцией отдела контроля должно быть отслеживание действий трейдеров и риск-менеджеров, которые при внешнем соблюдении установленных лимитов (например, дельта-, гамма-, VaR-лимитов и др.) умышленно принимают скрытые риски, которые не учитываются или недооцениваются в используемой модели.

5. Привлечение компетентных независимых экспертов из научных учреждений, имеющих высокую профессиональную репутацию, для проведения «внешней» верификации модели на регулярной основе является альтернативой созданию собственного подразделения контроля [55]. Хотя такой подход сопряжен с гораздо меньшими затратами, он может оказаться и менее эффективным — внешний консультант не в состоянии контролировать возможные злоупотребления риск-менеджеров, а также следить за поддержанием точности модели на постоянной основе.

6. Преодоление «разрыва компетентности» между разработчиками моделей и лицами, принимающими решения, явилось бы, по-видимому, идеальным решением проблемы риска неадекватности модели, обусловленного субъективными факторами. Очевидно, что эта цель, несмотря на свою привлекательность, не может быть достигнута в одночасье путем организационных мер, таких как специальное обучение руководителей высшего звена — она отражает скорее общую эволюцию требований к специалистам, занимающимся оценкой рисков в финансовых институтах. В идеале, достижение этой цели требует нивелирования различий в образовании и квалификационном уровне риск-менеджеров и высшего руководства финансовых учреждений, что вряд ли реализуемо в реальной жизни.

7. Резервирование капитала против потерь вследствие риска неадекватности моделей, особенно используемых для ценообразования финансовых инструментов, представляет собой естественный способ защиты от «остаточного» риска, который не может быть устранен путем продажи, хеджирования, страхования или управления. Необходимость создания специального резерва капитала логически вытекает уже из самого факта отнесения модельного риска к разряду операционных рисков. Хотя Базельский комитет не рассматривает в явном виде риск неадекватности моделей в рамках подходов к расчету размера капитала против операционных рисков [82], банки должны сами учитывать этот вид риска при определении потребности в экономическом капитале (см. п. 8.7). Резерв капитала против модельного риска должен покрывать потенциальные потери вследствие использования входных данных, не основанных на ценах ликвидного рынка, а также нереалистичных предположений, лежащих в основе моделей. Размер резерва рекомендуется рассчитывать по формуле, отражающей изменение финансового результата при использовании в модели консервативных (в статистическом смысле) значений входных переменных [7]. Такой подход позволяет привести размер резерва в соответствие реальному уровню риска и автоматически учитывать эффекты снижения риска

при неттинге, продаже риска и приближении срока до исполнения обязательств (по мере которого падает чувствительность финансового результата к входным параметрам модели). Количественный подход в значительной степени снижает субъективность при определении размера резерва против модельного риска и предотвращает нецелевое использование созданного резерва, в частности для манипулирования показателями прибыли со стороны трейдеров.

Необходимость резервирования капитала указывает на то, что модельный риск не может быть устранен полностью, поэтому актуальность разработки эффективных методов анализа и контроля за этим видом риска будет только повышаться со временем.

Литература

1. Кайберг Г. Вероятность и индуктивная логика. — М.: Прогресс, 1978.
2. Лобанов А., Порох А. Анализ применимости различных моделей расчета *value at risk* на российском рынке акций/Рынок ценных бумаг, 2001, №2. С. 65–70.
3. Малер Г. Производные финансовые инструменты: прибыли и убытки. — М.: ИНФРА-М, 1996.
4. Невзоров В. Б. Рекорды. Математическая теория. — М.: ФАЗИС, 2000.
5. Ширинская Е. Б., Пономарева Н. А., Купчинский В. А. Финансово-аналитическая служба в банке. — М.: ФБК-ПРЕСС, 1998.
6. A survey of stress tests and current practice at major financial institutions. Report by a Task Force established by the Committee on the Global Financial System of the central banks of the Group of Ten countries. Bank for International Settlements, 2001, April.
7. Allen S. Financial risk management: A practitioner's guide to managing market and credit risk. — Hoboken, N.J.: John Wiley & Sons, Inc., 2003.
8. Amendment to the Capital Accord to incorporate market risks. Basle Committee on Banking Supervision, 1996, January.
9. Bangia A., Diebold F. X., Schuermann T., Stroughair J. D. Modeling liquidity risk, with implications for traditional market risk measurement and management. Working paper No. 99-06. The Wharton Financial Institutions Center, 1998.
10. Berkovitz J. A coherent framework for stress testing. Finance and Economics Discussion Series No. 1999-29. Board of Governors of the Federal Reserve System, 1999.
11. Berkovitz J. Evaluating the forecasts of risk models. Finance and Economics Discussion Series No. 1999-11. Board of Governors of the Federal Reserve System, 1999.
12. Bessis J. Risk management in banking. 2nd ed. — Chichester: John Wiley & Sons, Ltd., 2002.

13. Best P. Implementing value at risk. — Chichester: John Wiley & Sons, Ltd., 1998.
14. Best P. Stress testing//In: Lore M., Borodovsky L. (eds.) The professional's handbook of financial risk management. — Oxford: Butterworth-Heinemann, 2000. P. 233–260.
15. Black F., Scholes M. The pricing of options and corporate liabilities//Journal of Political Economy. 1973. V. 81. No. 3. P. 637–659.
16. Blaschke W., Jones M., Majnoni G., Peria S. M. Stress testing of financial systems: An overview of issues, methodologies, and FSAP experiences. IMF Working paper No. 01/88. International Monetary Fund, 2001.
17. Bock J. T. A capital idea//Risk Professional. 2000. V. 2. No. 9. P. 37–40.
18. Bock J. T. Over-egging the pudding//Risk Professional. 2000. V. 2. No. 10. P. 22–27.
19. Bock J. T. Take your pick//Risk Professional, 2001. V. 3. No. 1. P. 34–38.
20. Boer P. F. The real options solution: Finding total value in a high-risk world. — John Wiley & Sons, Ltd., 2002.
21. Canals J. Universal banking: International comparisons and theoretical perspectives. — N.Y.: Oxford University Press, 1997.
22. Carey M. Dimensions of credit risk and their relationship to economic capital requirements//In: Mishkin F. S. (ed.) Prudential supervision: What works and what doesn't. — Chicago: The University of Chicago Press, 2001. P. 197–232.
23. Crouhy M., Galai D., Mark R. Model risk//Journal of Financial Engineering. 1998. V. 7. No. 3/4 (September/ December). P. 267–288.
24. Crouhy M., Galai D., Mark R. Risk management. — N.Y.: McGraw-Hill, 2001.
25. Culp C. L. The process of risk management. — N.Y.: John Wiley & Sons, Inc., 2001.
26. Derman E. The future of modeling//RISK. 1997. V. 10. No. 12 (December). P. 164–167.
27. Diebold F. X., Hickman A., Inoue A., Schuermann T. Converting 1-day volatility to h-day volatility: Scaling by \sqrt{h} is worse than you think. Working paper No. 97-34. The Wharton Financial Institutions Center, 1997.
28. Doherty N. A. Integrated risk management: Techniques and strategies for reducing risk. — N.Y.: McGraw-Hill, 2000.
29. Dowd K. Beyond value at risk: The new science of risk management. — Chichester: John Wiley & Sons, Ltd., 1998.
30. Downes J., Goodman J. E. Dictionary of finance and investment terms. 4th ed. — N.Y.: Barron's, 1995.
31. Economic capital survey overview. Capital Market Risk Advisors, 2001, May.

32. Eisele W., Knobloch A. P. Value at risk: Tool for managing trading risks// In: Frenkel M., Hommel U., Rudolf M. (eds.) Risk management: Challenge and opportunity. — Berlin: Springer Verlag, 2000. P. 155–179.
33. Embrechts P. (ed.) Extremes and integrated risk management. — L.: Risk Books, 2000.
34. Engel J., Gizicki M. Conservatism, accuracy and efficiency: Comparing value-at-risk methods. Discussion paper 2. Australian Prudential Regulation Authority, Reserve Bank of Australia, 1999, March.
35. Fink A., Johanning L., Rudolph B. Zur Prognosegüte alternativer VaR-Verfahren im Aktienbereich//Solutions. 1999. Jahrgang 3, Ausgabe 1. S. 25–33.
36. Framework for voluntary oversight. Derivatives Policy Group, 1995.
37. Froot K. A., Stein J. C. Risk management, capital budgeting and capital structure policy for financial institutions: An integrated approach. Working paper 5403. National Bureau of Economic Research, 1996.
38. Gastineau G. L., Kritzman M. P. Dictionary of financial risk management. — N.Y.: Frank Fabozzi Associates, 1996.
39. Generally accepted risk principles. — United Kingdom: Coopers & Lybrand, 1996.
40. Gibson R. (ed.) Model risk: Concepts, calibration and pricing. — L.: Risk Publications, 2000.
41. Goldman, Sachs & Co., SBC Warburg Dillon Read. The practice of risk management. — L.: Euromoney Publications, 1998.
42. Grant J. L. Foundations of EVA. 2nd ed. — John Wiley & Sons, 2003.
43. Hannan T. H., Hanweck G. A. Bank insolvency and the market risk for large certificates of deposit//Journal of Money, Credit and Banking. 1988. V. 20. No. 2. May. P. 203–211.
44. Hanrahan M. Establishing a capital-based limit structure//In: Lore M., Borodovsky L. (eds.) The professional's handbook of financial risk management. — Oxford: Butterworth-Heinemann, 2000. P. 635–656.
45. Hartle T. The fundamentals of technical analysis: Andrew Lo//Technical Analysis of Stocks and Commodities. 1997. V. 15. No. 12 (December). P. 50–67.
46. Haubenstock M., Morisano F. A framework for attributing economic capital and enhancing shareholder value//In: Lore M., Borodovsky L. (eds.) The professional's handbook of financial risk management. — Oxford: Butterworth-Heinemann, 2000. P. 657–689.
47. Hendrics D. Evaluation of value-at-risk models using historical data. Federal Reserve Bank of New York Economic Policy Review. 1996. April.
48. Iacono F., Skeie D. Translating VaR using \sqrt{T} //Derivatives week. 1996. October 14. P. 8.
49. James C. RAROC based capital budgeting and performance evaluation: A case study of bank capital allocation. Working paper 96–40. The Wharton Financial Institutions Center, University of Pennsylvania, 1996.

50. Jorion P. Financial risk manager (FRM) instruction manual. — N.Y.: Carli Management Corporation, 2000.
51. Jorion P. Value at risk: The new benchmark for managing financial risk. 2nd. ed. — McGraw-Hill, 2001.
52. Jovic D., Beutler M. Paradoxical incentives in the New Basel capital framework//Risk Professional. 2000. V. 2. No. 5. P. 36–39.
53. Kimball R. C. Economic profit and performance measurement in banking//New England Economic Review. 1998. July/August. P. 35–53.
54. Kupper E. F. Risk management in banking. Proceedings of Risk and Capital Management Conference. Australian Prudential Regulation Authority, 1999.
55. Lam J. C. Firmwide risk management: An integrated approach to risk management and control//In: Schwartz R. J., Smith C. W., Jr. (eds.) Derivatives handbook: Risk management and control. — N.Y.: John Wiley & Sons, 1997. P. 407–429.
56. Lewis M. The price of behaving rationally in a market meltdown//The New York Times Magazine. 1999. January 24. P. 32.
57. Lhabitant F.-S. Coping with model risk//In: Lore M., Borodovsky L. (eds.) The professional's handbook of financial risk management. — Oxford: Butterworth-Heinemann, 2000. P. 415–471.
58. Linsmeier T. J., Pearson N. D. Risk measurement: An introduction to value at risk. Working paper. University of Illinois at Urbana-Champaign, 1996.
59. Liu J., Lu B. Non-hedgable risk: Model risk//In: Fabozzi F. J. (ed.) Perspectives on interest rate risk management for money managers and traders. — John Wiley & Sons, 1998.
60. Longin F. From value at risk to stress testing: The extreme value approach. Discussion paper No. 2161. Center for Economic Policy Research, 1999.
61. Madden B. J. CFROI valuation: A total system approach to valuing the firm. — Oxford: Butterworth-Heinemann, 2002.
62. Matten C. Managing bank capital: Capital allocation and performance measurement. 2nd ed. — Chichester: John Wiley & Sons, Ltd., 2000.
63. Merton R. Theory of rational option pricing//Bell Journal of Economics and Management Science. 1973. No. 4 (Spring). P. 141–183.
64. Merton R., Perold A. Theory of risk capital in financial firms//Journal of Applied Corporate Finance. 1993. V. 6. No. 3.
65. Milne A., Whalley E. Bank capital and risk-taking. Working paper No. 90. Bank of England, 1998.
66. Niven P. R. Balanced scorecard step-by-step: Maximizing performance and maintaining results. — John Wiley & Sons, 2002.
67. Overbeck L. Allocation of economic capital in loan portfolios//In: Franke J., Härdle W., Stahl G. (eds.) Measuring risk in complex stochastic systems. Lecture notes on statistics. Vol. 147. Chap. 1. — N.Y.: Springer Verlag, 2000.
68. Paxson D. Real R&D options: theory, practice and implementation. — Oxford: Butterworth-Heinemann, 2002.

69. Pyle D. Bank risk management: Theory. Report presented at the Conference on risk management and regulation in banking. Jerusalem, 1997. May 17–19.
70. Rahl L., Esseghaier Z. Measuring financial risk in the 21st century//Banking Accounting and Finance. 2000. Spring. P. 45–54.
71. Shafer G., Vovk V. Probability and finance. It's only a game. — Wiley Interscience, 2001.
72. Shimpi P. (ed.) Integrating corporate risk management — N.Y.: TEXERE LLC., 2001.
73. Stern J. M., Shiely J., Ross I. The EVA challenge: Implementing EVA in an organization. — John Wiley & Sons, 2001.
74. Stern J. M., Stewart G. B. III, Chew D. H., Jr. The EVA financial system//Journal of applied corporate finance. 1995. Summer. P. 38–55.
75. Stewart G. B. III. The quest for value: A guide for senior managers. — N.Y.: Harper Business, 1991.
76. Stockes J. Using simulation to determine bank capital adequacy//Financial Engineering News. 2002. No. 28. November/December. P. 4–5.
77. Stress testing by large financial institutions: Current practice and aggregation issues. Committee on the Global Financial System, Bank for International Settlements, 2000. April.
78. Stress testing//In: Guidelines on market risk. V. 5. Vienna, Austrian National Bank, 1999.
79. Supervisory framework for the use of «backtesting» in conjunction with the internal models approach to market risk capital requirements. Basle Committee on Banking Supervision. 1996. January.
80. Taleb N. Dynamic hedging: Managing vanilla and exotic options. — N.Y.: John Wiley & Sons, Inc., 1997.
81. The handbook of world stock, derivative and commodity exchanges 1998. — L.: Mondo Visione, 1998.
82. The New Basel capital accord. Consultative document. Basel Committee on Banking Supervision, 2003. April.
83. Tregeorgis L. Real options: Managerial flexibility and strategy in resource allocation. — Mass.: MIT Press, 1996.
84. Venkat S. Implementing a firm-wide risk management framework//In: Lore M., Borodovsky L. (eds.) The professional's handbook of financial risk management. — Oxford: Butterworth-Heinemann, 2000. P. 581–613.
85. Williams D. L. Selecting and implementing enterprise risk management technologies//In: Lore M., Borodovsky L. (eds.). The professional's handbook of financial risk management. — Oxford: Butterworth-Heinemann, 2000. P. 614–634.

IX. Регулирование рисков банковской деятельности_____

С. В. ЗАМКОВОЙ,
А. А. ЛОБАНОВ

9.1. Введение

В процессе эволюции любой банковской системы можно проследить влияние двух разнонаправленных тенденций: стремления к наибольшей эффективности со стороны участников системы (в лице владельцев коммерческих банков) и стремления к наибольшей стабильности со стороны общества в целом (в лице государства). Стабильность функционирования является едва ли не главным требованием, предъявляемым обществом к банковской системе, что отличает ее от любой другой отрасли экономики. Специальное регулирование финансово-банковского сектора со стороны государства обусловлено как спецификой банковского дела, связанного с производством услуг особого рода (трансформацией депозитов в ссуды, выпуском инструментов ликвидности и накоплением информации о заемщиках), так и многообразными отрицательными последствиями, которые банковские кризисы несут для национальной экономики и социальной стабильности.

Очевидно, что банки занимают особое место среди других специализированных финансовых посредников в силу уникальной «двойственности» выполняемых ими функций: *пассивной* (привлечение средств вкладчиков) и *активной* (размещение их в ссуды). Банки имеют дело с финансовыми контрактами (ссудами и депозитами), которые не могут быть так же легко перепроданы на рынке, как акции, облигации или иные ценные бумаги. Ликвидность последних объясняется их «анонимностью» в том смысле, что личность их текущего владельца не имеет значения для определения их рыночной цены. В результате банки, как правило, не имеют возможности продать эти контракты на рынке и вынуждены оставлять их на балансе до истечения срока их действия. Кроме того, финансовые контракты, выпускаемые фирмами-заемщиками (договоры займа), обычно отличаются по объему и сроку действия от контрактов, необходимых инвесторам (срочных депозитов или вкладов до востребования).

Таким образом, банки и другие финансовые посредники (такие как страховые компании и инвестиционные фонды) необходимы для *трансформации финансовых контрактов и ценных бумаг по*

объемам, срокам и степени риска. В идеальном мире полных* и информационно эффективных финансовых рынков индивидуальные инвесторы и заемщики могли бы беспрепятственно достигать оптимального распределения риска за счет диверсификации своих портфелей, но из-за существующих в реальности ограничений (например, по объему вложений) совершенная диверсификация оказывается недостижимой. Финансовые посредники позволяют частично решить данную проблему путем объединения средств инвесторов с целью избежания по крайней мере некоторых из указанных ограничений и обеспечения приблизительно такой диверсификации риска для всех участвующих вкладчиков, которую они могли бы получить самостоятельно при наличии полных финансовых рынков.

На любом финансовом рынке всегда существует проблема **асимметрии информации** (*information asymmetry*), когда одни его участники лучше осведомлены о потенциальном риске конкретных операций или инструментов, чем другие. Несовершенства финансового рынка принято рассматривать как различные формы проявления информационной асимметрии: предварительной — в виде так называемого «неблагоприятного отбора» (*adverse selection*), промежуточной — в виде «морального риска» (*moral hazard*) и фактической — в виде «дорогостоящего государственного контроля» (*costly state verification*) [25].

Сущность понятия «**неблагоприятный отбор**» при кредитовании заключается в том, что экономические агенты (как вкладчики, так и банки) при проведении активных операций сталкиваются с проблемой оптимального выбора из множества возможных вариантов размещения ресурсов в условиях неполной или неточной информации, когда заемщики заведомо лучше осведомлены о риске своих проектов, чем кредиторы. В результате кредитор оказывается не в состоянии назначить дифференцированные процентные ставки для заемщиков с разным уровнем риска, что в конечном счете ведет к непредвиденным потерям для кредитора и дополнительным издержкам для среднестатистического заемщика.

При определении государственной политики регулирования банковского сектора центральной проблемой является так называемый «**моральный риск**», под которым в банковском деле понимается *стремление владельцев и/или управляющих банков проводить операции с повышенной доходностью, перекладывая присущий им риск на третью сторону, в качестве которой могут выступать вкладчики, прочие кредиторы или государство*. Моральный риск может проявляться в связи со структурой как банковских пассивов (чрезмерное наращивание доли привлеченных средств), так и активов (увеличение доли вложе-

* Финансовый рынок является полным, если все торгуемые на нем активы доступны и отсутствуют какие-либо ограничения для инвестирования в эти активы. При наличии полных финансовых рынков для банковских активов их чистая текущая стоимость была бы равна нулю и, следовательно, сами банки не имели бы общественной ценности, а единственным основанием их деятельности было бы получение экономической прибыли от недооцененного страхования депозитов или монополистического положения в отрасли. Иными словами, положительная текущая стоимость активов банков означает, что банки отбирают и сопровождают проекты, которые в общем случае не могут финансироваться путем прямого заимствования средств на финансовых рынках [25].

ний с высоким риском, в том числе как «компенсация» за увеличение капитала по требованию органа надзора). В обоих случаях в силу ограниченной ответственности акционеров банка по принадлежащим им акциям риск потерь обычно «перекладывается» на вкладчиков и иных держателей обязательств банка. Хорошо известен также механизм «переноса риска» посредством системы государственного страхования депозитов по фиксированным (не чувствительным к уровню банковского риска) ставкам.

Снижение стимулов к моральному риску и уменьшение последствий неблагоприятного отбора в банковском деле и составляют главный мотив для государственного регулирования банковских рисков.

Механизмы регулирования рисков банковской системы весьма разнообразны, и их удобно рассматривать по иерархическим уровням принятия и сфере действия. Следует отметить, что данные механизмы действуют не изолированно, но находятся в сложном взаимодействии друг с другом. На практике они могут использоваться в различных сочетаниях и с различной эффективностью, при этом определяющую роль в регулировании системного риска играют именно механизмы, действующие на уровне государства и отрасли.

На **макроуровне** механизмы регулирования разрабатываются и принимаются высшими органами государственной власти и устанавливают фундаментальные принципы построения банковской системы. К основополагающим институтам регулирования системного риска банковского сектора относятся:

- 1) ограничения на состав банковских портфелей (включая разграничение операций коммерческих и инвестиционных банков в рамках так называемой «коммерческой» банковской системы, нормы обязательного резервирования средств и т. д.);
- 2) государственное гарантирование (страхование) вкладов населения и организаций в коммерческих банках;
- 3) объем ответственности владельцев банков перед кредиторами по обязательствам банка.

Помимо перечисленных основных механизмов в мировой практике известны также и вспомогательные механизмы регулирования банковских рисков на макроуровне:

- 4) ограничения на вход в отрасль, расширения, слияния и поглощения;
- 5) ограничения по максимальному размеру депозитных ставок и комиссионных.

На **мезоуровне** (уровне банковской системы) основными институтами регулирования банковских рисков являются нормативные акты органов государственного надзора (обычно центрального банка), а также положения и стандарты, выработанные и добровольно принятые самими участниками отрасли (например, в рамках саморегулируемых организаций). Органы государственного надзора часто действуют в тесном сотрудничестве с наднациональными структурами, к которым относится, например, Базельский комитет по банковскому надзору. На этом уровне основными институциональными механизмами регулирования банковских рисков являются:

- 6) минимальный размер капитала для вновь создаваемых банков, требования к составу и нормативы достаточности банковского капитала;

- 7) нормативы ликвидности банковского баланса и концентрации портфелей ссуд;
- 8) пруденциальный контроль регулирующих органов за соблюдением обязательных нормативов, верификация банковских моделей оценки риска, правила и процедуры ликвидации банков и т. д.;
- 9) требования к раскрытию информации о финансовом состоянии и риске банков;
- 10) общепринятые меры количественной оценки банковских рисков, методы их расчета и/или нормативные требования к используемым в банках методикам;
- 11) стандарты организации и деятельности служб внутреннего контроля и управления рисками в банках, рекомендуемые органами надзора.

На **микроуровне**, т. е. на уровне отдельных банков, в дополнение к перечисленным выше внешним ограничениям могут использоваться и собственные, внутренние механизмы управления рисками. Эти механизмы представляют собой общепринятые в отрасли методы и модели оценки и контроля за рисками, конкретная форма реализации которых определяется самими банками. К наиболее распространенным институциональным механизмам управления банковскими рисками на микроуровне относятся:

- 12) методики оценки кредитоспособности заемщика и внутренние модели оценки кредитного риска ссудных портфелей;
- 13) внутренние модели количественной оценки рыночного риска торговых портфелей банков;
- 14) используемые стратегии ограничения рыночного, кредитного, операционного и иных видов риска (лимитирование, хеджирование, внутренний контроль и др.).

Сложившаяся в результате длительной эволюции система государственного регулирования рисков банковской системы в развитых странах Запада основывается на трех фундаментальных механизмах: *минимальных нормах достаточности банковского капитала, государственном страховании депозитов и ограниченной ответственности акционеров банков по обязательствам перед кредиторами*. Предметом дальнейшего рассмотрения будут являться требования к достаточности банковского капитала как базовый инструмент регулирования, нацеленный на снижение вероятности банкротства каждого отдельного банка и, как следствие, на повышение устойчивости системы в целом.

Характерной особенностью большинства комментариев, посвященных последним кризисам в банковской сфере, является чрезвычайно частое упоминание банковского капитала. Считается, что не последнюю роль в недооценке развития финансовых кризисов (как в России, так и в зарубежных странах) сыграли недочеты со стороны органов надзора, которые своевременно не отследили возможность появления новых рисков в банковской деятельности и не ужесточили контроль над этими видами рисков, в частности путем введения более строгих требований к капиталу банков. В фундаментальном руководстве по банковскому менеджменту американский специалист в обла-

сти банковского дела Дж. Синки отмечает: «Каким должен быть собственный капитал банка, чтобы ему могли доверять вкладчики, кредиторы, инвесторы и регулирующие органы? В банковской и финансовой литературе этот вопрос известен как вопрос об адекватности собственного капитала. Тот, кто знает ответ на этот вопрос, будет удостоен постоянного уважения в кругах банкиров, финансистов и бюрократов из регулирующих органов. Хочу предостеречь: лучшие умы в мире банков и финансов годами бились над этим вопросом и — безуспешно. Понятно, что здесь не следует рассчитывать на легкое решение» [14, с. 771].

9.2. Международные стандарты банковского капитала. Базельское соглашение по капиталу 1988 г.

С начала 1980-х годов проблемы достаточности банковского капитала и методологии ее оценки стала предметом оживленных дискуссий в международных финансовых организациях. Интерес органов государственного регулирования к капиталу банка является очевидным в связи с тем, что именно капитал выполняет функцию защиты вкладчиков от возможных потерь. Размер капитала является ключевым фактором доверия вкладчиков и клиентов к способности банка компенсировать убытки. В результате была выдвинута концепция минимального уровня достаточности капитала, который является источником компенсации убытков и механизмом сдерживания морального риска.

Проблема заключалась в выработке общих критериев достаточности капитала, применяемых для разных субъектов банковского сообщества независимо от их страновой принадлежности. В июле 1988 г. странами Группы 10 был принят разработанный Базельским комитетом по банковскому надзору* общий подход к оценке достаточности капитала банков (*International convergence of capital measures and capital standards***), который стал известен как **Базельское соглашение по капиталу 1988 г.** (*Basle Capital Accord*) [28]. На сегодняшний день к Базельскому соглашению по капиталу в том или ином виде присоединилось более 100 стран, в том числе и Россия.

Базельское соглашение по капиталу (далее — Соглашение) состоит из трех частей:

1. Составные элементы капитала.
2. Весовые коэффициенты риска.
3. Целевой стандартный коэффициент достаточности капитала.

* Базельский комитет по банковскому надзору (*Basle Committee on Banking Supervision*) был создан в 1974 г. как группа, объединяющая руководителей центральных банков стран — членов Группы 10. Заседания комитета проходят в г. Базель (Швейцария) в помещении Банка международных расчетов (*Bank for International Settlements — BIS*), оказывающего административную и техническую поддержку его деятельности.

** Этот и другие документы Базельского комитета по банковскому надзору, упоминаемые в настоящей главе, находятся в свободном доступе в Интернете по адресу: <http://www.bis.org/bcbs>.

9.2.1. Состав и структура банковского капитала

В Соглашении дано весьма широкое определение капитала, который может включать в себя следующие элементы*:

А. Основной капитал:

- a) постоянный акционерный капитал;
- b) публикуемые резервы, образованные за счет нераспределенной прибыли.

В. Дополнительный капитал:

- i) скрытые резервы;
- ii) резервы переоценки;
- iii) общие резервы/общие банковские резервы на покрытие убытков по кредитам;
- iv) гибридные инструменты;
- v) долгосрочная субординированная задолженность.

В Соглашении элементы капитала делятся на два уровня. **Основной капитал**, или **капитал первого уровня** (*Tier 1/core capital*), включает в себя**: акционерный капитал (*equity*), выпущенные и полностью оплаченные обыкновенные акции и бессрочные привилегированные акции без кумулятивного начисления дивидендов, а также **публикуемые** (*disclosed*) **резервы** (дополнительный оплаченный капитал, нераспределенная прибыль, общий резерв на покрытие непредвиденных/неидентифицированных убытков и другие резервы, создаваемые банком в соответствии с национальным законодательством).

В состав **дополнительного капитала**, или **капитала второго уровня** (*Tier 2/supplementary capital*), включаются отдельные виды резервов: скрытые резервы (в некоторых странах — часть нераспределенной прибыли), резервы переоценки активов (недвижимости и ценных бумаг, находящихся в портфеле банка). Резервы переоценки стоимости активов в форме скрытого прироста капитала по нереализованным ценным бумагам должны учитываться в капитале второго уровня со скидкой 55%.

Общие резервы на возможные потери по ссудам включаются в капитал второго уровня в том случае, если они не связаны с конкретными активами или их группами (т. е. не отражают ожидаемое сокращение стоимости конкретных активов), а созданы для возмещения неидентифицируемых в настоящее время убытков. Максимальный размер включаемых в капитал второго уровня общих резервных отчислений на покрытие убытков будущих периодов (общих резервов на покрытие убытков по кредитам) не должен превышать 1,25% от активов, взвешенных с учетом риска.

К элементам капитала второго уровня могут быть отнесены так называемые «**гибридные**» **инструменты**, сочетающие в себе характеристики капита-

* В России состав и структура капитала регламентированы Положением Банка России от 10.02.2003 №215-П [10].

** Последние изменения и дополнения в составе элементов основного капитала содержатся в [27]

ла и долга, в том числе бессрочные привилегированные кумулятивные (т. е. с выплатой накапливаемых фиксированных дивидендов) акции, долгосрочные привилегированные акции (в Канаде), ценные бумаги с долевым участием и субординированные бессрочные долговые ценные бумаги (во Франции), сертификаты участия, дающие владельцу право на дивиденды или участие в прибылях, но не право собственности (в Германии), бессрочные долговые обязательства и привилегированные акции (в Великобритании), конвертируемые облигации (в США).

В состав капитала второго уровня разрешается включать также и долгосрочную субординированную задолженность при условии, что она не превышает 50% капитала первого уровня. К данной категории средств относятся обычные необеспеченные субординированные долговые обязательства и подлежащие погашению срочные привилегированные акции, первоначальный срок погашения которых составляет не менее 5 лет. Для отражения снижения стоимости этих инструментов в качестве элементов капитала в течение последних пяти лет до наступления срока погашения они включаются в состав капитала не по полной стоимости, а с коэффициентом амортизации в 20% в год, при этом они могут быть включены в капитал второго уровня в размере не более 50% капитала первого уровня с учетом амортизации.

В совокупности дополнительный капитал по своему размеру не должен быть больше основного капитала.

В соответствии с Соглашением, из капитала должны быть сделаны следующие вычеты:

- из капитала первого уровня — стоимость нематериальных активов банка (*goodwill*);
- из совокупного капитала (суммы основного и дополнительного капитала) — инвестиции в неконсолидированные банковские и финансовые дочерние компании для предотвращения многократного учета одних и тех же капитальных ресурсов разными членами банковской группы и — по решению национальных органов надзора — капитальные вложения в капитал других банков и финансовых организаций.

Следует отметить, что приведенное выше определение капитала, применяемое органами банковского надзора, отличается от бухгалтерской трактовки капитала, зафиксированной в Международных стандартах финансовой отчетности (МСФО). В соответствии с этими стандартами капитал банка составляют следующие статьи:

- уставный капитал;
- эмиссионный доход;
- прибыль предшествующих лет;
- фонды;
- собственные выкупленные акции или доли (учитываемые в течение одного года с момента выкупа).

Основные отличия между этими двумя определениями состоят в следующем:

- 1) в бухгалтерском учете *не существует* деления капитала по уровням (основной и дополнительный);

- 2) при определении величины капитала в бухгалтерском учете и отчетности из него *не вычитаются* такие показатели, как, например, нематериальные активы, инвестиционные вложения в акции дочерних и зависимых компаний и, возможно, некоторые другие статьи, предусмотренные органами банковского надзора*;
- 3) некоторые статьи, входящие в состав капитала в бухгалтерском учете и отчетности, *не включаются* в состав капитала, рассчитываемого для целей банковского надзора (в частности, кумулятивные привилегированные акции и часть уставного капитала, образованная за счет капитализации прироста стоимости имущества при переоценке, не включаются в основной капитал; фонды, использование которых уменьшает имущество кредитной организации, не включаются ни в основной, ни в дополнительный капитал);
- 4) в бухгалтерском учете и отчетности в капитал *не включаются* некоторые статьи, которые допустимо включать в капитал для целей банковского надзора, например привлеченные субординированные кредиты и займы.

9.2.2. Взвешивание по риску активов и забалансовых статей

Главным обобщенным показателем достаточности капитала в Соглашении является размер капитала с учетом риска (*capital-to-risk ratio*), который определяется в виде отношения капитала банка к величине активов и внебалансовых статей, взвешенных по степени риска**.

Процедура «взвешивания» активов по риску заключается в умножении балансовой стоимости актива на соответствующий коэффициент риска и суммировании полученных значений. Соглашением была установлена шкала **коэффициентов риска активов**, т. е. оценок «вероятности» и уровня безвозвратных потерь по основным видам активов вследствие *кредитного риска*. Данная шкала является максимально упрощенной и включает только пять значений коэффициента риска: 0, 10, 20, 50 и 100%. Коэффициенты риска для балансовых активов установлены по следующей шкале***:

0 — безрисковые активы: касса; государственные долговые обязательства стран и центральных банков, деноминированные и погашаемые в национальной валюте, прочие государственные обязательства стран — членов ОЭСР и центральных банков этих стран; обязательства, обеспеченные государствен-

* Согласно Положению Банка России от 10.02.2003 №215-П, к показателям, уменьшающим сумму основного и дополнительного капитала, относятся суммы недосозданных обязательных резервов, суммы кредитования собственников и инсайдеров сверх установленных лимитов и некоторые другие показатели [10]

** Необходимо отметить, что существуют и другие схемы определения достаточности капитала. Так, в США наряду с требованиями к капиталу с учетом риска применяется и простое соотношение между величиной капитала и балансовой стоимостью активов (*leverage ratio*)

*** Для отечественных банков процедура взвешивания активов и забалансовых статей по риску и нормативная шкала коэффициентов риска активов изложены в Инструкции Банка России от 01.10.1997 №1 [4].

ными ценными бумагами стран — членов ОЭСР или гарантированные правительствами этих стран;

0, 10, 20 или 50% — активы с низким риском: обязательства местных государственных учреждений (за исключением центрального правительства) и займы, гарантированные или обеспеченные ценными бумагами, выпущенными этими учреждениями;

20% — долговые обязательства международных банков развития и обязательства, гарантированные или обеспеченные ценными бумагами этих банков; обязательства банков стран — членов ОЭСР и обязательства, гарантированные этими банками; долговые обязательства банков третьих стран с оставшимся сроком до погашения менее 1 года и ссуды с оставшимся сроком до погашения менее 1 года, гарантированные банками третьих стран; денежные средства в пути;

50% — кредиты, полностью обеспеченные залогом жилой недвижимости, которую заемщик занимает сам или сдает в аренду;

100% — активы с абсолютным риском: долговые обязательства предприятий частного сектора; обязательства банков третьих стран с оставшимся сроком до погашения более 1 года; государственные долговые обязательства третьих стран, выраженные в иностранной валюте; обязательства коммерческих предприятий, принадлежащих государственным учреждениям; основной капитал (здания, помещения, оборудование и т. д.); недвижимость и прочие инвестиции (включая неконсолидированное участие в уставном капитале других предприятий); участие в капитале банков; прочие активы.

При выборе коэффициентов риска в качестве отправной точки, согласно международным стандартам, были выбраны операции по кредитованию клиентов, составляющие основу активных операций банков. В соответствии с Соглашением, риск потерь при проведении такого типа операций был принят в качестве базы в размере 100% от номинальной стоимости кредита. Рискованность ипотечного кредитования считается пониженной по сравнению со стандартными ссудами, поэтому риск по данному виду кредитных операций установлен в размере 50%. Кредиты, предоставленные другим банковским учреждениям, которые находятся под постоянным контролем национальных регулирующих органов, с точки зрения международных стандартов считаются еще менее рискованными вложениями. Коэффициент риска этой группы банковских активов установлен равным 20%. Частично учитывался также инвестиционный риск по государственным ценным бумагам с фиксированной процентной ставкой. Наконец, все обязательства центральных банков и правительств в национальной валюте, включая гарантированные ими кредиты и выпущенные ими ценные бумаги, рассматриваются как практически безрисковые, т. е. не требующие покрытия банковским капиталом.

Весьма сложной является проблема оценки риска по забалансовым операциям. Как известно, за балансом банки учитывают в основном условные и гарантийные операции. Поскольку в этом случае момент наступления ответственности банка носит вероятностный характер, в Соглашении предусматривалась следующая процедура оценки риска по этим операциям. Сначала номинальная сумма забалансовых обязательств переводится путем умножения на соответствующий **коэффициент конверсии** (*credit conversion factor — CCF*)

в так называемый **эквивалент кредитного риска** (*credit risk equivalent*), а затем полученная сумма взвешивается по риску в соответствии с категорией заемщика по балансовым операциям. Так, например, по инструментам, заменяющим кредиты (гарантии по задолженности, резервные аккредитивы и т. д.), используется коэффициент конверсии, равный 100%. Коэффициенты конверсии для внебалансовых статей приведены в табл. 9.1.

Кредитный эквивалент должен быть определен также и для учитываемых за балансом производных инструментов, включая свопы, форварды, фьючерсы и приобретенные опционы. По сделкам с этими инструментами банки подвергаются кредитному риску не на их полную стоимость, а лишь на потенциальную **стоимость замещения** потока денежных средств (*replacement value*) для контрактов с *положительной текущей стоимостью* в случае невыполнения обязательств контрагентами. Величина кредитного эквивалента таких инструментов будет зависеть и от срока до исполнения контракта, и от колебаний цен базисных активов, лежащих в основе конкретного типа производного инструмента.

Конверсия производных инструментов в их кредитные эквиваленты может производиться одним из двух альтернативных методов: методом оценки текущего риска или методом оценки первоначального риска.

В **методе оценки текущего риска** (*current exposure method*) кредитный эквивалент рассчитывается как сумма **общей стоимости замещения** (*gross replacement value — GRV*), равной *текущей рыночной стоимости* инструмента (если она положительна), и **надбавки за кредитный риск** (*add-on*), который может возникнуть в будущем, до момента исполнения контракта. Размер надбавки за кредитный риск получают путем умножения *номинальной стоимости* контракта на соответствующий коэффициент, установленный в зависимости от вида и оставшегося срока данного контракта (табл. 9.2).

Заметим, что в расчет общей стоимости замещения включаются только инструменты с положительной текущей стоимостью, при этом величина кредитного риска рассчитывается для инструментов как с положительной, так и с отрицательной текущей стоимостью.

Национальные органы надзора могут разрешить банкам использовать упрощенный **метод оценки первоначального риска** (*original exposure method*) для расчета кредитного эквивалента *процентных и валютных* производных инструментов. Согласно данному методу, для каждого инструмента его *номинальная стоимость* просто умножается на соответствующий конверсионный коэффициент, установленный в зависимости от вида контракта и первоначального (либо оставшегося) срока до его исполнения (табл. 9.3). Полученная величина и будет являться кредитным эквивалентом данного инструмента.

Банкам разрешается производить **двусторонний неттинг** (*bilateral netting*) — взаимозачет позиций по производным инструментам с одним и тем же контрагентом с целью определения чистой позиции для расчета кредитного риска. Взаимозачет позиций допускается только при наличии соответствующего правового режима, разрешающего проведение взаимозачета с данным контрагентом*.

* Подробнее см. п. 7.4.3

Таблица 9.1

КОЭФФИЦИЕНТЫ КОНВЕРСИИ ДЛЯ ВНЕБАЛАНСОВЫХ СТАТЕЙ

Инструменты	Коэффициент конверсии, %
Прямые заменители кредита, например общие гарантии задолженности (включая резервные аккредитивы, служащие финансовой гарантией для займов и ценных бумаг) и акцепты (включая индоссаменты с указанием на характер акцептов)	100
Соглашения о продаже и обратной покупке (репо), продажа активов с правом регресса, при которой кредитный риск остается у банка	
Форвардная покупка активов, операции «форвард-форвард» с межбанковскими депозитами и частично оплаченные акции и ценные бумаги, которые представляют из себя обязательства, максимальный размер которых ограничен определенной суммой	
Некоторые условные обязательства, связанные с конкретной операцией (например, контрактные гарантии, гарантии предложения, варранты и резервные аккредитивы, связанные с конкретной сделкой)	50
Программы выпуска евронот (возобновляемые среднесрочные кредитные линии на основе выпуска простых векселей) и автоматически возобновляемые кредитные линии на выкуп ценных бумаг андеррайтером	
Прочие обязательства (например, формальные резервные ссуды и кредитные линии) с первоначальным сроком погашения свыше одного года	
Краткосрочные самоликвидирующиеся коммерческие обязательства (например, документарные кредиты, обеспеченные поставляемыми за их счет товарами)	20
Аналогичные обязательства с первоначальным сроком действия до одного года или подлежащие безоговорочной отмене в любой момент	0

Таблица 9.2

**КОЭФФИЦИЕНТЫ ДЛЯ РАСЧЕТА НАДБАВКИ ЗА КРЕДИТНЫЙ РИСК
В МЕТОДЕ ОЦЕНКИ ТЕКУЩЕГО РИСКА**

Оставшийся срок до исполнения	Коэффициенты для расчета надбавки за кредитный риск, %				
	процентные инструменты	валютные инструменты и золото	фондовые инструменты	инструменты на основе драгметаллов	прочие товарные инструменты
Менее 1 года	0,0	1,0	6,0	7,0	10,0
От 1 года до 5 лет	0,5	5,0	8,0	7,0	12,0
Свыше 5 лет	1,5	7,5	10,0	8,0	15,0

Таблица 9.3

**КОНВЕРСИОННЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ
ДЛЯ МЕТОДА ОЦЕНКИ ПЕРВОНАЧАЛЬНОГО РИСКА**

Первоначальный срок до исполнения	Конверсионные коэффициенты, %	
	процентные инструменты	валютные инструменты и золото
Менее 1 года	0.5	2.0
От 1 года до 2 лет	1.0	5.0
За каждый последующий год	1.0	3.0

При проведении неттинга банки должны применять рассмотренный выше метод оценки текущего риска (на основе текущей рыночной стоимости инструментов) с использованием шкалы конверсионных коэффициентов из табл. 9.2. Кредитный эквивалент позиций, по которым производится неттинг, будет равен сумме чистой стоимости замещения и надбавки за кредитный риск.

Чистая стоимость замещения (*net replacement value — NRV*) для позиций, по которым производится неттинг, определяется как величина чистой позиции, если она положительна (в противном случае чистая стоимость замещения будет равна нулю)*. Надбавка за кредитный риск для позиции, по которой произведен неттинг ($A_{\text{кр}}^{\text{gross}}$), рассчитывается путем умножения номинальной стоимости контракта на соответствующий коэффициент из табл. 9.2, установленный в зависимости от вида и оставшегося срока данного контракта, затем полученная величина умножается на коэффициент, отражающий влияние неттинга:

$$A_{\text{кр}}^{\text{net}} = A_{\text{кр}}^{\text{gross}} (0.4 + 0.6\text{NGR}); \quad (9.1)$$

где $A_{\text{кр}}^{\text{gross}}$ — надбавка за кредитный риск до неттинга позиций;
 NGR (*net/gross ratio*) — отношение чистой стоимости замещения (после неттинга) к общей стоимости замещения (до неттинга)

Коэффициент NGR может быть рассчитан двумя способами: либо как среднее по всему портфелю сделок, в отношении которых был произведен неттинг, либо для каждого контрагента в отдельности. В последнем случае надбавки за кредитный риск рассчитываются по формуле (9.1) для каждого контрагента в отдельности, а затем суммируются.

* Формальное определение общей и чистой стоимости замещения при неттинге дано в п. 5.21.3.

Для всех остальных позиций кредитный эквивалент рассчитывается как обычно: путем суммирования общей стоимости замещения (GRV) и надбавки за кредитный риск.

Пример 9.1 [33]. Пусть общая стоимость замещения позиций, по которым производится неттинг, составляет 1,0 млрд. долл., а общая стоимость замещения всех остальных позиций — 2 млрд. долл. После проведения взаимозачета чистая стоимость замещения позиций, на которые он распространяется, составила 0,5 млрд. долл. Суммарная величина надбавок за кредитный риск по тем позициям, в отношении которых производится неттинг, составляет 800 млн. долл., а по всем остальным позициям — 600 млн. долл. Определим кредитный эквивалент этих позиций.

Кредитный эквивалент позиций, по которым производится неттинг, рассчитывается путем сложения чистой стоимости замещения (NRV) и суммы надбавок за кредитный риск по этим позициям. Последняя может быть вычислена по формуле (9.1) с учетом соотношения ($NGR = 0,5/1 = 0,5$): $A_{\text{нет}} = 800 \times (0,4 + 0,6 \times 0,5) = 560$ млн. долл. В результате получаем, что кредитный эквивалент составит 500 млн. долл. + 560 млн. долл. = 1,06 млрд. долл. Кредитный эквивалент всех остальных позиций равен сумме их общей стоимости замещения и совокупной величины надбавок за кредитный риск: 2000 млн. долл. + 600 млн. долл. = 2,6 млрд. долл. Суммарный кредитный эквивалент складывается из кредитных эквивалентов позиций, по которым был произведен неттинг, и всех остальных позиций: 1,06 млрд. долл. + 2,6 млн. долл. = 3,66 млрд. долл.

Как и для других забалансовых статей, величины кредитных эквивалентов по производным инструментам должны быть умножены на соответствующие коэффициенты риска для балансовых активов в зависимости от надежности контрагента по сделке, а результат — прибавлен к общей стоимости активов, взвешенных с учетом риска.

9.2.3. Минимальный норматив достаточности капитала

Краеугольным камнем Базельского соглашения по капиталу 1988 г. являются общие требования к минимальному уровню достаточности капитала для банков, действующих на международной арене. Соглашение устанавливает, что минимальный уровень основного капитала не должен быть меньше 4%, а минимальный размер совокупного капитала — меньше 8% по отношению к общей сумме балансовых активов и забалансовых вложений банка, взвешенных с учетом риска*.

Эти требования применяются к банкам и банковским группам на консолидированной основе, т. е. с учетом балансов дочерних организаций.

Следует отметить, что возможны два способа приведения банковских балансов в соответствие с базельскими требованиями к капиталу с учетом риска: «косметический» и «эффективный». «Косметический» способ предполагает такие изменения в структуре баланса, которые, хотя и позволяют банку формально достичь минимального норматива капитала, не снижают вероятность

* Последний норматив известен также как коэффициент Кука (Cooke ratio)

его банкротства. Такие изменения возможны в силу неизбежного в условиях асимметрии информации несовершенства мер капитала и риска, используемых органом надзора.

К «косметическим» улучшениям относятся увеличение совокупного риска портфеля активов как «компенсация» за увеличение капитала (например, путем наращивания вложений со 100%-ным риском), **секьюритизация** (*securitization*) активов путем выведения за баланс ссуд с высоким кредитным рейтингом (для которых Соглашением устанавливался завышенный коэффициент риска, а следовательно, и размер резервируемого капитала), а также игра на разнице между бухгалтерской и экономической оценкой капитала (длительное непризнание убытков по ссудам и ускоренное признание положительной разницы от переоценки ценных бумаг). Эффективный способ, напротив, позволяет снизить вероятность банкротства банка и включает такие меры, как уменьшение суммы активов, взвешенных с учетом риска (путем сокращения портфеля активов с высоким риском, в частности ссуд, и наращивания вложений в ликвидные ценные бумаги*) и/или наращивание собственного капитала (путем увеличения нераспределенной прибыли и/или выпуска дополнительных акций).

Пример 9.2 [33]. Расчет минимального размера капитала с учетом риска для гипотетического агрегированного банковского портфеля, иллюстрирующий описанный выше подход Базельского комитета, приведен в табл. 9.4.

9.2.4. Критика Базельского соглашения по капиталу 1988 г.

Принятое в 1988 г. Соглашение отражало сложившийся на тот момент времени «отраслевой консенсус» в отношении методики оценки кредитного риска и приемлемого размера банковского капитала, формируемого под возможные потери вследствие кредитного риска. Нормативная методика оценки кредитного риска вполне соответствовала традиционной банковской практике, основанной на простой классификации активов по степени риска. Тем не менее, именно в силу своей крайней упрощенности и низкой чувствительности к реальным грациям риска, стандартная методика Базельского комитета является далеко не безупречной, и за время, прошедшее с момента ее опубликования, она вызвала множество критических замечаний со стороны банковского сообщества.

В частности, наибольшей критике подверглась шкала весовых коэффициентов риска, низкая чувствительность которой к реальным грациям риска сделала возможным многие из перечисленных «косметических» приемов обес-

* В то же время ликвидация выданных ссуд сопряжена с издержками и может быть очень растянута во времени. После введения в действие Соглашения зарубежным банкам потребовалось несколько кварталов, а во многих случаях — несколько лет, чтобы полностью реструктурировать свои портфели в ответ на повышение требований к капиталу. Проблемные банки имеют весьма ограниченные возможности для компенсации недостаточной капитализации за счет ограничений на рост активов и выплату дивидендов. Ввиду этого наращивание уставного капитала путем выпуска новых акций является основным механизмом, с помощью которого банки могут провести рекапитализацию быстро.

Таблица 9.4

**ПРИМЕР РАСЧЕТА КАПИТАЛА, РЕЗЕРВИРУЕМОГО
ПРОТИВ КРЕДИТНОГО РИСКА**

Инструмент	Кредитный эквивалент, тыс. долл.	Коэффициент риска, %	Стоимость актива с учетом риска, тыс. долл.
Ссудный портфель	20 000	100	20 000
Государственные облигации	15 000	0	0
Валютный своп	7 000	20	1 400
Процентный своп	250	50	125
Резервные аккредитивы	$500 \times 0.5 = 250$	100	250
Всего активов, взвешенных по риску			21 775
Минимальный размер совокупного капитала			1 742

печения достаточности капитала. Нормативная шкала включает в себя только пять жестко заданных коэффициентов риска (0, 10, 20, 50 и 100%) и не свободна от искажений, наиболее серьезным из которых является отнесение всех ссуд корпоративным заемщикам независимо от их кредитного качества к активам со 100%-ным риском. Так, кредитование заемщика с наивысшим рейтингом AAA может потребовать такой же нормы резервируемого капитала, как и кредиты венчурным фондам, а под ссуды, например, южнокорейским банкам, испытывавшим значительные финансовые трудности в конце 90-х годов, требуется на 4/5 меньше резервов, чем для фирм других развивающихся рынков, поскольку Южная Корея является членом ОЭСР.

Этот недостаток шкалы риска активов привел на практике к нежелательным последствиям, противоположным первоначальным целям снижения общего риска банковских портфелей. Общеизвестным является тот факт, что Базельское соглашение по капиталу создало антистимулы для банков, многие из которых стали прибегать к «косметическим» улучшениям за счет секьюритизации портфелей ссуд. Развитие финансовых рынков привело к постепенной переориентации первоклассных заемщиков на привлечение прямого финансирования путем выпуска облигационных займов, для которых рынок мог предложить значительно более выгодные условия. В результате в балансах крупных банков стали преобладать ссуды эмитентам с низким кредитным рейтингом, хотя снижение «качества» балансовых позиций банков никак не входило в намерения Базельского комитета по банковскому надзору.

Кроме того, данная шкала является абсолютно статичной, поскольку коэффициенты риска жестко фиксированы и могут быть пересмотрены (теоретически) только по решению регулирующего органа.

Базовая ставка для расчета величины резервируемого капитала (8%) также подвергается серьезной критике из-за отсутствия какого-либо научного обоснования.

Наконец, ограниченность Базельского соглашения по капиталу 1988 г. заключалась в учете только кредитного риска банковских портфелей (риска контрагента и странового риска). Несмотря на то что этот вид риска является важнейшим, в условиях нарастания нестабильности финансовых рынков и вовлеченности банков в операции на этих рынках все более возрастающую роль приобретают рыночные риски, в частности валютный, процентный риски и риски операций с производными финансовыми инструментами*.

9.3. Дополнение к Базельскому соглашению по капиталу с целью включения в него рыночных рисков

В апреле 1993 г. Базельский комитет предложил на обсуждение банковского сообщества так называемый «стандартный» подход (*standardised approach*) к определению размера капитала, резервируемого против потерь вследствие рыночного риска [42]. Этот подход основан на принципах Соглашения 1988 г. и вполне соответствовал «жесткой» практике регулирования риска.

Широкое использование банками, активно оперирующими на международных финансовых рынках, собственных моделей расчета рыночных рисков сделало возможным переход от традиционного, жесткого регулирования к принципиально новому, «стимулирующему» (*incentive-compatible*) подходу к регулированию банковских рисков, основанному на применении внутренних моделей банков. Учитывая отраслевую практику и тенденции, Базельский комитет в апреле 1995 г. предложил новую методику расчета размера капитала, резервируемого против возможных потерь вследствие рыночного риска, получившую название «подхода на основе внутренних моделей» [19]. После предварительного обсуждения в банковском сообществе Базельский комитет в январе 1996 г. принял «Дополнение к Базельскому соглашению по капиталу с целью включения в него рыночных рисков» [18], в котором нашли отражение оба указанных подхода к оценке рыночного риска в рамках общей схемы достаточности капитала. Это Дополнение вступило в силу в странах Группы 10 с 1 января 1998 г.

Дополнение к Базельскому соглашению по капиталу 1988 г. (далее — Дополнение) состоит из следующих разделов:

- а) Введение. Рамочный подход к оценке риска. Требования к капиталу. Методы оценки рыночного риска. Меры переходного характера.
- б) Стандартный метод оценки рыночного риска. Процентный риск. Фондовый риск. Валютный риск. Товарный риск. Оценка риска опционов.
- в) Использование внутренних моделей оценки рыночных рисков.
- г) Рабочие примеры.

* Впрочем, необходимо отметить осознание этого факта разработчиками Соглашения: хотя в нем отмечалось, что основным для банков является кредитный риск, т. е. риск банкротства контрагента, на стадии его разработки «в описываемых рамках не предпринималось попыток по стандартизации подхода к (другим) видам риска» [28, р. 65].

Дополнением разрешено использование капитала третьего уровня для покрытия рыночных рисков. Под **капиталом третьего уровня** (*tier III capital*) понимается *краткосрочная субординированная задолженность*, которая:

- является необеспеченной, субординированной и полностью оплаченной;
- имеет первоначальный срок погашения не менее двух лет;
- не может быть погашена до наступления установленного срока выплаты за исключением случаев, когда на это имеется согласие надзорного органа;
- подпадает под действие положения о замораживании, которое предусматривает, что не допускается выплата процентов или основной суммы задолженности (даже при наступлении срока платежа), если в результате такой выплаты капитал банка окажется (или останется) ниже установленного минимального норматива.

Капитал уровня III используется *только для создания резервов против рыночных рисков* в размере не более **250%** величины капитала уровня I, резервируемого против рыночного риска.

Рыночный риск определяется как риск убытков по балансовым и внебалансовым позициям, возникающий вследствие колебаний рыночных цен. Под это определение подпадают: 1) процентный и фондовый риск по инструментам, находящимся в торговом портфеле банка; 2) валютный и товарный риск по всем операциям банка и 3) рыночный риск по всем опционам, находящимся в торговом портфеле банка.

Согласно определению Базельского комитета, **торговый портфель** (*trading book*) состоит из собственных финансовых позиций банка (включая производные ценные бумаги и иные забалансовые инструменты), которые приобретены специально с целью их перепродажи в краткосрочном периоде и/или открыты банком с намерением получить прибыль в краткосрочном периоде от действительной или ожидаемой разницы между ценами покупки и продажи либо иных изменений цен или процентных ставок, а также позиции, связанные с выполнением банком функций дилера или маркет-мейкера, и позиции, открытые с целью хеджирования других элементов торгового портфеля [18].

Для оценки своих рыночных рисков в целях расчета минимального размера капитала банки имеют возможность выбрать (при условии одобрения со стороны национального регулирующего органа) какой-либо один из двух альтернативных подходов:

- a) стандартный подход;
- b) подход на основе внутренних моделей банков.

Стандартный подход (*standardised approach*), основанный на использовании жестких оценочных рамок, является базовым и применяется всеми банками «по умолчанию». Стандартная методика использует так называемый **принцип «строительных блоков»** (*building blocks approach*), который предполагает раздельную оценку специфического и общего рыночного риска. **Специфический рыночный риск** (*specific risk*) — это риск потерь, обусловленный колебаниями цены конкретного финансового инструмента, отличными от динамики рынка в целом и связанными с эмитентом данного инструмента, включая *риск события* (например, предложение о поглощении) и *риск дефолта* эмитента.

В отличие от него, **общий рыночный риск** (*general market risk*) обусловлен колебаниями финансового рынка в целом и отражает колебания стоимости портфеля как единого инструмента.

Примечание. Для портфеля, состоящего из n различных активов с долей i -го актива в общей стоимости, равной w_i , совокупный рыночный риск, измеряемый дисперсией доходности портфеля, можно представить в виде суммы общего и специфического рисков следующим образом:

$$\sigma_p^2 = \frac{1}{n} \bar{\sigma}_n^2 + \left(1 - \frac{1}{n}\right) \overline{\text{Cov}}_n, \quad (9.2)$$

где $\bar{\sigma}_n^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sigma_i^2$ — средняя дисперсия доходности элементов портфеля;

$\overline{\text{Cov}}_n = \frac{1}{n^2 - n} \sum_{i,j=1, i \neq j}^n w_i w_j \sigma_i \sigma_j \rho_{ij}$ — средняя ковариация доходности элементов портфеля.

Первое слагаемое в выражении (9.2) представляет собой *специфический (несистематический, диверсифицируемый) риск*, который может быть снижен посредством диверсификации портфеля (в пределе — до нуля при бесконечно большом n). Второе слагаемое задает *общий рыночный (систематический, недиверсифицируемый) риск*, величина которого при $n \rightarrow \infty$ будет стремиться к значению средней ковариации, которая, однако, не равна нулю на реальных рынках из-за положительной корреляции в ценах активов (акций и процентных ставок).

Прочие разновидности рыночного риска, оцениваемые в рамках данного подхода, включают:

- для процентных инструментов: **базисный риск** (*basis risk*)*, риск разрывов строчной структуры (*gap risk*)^{2*};
- для инструментов на основе индексов акций: **риск исполнения сделки** (*execution risk*)^{3*};
- для товарных инструментов: **риск колебаний спот-цен** (*directional risk*); базисный риск, **процентный риск** (*interest rate risk*)^{4*}, **риск разрыва форвардных цен** (*forward gap risk*)^{5*};
- для опционов: дельта-, гамма- и вега-риск.

* Риск изменения в будущем текущего соотношения цен между сходными, но не идентичными инструментами или индикаторами рынка (курсами акций, товаров, процентными ставками и т. д.).

^{2*} Риск уменьшения чистого процентного дохода вследствие несбалансированности чувствительных к колебаниям процентной ставки активов и пассивов банка.

^{3*} Риск того, что данная сделка не может быть исполнена в условиях текущей конъюнктуры рынка (без участия финансового посредника, гарантирующего исполнение операции).

^{4*} Риск колебаний стоимости поддержания инвестиционной позиции по срочным финансовым инструментам.

^{5*} Риск изменения форвардной цены в силу действия иных факторов, чем изменение процентных ставок.

Расчет величины рыночного риска и размера резервируемого против него капитала, согласно Дополнению, должен осуществляться на постоянной основе по окончании каждого дня торгов. При этом ожидается, что сами банки будут придерживаться строгих процедур управления риском, следя за тем, чтобы уровень риска в течение дня не превышал разумных пределов.

9.4. Стандартный подход*

9.4.1. Процентный риск

Под **процентным риском** (*interest rate risk*) понимается возможность потерь по позициям по долговым ценным бумагам и другим связанным с процентной ставкой инструментам, относящимся к торговому портфелю банка.

Минимальное требование к капиталу выражается в виде двух отдельно рассчитанных слагаемых, одно из которых относится к специфическому риску каждой отдельной позиции, а другое — к общему процентному риску всего портфеля (именуемому «общим рыночным риском»). Специфический риск рассчитывается аналогично методике расчета кредитного риска путем умножения рыночной стоимости инструментов на коэффициенты риска, которые подразделяются на следующие категории:

I. Государственные ценные бумаги (*government*):

0% — все виды государственных облигаций.

II. Ценные бумаги, отвечающие определенным требованиям (*qualifying securities*): ценные бумаги, выпущенные различными государственными учреждениями (кроме центрального правительства) и международными банками развития, а также иные ценные бумаги, которым присвоен кредитный рейтинг «инвестиционного качества» (BBB/Baa и выше) не менее двумя рейтинговыми агентствами, аккредитованными национальным органом надзора**, либо не имеющие кредитного рейтинга, но обладающие, по мнению банка, сравнимым инвестиционным качеством, при этом их эмитент должен быть включенным в листинг какой-либо известной фондовой биржи***:

0,25% — с оставшимся сроком до погашения не более 6 месяцев;

1,00% — с оставшимся сроком до погашения от 6 месяцев до 2 лет;

1,60% — с оставшимся сроком до погашения свыше 2 лет.

III. Прочее:

8% — прочие ценные бумаги.

Размер капитала, резервируемого против общего процентного риска, может быть рассчитан одним из двух методов: методом на основе срока до погашения или методом на основе дюраций.

* Стандартный подход к расчету процентного, фондового и валютного риска введен для российских банков Положением Банка России от 24.09.1999 №89-П [11]

** Допускается также вариант, при котором ценным бумагам присвоен кредитный рейтинг «инвестиционного качества» одним рейтинговым агентством и одновременно рейтинг не ниже «инвестиционного качества» — любым другим рейтинговым агентством, аккредитованным органом надзора [18]

*** Последний вариант предполагает получение специального разрешения органа надзора.

При использовании **метода на основе срока до погашения** (*maturity method*) длинные и короткие позиции по долговым ценным бумагам и другим инструментам, чувствительным к процентному риску, включая производные инструменты, располагаются в виде «лестницы» сроков до погашения (*maturity ladder*), состоящей из 13 или 15 заданных временных интервалов (см. табл. 9.5). Инструменты с фиксированной ставкой распределяются в соответствии со сроком, остающимся до погашения, а инструменты с плавающей ставкой — в зависимости от срока, оставшегося до даты следующей переоценки. Облигации с нулевым купоном и **облигации с большим дисконтом*** (*deep discount bonds*) располагаются по временным интервалам, приведенным во второй колонке таблицы.

Первым шагом расчета является взвешивание всех позиций в каждом временном интервале путем умножения на коэффициент, который отражает предполагаемое изменение цен, вызванное предполагаемыми колебаниями процентных ставок (приведены в третьей и четвертой колонках табл. 9.5 соответственно).

Следующий шаг заключается во взаимной компенсации взвешенных длинных и коротких позиций в каждом временном интервале путем их суммирования с учетом знака. В результате определяются **закрытая** (*matched*) и **открытая** (*net/open*) короткая или длинная позиции в каждом временном интервале**. Однако, учитывая, что каждый временной интервал включает различные инструменты с разными сроками платежа (внутри данного интервала), к закрытой позиции (к наименьшей по абсолютной величине из компенсируемых позиций) — будь она длинной или короткой — применяется требование к капиталу в размере **10% (*vertical disallowance*)**, что отражает базисный риск и риск разрывов срочной структуры. Так, например, если сумма взвешенных длинных позиций в конкретном временном интервале равна 100 млн. долл., а сумма взвешенных коротких — 90 млн. долл., то так называемое «вертикальное отклонение» по данному интервалу равно 10% от 90 млн. долл., т. е. 9 млн. долл.

В результате произведенных расчетов определяются величины открытых взвешенных позиций для каждого временного интервала (в приведенном выше примере — это длинная позиция размером в 10 млн. долл.).

В дополнение к этому банкам разрешается провести еще два раунда «горизонтальных компенсаций»: сначала по чистым открытым позициям внутри каждой из трех зон, по которым группируются временные интервалы (от нуля до 1 года, от 1 года до 4 лет и от 4 лет и выше)***, а затем по чистым открытым позициям между тремя этими зонами. К компенсации применяется шкала требований к капиталу против так называемых «горизонтальных отклонений» (*horizontal disallowances*), выражаемая в виде долей закрытых позиций, как по-

* Ценные бумаги с купонами, которые на вторичном рынке продаются с дисконтом свыше 20% (например, из-за повышения процентных ставок по сравнению со временем их эмиссии). В данном методе к ним относятся облигации с купоном менее 3%.

** Сумма открытых взвешенных коротких позиций компенсируется суммой открытых взвешенных длинных позиций. Величина, на которую короткие и длинные позиции полностью компенсируют друг друга, составит закрытую взвешенную позицию. Длинное или короткое сальдо составит открытую взвешенную позицию.

*** Соответствующие зоны для облигаций с купоном менее 3%: 0 до 1 года, от 1 до 3,6 лет и от 3,6 лет и выше.

Таблица 9.5

**МЕТОД НА ОСНОВЕ СРОКА ДО ПОГАШЕНИЯ:
ВРЕМЕННЫЕ ИНТЕРВАЛЫ И КОЭФФИЦИЕНТЫ РИСКА**

Купон 3% или больше	Купон менее 3%	Коэффициент риска, %	Предполагаемое колебание доходности, %
До 1 месяца	До 1 месяца	0,00	1,00
1–3 месяца	1–3 месяца	0,20	1,00
3–6 месяцев	1–6 месяцев	0,40	1,00
6–12 месяцев	6–12 месяцев	0,70	1,00
1–2 года	1,0–1,9 лет	1,25	0,90
2–3 года	1,9–2,8 года	1,75	0,80
3–4 года	2,8–3,6 года	2,25	0,75
4–5 лет	3,6–4,3 года	2,75	0,75
5–7 лет	4,3–5,7 лет	3,25	0,70
7–10 лет	5,7–7,3 лет	3,75	0,65
10–15 лет	7,3–9,3 лет	4,50	0,60
15–20 лет	9,3–10,6 лет	5,25	0,60
Свыше 20 лет	10,6–12 лет	6,00	0,60
	12–20 лет	8,00	0,60
	Свыше 20 лет	12,50	0,60

казано в табл. 9.6. Взвешенные длинные и короткие позиции внутри каждой из трех зон могут быть компенсированы, при этом к величине закрытой позиции применяется соответствующий коэффициент отклонения, являющийся частью требования к капиталу. Остаточная чистая позиция в каждой зоне может быть компенсирована за счет противоположных позиций в других зонах — при условии применения второй группы коэффициентов отклонения.

Размер капитала, резервируемого против общего процентного риска, рассчитывается путем суммирования:

- 1) «вертикальных отклонений» (**10%** суммы закрытых взвешенных позиций по всем временным интервалам);
- 2) «горизонтальных отклонений» внутри зон (**40%** величины закрытой взвешенной позиции зоны 1 и по **30%** величины закрытых взвешенных позиций зон 2 и 3);
- 3) «горизонтальных отклонений» между зонами (по **40%** величины закрытых взвешенных позиций между зонами 1 и 2, 2 и 3 соответственно и **100%** величины закрытой взвешенной позиции между зонами 1 и 3);
- 4) оставшейся открытой взвешенной позиции (в размере **100%**).

Таблица 9.6

ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ

Зона*	Временной интервал	Внутри зоны	Между прилегающи-ми зонами	Между зонами 1 и 3
Зона 1	0–1 месяц	40%	40%	100%
	1–3 месяца			
	3–6 месяцев			
	6–12 месяцев			
Зона 2	1–2 года	30%	40%	
	2–3 года			
	3–4 года			
Зона 3	4–5 лет	30%	40%	
	5–7 лет			
	7–10 лет			
	10–15 лет			
	15–20 лет			
	Свыше 20 лет			

* Зоны для облигаций с купоном менее 3%: 0 до 1 года; от 1 до 3,6 лет; от 3,6 лет и выше

Пример 9.3. Воспользуемся рабочим примером из [18] для иллюстрации метода расчета общего процентного риска на основе срока до погашения. Пусть банк имеет следующие текущие позиции, отраженные по рыночной стоимости:

- 1) «подходящие облигации» с текущей стоимостью 13,33 млн. долл., оставшимся сроком до погашения 8 лет и ставкой купона 8%;
- 2) государственные облигации с текущей стоимостью 75 млн. долл., оставшимся сроком до погашения 2 месяца и ставкой купона 7%;
- 3) процентный своп с текущей стоимостью 150 млн. долл.: банк получает платежи по плавающей процентной ставке и выплачивает фиксированную ставку; оставшийся срок до получения следующего платежа составляет 9 месяцев, оставшийся срок до истечения свопа — 8 лет;
- 4) длинная позиция по фьючерсам на процентную ставку с текущей стоимостью 50 млн. долл., поставкой через 6 месяцев и сроком до погашения базисных государственных облигаций в 3,5 года.

Этапы расчета общего процентного риска по данному портфелю и требований к капиталу приведены в табл. 9.7.

Таблица 9.7

**ПРИМЕР РАСЧЕТА ТРЕБОВАНИЙ К КАПИТАЛУ,
РЕЗЕРВИРУЕМОМУ ПРОТИВ ОБЩЕГО ПРОЦЕНТНОГО РИСКА**

	Зона 1				Зона 2			Зона 3					
Временной интервал	0-1	1-3	3-6	6-12	1-2	2-3	3-4	4-5	5-7	7-10	10-15	15-20	Свыше 20
	месяцев до погашения				лет до погашения								
Позиция, млн. долл.		+ 75 гос. ц. б.	-50 фьюч.	+ 150 своп			+ 50 фьюч.			-150 своп + 13.33 облиг			
Весовой к-т %	0.00	0.20	0.40	0.70	1.25	1.75	2.25	2.75	3.25	3.75	4.50	5.25	6.00
Взвешенная позиция, млн. дол		+0.15	-0.20	+1.05			+1.125			-5.625 +0.5			
Вертикальное отклонения										0.5 × 10% = 0.05			
Открытая позиция, млн. долл.										-5.125			
Горизонтал. отклонение 1	0.20 · 40% = 0.08												
Открытая позиция, млн. долл.	+1.00				+1.125			-5.125					
Горизонтал. отклонение 2					1.125 × 40% = 0.45								
Открытая позиция, млн. долл.	+1.00				-4.00								
Горизонтал. отклонение 3	1,0 · 100% = 1,0												
Открытая позиция, млн. долл.	-3,00												

Минимальный размер резервируемого капитала составляет $50\,000 + 80\,000 + 450\,000 + 1\,000\,000 + 3\,000\,000 = 4\,580\,000$ долл.

Банки могут с разрешения надзорного органа применять более точный способ оценки общего процентного риска — **метод на основе дюрации** (*duration method*), предполагающий расчет ценовой чувствительности для каждой отдельной позиции. Банк, выбравший метод на основе дюрации, должен применять его на постоянной основе (за исключением случаев, когда надзорный орган разрешает использовать другую методику).

Техника расчета общего процентного риска по данному методу во многом аналогична методу на основе срока до платежа:

- 1) вначале оценивается ценовая чувствительность каждого инструмента к изменению процентной ставки путем умножения его стоимости на *предварительно рассчитанную дюрацию* и на предполагаемое изменение доходности от 0,6 до 1,0% (в зависимости от оставшегося срока до платежа или погашения по каждому инструменту — см. табл. 9.8);
- 2) полученные оценки чувствительности (аналогичные «взвешенным позициям» в предыдущем методе) располагаются в виде «лестницы дюрации», насчитывающей 15 временных интервалов из табл. 9.6 для метода на основе срока до платежа;
- 3) закрытая взвешенная позиция в каждом временном интервале умножается на 5% для учета базисного риска (расчет «вертикального отклонения»);
- 4) закрытые взвешенные позиции внутри каждой зоны и между зонами умножаются на коэффициенты, установленные в методе на основе срока до платежа (расчет «горизонтальных отклонений»);
- 5) определяется совокупная открытая позиция, размер капитала для которой составляет 100%.

Процентный риск рассчитывается для всех производных и забалансовых инструментов в торговом портфеле, чувствительных к изменению процентных

Таблица 9.8

**МЕТОД НА ОСНОВЕ ДЮРАЦИИ: ВРЕМЕННЫЕ ИНТЕРВАЛЫ
И ПРЕДПОЛАГАЕМЫЕ КОЛЕБАНИЯ ДОХОДНОСТИ**

Предполагаемое изменение доходности, %		Предполагаемое изменение доходности, %	
Зона 1		Зона 3	
До 1 месяца	1,00	От 3,6 до 4,3 лет	0,75
От 1 до 3 месяцев	1,00	От 4,3 до 5,7 лет	0,70
От 3 до 6 месяцев	1,00	От 5,7 до 7,3 лет	0,65
От 6 до 12 месяцев	1,00	От 7,4 до 9,3 лет	0,60
		От 9,3 до 10,6 лет	0,60
		От 10,6 до 12 лет	0,60
Зона 2		От 12 до 20 лет	0,60
От 1,0 до 1,9 лет	0,90	Более 20 лет	0,60
От 1,9 до 2,8 лет	0,80		
От 2,8 до 3,6 лет	0,75		

ставок, таких как соглашения о будущей процентной ставке (*FRA*), прочие форвардные контракты, фьючерсы на облигации, валютные свопы и валютные форварды.

Производные инструменты следует представить в виде позиций по соответствующим базисным активам, затем к ним применяются требования к капиталу для покрытия общего и специфического процентных рисков.

Для расчета рыночного риска процентные фьючерсы и форварды представляются как сочетание длинной и короткой позиций в условных государственных ценных бумагах. Срок платежа по фьючерсам или по *FRA* равен периоду до исполнения контракта плюс (там, где это применимо) срок действия базисного инструмента. Например, длинная позиция по июньскому трехмесячному процентному фьючерсу, открытая в апреле, представляется как длинная позиция по государственным ценным бумагам со сроком погашения пять месяцев и короткая позиция по этим же бумагам со сроком погашения два месяца.

Процентные и валютные свопы рассматриваются как две условные позиции по государственным ценным бумагам с соответствующим сроком до платежа. Например, процентный своп, по которому банк получает проценты по плавающей ставке и платит по фиксированной, будет рассматриваться как сочетание длинной позиции по инструменту с плавающей ставкой и со сроком до платежа, эквивалентным оставшемуся сроку до следующей фиксации процента, и короткой позиции с фиксированной процентной ставкой и сроком платежа, равным оставшемуся сроку действия свопа.

Банки могут полностью исключать из расчета процентного риска (как общего, так и специфического) длинные и короткие позиции (как реальные, так и условные) по идентичным инструментам, имеющим одного и того же эмитента, одинаковый купон, валюту и сроки платежа.

К процентным и валютным свопам, соглашениям о будущей процентной ставке, форвардным валютным контрактам и процентным фьючерсам, а также к фьючерсам на индекс процентной ставки (например, LIBOR) требования к капиталу на покрытие специфического риска не применяются.

Общий процентный риск рассчитывается по позициям по всем базисным активам аналогично кассовым операциям, по методу на основе срока до погашения или дюрации.

9.4.2. Фондовый риск

Под **фондовым риском** (*equity risk*) в Дополнении понимается *риск колебания стоимости позиций по акциям и их производным, находящимся в торговом портфеле банка.*

Минимальный размер капитала на покрытие фондового риска выражается в виде двух отдельно рассчитанных слагаемых: *специфического риска*, связанного с позициями по конкретным акциям, и *общего рыночного риска*, возникающего в результате колебаний рынка в целом. Требование к капиталу на покрытие специфического риска равняется **8%** от суммы абсолютных значений всех длинных и коротких позиций по фондовым инструментам (однако, если, по мнению органа надзора, портфель фондовых инструментов ликвиден и хорошо диверсифицирован, к нему может быть применен показатель **4%**).

Для расчета общего рыночного риска определяются совокупная открытая позиция как разность между суммой всех длинных и суммой всех коротких позиций. Минимальный размер капитала, резервируемого против общего рыночного риска, устанавливается на уровне **8%** от величины чистой открытой позиции.

Для производных на фондовые индексы, построенные по диверсифицированному портфелю акций, устанавливается дополнительное требование к капиталу в размере **2%** от величины чистой открытой позиции, предназначенное на покрытие риска исполнения сделки.

9.4.3. Валютный риск

Валютный риск (*currency risk*) определен в Дополнении как *риск колебаний стоимости позиций в иностранных валютах, включая золото*. В отличие от процентного и фондового рисков, валютный риск рассчитывается уже по всему банку в целом (как для торгового, так и для банковского портфеля).

Для расчета требований к капиталу, резервируемому против валютного риска, необходимо произвести две операции. Первая из них заключается в оценке риска позиций по каждой валюте, а вторая — в оценке риска всего портфеля длинных и коротких позиций в различных валютах.

Чистая открытая позиция (*net open position*) банка в каждой валюте рассчитывается путем суммирования чистой спот-позиции, чистой форвардной позиции, выданных гарантий, чистых будущих поступлений или расходов, которые еще не начислены, но уже полностью хеджированы, чистого «дельта-эквивалента» всего портфеля валютных опционов, а также всех прочих статей, отражающих прибыль или убыток в иностранных валютах*.

Касаясь оценки валютного риска, отметим, что Дополнение позволяет банкам выбирать, с разрешения надзорного органа, один из двух альтернативных методов: **«упрощенный» метод** (*shorthand method*), при котором все валюты рассматриваются независимо, и метод на основе внутренних моделей, при использовании которых принимается в расчет фактический уровень риска, зависящий от состава банковского портфеля (см. п. 9.5).

Согласно упрощенному методу, номинальная стоимость (или чистая приведенная стоимость) чистой открытой позиции по каждой валюте переводится в валюту баланса по текущему обменному курсу спот. **Общая чистая открытая позиция** (*overall net open position*) по валюте определяется как большее из двух значений:

- сумма чистых длинных позиций по всем валютам;
- сумма чистых коротких позиций по всем валютам.

Отдельно рассчитывается чистая позиция по золоту (независимо от ее знака).

Требование к капиталу принимается равным **8%** от величины общей чистой открытой валютной позиции плюс **8%** чистой позиции по золоту.

* Из расчета чистой открытой валютной позиции могут быть исключены так называемые **«структурные» позиции** (*«structural» positions*), открытые банком специально с целью «хеджирования» норматива достаточности капитала

Пример 9.4 [18]. Расчет требований к капиталу для агрегированного валютного портфеля банка приведен в табл. 9.9.

Таблица 9.9

JPY	EUR	GBP	CHF	USD	GOLD
+50	+100	+150	-20	-180	-35
+300			-200		+35

Требование к капиталу складывается из 8% от большей по абсолютной величине короткой или длинной позиции (300) плюс 8% позиции по золоту (35): $8\% \times 335 = 26,8$.

9.4.4. Товарный риск

Согласно приведенному в Дополнении определению, **товарным риском** (*commodity risk*) является *риск колебаний стоимости позиций по контрактам на товары**, включая драгоценные металлы, кроме золота. Необходимо отметить, что товарный риск носит более сложный и изменчивый характер, чем валютный и процентный риски, в силу более высокой волатильности и меньшей ликвидности товарных рынков.

Размер капитала, резервируемого против товарного риска, может быть рассчитан **методом на основе «лестницы» сроков до исполнения контракта** (*maturity ladder approach*), **упрощенным методом** (*simplified method*) либо с помощью внутренней модели банка (см. п. 9.5).

Будучи во многом сходным с методом расчета общего процентного риска на основе срока до погашения, **метод на основе «лестницы» сроков до исполнения контракта** включает в себя следующую последовательность действий.

1. Все спот- и форвардные позиции по товарным контрактам должны быть выражены в *стандартных натуральных* единицах измерения (тоннах, баррелях и т. д.), после чего определяется чистая открытая позиция по каждому виду товара, которая оценивается по текущей рыночной цене в валюте баланса.
2. Все короткие и длинные позиции по каждому товару в отдельности располагаются в виде лестницы в зависимости от срока, оставшегося до исполнения соответствующего контракта (табл. 9.10).
3. В каждом временном интервале определяются величины закрытых (*matched*) позиций и чистой открытой позиции.

* Под товаром понимается физический продукт, который торгуется на вторичном рынке, такой как, например, продукция сельского хозяйства, полезные ископаемые (включая нефть) и драгоценные металлы [18]

Таблица 9.10

**МЕТОД НА ОСНОВЕ «ЛЕСТНИЦЫ» СРОКОВ
ДО ИСПОЛНЕНИЯ КОНТРАКТА: ВРЕМЕННЫЕ ИНТЕРВАЛЫ**

Временной интервал	Ставка по риску спреда, %
0–1 месяц	1,5
1–3 месяца	1,5
3–6 месяцев	1,5
6–12 месяцев	1,5
1–2 года	1,5
2–3 года	1,5
Свыше 3 лет	1,5

4. Чистая позиция предшествующего временного интервала «переносится» вперед с целью компенсации с позициями в последующих временных интервалах.
5. Рассчитывается величина «кумулятивной» совокупной закрытой позиции (путем зачета открытых позиций по всем временным интервалам).

Минимальный размер капитала складывается из:

- a) **1,5%** от величин полностью компенсирующих друг друга позиций (и длинной, и короткой) в каждом временном интервале с целью покрытия *риска форвардного гэта и процентного риска**;
- b) **0,6%** от размера чистой открытой позиции, рассчитанной с учетом предыдущих периодов, за каждый «перенос» этой позиции на один временной интервал вперед с целью покрытия *базисного риска*;
- c) **15%** от величины оставшейся чистой открытой позиции.

Согласно **упрощенному методу**, минимальный размер капитала рассчитывается путем суммирования:

- a) **15%** от величины чистой (*net*) позиции (длинной или короткой) по каждому виду товара;
- b) **3%** от размера общей (*gross*) позиции (сумма длинных и коротких позиций без учета знака) по каждому виду товара.

Необходимо отметить, что позиции по различным товарным подгруппам можно считать взаимно компенсируемыми, если они являются близкими заменителями друг друга и если их цены на протяжении как минимум одного года проявляли минимальную корреляцию в 0.9. Однако если банк намерен рассчитывать требования к капиталу против товарного риска на основе корреляций, то ему необходимо доказать своему надзорному органу точность взятого им на вооружение метода и заручиться его согласием.

* В Дополнении данные два вида риска в совокупности называются также риском изменения наклона кривой доходности, или риском спреда (*curvature/spread risk*) [18]

9.4.5. Риск операций с опционами

В связи с трудностями оценки рыночного риска для опционов Базельский комитет разрешил банкам по согласованию с национальными надзорными органами применять несколько альтернативных подходов к расчету размера капитала, резервируемого против позиций по опционам.

Для банков, которые занимаются *исключительно покупкой* опционов, разрешен так называемый **упрощенный подход** (*simplified approach*). В соответствии с этим подходом *все позиции по опционам и соответствующим им базисным активам (спот или форвард) должны быть выделены из стандартной схемы расчета рыночного риска*; к ним применяются специальные требования к капиталу, отражающие одновременно общий и специфический рыночный риск. Полученная величина затем прибавляется к совокупным требованиям к капиталу для соответствующего вида рыночного риска (процентного, фондового, валютного или товарного).

Размер капитала, резервируемого под *длинную* позицию по опциону «пут» и *длинную* позицию по базисному активу (соответственно, *длинную* позицию по опциону «колл» и *короткую* позицию по базисному активу) рассчитывается как *разность* рыночной стоимости базисного актива, умноженной на коэффициенты специфического и общего рыночного риска, и внутренней стоимости опциона (если она существует), если данная величина *положительна*. Иными словами, капитал резервируется под ту часть рассчитываемого по стандартной методике риска, связанного с позицией по базисному активу, которая не покрывается внутренней стоимостью хеджирующего ее опциона.

Пример 9.5 [18]. Рассмотрим ситуацию, когда владелец 100 акций, текущая стоимость каждой из которых равна 10 долл., приобрел эквивалентный опцион «пут» с ценой исполнения 11 долл. В этом случае требование к капиталу будет равняться:

$$100 \times 10 \text{ долл.} \times (8\% \text{ специфического риска} + 8\% \text{ общего рыночного риска}) - 100 \times (11 \text{ долл.} - 10 \text{ долл.}) = 60 \text{ долл.}$$

Для *длинных* позиций по опционам «колл» или «пут» размер капитала рассчитывается как *меньшее* из двух значений:

- текущей рыночной стоимости базисного актива, умноженной на коэффициенты специфического и общего рыночного риска;
- текущей рыночной стоимости опциона.

Аналогичная методика применяется к опционам, базисным активом в которых является иностранная валюта, инструменты, связанные с процентной ставкой, или товары.

Для банков, которые также и продают опционы, Базельский комитет рекомендует использовать промежуточные подходы или собственную всеобъемлющую модель оценки рыночного риска. Чем значительнее объем операций банка с опционами, тем более усовершенствованного подхода он должен придерживаться.

Если банк выступает продавцом опционов, то он уже не может использовать упрощенный подход и должен прибегнуть к одному из двух промежуточных подходов: методу «дельта-плюс» или сценарному подходу.

В методе «дельта-плюс» (*delta-plus method*) размер резервируемого капитала складывается из трех составляющих: дельта-, гамма- и вега-риска. Позиции по опционам представляются в виде их так называемого **дельта-эквивалента**, представляющего собой произведение рыночной стоимости базисного актива на коэффициент дельта опциона:

$$\text{Дельта-эквивалент} = \text{Рыночная стоимость базисного актива} \times \Delta. \quad (9.3)$$

Полученный дельта-эквивалент опциона включается в рассмотренную выше стандартную схему расчета размера капитала в соответствии с видом базисного актива, лежащим в его основе (см. п. 9.4.1–9.4.4). Заметим, что для опционов на активы, чувствительных к изменениям процентной ставки, дельта-эквивалентная позиция должна быть включена в расчет дважды (в момент исполнения опциона и момент погашения базисного актива), как и в случае с процентными свопами, форвардами и фьючерсами.

Поскольку коэффициент дельта не полностью отражает риск колебаний стоимости опциона, банки должны также рассчитать размер капитала, резервируемого против гамма- и вега-рисков опциона. Для каждого отдельного опциона в торговом портфеле банка **гамма-риск** рассчитывается по формуле, являющейся вторым членом разложения изменения стоимости опциона в ряд Тейлора:

$$\text{Гамма-риск} = 0,5 \times \Gamma \times VU^2, \quad (9.4)$$

где Γ — коэффициент гамма опциона;

VU (*variation of the underlying*) — изменение цены базисного актива.

Значение параметра VU в (9.4) принимается равным:

- для опционов на процентные активы: рыночная стоимость базисного актива, умноженная на соответствующий коэффициент риска из табл. 9.5;
- для опционов на акции и фондовые индексы: 8% от рыночной стоимости базисного актива;
- для опционов на валюту и золото: 8% от рыночной стоимости базисного актива;
- для опционов на товары: 15% от рыночной стоимости базисного актива.

Полученные величины гамма-риска по всем опционам с одинаковым базисным активом суммируются с учетом знака. В Дополнении установлено, что следующие позиции по опционам считаются имеющими одинаковые базисные активы:

- для процентных активов: каждый временной интервал из табл. 9.5;
- для акций и фондовых индексов: каждый национальный фондовый рынок;
- для иностранных валют и золота: каждая валюта и золото;
- для товаров: каждый вид товара.

Результирующий гамма-риск по каждому базисному активу используется при расчете величины резервируемого капитала только в том случае, если он имеет *отрицательное значение**. Размер капитала, резервируемого против гамма-риска, определяется как *сумма абсолютных значений отрицательных гамма-рисков* по всем базисным активам.

Резерв капитала против вега-риска рассчитывается по всем опционам как сумма произведений коэффициентов вега на изменение волатильности базисного актива на $\pm 25\%$ от текущего значения предлагаемой (*implied*) волатильности опциона («+» — в случае короткой позиции по опциону и «-» — в случае длинной).

Пример 9.6. Для иллюстрации использования метода «дельта-плюс» приведем пример из [18]. Пусть имеется короткая позиция по европейскому опциону «колл» на товарный контракт с ценой исполнения 490 долл., сроком до исполнения 12 месяцев и текущей рыночной стоимостью базисного актива в 500 долл. Безрисковая процентная ставка составляет 8% годовых, а текущая волатильность — 20%. Коэффициент дельта, рассчитанный по формуле Блэка–Шоулза, равен $-0,721$, а коэффициент гамма равен $-0,0034$. Текущая цена опциона составляет 65,48.

На первом шаге рыночная стоимость базисного актива умножается на коэффициент дельта:

$$500 \times 0,721 = 360,5 \text{ долл.}$$

Если банк использует метод на основе срока до исполнения контракта и не существует других открытых позиций, величина дельта-риска рассчитывается как

$$360,5 \times 0,15 = 54,075 \text{ долл.}$$

Величина гамма-риска равна

$$0,5 \times 0,0034 \times (500 \times 0,15)^2 = 9,5625 \text{ долл.}$$

Наконец, вега-риск для короткой позиции по опциону «колл» обусловлен только возможным ростом волатильности, так как это увеличивает стоимость опциона. Следовательно, необходимо оценить вега-риск, возникающий при увеличении волатильности опциона на 25% — с 20 до 25%. Значение коэффициента вега, рассчитанного по формуле Блэка–Шоулза, равно 168 (т. е. рост волатильности на 1% ведет к увеличению стоимости опциона на 1,68%). Отсюда вега-риск равен

$$5 \times 1,68 = 8,4 \text{ долл.}$$

* См. формулу (3.48).

Суммарный размер капитала, резервируемого против рыночного риска опциона, составляет:

$$54,075 + 9,5625 + 8,4 = 72,0375 \text{ долл.}$$

При **сценарном анализе** (*scenario matrix analysis*), используемом с одобрения надзорного органа, расчет рыночного риска опционов производится с помощью *матриц сценариев* для каждого вида базисного актива. Сценарии отражают ожидаемое изменение стоимости *портфеля опционов* при *одновременном изменении величины* (цены или процентной ставки) и *волатильности* (стандартного отклонения доходности) базисного актива. Для каждого вида базисного актива из приведенной в методе «дельта-плюс» классификации необходимо использовать собственную матрицу.

Сценарная матрица (*grid*) имеет два измерения: по горизонтали — фиксированный диапазон изменений цены базисного актива, по вертикали — изменения волатильности базисного актива на +25% и -25% от текущего значения. Элементами матрицы являются чистые прибыли или убытки от изменения стоимости портфеля опционов и хеджируемых ими позиций по базисным активам. Величины изменений цен базисных активов принимаются следующими:

- для процентных ставок: коэффициенты риска из табл. 9.5;
- для акций: $\pm 8\%$ рыночной цены;
- для валюты и золота: $\pm 8\%$ рыночной цены;
- для товаров: $\pm 15\%$ рыночной цены.

Для каждого вида базисного актива необходимо произвести не менее семи различных сценарных оценок, которые бы делили весь нормативный диапазон изменения цен на равные интервалы.

Размер капитала, резервируемого против рыночного риска опционов по каждому виду базисного актива, принимается равным *наибольшему убытку в матрице сценариев*.

9.4.6. Преимущества и недостатки стандартного подхода

Главными достоинствами стандартного подхода к расчету рыночного риска являются его *простота* и *универсальность*, поскольку он может быть с равной эффективностью применен (с поправками на местные условия) к банкам и небанковским финансовым организациям большинства стран мира вне зависимости от типа и степени развития банковской системы.

Однако в стандартном подходе проблема асимметрии информации и методов оценки риска между банками и органом надзора проявляется наиболее остро. Стандартный подход ограничивает возможности банков по оперативному управлению рисками рамками крайне упрощенной схемы, которая не учитывает имеющиеся у банков преимущества в информации и технологиях управления риском, а также потенциально создает стимулы к манипуляциям показателями и занижению требуемого размера капитала, аналогичные тем, которые рассматривались выше при анализе основного текста Соглашения.

9.5. Подход на основе внутренних моделей банков

На рубеже 90-х годов в риск-менеджменте как науке и практической дисциплине произошла подлинная революция, связанная с появлением концепции *value at risk* (VaR). В показателе VaR были впервые интегрированы стоимостное, вероятностное и временное «измерения» риска, что выгодно отличало его от традиционных мер риска (например, стандартного отклонения доходности, коэффициента вариации и т. п.).

Показатель VaR прочно завоевал признание в финансовом мире не только как распространенный методологический стандарт для оценки рыночных рисков, но и как стандарт представления информации о совокупном риске компании в целом. В середине 90-х годов этот показатель, уже ставший к тому времени отраслевым стандартом де-факто, попал в поле зрения органов государственного надзора за деятельностью финансовых институтов в странах Европы и США. Показатель VaR, разработанный самими участниками рынка, оказался для государства чрезвычайно удобным инструментом контроля за рыночными рисками торговых портфелей банков. Унифицированность и простота интерпретации VaR обусловили весьма быстрое введение этого показателя в странах Группы 10 уже в качестве нормативного стандарта де-юре. Этот стандарт был закреплён в Дополнении в рамках второго альтернативного подхода, известного как **подход на основе внутренних моделей** (*internal models approach*).

В соответствии с этим подходом банкам предоставляется возможность использовать с разрешения органа надзора их собственные (внутренние) модели количественной оценки рыночного риска, которая служит основанием для определения размера резервируемого капитала по единой для всех банков методике. В свою очередь, орган надзора устанавливает определенные *качественные* (для банка в целом) и *количественные* (для применяемой модели) критерии, обязательные для соблюдения банками. Он также осуществляет контроль за соблюдением норматива собственного капитала и адекватностью внутренних моделей с правом применения штрафных санкций по отношению к банкам-нарушителям.

9.5.1. Качественные критерии

Разрешение на применение подхода на основе внутренних моделей может быть дано органом надзора при выполнении банком определенных качественных требований [18]. **Качественные критерии** регламентируют, главным образом, организационные и процедурные аспекты риск-менеджмента в банке. Так, банк должен создать *независимое* подразделение по контролю за рисками, в функции которого входят разработка и внедрение системы риск-менеджмента, а также подготовка *ежедневных отчетов* об уровне рыночного риска и рекомендуемых *позиционных лимитах* для высшего руководства банка. Подразделение риск-менеджмента должно быть организационно независимым от отдела торгов и подчиняться непосредственно высшему руководству банка.

Банк должен иметь подробную документацию, описывающую политику по управлению рисками, внутренние методики, правила и процедуры. Такая до-

кументация должна давать представление об основных принципах, лежащих в основе системы риск-менеджмента, а также содержать обоснование эмпирических методов, используемых для оценки рыночных рисков.

Внутренняя VaR-модель должна применяться не только для регулярного расчета величины капитала, резервируемого против рыночного риска, но и как составная часть всего процесса риск-менеджмента в банке. Выходные данные модели должны реально использоваться в процессе повседневного анализа и контроля за рыночными рисками в банке, в частности *при установлении торговых лимитов*.

В качестве обязательного дополнения к ежедневной оценке рыночных рисков с помощью внутренних моделей банкам предписано регулярно проводить проверку на устойчивость к экстремальным изменениям рыночной конъюнктуры — *стресс-тестирование (stress testing)**. Сценарии, используемые для проведения стресс-тестирования, должны охватывать все виды риска, включая рыночный, кредитный риск и риск ликвидности. Банки, использующие подход на основе внутренних моделей, должны предоставлять органам надзора подробную информацию о результатах и методике стресс-тестирования, в том числе о методе идентификации и формализации сценариев. Результаты стресс-тестирования обязательно должны анализироваться высшим руководством банка и учитываться при выработке отделом риск-менеджмента политики по управлению рисками и лимитами, утверждаемой советом директоров банка.

Отдел риск-менеджмента должен регулярно проводить *верификацию внутренней модели банка по историческим данным (backtesting)* в соответствии с методикой Базельского комитета [40], подразумевающую анализ отклонений прогнозных оценок риска от фактических изменений стоимости портфеля за продолжительный период времени в прошлом.

Наконец, не реже *одного раза в год* должна проводиться *комплексная проверка всей системы риск-менеджмента* в ходе регулярного внутреннего аудита банка, включающая следующие аспекты:

- адекватность процесса использования системы риск-менеджмента и сопроводительной документации к ней;
- организация службы риск-менеджмента;
- степень интеграции методов оценки рыночного риска в систему ежедневного мониторинга риска;
- процесс санкционирования со стороны фронт- и бэк-офиса в отношении использования систем расчета стоимости позиций и оценки рисков;
- определения существенных отклонений в процессе риск-менеджмента;
- спектр рыночных рисков, анализируемых с помощью системы риск-менеджмента;
- достоверность информационной системы риск-менеджмента;
- точность и полнота данных по позициям торгового портфеля;
- проверка совместимости, надежности и оперативности источников данных, используемых во внутренней модели банка;

* Подробнее данный метод рассматривается в п. 8.9.

- точность и обоснованность предположений о характере корреляций и волатильностей инструментов;
- точность и обоснованность алгоритмов и методов преобразования данных;
- регулярная верификация модели по историческим данным по методике из [40].

9.5.2. Количественные критерии

Не ограничивая банк в выборе *типа* модели (метода расчета VaR), **количественные критерии** задают ее *основные параметры*.

Количество факторов рыночного риска, учитываемых моделью, должно быть достаточным для точной оценки риска по балансовым и забалансовым торговым позициям, в частности:

- для процентных инструментов система должна моделировать кривую доходности по каждой валюте, при этом количество используемых для этого факторов риска не должно быть менее *шести*. Кроме того, система риск-менеджмента должна включать отдельные факторы риска для учета *риска спреда* (например, между облигациями и свопами);
- для валютных инструментов система должна включать факторы риска, соответствующие каждой валюте, в которой выражены торговые позиции банка;
- для фондовых инструментов система должна включать факторы риска, соответствующие, как минимум, каждому национальному фондовому индексу (риск позиций будет определяться в виде бета-эквивалентов) или, как максимум, волатильности каждой отдельной акции;
- для товарных инструментов система должна включать факторы риска, соответствующие каждому отдельному товарному рынку;
- для опционов модель должна учитывать их нелинейные ценовые характеристики и включать факторы риска, отражающие волатильность цен и процентных ставок базисных активов (вега-риск); при этом банки, имеющие большие и/или сложные портфели опционов, должны оценивать волатильность базисных активов отдельно по различным временным интервалам.

Расчет показателя VaR должен производиться отделом риск-менеджмента банка на *ежедневной основе*, с *минимальным горизонтом прогнозирования в 10 дней* (с возможностью масштабирования величины VaR путем умножения на корень квадратный из соотношения временных интервалов при использовании более коротких горизонтов прогнозирования), *односторонним доверительным интервалом в 99% и глубиной ретроспективы* (объемом выборки исторических данных) **не менее 250 дней** торгов, т. е. около **одного года***.

* При использовании в модели какой-либо схемы взвешивания исторических данных эффективный период наблюдений также должен быть не менее одного года (т. е. средневзвешенный временной лаг должен составлять не менее 6 месяцев) [18]

По всем факторам рыночного риска выборка исторических данных, используемых для расчета величины VaR, должна обновляться ежеквартально и обязательно пересматриваться всякий раз, когда наблюдаются сильные колебания рыночных цен. Орган надзора может потребовать от банка рассчитывать показатель VaR и по более короткому, чем один год, периоду наблюдений, если, по мнению органа надзора, это обосновано резким ростом волатильности рынка.

Ежедневно **размер капитала банка, резервируемого против рыночного риска** (*market risk capital — MRC*), определяется как большее из двух значений (9.5):

- 1) текущее значение VaR (т. е. VaR предыдущего дня торгов);
- 2) среднее арифметическое дневных значений VaR за предшествующие 60 дней торгов, умноженное на определенный множитель (k).

Иными словами:

$$MRC_t = \max \left[VaR_{t-1}; k \cdot \frac{1}{60} \sum_{i=t-60}^{t-1} VaR_i \right]; \quad (9.5)$$

$$k = k_{min} + \delta. \quad (9.6)$$

Минимальное значение этого множителя равно 3, однако орган надзора в качестве санкции может установить и большее значение множителя путем назначения штрафной надбавки (δ) в зависимости от степени точности внутренней модели банка по результатам верификации.

В Дополнении особо указывается, что если система не учитывает специфический рыночный риск по процентным и фондовым инструментам, то размер капитала, резервируемого против этого вида риска, определяется по методике стандартного подхода. В случае если данный риск учитывается внутренней моделью банка, размер капитала, резервируемого против специфического рыночного риска для указанных инструментов, должен составлять не менее 50% от величины соответствующего капитала, рассчитанного с помощью стандартного метода [18].

9.5.3. Верификация моделей расчета VaR по историческим данным

Важнейшей аналитической функцией отдела риск-менеджмента является регулярная **верификация (оценка адекватности) внутренней модели банка по историческим данным** (*backtesting*) с целью проверки ее прогнозной точности и внесения необходимых изменений. Общие требования, предъявляемые к процедуре проверки адекватности моделей, изложены в специальной инструкции Базельского комитета [40].

Верификация VaR-модели по историческим данным осуществляется путем ретроспективного анализа, заключающегося в подсчете частоты **случаев превышения** (*outliers*) фактическими дневными убытками прогнозных значений VaR за продолжительный период времени в прошлом (рис. 9.1). На протяжении всего периода тестирования модели величина VaR должна превосходить понесенные убытки с относительной частотой, задаваемой доверительным ин-

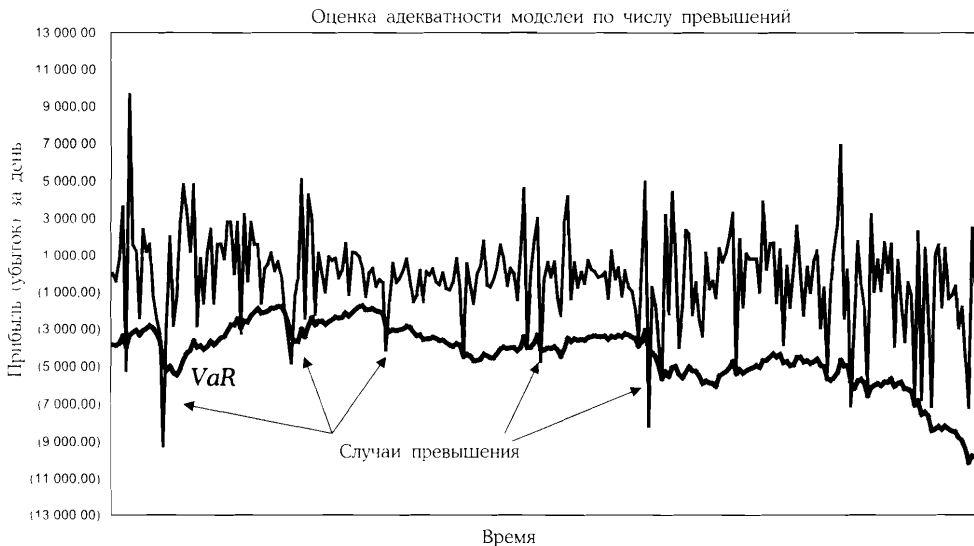


Рис. 9.1. Принцип верификации VaR-моделей по историческим данным

тервалом модели. С целью стандартизации данной процедуры Базельский комитет предписывает банкам ежеквартально проводить оценку точности внутренних моделей по выборке из предшествующих **250 дней торгов** с использованием доверительного интервала в **99%** и горизонта прогнозирования в **один день** в качестве нормативных параметров расчета VaR.

Необходимость в специальной верификации модели по историческим данным возникает в силу того, что банки не могут использовать для этой цели непосредственно свои оценки 10-дневного VaR, которые они рассчитывают каждый день в целях определения размера резервируемого капитала. Это объясняется тем, что сравнивать прогнозную величину VaR, рассчитанную на 10 дней, с финансовым результатом за этот же период времени было бы некорректно из-за значительных изменений в структуре портфеля, которые, вероятно, произойдут в течение этих 10 дней. Именно поэтому банк должен заново рассчитать с использованием той же внутренней модели величину VaR на каждый день из предшествующих 250 дней торгов, но уже с горизонтом прогнозирования в один день.

Тем не менее изменения в структуре портфеля возможны и в течение одного торгового дня, а на финансовый результат от торговых операций могут оказывать влияние суммы полученных брокерами комиссионных вознаграждений (в частности, от продажи новых финансовых инструментов), которые не имеют отношения к риску, связанному со структурой неизменного портфеля и отражаемому показателем VaR. Ввиду этого Базельский комитет рекомендует банкам проводить верификацию моделей путем сравнения величины VaR, рассчитанной на один день, как с реальными прибылями и убытками от торговой деятельности, так и с теоретическим финансовым результатом, рассчитываемым как изменение рыночной стоимости портфеля при усло-

вии неизменности его структуры в течение дня. Первый из указанных подходов также известен как «грязная» верификация (*dirty backtesting*), а второй — как «чистая» верификация (*clean backtesting*)*. Метод «чистой» верификации является наиболее предпочтительным с точки зрения статистического оценивания адекватности VaR-моделей, и не случайно, что, например, в ФРГ, орган надзора может ввести максимальную надбавку ($\delta = 1$) к нормативному множителю, если банк проводит только «грязную» верификацию своей VaR-модели, используемой для расчета требуемого капитала [23].

Процедура проверки точности модели по методике Базельского комитета представляет собой статистический тест на отклонение фактической частоты превышений убытками дневной величины VaR от заданной вероятности в 1%, основанной на вычислении вероятностей **ошибки I рода** (отклонение адекватной модели) и **ошибки II рода** (принятие неадекватной модели). Для оценки прогнозной точности модели производится подсчет числа дней, когда фактические убытки от изменений стоимости портфеля превосходили прогнозные значения VaR за последние 250 дней торгов. Так, при доверительном интервале в 99% и 250 днях тестирования *полностью адекватная* модель должна показывать в среднем 2.5 превышения величины VaR, которые можно объяснить «нормальными» колебаниями рынка. При росте числа превышений по сравнению с ожидаемым повышается вероятность того, что используемая модель является неадекватной, т. е. в среднем занижает величину VaR.

Поскольку для каждого дня из интервала тестирования возможны только два исхода (реальные убытки либо превышают прогнозную величину VaR, либо нет), для расчета вероятностей ошибок I и II рода используется *биномиальный критерий (схема Бернулли)*. Если обозначать через n общее количество дней в интервале тестирования, k — количество случаев превышения на интервале тестирования ($0 \leq k \leq n$), p — вероятность любого отдельного случая превышения, то вероятность того, что на всем интервале тестирования общее количество превышений (X) для адекватной модели ($p = 1\%$) будет равно в точности k , составляет:

$$P(X = k | n, p) = C_n^k \cdot p^k \cdot (1 - p)^{n-k} = \frac{n!}{k!(n-k)!} \cdot p^k \cdot (1 - p)^{n-k}. \quad (9.7)$$

Аналогично, вероятность того, что адекватная модель даст k или менее превышений, равна

$$P(X \leq k | n, p) = \sum_{i=0}^k P(X = i). \quad (9.8)$$

Таким образом, вероятность того, что адекватная модель покажет k или более превышений на интервале тестирования и на основании этого будет отклонена (**ошибка I рода** — *type I error*), составляет:

* Необходимо отметить, что возможен также и промежуточный вариант, заключающийся в сравнении значения VaR с реальным финансовым результатом за вычетом фактической или средней прибыли/убытка от изменений в структуре портфеля в течение дня, полученных комиссионных и т. д. (так называемая «очищенная» верификация — *cleaned backtesting*).

$$P(X \geq k | n, p) = 1 - \sum_{i=0}^{k-1} P(X = i). \quad (9.9)$$

Для неадекватной модели, реальный доверительный интервал которой известен (т. е. известна вероятность любого отдельного случая превышения p' , отличная от 1%), можно определить вероятность ошибочного принятия такой модели при числе превышений, меньшем k . Эта величина называется вероятностью **ошибки II рода** (*type II error*) и определяется следующим образом:

$$P(X < k | n, p') = \sum_{i=0}^{k-1} P(X = i). \quad (9.10)$$

Заметим, что *мощность* статистического критерия определяется как

$$\text{Power} = 1 - P(\text{type II error}). \quad (9.11)$$

Табличные значения вероятностей ошибок I и II рода для $n = 250$ дней и $p = 0.01$ приведены в приложении к [40].

В основу подхода Базельского комитета к классификации моделей по их адекватности положен так называемый «принцип светофора». В зависимости от количества превышений модель может быть отнесена к одной из трех зон: **зеленой** — для адекватных моделей (не более 4 превышений за 250 дней), **желтой** — для сомнительных моделей (от 5 до 9 превышений) или **красной** — для неадекватных моделей (10 и более превышений). Желтая зона начинается с 5 превышений, при этом кумулятивная вероятность большего числа превышений для адекватной модели составляет менее 5%, а для красной зоны, начинающейся с 10 превышений, эта вероятность уже не превышает 0,01% (рис. 9.2). Попадание модели в последние две зоны будет означать, что ее реальный доверительный интервал меньше предписанных 99%.

При попадании модели в зеленую зону множитель для расчета размера капитала, резервируемого против рыночного риска, остается равным 3. Для моделей из желтой зоны к множителю добавляется штрафная надбавка (δ), увеличивающая его значение с 3,4 до 3,85 в зависимости от числа превышений (табл. 9.11). Если же модель относится к красной зоне, то штрафная надбавка составляет 1, а множитель возрастает до максимального значения, равного 4. В этом случае орган надзора может применить и другие санкции, включая требование пересмотра модели, ограничения на операции с торговым портфелем банка и т. д.

Смысл установления надбавок к нормативному множителю в зависимости от числа превышений заключается в «корректировке» модели путем увеличения собственного капитала до такого уровня, который соответствовал бы адекватной модели с доверительным интервалом 99%*. Как известно, для адекватной модели на базе ковариационного метода с доверительным интервалом 99% дневная величина VaR равна 2,326 средних квадратических отклоне-

* Очевидно, такое масштабирование будет корректно только при условии нормального распределения и отсутствие автокорреляции доходностей факторов риска.

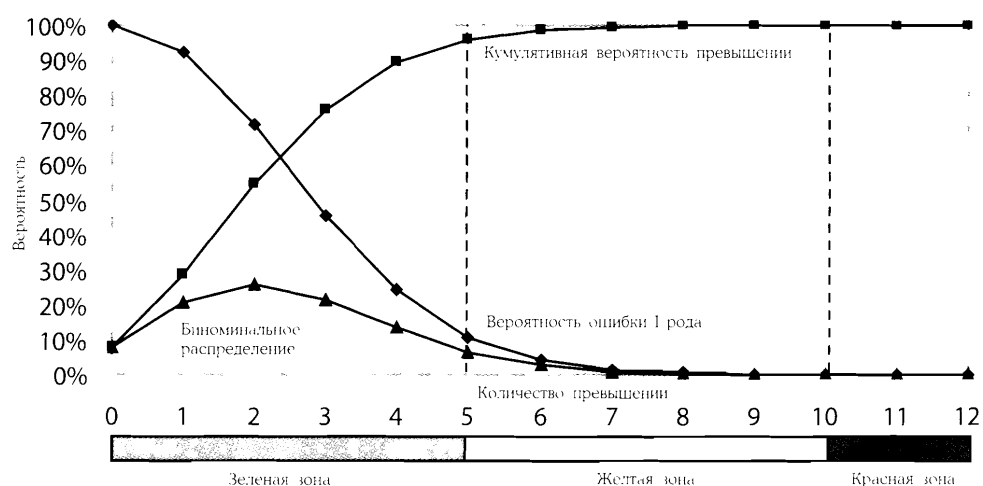
Рис. 9.2. «Принцип светофора» (зоны адекватности моделей для $n = 250$ дней, $p = 1\%$)

Таблица 9.11

ЗОНЫ АДЕКВАТНОСТИ МОДЕЛЕЙ И НАДБАВКИ К МНОЖИТЕЛЮ ДЛЯ РАСЧЕТА КАПИТАЛА

Зона	Количество превышений	Надбавка к множителю	Кумулятивная вероятность, %
Зеленая	0	0,00	8,11
	1	0,00	28,58
	2	0,00	54,32
	3	0,00	75,81
	4	0,00	89,22
Желтая	5	0,40	95,88
	6	0,50	98,63
	7	0,65	99,60
	8	0,75	99,89
	9	0,85	99,97
Красная	10 и более	1,00	99,99

Источник: [40].

Примечание. В таблице приведены зоны адекватности VaR-моделей, применяемые в методе верификации путем тестирования по историческим данным, а также надбавки к минимальному множителю для расчета размера капитала, соответствующие количеству случаев превышения. Границы зон определены на основе значений накопленной вероятности k или менее случаев превышений из 250 независимых наблюдений для адекватной модели с доверительным интервалом 99% ($p = 1\%$), рассчитанной по формуле (9.8).

ний стоимости портфеля. Например, если при тестировании модели было отмечено 7 случаев превышения величины VaR за последние 250 дней торгов, то фактический доверительный интервал этой модели составляет $1 - 7/250 = 97,2\%$, что соответствует лишь 1,911 средним квадратическим отклонениям. Для того чтобы рассчитать величину VaR , соответствующую 99-й процентили, необходимо умножить величину VaR неадекватной модели на корректирующий коэффициент α , равный $2,326/1,911 = 1,22$. Поскольку для адекватной модели размер собственного капитала устанавливается путем умножения величины VaR на 3, итоговая надбавка к этому коэффициенту для неадекватной модели с 7 превышениями будет составлять:

$$\delta = \alpha \times m_{\text{нпн}} - m_{\text{нпн}} = 1,22 \times 3 - 3 = 0,65.$$

9.5.4. Преимущества и недостатки подхода на основе внутренних моделей

Подход Базельского комитета на основе внутренних моделей банков открыл собой принципиально новую главу в развитии «стимулирующего» регулирования банковских систем. С теоретической точки зрения данный подход представляет собой значительный шаг вперед в решении проблемы асимметрии информации о риске, имеющейся у управляющих банком и у органа надзора. Привязка величины капитала к внутрибанковской оценке риска торгового портфеля в виде показателя VaR позволяет приблизить размер минимально требуемого («регулятивного») капитала к величине «экономического» капитала*, что является одной из главных целей пруденциального регулирования. В рамках подхода на основе внутренних моделей величина риска является во многом эндогенным параметром, в то время как метод расчета величины капитала на ее основе задается для всех банков экзогенно с учетом степени точности используемой модели. В отличие от стандартного подхода орган надзора не навязывает банкам какую-либо единую жесткую и крайне упрощенную схему расчета рыночного риска, не учитывающую ни особенности торговых портфелей, ни достигнутый банками уровень технологий риск-менеджмента. Оценка рыночного риска в виде показателя VaR является гораздо более точной, чем подход на основе «строительных блоков», так как она основывается на реальной динамике факторов риска и учитывает эффект диверсификации, возникающий из-за несовершенной коррелированности цен различных активов. Тем самым подход на основе внутренних моделей предоставляет банкам экономические стимулы к использованию самых современных методов оценки рыночного риска.

В то же время этот подход не является столь же универсальным, как стандартный подход, поскольку может применяться только в отношении банков, имеющих собственные модели оценки рыночного риска. Расчет требований к капиталу с учетом степени точности оценок VaR делает необходимым дорогостоящую верификацию модели органом надзора, что помимо роста издер-

* Более подробно понятие «экономического» капитала рассматривается в гл. VIII

жек порождает условия для возникновения морального риска со стороны банков. Так, банк вполне может использовать две модели: одну — для органа надзора, позволяющую минимизировать требования к капиталу, а другую — «для служебного пользования», данные которой будут реально использоваться для оценки рисков и управления торговым портфелем. Такая возможность усугубляется тем, что у органа надзора нет решительно никаких возможностей удостовериться в том, что предоставляемая ему оценка риска банковского портфеля в действительности используется руководством банком при принятии инвестиционных решений. Таким образом, необходимость надзорного контроля за «качеством» моделей является серьезным недостатком данного подхода.

С технической точки зрения подход Базельского комитета на основе внутренних моделей уже во время его разработки встретил ряд серьезных замечаний со стороны банковского сообщества. В частности, критики указывали на то, что минимальное значение коэффициента для расчета размера собственного капитала, равное 3, не имеет строгого научного обоснования и для многих банков является неоправданно завышенным [35]*. Метод верификации VaR-моделей по историческим данным отличается простотой и достаточно высокой эффективностью, однако он тоже не является безупречным. Так, экстремальный характер 99-й процентиля делает оценку ее значения менее надежной по сравнению с процентилями меньших порядков, что может влиять на достоверность выводов об адекватности модели. Кроме того, трудности возникают при сравнении прогнозных оценок VaR, рассчитанных для неизменной структуры портфеля на начало периода, и реальных прибылей и убытков, являющихся также и результатом изменений состава и структуры портфеля на протяжении горизонта прогнозирования.

Наконец, очевидные преимущества подхода на основе внутренних моделей еще не означают, что он обязательно будет более выгодным для банков по сравнению со стандартным подходом с точки зрения величины (а значит, и стоимости) резервируемого капитала. Хотя подход на основе внутренних моделей был представлен как добровольная альтернатива стандартному подходу, эта альтернативность носит все же ограниченный характер: банки, перешедшие на расчет резервируемого капитала с помощью внутренних моделей, уже не могут сами вернуться к стандартной методике расчета рыночного риска, кроме как по требованию органа надзора [18]. Ввиду этого центральной проблемой при совместном применении данных подходов становится их сравнительная привлекательность для банков и органов надзора.

* По этому вопросу наблюдаются существенные разногласия. Так, в [31] теоретически доказывается, что система штрафных надбавок к множителю для перевода величины VaR в требуемый размер капитала является неэффективной, а сама величина множителя — недостаточной для действенного стимулирования банков к повышению точности VaR-моделей. В результате в рамках действующей системы санкций для банков может оказаться более выгодным значительное занижение оценок VaR, раскрываемых для надзорных органов. В качестве корректирующих мер предлагается ввести более высокие «ступенчатые» надбавки к множителю для расчета капитала в зависимости от степени точности VaR-модели, при этом максимальную величину множителя следует повысить по крайней мере вдвое

В своем недавнем исследовании Хольтдорф и Рудольф [26], основываясь на результатах сравнительного расчета рыночного риска для диверсифицированного портфеля ценных бумаг и производных инструментов, показывают, что размер резервируемого капитала, рассчитанного на основе внутренней VaR-модели по методике RiskMetrics, может быть выше, чем при использовании стандартного подхода. Они отмечают, что в ФРГ по состоянию на 2000 г. лишь девять банков использовали собственные модели для расчета размера капитала, резервируемого против рыночного риска торгового портфеля, главным образом из соображений престижа, с целью продемонстрировать, что «они используют самую современную технологию риск-менеджмента» [26, р. 138]. Хотя многие германские банки применяют внутренние модели для контроля за рыночным риском, их приверженность стандартному подходу к расчету капитала объясняется не только большей сложностью и высокой стоимостью разработки моделей и сложной процедурой получения разрешения на их использование для целей расчета капитала от органа надзора, но и тем, что применение стандартного метода позволяет им сэкономить на размере резервируемого капитала.

Результаты из [26] свидетельствуют о том, что в своем нынешнем виде подход на основе внутренних моделей может быть более выгодным регулирующему органу, нежели самим банкам, поскольку даже на таком развитом и относительно стабильном финансовом рынке, как фондовый рынок ФРГ, подход на основе внутренних моделей может быть более консервативным с точки зрения требований к капиталу по сравнению со стандартным подходом. Тем самым, предоставление банкам большей свободы в оценке принимаемого риска в рамках подхода на основе внутренних моделей не означает автоматического снижения «запаса прочности» банковской системы, выражающегося в величине имеющегося капитала.

9.6. Минимальные требования к достаточности капитала с учетом кредитного и рыночного рисков

Предполагается, что каждый банк, подпадающий по действие Дополнения [18], будет рассчитывать на ежедневной основе и указывать в своей квартальной отчетности уровень риска, в отношении которого будет определяться требуемый размер капитала.

Базельский комитет допускает *комбинированный расчет* размера капитала, резервируемого против рыночного риска, на основе внутренней модели банка и стандартной методики путем простого суммирования величин, полученных различными методами при соблюдении банками следующих условий:

- 1) банк, начавший применять одну или несколько моделей, не может впоследствии самостоятельно вернуться к использованию стандартной методики для расчета рыночного риска, охватываемого внутренними моделями;
- 2) для каждой группы факторов риска (процентных ставок, валютных курсов, курсов акций и цен товаров) расчет рыночного риска должен производиться только на основе какого-либо одного из предло-

женных подходов, т. е. в рамках одной и той же категории риска сочетание двух подходов не допускается;

- 3) внутренняя модель банка должна отвечать всем качественным и количественным критериям;
- 4) совместное использование различных подходов не должно привести к игнорированию какого-либо фактора рыночного риска, т. е. все факторы риска должны учитываться независимо от используемого подхода: стандартной методики или внутренней модели.

Совокупные минимальные требования к капиталу банка в связи с этим выглядят следующим образом:

- a) размер капитала, резервируемого против кредитного риска, который рассчитывается по всем балансовым активам и забалансовым обязательствам за исключением долговых и долевого ценных бумаг в торговом портфеле и всех позиций по товарным контрактам, но включая риск контрагента по всем внебиржевым производным инструментам, находящимся как в торговом, так и в банковском портфеле;

плюс

- b) размер капитала, резервируемого против рыночных рисков, которые рассчитаны согласно стандартному подходу и сложены арифметическим путем;

или

- c) **либо** величина капитала, резервируемого против рыночного риска на основе модельного подхода;
- d) **либо** сочетание пунктов b) и c), сложенных арифметическим путем.

Для определения уровня достаточности капитала банка необходимо выполнить следующие действия:

- 1) умножить суммарную величину рыночного риска на 12,5 или, эквивалентно, разделить на 0,08 (для получения «номинального» эквивалента активов, взвешенных с учетом риска, сопоставимого с соответствующей величиной, используемой для расчета размера капитала, резервируемого против кредитного риска);
- 2) сложить полученную величину с суммой активов, взвешенных с учетом риска;
- 3) определить величину «допустимого» капитала (*eligible capital*) с учетом соответствующих структурных ограничений сначала для кредитного, а затем для рыночного риска;
- 4) разделить величину «допустимого» капитала на суммарный размер активов, взвешенных с учетом риска, для получения коэффициента достаточности капитала (*capital ratio*);
- 5) разделить величину неиспользованного «допустимого» капитала (если он имеется) на суммарный размер активов, взвешенных с учетом риска, для получения коэффициента неиспользованного капитала (*unused capital ratio*).

Пример 9.7. Для иллюстрации описанного выше алгоритма расчета коэффициента достаточности капитала воспользуемся примером из [18], разработанным Базельским комитетом. Пусть банк имеет следующую структуру капитала: капитал I уровня — 700 ед., капитал II уровня — 100 ед., капитал III уровня — 600 ед. Сумма активов, взвешенных с учетом риска, составляет 7500 ед., суммарная величина рыночного риска составляет 350 ед. Расчет коэффициента достаточности капитала приведен в табл. 9.12.

Таблица 9.12

ПРИМЕР РАСЧЕТА КОЭФФИЦИЕНТА ДОСТАТОЧНОСТИ КАПИТАЛА

Активы, взвешенные с учетом риска	Минимальный размер капитала	Имеющийся капитал	Минимальный размер капитала с учетом ограничений	«Допустимый» капитал (без учета неиспользованного капитала III уровня)	Неиспользованный, но «допустимый» капитал III уровня	Неиспользованный и «недопустимый» капитал III уровня
Кредитный риск 7500	600	Уровень I 700 Уровень II 100	Уровень I 500 Уровень II 100	Уровень I 700 Уровень II 100	Уровень III 250	Уровень III 100
Рыночный риск 4375 (350 × 12,5)	350	Уровень III 600	Уровень I 100 Уровень III 250	Уровень III 250		
Коэффициент достаточности капитала				1050/11 875 = 8,8%		
Коэффициент неиспользованного капитала III уровня					250/11 875 = 2,1%	

Примечание. При расчете коэффициента достаточности капитала необходимо учитывать неиспользованный капитал уровня I, так как он доступен в любой момент для покрытия убытков вследствие кредитного и/или рыночного риска. Капитал уровня III включается в расчет коэффициента неиспользованного капитала в размере, не превышающем 250% от неиспользованного капитала уровня I.

9.7. Подход на основе предварительных обязательств ФРС США

Тенденция к дальнейшей либерализации государственного регулирования банковской деятельности, ко все большему переходу от жестких (директивных) к косвенным (экономическим) рычагам воздействия нашла свое выражение в так называемом «подходе на основе предварительных обязательств» (*precommitment approach*), предложенном в 1995 г. экономистами Федеральной резервной системы США П. Кьюпиком и Дж. О'Брайеном [30]. В подходе на основе предварительных обязательств регулирующий орган полностью полагается не только на внутрибанковские оценки риска, но и на опыт и технологии банков по непрерывному управлению рисками, исходя из той посылки, что меры, предпринимаемые в банке по управлению рыночными рисками в течение торгового дня, приводят в среднем к снижению нежелатель-

ного риска и связанных с ним потерь*. Этим данный подход отличается от подхода на основе внутренних моделей, неявно предполагающего, что прогнозируемая величина VaR может быть только превышена в течение прогнозного горизонта в 10 дней и единственным способом управления риском является резервирование капитала в размере, достаточном для покрытия трехкратного среднего убытка [39].

Сущность подхода на основе предварительных обязательств является весьма простой, хотя для его формального обоснования авторам потребовалось разработать специальную экономико-математическую модель [30]. В соответствии с данным подходом банк получает право самостоятельно определять максимальный размер убытка по своему торговому портфелю, который он может понести за определенный период времени в будущем. Требования к размеру капитала устанавливаются в размере, равном рассчитанной банком оценке максимальных совокупных потерь на плановый период, например квартал. Тем самым банк принимает на себя «обязательство» не выходить за пределы заранее оговоренного убытка. Немаловажно, что подход разрешает раскрытие информации о величине прогнозируемого убытка и резервируемого под него капитала. В том случае, если по истечении срока величина убытка превышает заявленный ранее уровень, орган надзора получает право применить штрафные санкции к данному банку, при этом размер штрафа должен быть тем выше, чем больше ошибка прогноза банка по уровню риска. Система штрафов должна быть рассчитана таким образом, чтобы банки могли добровольно выбирать уровень риска для своих портфелей и устанавливать размер капитала без прямого вмешательства регулирующего органа.

Таким образом, банкам предоставляется свобода в операциях на финансовых рынках при условии, что размер их капитала, рассчитанный на основе их же собственных оценок, будет не ниже величины принимаемого ими рыночного риска. Подход на основе предварительных обязательств можно сравнить со своего рода «контрактом»** между банком и регулирующим органом, в соответствии с которым банк принимает на себя обязательство не выходить за пределы ранее оговоренного убытка, полностью обеспеченного капиталом. Роль органов надзора в этом случае сводится к надзору за соблюдением банком качественных требований к системе управления рисками в целом и периодической проверке отчетов о прибылях и убытках банка по его торговому портфелю.

Реализуя на практике концепцию «стимулирующего регулирования», подход на основе предварительных обязательств делает беспрецедентный шаг вперед по пути либерализации банковской деятельности, и неудивительно, что он был одобрительно принят банковским сообществом, особенно крупнейшими

* Как отмечают авторы подхода, «совместное использование суждения [риск-менеджеров — Авт.] и моделей [оценки риска] является стандартной практикой ежедневного управления риском, и все же это взаимодействие учитывается только односторонне, а именно — негативно, в подходе на основе внутренних моделей» [цит. по 39, р. 714]

** Из-за своей чисто экономической сущности подход на основе предварительных обязательств называют также «контрактным» подходом [17]

транснациональными банками*. Подход на основе предварительных обязательств был апробирован на практике в рамках «пилотного» эксперимента, проводившегося Нью-Йоркской клиринговой палатой с участием десяти крупнейших американских и зарубежных банков в период 1996–1997 гг. Результаты проверки оказались весьма обнадеживающими: ни один из участвовавших в ней банков не нарушил предварительных обязательств по размеру убытков в течение периода тестирования [39].

9.7.1. Преимущества и недостатки подхода на основе предварительных обязательств**

Подход на основе предварительных обязательств имеет множество преимуществ и поэтому крайне привлекателен для самих банков. В отличие от стандартного и модельного подходов он позволяет банкам экономить на размере капитала, снижая тем самым издержки на его обслуживание. Для соблюдения обязательств перед органом надзора банк получает возможность выбора любого метода управления рисками. При выборе между увеличением размера резервируемого капитала, применением более сложных стратегий хеджирования и сокращением суммарного риска портфеля банк будет применять наименее затратный для него механизм управления риском. Немаловажно и то, что данный подход не различает убытки, возникшие вследствие колебаний рыночных цен, операционных сбоев при расчетах или юридических трудностей, побуждая тем самым банки к интегральному оцениванию и комплексному управлению различными рисками.

Другое преимущество контрактного подхода заключается в том, что он поощряет разработку и внедрение в практику наиболее совершенных методов оценки портфельного риска. Если оценка риска будет слишком консервативной, банк будет вынужден резервировать излишнее количество капитала, а если она окажется чересчур оптимистичной, то банк будет часто нарушать данные им обязательства по предельному размеру убытков и, следовательно, подвергаться высоким штрафам. В любом случае неточности в оценке рисков оборачиваются дополнительными издержками, и поэтому банки получают прямой стимул к совершенствованию своих внутренних моделей оценки рисков.

Контрактный подход привлекателен и для банковского сектора в целом. Его реализация менее обременительна и сопряжена с меньшим вмешательством государства в повседневную деятельность банков, чем при стандартном подходе. Орган надзора начинает действовать только тогда, когда размер капитала банка оказывается недостаточным. В отличие от подхода на основе внутренних моделей контрактный подход не устанавливает фиксиро-

* Однако данный подход почти сразу же встретил серьезную оппозицию в лице регулирующих органов ряда стран Европы. В частности, Федеральное ведомство по надзору за банками ФРГ выразило опасения, что контрактный подход выльется в неравноправный «договор, заключаемый банком с органом надзора, в котором банк дает обещание не становиться банкротом в обмен на дальнейшее ослабление регулирования со стороны государства» [17]

** Данный раздел основывается на материале из [32].

ванный коэффициент, на который умножается рассчитанная банком величина VaR, но позволяет банкам выбрать оптимальный размер капитала, рассчитанный с учетом как стоимости капитала, так и вероятности наложения штрафа органом надзора. Более того, контрактный подход не накладывает никаких качественных или количественных ограничений на внутренние модели оценки рисков, используемые в банках. Банк имеет практически неограниченные возможности для разработки новых методов оценки и управления рисками при условии, что он учитывает возможность применения штрафных санкций со стороны государства.

Наконец, контрактный подход в значительной мере избавляет банки от обременительной отчетности. Информация, которую банки должны предоставлять государственным органам надзора, сводится к периодическим отчетам о прибылях и убытках по операциям на финансовых рынках. Эти данные регулярно рассчитываются в самих банках в целях контроля за рисками.

Хотя подход на основе предварительных обязательств предполагалось реализовать пока только в США, а его отдельные положения еще продолжают уточняться, скептики уже подвергли его довольно серьезной критике. Наибольшие сомнения вызывает действенность механизма санкций в данном подходе. Простейшей формой санкций является денежный штраф, однако его применение к банку, превысившему заявленный им максимальный размер убытков и, возможно, находящемуся в кризисной ситуации, способно лишь ухудшить его финансовое положение*. В этой ситуации орган надзора может снизить размер или вовсе отказаться от наложения штрафа, в результате чего угроза санкций потеряет свое дисциплинирующее значение для остальных банков. Выходом из тупика могут являться иные, нежели денежный штраф формы санкций, в том числе повышенные требования к размеру капитала банка в будущем, ограничения по операциям на финансовых рынках и публичное раскрытие информации о понесенных убытках. Немаловажно, что перечисленные виды санкций могут взаимно дополнять друг друга.

Другая проблема заключается в том, что контрактный подход может создавать превратные стимулы для банков с недостаточным капиталом. Если такой банк несет убытки от операций на финансовых рынках, он может уже находиться на грани банкротства. В этом случае угроза санкций теряет действенность, поскольку к моменту их исполнения такому банку будет практически нечего терять. Банки, оказавшиеся в подобном положении, могут в буквальном смысле слова «пойти ва-банк» и вовлечь оставшиеся активы в крайне рискованные операции в надежде разом поправить свое финансовое положение. Возможность такого рода поведения, называемого **«игрой на воскрешение»** (*gamble for resurrection*), доказывается в теоретических моделях морального риска. Для избежания этих проблем предполагается использовать контрактный подход только для банков с достаточным размером собственного капитала.

* Тем не менее жесткий подход к стороне, нарушившей свои обязательства, часто встречается в коммерческой практике. Например, договор займа может включать оговорку, согласно которой ставка процента увеличивается при ухудшении финансового положения заемщика.

Эффективность действий органа надзора по контролю за размерами убытков и предотвращению возможных банковских кризисов может быть также поставлена под сомнение. Согласно подходу на основе предварительных обязательств, орган надзора получает информацию о соответствии фактических убытков банка заявленному размеру капитала ежеквартально вместе с прочей финансовой отчетностью, что может привести к значительным задержкам с принятием мер оперативного вмешательства по сравнению с подходом на основе внутренних моделей, где перерасчет риска и размера резервируемого против него капитала должен производиться на ежедневной основе. Кроме того, поквартальные «корректировки» капитала одновременно многими банками могут, в свою очередь, усиливать колебания цен на финансовых рынках, что может привести к их существенной дестабилизации.

Наконец, серьезные возражения со стороны банков вызвало то обстоятельство, что подход на основе предварительных обязательств не планировалось применять к небанковским финансовым учреждениям. Дело в том, что банковский сектор имеет более развитую и эффективную «сеть безопасности» (*safety net*), элементами которой являются система страхования депозитов, рефинансирование путем переучета векселей и ряд других возможностей, и было бы вполне обоснованным предъявлять к банкам иные стандарты, чем к небанковским финансовым учреждениям. Однако, по мнению банковского сообщества, это может создать неравные «правила игры» в финансовом секторе и дать необоснованные преимущества конкурентам. Как известно, в США крупнейшие инвестиционные, ссудосберегательные учреждения и другие небанковские финансовые институты пользуются неявными гарантиями со стороны государства, которое поддерживает расхожее убеждение, что эти компании слишком велики для того, чтобы обанкротиться. Ввиду этого контрактный подход может быть распространен и на эти крупнейшие небанковские финансовые учреждения.

9.8. Директивы Европейского Союза о достаточности капитала

Мировое банковское сообщество с энтузиазмом встретило принятие базельских стандартов капитала. В первую очередь интерес к ним был проявлен в Европе. Руководящие органы Европейского экономического сообщества приняли в 1989 г. Директиву о коэффициенте платежеспособности (*Solvency Ratio Directive*) и Директиву о структуре собственных средств (*Own Funds Directive*), которые определили единые требования для всех стран — членов Сообщества к минимальному размеру собственного капитала банков. Минимальный уставный капитал создаваемого банка был определен в размере 5 млн. ЭКЮ (впоследствии — 5 млн. евро), при этом размер собственных средств (капитала) не должен опускаться ниже этой величины во время функционирования банка.

Следующим шагом в развитии общеевропейской нормативной базы в области регулирования финансового сектора стала принятая в 1993 г. Директива ЕЭС о достаточности капитала (*Capital Adequacy Directive — CAD*) [22], которая расширяла и уточняла более ранние директивы в свете создания единого рын-

ка финансовых услуг в рамках ЕЭС. Положения Директивы о достаточности капитала во многом близки или даже идентичны базельским стандартам, при этом последнее дополнение к данной директиве (CAD II) [24] также разрешает финансовым организациям использовать их собственные VaR-модели для ежедневного расчета капитала, резервируемого против рыночного риска. Необходимо отметить, что европейская Директива о достаточности капитала начала применяться уже с 1996 г. в отличие от Дополнения к Базельскому соглашению по капиталу [18], вступившему в силу в странах Группы 10 только с начала 1998 г. Кроме того, действие Директивы ЕЭС о достаточности капитала распространяется не только на банки, но и на инвестиционные компании.

9.9. Современные проблемы и перспективы регулирования банковской деятельности. Новое Базельское соглашение по капиталу

Общей тенденцией последнего десятилетия в сфере государственного регулирования банковского капитала становится постепенный отказ от единообразных требований ко всем банкам (*one-size-fits-all approach*) в пользу так называемого «меню» альтернативных подходов, различающихся по степени сложности, точности оценки риска и экономической привлекательности. Право выбора метода достаточности капитала предоставляется самим банкам при условии выполнения ими определенных критериев, устанавливаемых органами надзора в рамках конкретного подхода. Именно этот принцип альтернативности подходов к оценке кредитного, рыночного и операционного рисков положен в основу Нового Базельского соглашения по капиталу [41], которое, как ожидается, будет задавать магистральное направление в развитии банковского регулирования в мире на ближайшие 10–15 лет.

Появление новых предложений Базельского комитета было обусловлено в первую очередь критикой рассмотренных выше недостатков Соглашения по капиталу 1988 г. со стороны банков, регулирующих органов и научного сообщества, а также значительным прогрессом во внутрибанковских методиках и технологиях оценки кредитного риска и все большей значимостью операционного риска в банковской деятельности.

В апреле 1999 г. Базельский комитет представил на открытое обсуждение документ под названием «Новая схема достаточности капитала» [16]. Эти предложения преследовали следующие основные цели:

- 1) стимулирование банков к постоянному совершенствованию своих методов и процедур оценки и управления кредитным риском;
- 2) повышение гибкости и точности отражения риска в нормативах достаточности банковского капитала;
- 3) уменьшение разрыва между минимальными требованиями к достаточности капитала (*regulatory capital*) и экономической оценкой потребности банков в капитале (*economic capital*)*.

* Подробнее об «экономическом» капитале см. гл. VIII.

Главное условие при разработке Нового Базельского соглашения заключалось в том, что переход на новые подходы к оценке риска не должен вызвать повышения минимальных требований к достаточности капитала в среднем по банкам стран Группы 10, активно работающим на международных рынках.

Этот первый проект Нового Базельского соглашения по капиталу получил множество разноречивых оценок со стороны профессионального сообщества, научных кругов и национальных органов банковского надзора. За прошедшее время исходный вариант претерпел существенные изменения в ходе открытого обсуждения в банковском сообществе и по результатам четырех апробаций новых подходов Базельского комитета (*Quantitative Impact Study — QIS*), проводившихся в 2000–2002 гг.* В своем окончательном виде Новое соглашение планируется принять в конце 2003 г. со сроком вступления его в силу в странах Группы 10 к концу 2006 г. В течение всего 2006 г. банки получат право перехода на новые, более сложные подходы к расчету достаточности капитала, параллельно с использованием ныне действующего подхода, установленного Базельским соглашением по капиталу 1988 г. Как и предыдущее Соглашение от 1988 г., Новое Базельское соглашение по капиталу распространяется в первую очередь на крупные банки стран Группы 10, активно работающие на международных рынках, а также, по усмотрению национальных органов надзора, и на другие значимые банки или даже на всю банковскую систему в целом. Учитывая то, что в процессе обсуждения Нового Базельского соглашения по капиталу активное участие принимали банки и регулирующие органы из стран, не являющихся членами Базельского комитета, остальные страны, в том числе и Россия, могут добровольно присоединиться к данному соглашению и после 2006 г., по мере развития банковского сектора и совершенствования банковского надзора.

Новое Базельское соглашение по капиталу, известное как «Базель-II» (*Basel II*), представляет собой значительно более многоаспектный и детализированный документ, чем предшествующее ему Соглашение 1988 г. [28]. Новое соглашение состоит из трех фундаментальных «оснований» (*pillars*) (рис. 9.3):

- 1) **минимальные требования к капиталу:** набор различающихся по степени сложности альтернативных подходов к расчету капитала, резервируемого против кредитного и операционного рисков банков**;
- 2) **пруденциальный надзор:** принципы контроля со стороны регулирующих органов за достаточностью капитала и системами оценки банковского риска, в том числе рекомендации по проведению стресс-тестирования, оценке процентного риска балансовых активов банков, риска концентрации банковских портфелей;
- 3) **рыночная дисциплина:** требования к раскрытию информации о рисках и капитале банка.

* В общей сложности было проведено четыре раунда апробации: QIS 1 (июль 2000 г.), QIS 2 (апрель 2001 г.), QIS 2.5 (ноябрь 2001 г.), QIS 3 (октябрь 2002 г.). В последнем исследовании (QIS 3) приняли добровольное участие свыше 350 банков из более чем 40 стран мира [36].

** Предложенные Базельским комитетом подходы к расчету размера капитала, резервируемого против операционного риска, подробно рассматриваются в гл. VI.

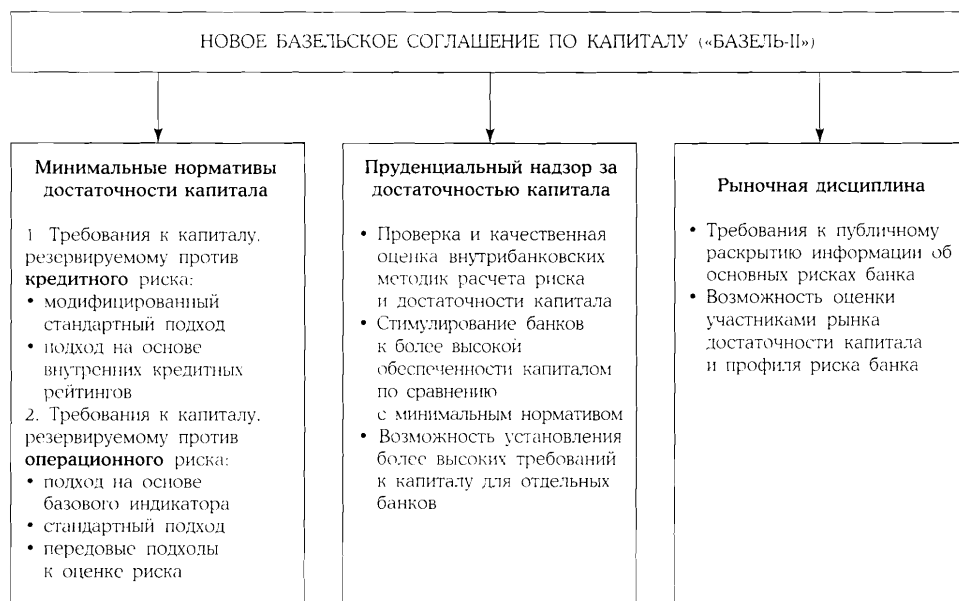


Рис. 9.3. Основания Нового Базельского соглашения по капиталу

Появление рыночной дисциплины как одной из трех «столпов» Нового Базельского соглашения отражает признание Базельским комитетом того факта, что и надзорная, и рыночная дисциплины, взятые в отдельности, являются несовершенными механизмами контроля за банковским риском, но в совокупности они взаимодополняют и усиливают друг друга. В качестве способа стимулирования рыночной дисциплины разработаны требования к публичному раскрытию банками информации количественного и качественного характера о величине и структуре своего капитала с детализацией по видам риска. Раскрытие информации о достаточности капитала должно осуществляться раз в полгода, а крупные банки должны делать это не реже раза в квартал.

Функции и полномочия регулирующих органов в части пруденциального надзора также существенно расширены. Главной целью надзорных органов является не только контроль за соблюдением банками минимальных нормативов достаточности капитала, но и создание условий, при которых банки имели бы достаточно капитала для покрытия принимаемых ими рисков сверх нормативных требований*.

В Новом Базельском соглашении по капиталу на усмотрение национальных органов надзора передаются следующие вопросы:

- 1) контроль за теми видами риска, которые не учитываются вовсе (как, например, *процентный риск банковского портфеля*, *бизнес-риск* и *стра-*

* Основные принципы, которыми органы банковского надзора должны руководствоваться в своей деятельности, изложены в [20, 21].

тегический риск) или же отражаются неполно в нормативах достаточности капитала (как, например, *риск концентрации портфеля*). Кроме того, к компетенции банковского надзора отнесены и системные, внешние по отношению к отдельному банку риски, связанные с *циклами деловой активности* в экономике и финансовом секторе:

- 2) контроль за соблюдением банками качественных и количественных критериев применения более сложных методов оценки риска, таких как подход на основе внутренних моделей для рыночного риска (см. п. 9.5), подход на основе внутренних рейтингов для кредитного риска и передовые подходы к оценке операционного риска*. Банки должны удовлетворять соответствующим критериям как на момент перехода на расчет капитала по методике, требующей разрешения надзорного органа, так и на постоянной основе в дальнейшем.

Тенденция к переходу от надзора по формальным признакам, заключающегося в контроле за соблюдением банками установленных нормативов, к надзору по качественным критериям, основанному на *мотивированном суждении* об устойчивости банка, нашла свое отражение в четырех базовых принципах, сформулированных Базельским комитетом в [41]:

1. *Банки должны осуществлять оценку совокупной достаточности капитала по отношению к своему профилю риска и иметь стратегию поддержания капитала на необходимом уровне.*

В свою очередь, процесс такой оценки включает в себя следующие составляющие:

- общий контроль со стороны совета директоров и руководителей высшего звена за процессом идентификации и оценки уровня риска и стратегическим планированием потребности в капитале;
- достоверная оценка капитала, включающая порядок определения размера капитала исходя из уровня совокупного риска, а также цели банка в отношении достаточности капитала;
- всеобъемлющая оценка банком всех существенных рисков для целей достаточности капитала, в том числе кредитного**, операционного, рыночного рисков, процентного риска банковского портфеля, риска ликвидности и прочих видов риска, таких как риск потери репутации и стратегический риск;
- мониторинг и регулярная отчетность об изменениях профиля риска банка и их влиянии на потребность в капитале;
- проверки со стороны подразделений внутреннего контроля за процессом оценки риска и достаточности капитала.

* Подробнее см. п. 6.6.3

** Оценка достаточности капитала, резервируемого против кредитного риска, должна учитывать, как минимум, следующие аспекты: системы внутренних рейтингов кредитоспособности, агрегирование и портфельный анализ, секьюритизация и сложные кредитные производные инструменты, крупные сделки и риск концентрации портфеля [41].

2. Органы надзора должны проверять и качественно оценивать внутрибанковские расчеты достаточности капитала и стратегию управления им, а также способность банков удовлетворять установленным нормативам достаточности капитала. В случае выявления недостатков органы надзора должны принимать к банкам соответствующие меры воздействия.

Особое внимание органы надзора должны уделять адекватности методов оценки риска, используемых банками для целей достаточности капитала, а также степени применения этих методик и показателей в процессе управления банком, включая контроль за рисками, распределение лимитов и оценку результатов работы по направлениям деятельности.

3. Банкам следует быть обеспеченными капиталом сверх минимального норматива, а органы надзора должны иметь способы воздействия на банки с целью побудить их к формированию сверхнормативного резерва капитала.

Базельский комитет отмечает, что требования к достаточности капитала, установленные в Новом соглашении по капиталу, предназначены для покрытия рисков, с которыми сталкивается банковская система в целом. Иными словами, эти риски носят общий, системный характер, в то время как регулирование специфических, индивидуальных рисков конкретного банка передается на усмотрение органов банковского надзора. Именно для покрытия специфических рисков, а также тех общих рисков, которые не учитываются в нормативах достаточности капитала, органы надзора должны предъявлять к банкам требования или же создавать для них стимулы к достижению уровня обеспеченности капиталом, превосходящего минимальный норматив*.

4. Органы надзора должны стремиться к принятию мер раннего вмешательства с целью предотвращения снижения уровня капитала ниже минимально допустимого, требуемого для покрытия рисков конкретного банка. В случае если банк не в состоянии поддерживать или восстановить требуемый уровень капитала, органы надзора должны требовать от его руководства незамедлительных действий, направленных на исправление сложившейся ситуации.

К числу мер надзорного воздействия относятся, в частности, более тщательные (и частые) инспекционные проверки, требование об осуществлении банком плана по восстановлению уровня капитала и требование о немедленном привлечении дополнительного капитала. Последнее означает, что органы надзора получают право устанавливать для некоторых банков более высокие требования к капиталу, чем это предусмотрено минимальным коэффициентом достаточности капитала. Выбор конкретного способа воздействия и последовательности их применения остается на усмотрение органа надзора**. Базельский комитет отмечает, что повышение требований к капиталу не может являться постоянным решением проблемы, и поэтому его следует при-

* Базельский комитет приводит в [41] несколько аргументов в пользу формирования банками сверхнормативного капитала, не все из которых являются бесспорными. Мотивы, по которым банки могут быть заинтересованы в формировании избыточного по отношению к минимальному нормативу капитала, анализируются в п. 8.6.

** В России перечень и порядок применения мер надзорного воздействия установлен Инструкцией Банка России от 31.03.1997 №59 [6]

менять в качестве временной меры, пока банк не внесет улучшения в свою систему оценки и управления риском. В последующем надзорный орган может снять требование о более высоком уровне достаточности капитала.

К числу важнейших вопросов, которые предстоит решать органам надзора совместно с банками, согласно Новому Базельскому соглашению по капиталу, относится, в частности, оценка процентного риска банковского портфеля (в первую очередь, ссуд и ценных бумаг, приобретенных с инвестиционными целями). Хотя этот риск находится за рамками как стандартного, так и модельного подходов к оценке рыночного риска, принятых в 1996 г. [18] и действующих в настоящее время, он также требует резервирования капитала. Однако ввиду большой разнородности методик оценки и управления данным риском Базельский комитет рекомендовал органам надзора опираться в своих подходах на внутрибанковские оценки, выраженные в виде соотношения изменения «экономической стоимости» к капиталу при определенном одномоментном изменении процентных ставок (*interest rate shock*). Стандартное значение такого «шока» равно 200 базисным пунктам (2%), при этом особое внимание органам надзора следует обращать на те банки, у которых экономическая стоимость снижается более чем на 20% от суммарной величины капитала I и II уровней*.

Помимо процентного риска банковского портфеля дополнительные требования к капиталу могут устанавливаться надзорными органами и против других видов риска, в частности «**остаточного**» риска (*residual risk*), возникающего при использовании механизмов снижения кредитного риска, таких как обеспечение, гарантии и кредитные производные инструменты**, а также риска, связанного с секьюритизацией банковских активов. Риск концентрации кредитного портфеля*** должен контролироваться посредством лимитирования крупных кредитных рисков (на одного контрагента или группу взаимосвязанных контрагентов, по отраслям экономики и географическим регионам, экономически взаимосвязанным контрагентам и видам обеспечения), а также периодического стресс-тестирования.

Базельский комитет делает особый акцент на том, что любые критерии оценки достаточности капитала, устанавливаемые органами надзора, и меры по их исполнению должны быть опубликованы и доведены до сведения банков.

Вместе с тем наиболее радикальные нововведения были предложены в рамках первого основания Нового соглашения — минимальных требований к достаточности банковского капитала. Из Соглашения 1988 г. в неизменном виде было взято определение капитала и совокупный минимальный норматив его достаточности на уровне 8%. Оба предложенных Базельским комитетом в 1996 г. [18] подхода к оценке рыночного риска торгового портфеля — стандартный и на основе внутренних моделей — также вошли практически без изме-

* Подробнее методика оценки подверженности процентному риску, предложенная Базельским комитетом, описана в [37].

** Остаточный риск включает в себя юридический риск, риск документации и риск ликвидности.

*** Общий подход Базельского комитета к управлению риском концентрации кредитного портфеля приведен в [38].

нений в Новое соглашение по капиталу. Неизменным остался и принцип альтернативности их применения, который в Новом Базельском соглашении по капиталу распространен также на кредитный и операционный риски* (табл. 9.13).

Таблица 9.13

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ РИСКОВ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ДОСТАТОЧНОСТИ КАПИТАЛА

Уровень	Кредитный риск	Операционный риск	Рыночный риск
Простой	Стандартный подход	Подход на основе базового индикатора	Стандартный подход
Промежуточный	Базовый подход на основе внутренних рейтингов	Стандартный подход	—
Передовой	Передовой подход на основе внутренних рейтингов	Передовые подходы к оценке риска	Подход на основе внутренних моделей

В отношении кредитного риска Базельский комитет предложил банкам возможность выбора из двух альтернативных подходов к расчету размера резервируемого капитала:

- а) **стандартного подхода** (*standardized approach*), основывающегося на методике Базельского соглашения по капиталу 1988 г. с модифицированной схемой взвешивания активов по риску в зависимости от кредитного рейтинга контрагента;
- б) **подхода на основе внутренних рейтингов** (*internal rating-based approach — IRB approach*), согласно которому размер резервируемого капитала рассчитывается на основе собственных оценок банками четырех составляющих кредитного риска: вероятности дефолта (*probability of default — PD*), подверженности кредитному риску в момент наступления дефолта (*exposure at default — EAD*), уровня потерь при наступлении дефолта (*loss given default — LGD*) и срока до окончания сделки (*maturity — M*)**. Для использования данного подхода банку необходимо выполнить определенные требования и получить разрешение органа надзора.

В то же время Базельский комитет не пошел навстречу настойчивым требованиям крупных банков и отложил на будущее введение подхода на основе внутренних моделей оценки кредитного риска портфеля, в котором размер капитала рассчитывается аналогично капиталу, резервируемому против рыночного риска торгового портфеля, с помощью внутренних моделей расчета кредитного VaR портфеля, таких как *CreditMetrics*, *CreditRisk+*, *CreditPortfolioView*, *Portfolio Manager****.

* Подходы к оценке операционного риска рассматриваются в гл. VI.

** Подробнее о составляющих риска дефолта и методах их оценки см. гл. V

*** Сравнительный обзор указанных моделей приведен в п. 5.18.1

Еще одним важным аспектом Нового Базельского соглашения по капиталу является значительное расширение круга **инструментов снижения кредитного риска** (*credit risk mitigant — CRM*), позволяющих уменьшить требования к капиталу. Если Соглашение 1988 г. признавало для целей достаточности капитала лишь немногие виды обеспечения (государственные долговые обязательства стран ОЭСР, долговые обязательства местных органов власти и международных банков развития), то Новое соглашение охватывает уже большинство финансовых инструментов, выполняющих функцию снижения кредитного риска, включая залоговое обеспечение, гарантии, поручительства, некоторые виды кредитных производных инструментов (в частности, кредитные свопы и свопы на совокупный доход), а также неттинг. Для этих инструментов Базельским комитетом предложено несколько различных методик оценки присущего им рыночного риска и их учета при определении требований к капиталу в рамках стандартного подхода и подхода на основе внутренних рейтингов.

Значительное внимание в Новом Базельском соглашении по капиталу уделяется такому способу управления кредитным риском, как секьюритизация активов, которая может осуществляться самим банком (при сохранении им за собой функции сбора процентных платежей с заемщиков) или другими организациями (в этом случае банк выступает как инвестор). Хотя секьюритизация предназначена для снижения собственной подверженности банка кредитному риску путем передачи прав собственности на активы и/или связанных с ними рисков третьим лицам, к ней нередко прибегают исключительно ради снижения требований к капиталу (*capital arbitrage*)*, что возможно в рамках ныне действующего Соглашения 1988 г. В целях предотвращения подобного рода практики Базельский комитет разработал несколько подходов к расчету размера капитала, резервируемого против рисков секьюритизации активов, которые отражают экономическую сущность этих операций.

Ниже мы вкратце рассмотрим основные положения новых подходов к оценке кредитного риска.

9.9.1. Модифицированный стандартный подход

Как и в Соглашении по капиталу 1988 г., стандартный подход в Новом соглашении заключается в классификации активов по видам контрагентов и «взвешивании» по риску их балансовой стоимости за вычетом созданных резервов. Однако в отличие от жесткой шкалы коэффициентов риска активов, введенной Базельским соглашением по капиталу 1988 г., в котором основным критерием классификации был «географический» признак, а именно территориальная принадлежность контрагента к странам ОЭСР (см. п. 9.2.2), в Новом соглашении предложено использовать *внешние рейтинги кредитоспособности*, рассчитываемые удовлетворяющими определенным требованиям рейтинговыми агентствами, в качестве критерия отнесения актива к той или иной группе риска (см. табл. 9.14). В данном подходе предполагается, что рейтинг,

* Определение понятия «арбитражных операций с капиталом» дано в п. 8.6.

присвоенный эмитенту, распространяется только на его *старшие по очередности необеспеченные обязательства*; в противном случае актив будет относиться в категорию «без рейтинга». Если же активу был присвоен собственный кредитный рейтинг, отличный от рейтинга его эмитента, то для целей достаточности капитала будет использоваться рейтинг данного актива.

Базельский комитет дает местным органам надзора право устанавливать более высокие, чем 100%, коэффициенты риска для обязательств отдельных корпораций, не имеющих кредитного рейтинга. Кроме того, банки с разрешения надзорного органа могут применять *единый для всех корпораций* весовой коэффициент в 100% независимо от их кредитного рейтинга для расчета требований к капиталу.

В рамках стандартного подхода вводится новый класс активов — так называемые **«розничные требования»** (*retail claims*), включающие различного рода ссуды частным лицам и малым предприятиям. Для портфелей таких активов, удовлетворяющих целому ряду критериев (в частности, общий объем задолженности одного заемщика не должен превышать 1 млн. евро и 0,2% общей стоимости портфеля), установлен коэффициент риска в 75%. В Новом соглашении снижен и весовой коэффициент для ипотечных ссуд, полностью обеспеченных залогом жилой недвижимости, который теперь будет равен 35%.

В отношении необеспеченной дебиторской задолженности (кроме задолженности по ипотечным ссудам), просроченной в течение более 90 дней, коэффициент риска устанавливается в зависимости от величины созданных резервов на покрытие связанных с ними потерь: 150%, если резерв составляет менее 20% от суммы непогашенной задолженности, и 100% — в остальных случаях (если резерв создан в размере не менее 50% от суммы задолженности, весовой коэффициент может быть понижен органом надзора до 50%).

В рамках модифицированного стандартного подхода предусмотрены ряд различающихся по степени сложности методик учета различных способов снижения кредитного риска, допустимых для целей достаточности капитала. В частности, для учета вносимого в залог обеспечения предусмотрены два альтернативных подхода: простой и всеобъемлющий. В **простом подходе** (*simple approach*) к той части стоимости актива, которая полностью покрывается рыночной стоимостью переданного в залог обеспечения, применяется коэффициент риска, соответствующий данному виду обеспечения. Оставшаяся же часть стоимости актива получает коэффициент риска, определенный для данного заемщика. **Всеобъемлющий подход** (*comprehensive approach*) дает банкам возможность корректировать подверженность кредитному риску с учетом рыночной стоимости обеспечения, ее волатильности и волатильности стоимости самого актива. Для этой цели используется набор понижающих коэффициентов (*haircuts*), стандартные значения которых установлены Базельским комитетом, но могут рассчитываться также и самими банками путем анализа волатильности рыночной стоимости активов (в частности, для сделок репо допускается использование внутренних моделей расчета VaR) при условии соблюдения ими определенных качественных и количественных требований (во многом аналогичных критериям, рассмотренным в п. 9.5)*. Под-

* Критерии и формулы для расчета понижающих коэффициентов подробно изложены в [41]

Таблица 9.14

КОЭФФИЦИЕНТЫ РИСКА АКТИВОВ,%

Эмитент		Рейтинг по шкале S&P					
		От AAA до AA –	От A+ до A–	От BBB+ до BBB–	От BB+ до B–	Ниже B–	Без рейтинга
Государства ¹		0 ²	20	50	100	150	100
Банки ³ : вариант I		20 ¹	50 ¹	100 ¹	100	150	100
Банки: вариант II ⁴	> 3 мес.	20	50	50	100	150	50 ²
	< 3 мес.	20	20 ⁶	20 ⁶	50 ⁶	150	20 ⁶

Эмитент		Рейтинг по шкале S&P				
		От AAA до AA–	От A+ до A–	От BBB+ до BB–	Ниже BB–	Без рейтинга
Корпорации ⁵		20	50	100	150	100 ²

Примечания:

Национальным органам надзора разрешается устанавливать меньшие коэффициенты риска для вложений банков в государственные долговые обязательства *стран их базирования*, денонмированные и погашаемые в национальной валюте.

¹ Нулевой коэффициент риска может быть присвоен также обязательствам Банка международных расчетов, Международного валютного фонда, Европейского центрального банка и Европейского союза.

² Обязательства государственных предприятий и учреждений (за исключением центрального правительства) также относятся к данной группе. Это же распространяется и на обязательства инвестиционных компаний, если к последним применяются требования к достаточности капитала с учетом риска, аналогичные базельским; в противном случае инвестиционные компании относятся к группе «Корпорации».

³ Обязательствам банка присваивается коэффициент риска *на один уровень выше*, чем соответствующий коэффициент риска страны, в которой зарегистрирован данный банк.

Коэффициенты риска основаны на оценке кредитоспособности конкретного банка. Эта категория включает в себя также и обязательства международных банков развития (кроме тех, которым присвоен коэффициент риска в 0%).

⁴ Обязательства *банков* с коротким первоначальным сроком до погашения (до 3 месяцев), присваивается коэффициент риска *на один уровень ниже*, чем обычный коэффициент риска для обязательств данного банка (но не ниже 20%).

Для обязательств банков и корпораций *без кредитного рейтинга* коэффициент риска не должен быть ниже, чем коэффициент риска для государственных обязательств страны, в которой они зарегистрированы.

⁵ В том числе обязательства страховых компаний.

верженность кредитному риску по обеспеченным залогом сделкам рассчитывается следующим образом:

$$E^* = \max \{0, (E \times (1 + H_E) - C \times (1 - H_C - H_{ix}))\}, \quad (9.12)$$

где E^* — подверженность кредитному риску по сделке с учетом обеспечения;

E — текущая подверженность кредитному риску (без учета обеспечения);

H_E — понижающий коэффициент для данного вида актива;

C — стоимость полученного в виде залога обеспечения;

H_C — понижающий коэффициент для данного вида обеспечения;

H_{ix} — понижающий коэффициент, применяемый в случае, если актив выражен в валюте, отличной от его валюты его обеспечения.

Рассчитанная по формуле (9.12) стоимость актива с учетом обеспечения должна быть умножена на коэффициент риска, соответствующий заемщику (контрагенту по сделке).

Таким образом, важнейшие отличия модифицированного стандартного подхода от введенного в 1988 г. порядка взвешивания активов по риску заключаются в следующем.

Во-первых, *полностью безрисковыми* отныне будут считаться только вложения в обязательства государств с наивысшим кредитным рейтингом, а не любые требования к государствам, выраженные в их национальных валютах, как в Соглашении 1988 г.

Во-вторых, *на выбор национальных органов надзора* предложены два альтернативных варианта взвешивания по риску требований к банкам: в первом из них коэффициент риска устанавливается на одну градацию выше, чем у страны базирования банка-заемщика, а во втором — *весовой коэффициент* зависит исключительно от кредитного рейтинга контрагента. В последнем случае впервые становится возможной ситуация, когда коэффициент риска для краткосрочных обязательств банка будет ниже, чем соответствующий коэффициент для государственных обязательств страны его базирования.

В-третьих, *ссуды заемщикам, представляющим промышленность, торговлю и сферу услуг, теперь существенно различаются по степени риска*. Хотя базовая ставка в размере 100% осталась неизменной для большинства групп риска, она все же может быть снижена для первоклассных заемщиков до 20% и для заемщиков с относительно низким риском — до 50%. Напротив, самые рискованные корпоративные ссуды будут учитываться при расчете капитала с коэффициентом риска в 150%.

Очевидно, что действенность модифицированного стандартного подхода будет напрямую зависеть от качества и оперативности изменений внешних рейтинговых оценок, в отношении чего многие специалисты высказывают сомнение. Гораздо больший интерес со стороны банковского сообщества вызвал второй из альтернативных подходов, заключающийся в использовании внутрибанковских рейтинговых систем для определения достаточности капитала. Основанием для этого подхода является общее мнение, что никто не знает

истинный риск операций лучше, чем сами банки, обладающие наиболее детальной и актуальной информацией о своих клиентах. Однако этот подход еще требует значительных уточнений и доработок, а также всесторонней апробации на практике.

9.9.2. Подход на основе внутренних рейтингов

Подход на основе внутренних рейтингов существует в двух вариантах, различающихся по уровню сложности: **базовый** (*foundation IRB approach*) и **передовой** (*advanced IRB approach*). Так как оба эти варианта основываются на внутрибанковских оценках основных параметров кредитного риска, они позволяют рассчитать более чувствительные к риску требования к капиталу, чем при использовании стандартного подхода. Однако в подходе на основе внутренних рейтингов банки не могут самостоятельно определять все составляющие, необходимые для расчета требований к капиталу. Коэффициенты риска для каждого вида активов, а значит, и требования к капиталу определяются «смешанным» образом: формулы их расчета задает Базельский комитет, а банки рассчитывают входные параметры по внутренним данным. Основное различие между этими двумя вариантами состоит в параметрах расчета кредитного риска, оцениваемых самим банком, с одной стороны, и задаваемых органом надзора, с другой (табл. 9.15).

В подходе на основе внутренних рейтингов выделяют следующие типы ссудных операций в зависимости от статуса заемщика:

- 1) кредитование корпораций, включающее, в свою очередь, пять видов **специализированных ссудных операций** (*specialised lending — SL*):
 - проектное финансирование (*project finance*);
 - объектное финансирование (*object finance*): кредитование с целью приобретения заемщиком материальных активов, например лизинг оборудования;
 - товарное финансирование (*commodity finance*): краткосрочное кредитование с целью приобретения заемщиком стандартных биржевых товаров;
 - кредитование под залог приносящей доход недвижимости (*income-producing real estate*);
 - кредитование под залог коммерческой недвижимости с высоким уровнем риска (*high-volatility commercial real estate — HVCRE*)*;
- 2) вложения в государственные обязательства;
- 3) кредитование банков;
- 4) розничное кредитование (*retail exposure*)**, в котором выделяют:

* Высокий уровень риска в данном случае означает высокую волатильность вероятности наступления дефолта.

** Данные операции обязательно должны объединяться в пул кредитов, имеющих близкие характеристики.

Таблица 9.15

ХАРАКТЕРИСТИКИ БАЗОВОГО И ПЕРЕДОВОГО ПОДХОДОВ НА ОСНОВЕ ВНУТРЕННИХ РЕЙТИНГОВ

Исходные данные	Базовый IRB	Передовой IRB
Вероятность дефолта	Данные, предоставляемые банком на основе собственных оценок	Данные, предоставляемые банком на основе собственных оценок
Подверженность кредитному риску в момент дефолта	Нормативные значения, установленные Базельским комитетом	Данные, предоставляемые банком на основе собственных оценок
Уровень потерь при наступлении дефолта	Нормативные значения, установленные Базельским комитетом	Данные, предоставляемые банком на основе собственных оценок
Срок до окончания сделки	Нормативные значения, установленные Базельским комитетом, или данные, предоставляемые банком на основе собственных оценок*	Данные, предоставляемые банком на основе собственных оценок*

* Для некоторых видов операций срок до их завершения может быть установлен нормативно органом надзора.

- ипотечное кредитование населения, обеспеченное залогом жилой недвижимости;
 - возобновляемое розничное кредитование населения (*revolving retail exposure*)*;
 - прочие розничные кредиты (в том числе кредитование малых предприятий, суммарный объем задолженности которых не превышает 1 млн. евро);
- 5) неконсолидированные вложения в капитал третьих лиц (в виде акций, долей и иных инструментов, удостоверяющих права собственности и характеризующихся наиболее низкой очередностью удовлетворения требований их держателей в случае банкротства);
- 6) приобретение у третьих лиц прав требования к розничным и корпоративным дебиторам.

Расчет требований к капиталу, резервируемому под операции розничного кредитования, допускается только в рамках передового подхода на основе внутренних рейтингов. Иными словами, банки должны самостоятельно оценивать все три ключевые составляющие риска: PD^{**} , EAD и LGD из расчета на один год.

* К возобновляемым розничным ссудам относятся только те активы, годовой процентный доход по которым превосходит величину ожидаемых потерь плюс два стандартных отклонения годовых потерь от среднего значения.

** Нижняя граница для вероятности банкротства всех категорий заемщиков в течение 1 года установлена на уровне 0.03%.

Для первых трех групп заемщиков минимальные требования к размеру резервируемого капитала (*capital requirement* — CR) рассчитываются по следующей формуле*:

$$CR = LGD \cdot N \left(\frac{N^{-1}(PD) + \sqrt{\rho(PD)} N^{-1}(C)}{\sqrt{1 - \rho(PD)}} \right) \cdot EAD \cdot \frac{1 + (M - 2,5)b(PD)}{1 - 1,5b(PD)}, \quad (9.13)$$

где $N(x)$ — функция стандартного нормального распределения;

$N^{-1}(x)$ — обратная функция стандартного нормального распределения;

$\rho(PD)$ — коэффициент корреляции, являющийся функцией от вероятности дефолта;

C — доверительный интервал (для всех видов ссуд Базельским комитетом установлено значение $C = 0,999$);

$b(PD)$ — поправка на срок до окончания сделки: $b(PD) = (0,08451 - 0,05898 \ln PD)^2$.

Помимо вероятности дефолта конкретного заемщика, кредитный риск в формуле (9.13) учитывается также и в коэффициенте корреляции, который отражает уровень риска, присущий данному классу активов. Чем выше коэффициент корреляции, тем больше непредвиденные потери при заданной вероятности дефолта.

Коэффициенты корреляции рассчитываются по следующим формулам, установленным Базельским комитетом для различных типов заемщиков:

- ссуды корпорациям, государственным учреждениям и банкам:

$$\rho = 0,12 \cdot \left(\frac{1 - e^{-50PD}}{1 - e^{-50}} \right) + 0,24 \cdot \left(1 - \frac{1 - e^{-50PD}}{1 - e^{-50}} \right); \quad (9.14)$$

- ссуды малым и средним предприятиям с годовым оборотом (S) от 5 млн. до 50 млн. евро:

$$\rho = 0,12 \cdot \left(\frac{1 - e^{-50PD}}{1 - e^{-50}} \right) + 0,24 \cdot \left(1 - \frac{1 - e^{-50PD}}{1 - e^{-50}} \right) - 0,04 \cdot \left(1 - \frac{S - 5}{45} \right); \quad (9.15)$$

- ссуды под залог коммерческой недвижимости с высоким уровнем риска:

$$\rho = 0,12 \cdot \left(\frac{1 - e^{-50PD}}{1 - e^{-50}} \right) + 0,30 \cdot \left(1 - \frac{1 - e^{-50PD}}{1 - e^{-50}} \right). \quad (9.16)$$

Последний множитель в формуле (9.13), отражающий срок, оставшийся до завершения операции, используется *только применительно к ссудам корпорациям, государственным учреждениям и банкам*. Орган надзора имеет право устано-

* Формула (9.13) без последнего множителя представляет собой частный случай модели *CreditMetrics* для одного актива при допущении о бесконечной «делимости» портфеля.

вить для всех активов величину M равной 2,5 годам или же потребовать от банка рассчитывать «эффективный» срок до погашения в явном виде по формуле*:

$$M = \frac{\sum_t t \cdot CF_t}{\sum_t CF_t}, \quad (9.17)$$

где CF_t — величина выплаты, осуществляемой заемщиком в момент времени t .

В случае если банк не удовлетворяет критериям, необходимым для самостоятельного расчета вероятности дефолта по операциям корпоративного кредитования, он должен установить соответствие между собственной системой кредитных рейтингов и нормативной шкалой кредитного качества (табл. 9.16). При использовании нормативной шкалы взвешивание по риску осуществляется аналогично стандартному подходу. Этот упрощенный вариант подхода на основе внутренних рейтингов в Новом соглашении по капиталу называется «**подходом на основе надзорных критериев классификации**» (*supervisory slotting criteria approach*).

В базовом подходе на основе внутренних рейтингов уровень восстановления задолженности для любых старших по очередности необеспеченных государственных, корпоративных и банковских обязательств равен 45%, а для субординированных обязательств этих же заемщиков — 75%. Банкам разрешается учитывать наличие обеспечения и иные допустимые механизмы снижения риска при определении величины параметра LGD . В частности, наличие залога позволяет скорректировать величину LGD по следующей формуле:

$$LGD' = \max \left(0, LGD \frac{E^*}{E} \right), \quad (9.18)$$

где LGD' — уровень восстановления задолженности с учетом обеспечения;

LGD — уровень восстановления задолженности, используемый «по умолчанию» (без учета обеспечения);

E^* — подверженность кредитному риску по сделке с учетом обеспечения, рассчитанная по формуле (9.12);

E — текущая подверженность кредитному риску (без учета обеспечения).

В рамках передового подхода банкам разрешается самостоятельно оценивать величину LGD при условии соблюдения ими ряда критериев.

Величина подверженности кредитному риску по операциям рассчитывается для балансовых активов как общая сумма задолженности заемщика перед банком (без учета созданных резервов) и как кредитный эквивалент — для забалансовых статей. В рамках базового подхода на основе внутренних рейтингов установлены новые значения конверсионных коэф-

* Расчет срока до погашения по формуле (9.17) является обязательным для ссуд предприятиям, годовой оборот которых превышает 500 млн. евро.

Таблица 9.16

**КОЭФФИЦИЕНТЫ РИСКА АКТИВОВ В ПОДХОДЕ
НА ОСНОВЕ НАДЗОРНЫХ КРИТЕРИЕВ КЛАССИФИКАЦИИ**

Кредитное качество	Высокое	Хорошее	Удовлетворительное	Низкое	Дефолт
Примерный кредитный рейтинг	BBB- и выше	BB+ или BB	BB- или B+	От B до C-	—
Коэффициент риска для операций кредитования под залог коммерческой недвижимости с высоким уровнем риска, %	100	125	175	350	625
Коэффициент риска для всех остальных видов специализированного кредитования корпоративных заемщиков, %	75	100	150	350	625

коэффициентов и правила их применения, отличные от принятых в Соглашении 1988 г.

Для операций с розничными заемщиками минимальные требования к размеру резервируемого капитала определяются с помощью формулы:

$$CR = LGD \cdot N \left(\frac{N^{-1}(PD) + \sqrt{\rho(PD)} N^{-1}(C)}{\sqrt{1 - \rho(PD)}} \right) \cdot EAD. \quad (9.19)$$

Значения коэффициентов корреляции вычисляются следующим образом:

- розничные ссуды под залог жилой недвижимости:

$$\rho = 0.15;$$

- возобновляемые розничные ссуды*:

$$\rho = 0.02 \cdot \left(\frac{1 - e^{-50PD}}{1 - e^{-50}} \right) + 0.11 \cdot \left(1 - \frac{1 - e^{-50PD}}{1 - e^{-50}} \right); \quad (9.20)$$

* Формула (9.20) базируется на допущении, что 75% годовых потерь вследствие кредитного риска по возобновляемым розничным ссудам будет покрыто за счет будущего процентного дохода.

- прочие розничные кредиты:

$$\rho = 0,02 \cdot \left(\frac{1 - e^{-35PD}}{1 - e^{-35}} \right) + 0,17 \cdot \left(1 - \frac{1 - e^{-35PD}}{1 - e^{-35}} \right). \quad (9.21)$$

Отметим, что для операций розничного кредитования не установлено нормативных значений параметров PD , LGD и EAD , т. е. они рассчитываются банками самостоятельно при соблюдении всех условий и критериев, необходимых для применения передового подхода на основе внутренних рейтингов.

Наконец, для оценки риска неконсолидированных вложений в капитал других компаний Базельский комитет предложил банкам на выбор два альтернативных подхода: «рыночный» и так называемый «подход PD/LGD ». В свою очередь, в рамках **рыночного подхода** (*market-based approach*) существуют два варианта: простой метод взвешивания по риску и метод на основе внутренних моделей. Согласно **простому методу взвешивания по риску** (*simple risk weight method*), стоимость вложений в акции и им подобные инструменты умножается на 300% для ценных бумаг, обращающихся на организованном фондовом рынке, и на 400% — для всех остальных ценных бумаг. Метод на основе внутренних моделей разрешает банкам рассчитывать требования к капиталу в виде показателя VaR , вычисленного с доверительным интервалом 99% для разности квартальной доходности активов и подходящей безрисковой нормы доходности, оцененной за большой интервал времени. «Подход PD/LGD » (*PD/LGD approach*) во многом аналогичен рассмотренному выше передовому подходу на основе внутренних рейтингов, применяемому к долговым обязательствам. Вероятность дефолта эмитентов долевых инструментов (PD) должна отвечать тем же требованиям, что и внутрибанковская оценка вероятности дефолта заемщиков. Если банк является только совладельцем, но не кредитором данной компании, то для заданной вероятности дефолта коэффициент риска, применимый к долевым инструментам, рассчитывается путем умножения соответствующего коэффициента риска для долговых инструментов данной компании на 1,5. Для всех вложений в долевые инструменты базовое значение уровня восстановления задолженности устанавливается в размере 90%, при том что максимальный коэффициент риска для такого рода операций равен 1250% (что при 8%-ном нормативе достаточности капитала соответствует 100%-ному покрытию активов капиталом).

В целом, необходимо признать, что разработчикам Нового Базельского соглашения по капиталу удалось значительно повысить чувствительность шкалы коэффициентов риска активов, выражающуюся в количестве различных градаций риска — с пяти уровней в ныне действующем Соглашении до двадцати: 0, 20, 35, 50, 75, 100, 150% — в базовой шкале, используемой в модифицированном стандартном подходе; 125, 175, 300, 350, 400, 625, 1250% — при взвешивании активов по риску в подходе на основе внутренних рейтингов и 7, 12, 15, 250, 425, 650% — при взвешивании по риску секьюритизированных активов. В то же время в шкале появились новые весовые коэффициенты, превышающие 100% и применяемые по отношению к самым рискованным активам. Стоит отметить, что критики Нового соглашения, основываясь

на расчетах эквивалентного «экономического» капитала, давно указывали на целесообразность введения еще более высоких весовых коэффициентов (вплоть до 400% и выше) для активов с самым высоким риском, поскольку норматив достаточности капитала оставлен без изменений в размере 8% [29]. Однако в этом случае возникают трудности с интерпретацией коэффициентов риска, превышающих 100%, как средней вероятности потерь по данному классу вложений с учетом восстановления. Отсюда следует, что подобное увеличение коэффициентов риска будет являться не чем иным, как скрытым повышением требований к капиталу.

9.10. Заключение

В идеале, регулирование банковского капитала, естественно, должно объективно учитывать рискованность кредитов и активов в целом. К сожалению, в настоящее время далеко не столь очевидно, каким образом эта цель может быть достигнута на практике. В США во многих крупнейших банках считают оптимальной схему, которая позволит банкам использовать внутренние модели оценки всех основных рисков. В большинстве регулирующих надзорных органов стран Европы, напротив, не испытывают оптимизма в отношении самых современных и сложных моделей управления рисками. В настоящее время нет полной уверенности даже в том, что подобные модели годятся для адекватной оценки рыночных рисков, в особенности в условиях развивающихся рынков.

Несмотря на это, российские органы государственного регулирования, взяв лучшее из добровольных самоограничений, накладываемых на себя банковскими системами наиболее развитых стран, разрабатывают собственные ограничения с учетом особенностей национального финансового сектора.

Литература

1. Антипова О. Н. Международные стандарты банковского надзора. — М.: Центр подготовки персонала Банка России, 1997.
2. Беляков А. В. Банковские риски: проблемы учета, управления и регулирования. — М.: Издательская группа «БДЦ-пресс», 2003.
3. Возможности и трудности нового Соглашения о капитале Базельского комитета. PricewaterhouseCoopers, 2001.
4. Инструкция ЦБ РФ «О порядке регулирования деятельности коммерческих банков» от 1 октября 1997 г. №1.
5. Инструкция ЦБ РФ «О порядке формирования и использования резерва на возможные потери по ссудам» от 30 июня 1997 г. №62а.
6. Инструкция ЦБ РФ «О применении к кредитным организациям мер воздействия за нарушения пруденциальных норм деятельности» от 31 марта 1997 г. №59.
7. Инструкция ЦБ РФ «Об установлении лимитов открытой валютной позиции и контроле за их соблюдением уполномоченными банками Российской Федерации» от 22 мая 1996 г. №41.

8. Ларионова И. В. Реорганизация коммерческих банков. — М.: Финансы и статистика, 2000.
9. Ляховский В. С. и др. Что и как Банк России проверяет в коммерческих банках: Сб. нормат. актов с коммент. — М.: Гелиос АРВ, 2000.
10. Положение ЦБ РФ «О методике расчета собственных средств (капитала) кредитных организаций» от 10 февраля 2003 г. №215-П.
11. Положение ЦБ РФ «О порядке расчета кредитными организациями размера рыночных рисков» от 24 сентября 1999 г. №89-П.
12. Положение ЦБ РФ «О порядке формирования кредитными организациями резерва на возможные потери» от 12 апреля 2001 г. №137-П.
13. Положение ЦБ РФ «Об организации внутреннего контроля в банках» от 28 августа 1997 г. №509.
14. Синки Дж., мл. Управление финансами в коммерческом банке. — М.: Galaxy, 1994.
15. Усоскин В. М. Базельские стандарты адекватности банковского капитала: эволюция подходов//Деньги и кредит, 2000, №7.
16. A New capital adequacy framework. Consultative document. Basle Committee on Banking Supervision, 1999, June.
17. Absage an Selbstregulierung//Handelsblatt. 10.11.1997. Nr. 216. S. 18.
18. Amendment to the Capital Accord to incorporate market risks. Basle Committee on Banking Supervision, 1996, January.
19. An internal model-based approach to market risk capital requirements. Basle Committee on Banking Supervision, 1995, April.
20. Core principles for effective banking supervision. Basel Committee on Banking Supervision, 1997, September.
21. Core principles methodology. Basel Committee on Banking Supervision, 1999, October.
22. Council directive 93/6/EEC of 15 March 1993 on the capital adequacy of investment firms and credit institutions//Official Journal of the European Communities. 11.06.1993. No. L 141. P. 1–26.
23. Der neue Grundsatz I. Deutsche Bundesbank. Monatsbericht, 1998, Mai.
24. Directive 98/31/EC of the European Parliament and of the Council of 22 June 1998 amending Council Directive 93/6/EEC on the capital adequacy of investment firms and credit institutions//Official Journal of the European Communities. 21.07.1998. No. L 204. P. 13–25.
25. Freixas X., Rochet J.-C. Microeconomics of banking. — Cambridge: MIT Press, 1997.
26. Holtdorf C., Rudolf M. Market risk: Benchmark and standard model//In: Frenkel M., Hommel U., Rudolf M. (eds.) Risk management: Challenge and opportunity. — Berlin: Springer Verlag, 2000. P. 121–140.
27. Instruments eligible for inclusion in Tier I capital. Press release. Basle Committee on Banking Supervision, 1998, October 27.

28. International convergence of capital measurement and capital standards. Basle Committee on Banking Supervision, 1988, July, updated to 1997, April.
29. Jovic D., Beutler M. Paradoxical incentives in the New Basel capital framework//Risk Professional. 2000. V. 2. No. 5. P. 36–39.
30. Kupiec P. C., O'Brien J. M. The pre-commitment approach: Using incentives to set market risk capital requirements. Board of Governors of the Federal Reserve System, 1997, March.
31. Lucas A. Testing backtesting: An evaluation of the Basle guidelines for backtesting internal risk management models of banks. Research memorandum 1998-I. Vrije Universiteit Amsterdam, 1998.
32. Marshall D., Venkataraman S. Bank capital for market risk: A study in incentive-compatible regulation//Chicago Fed Letter. Number 104. 1996. April.
33. Matten C. Managing bank capital: Capital allocation and performance measurement. 2nd ed. — Chichester: John Wiley & Sons, Ltd., 2000.
34. Mishkin F. S. (ed.) Prudential supervision: What works and what doesn't. — Chicago: The University of Chicago Press, 2001.
35. Overview of the Amendment to the Capital Accord to incorporate market risks. Basle Committee on Banking Supervision, 1996, January.
36. Overview of the New Basle capital accord. Basle Committee on Banking Supervision, 2003, April.
37. Principles for the management and supervision of interest rate risk. Consultative document. Basel Committee on Banking Supervision, 2001, January.
38. Principles for the management of credit risk. Basel Committee on Banking Supervision, 2000, September.
39. Rattaggi M. L. International regulatory requirements for risk management (1988–1998)//In: Lore M., Borodovsky L. (eds.) The professional's handbook of financial risk management. — Oxford: Butterworth-Heinemann, 2000. P. 690–739.
40. Supervisory framework for the use of «backtesting» in conjunction with the internal models approach to market risk capital requirements. Basle Committee on Banking Supervision, 1996, January.
41. The New Basel capital accord. Consultative document. Basle Committee on Banking Supervision, 2003, April.
42. The supervisory treatment of market risks. Basle Committee on Banking Supervision, 1993, April.

Х. Макроэкономические риски в деятельности кредитных организаций

С. В. ЗАМКОВОЙ,
В. К. ШПРИНГЕЛЬ

10.1. Макропруденциальные индикаторы

До недавнего времени одной из проблем стандартного подхода к регулированию рисков банковской деятельности, принятого Базельским комитетом по банковскому надзору, являлось отсутствие анализа взаимосвязей банковских рисков и динамики макроэкономических индикаторов. Согласно данному подходу, при расчете достаточности капитала (являющейся, по сути, ядром действующей концепции регулирования банковских рисков) оценка степени риска активов принимается статической, не зависящей от макроэкономических условий банковской деятельности, что существенным образом ограничивает эффективность учета рисков.

Актуальность этой проблемы стимулировала рост интереса международных регулирующих органов, таких как Базельский комитет по банковскому надзору, Международный валютный фонд и др., к работе по поиску так называемых **макропруденциальных индикаторов** (*macroprudential indicators*), представляющих собой комплекс показателей (собственно банковских и макроэкономических), определенным образом связанных с рисками и устойчивостью банковских систем.

Механизм макропруденциального анализа включает построение и использование различных индикаторов, основанных на агрегированных показателях банковской системы, полученных от центральных банков и надзорных органов, а также на макроэкономических и финансовых показателях, характеризующих устойчивость банковского сектора. Эти индикаторы позволяют выявить тенденции к нарастанию рисков внутри банковской системы, потенциальные источники потрясений, находящиеся вне ее, а также каналы «переноса инфекции», через которые проблемы одного кредитного института могут быстро распространиться на банковские учреждения других стран. Используемая техника системного анализа опирается на количественные индикаторы и качественную интерпретацию информации, получаемой в процессе банковского надзора. Основные макропруденциальные индикаторы приведены в табл. 10.1 [5].

Таблица 10.1

ОСНОВНЫЕ МАКРОПРУДЕНЦИАЛЬНЫЕ ИНДИКАТОРЫ

Агрегированные микропруденциальные индикаторы	Макроэкономические индикаторы
<ol style="list-style-type: none"> 1. Достаточность капитала <ul style="list-style-type: none"> • коэффициенты совокупной достаточности капитала • частота распределения (концентрация) достаточности капитала по группам банков 2. Качество активов кредитных организаций <ul style="list-style-type: none"> • распределение выданных кредитов по секторам экономики • кредиты, номинированные в инвалюте • просроченная задолженность и резервы • проблемные кредиты предприятиям государственного сектора • уровень риска активов • связанное кредитование • коэффициенты финансовой зависимости 3. Состояние заемщика <ul style="list-style-type: none"> • соотношение «долг/капитал» • прибыльность предприятия • прочие характеристики состояния предприятия • задолженность домашних хозяйств 4. Качество управления <ul style="list-style-type: none"> • показатели расходов • чистая прибыль на одного работника • рост числа финансовых институтов 5. Показатели прибыли <ul style="list-style-type: none"> • рентабельность активов • рентабельность акционерного капитала • показатели доходов и расходов • структурные индикаторы прибыльности 6. Ликвидность <ul style="list-style-type: none"> • кредиты центрального банка финансовым организациям • сегментация межбанковской процентной ставки • отношение депозитов к денежным агрегатам • коэффициент «кредиты/депозиты» • структура активов и обязательств по срочности (коэффициенты ликвидности активов) • показатели вторичной рыночной ликвидности 7. Чувствительность к рыночному риску <ul style="list-style-type: none"> • риск изменения обменных курсов) • риск изменения процентных ставок • риск изменения курсов акций, риск изменения цен на сырьевые товары 8. Основные характеристики рынка <ul style="list-style-type: none"> • рыночная стоимость финансовых инструментов, включая акции • индикаторы избыточной доходности • кредитные рейтинги • разрывы в доходности по государственным облигациям 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Экономический рост <ul style="list-style-type: none"> • совокупные темпы роста • падение темпа роста по отдельным секторам 2. Платежный баланс <ul style="list-style-type: none"> • дефицит текущего счета • достаточность валютных резервов • внешний долг (с учетом срочной структуры) • условия торговли • потоки капитала (по составу и срокам) 3. Инфляция <ul style="list-style-type: none"> • размах (волатильность) инфляции 4. Процентные ставки и валютный курс <ul style="list-style-type: none"> • волатильность процентных ставок и курса национальной валюты • уровень реальной процентной ставки на внутреннем рынке • устойчивость обменного курса • гарантированный валютный курс 5. Рост объемов кредитования и стоимости активов <ul style="list-style-type: none"> • рост объемов кредитования • рост стоимости активов 6. Эффекты «заражения» <ul style="list-style-type: none"> • внешнеторговые каналы распространения кризиса • корреляция в динамике финансовых рынков 7. Прочие факторы <ul style="list-style-type: none"> • направляемые (государством) кредиты и инвестиции • использование государством ресурсов банковской системы • совокупная задолженность в экономике

Из приведенного перечня видно, что на устойчивость банковских систем, как предполагается, влияет динамика значительного количества индикаторов, и, вполне очевидно, этот список можно продолжить. Дальнейшая работа будет состоять в построении системы агрегированных показателей устойчивости банковских систем и исследовании их динамики, тестировании их на наличие «пороговых» значений, за которыми наступает кризис и т.д. В настоящее время сложно прогнозировать, приведет ли к успеху поиск широкого круга макро- и микроэкономических показателей, влияющих на банковские системы, и конструирование на их основе нескольких индикаторов, описывающих состояние устойчивости банковских систем. Наиболее вероятно создание многофакторных моделей, удовлетворительно описывающих состояния банковских систем. Вместе с тем, проблема прогностической значимости таких моделей остается открытой. К сожалению, аналогичные работы в области страновых рисков, проводимые международными рейтинговыми агентствами, пока не привели к должным результатам: в частности, ни одно из этих агентств не смогло прогнозировать масштаб кризисов на международных финансовых рынках в 1997–1998 гг.

10.2. Модели возникновения финансовых кризисов

В связи с ограниченностью результатов, полученных к настоящему времени при исследовании макропруденциальных индикаторов, для анализа макроэкономических рисков банковской деятельности необходимо обратиться к современным моделям возникновения финансовых кризисов.

Изучение причин финансовых кризисов активно проводится на протяжении последних 20 лет, однако в силу того что кризисы чрезвычайно разнообразны как по своим причинам, так и по проявлениям, на сегодняшний день не существует устоявшейся, принятой всеми точки зрения по большинству основных вопросов. Не наблюдается консенсуса даже в отношении того, как определить понятие финансового кризиса. В связи с этим экономисты, исследующие поведение финансовых рынков одних и тех же стран в одни и те же периоды времени, насчитывают разное число кризисных эпизодов, причем оценки могут расходиться в 1,5–2 раза.

Наиболее распространенные определения валютных и банковских кризисов сформулировали соответственно Франкель и Роуз [6] и Демиргюк-Кунт и Детрагич [4].

Франкель и Роуз предложили под **валютным кризисом** понимать 25%-ное номинальное обесценение национальной валюты, сопровождающееся 10%-ным увеличением темпа обесценения валюты по сравнению со средним уровнем за последние 5 лет.

Согласно исследованию Демиргюк-Кунта и Детрагич, ситуация в банковской системе может быть оценена как **кризисная**, если выполняется одно из перечисленных ниже условий:

- 1) доля неработающих активов в общем объеме активов превышает 10%;
- 2) затраты на восстановление банковской системы превышают 2% ВВП;
- 3) проблемы банковского сектора приводят к национализации значительной (свыше 10%) части банковского сектора;

- 4) происходит массовое изъятие депозитов или налагаются ограничения по их выплатам, объявляются «банковские каникулы».

Совместное рассмотрение банковских и валютных кризисов обусловлено двумя причинами: 1) для исследования применяются схожие методы, а применение одних и тех же систем анализа позволяет выявить как угрозу возникновения системного банковского кризиса, так и риск существенной девальвации национальной валюты; 2) как будет показано далее, банковские и валютные кризисы тесно связаны между собой, и девальвация национальной валюты значительно повышает риск возникновения банковского кризиса, и наоборот.

Поиск факторов, играющих важную роль в формировании кризисной ситуации на финансовом рынке (так называемых «опережающих» индикаторов кризиса), при помощи эконометрических методов исследования активно начался в 90-е годы. Очевидную задержку в появлении эмпирических исследований по отношению к теоретическим работам можно объяснить двумя причинами. Во-первых, анализ причин кризисов с помощью математико-статистических методов требует наличия протяженного ряда наблюдений. Во-вторых, предварительно было необходимо разработать соответствующие методики исследования.

Были разработаны три различных подхода к определению факторов финансовых кризисов. Первый состоит в выявлении с помощью стандартного регрессионного анализа вклада различных факторов в возникновение финансовых кризисов.

10.2.1. Подход на основе регрессионного анализа

Стандартные регрессии применяются для выявления причин валютных кризисов. Такой подход не позволяет определить время начала кризиса, однако с его помощью можно установить, какие страны могут подвергнуться спекулятивной атаке на национальную валюту в случае негативного изменения ситуации на мировых финансовых и товарных рынках.

Впервые данный метод был применен Саксом, Торнеллом и Веласко [16] для исследования причин мексиканского валютного кризиса 1994–1995 гг. (далее — модель STV). Модель STV предполагает, что факторы обладают предсказательной силой в отношении валютных кризисов, если каждое индивидуальное значение параметра β_i и их сумма статистически отличаются от нуля в уравнении:

$$Ind = \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i F_i, \quad (10.1)$$

где Ind — значение кризисного индекса*.

F_i — значение объясняющей переменной (конкретное значение фактора или «фиктивная» (бинарная) переменная, принимающая

* Кризисный индекс равен взвешенной сумме изменения золотовалютных резервов за период кризиса и отклонения фактического валютного курса от трендового значения, где веса таковы, что обеспечивается равенство условных дисперсий компонентов индекса.

значение 0 или 1 в зависимости от того, превосходит ли значение фактора установленный критический уровень или нет).

В модели STV было показано, что предрасположенность страны к валютному кризису в тот период была тем больше, чем ниже был уровень покрытия золотовалютными резервами денежной массы (M2), чем больше была переоценена национальная валюта в реальном выражении по отношению к уровню тренда и чем выше в предшествующие годы были темпы роста коммерческой задолженности частного сектора перед банками.

Кроме того, Сакс и др. [4] показали, что в случае, если государство имеет низкие резервы и переоцененную валюту, вероятность возникновения кризиса и его относительная сила будет тем больше, чем выше доля краткосрочных средств в структуре привлеченного капитала и выше доля государственных расходов в ВВП.

Аналогичные результаты были получены Торнеллом [18] при исследовании азиатского кризиса 1997 г. Он показал, что три выделенные в модели STV-фактора (соотношение M2/золотовалютные резервы, превышение реального обменного курса над трендовым уровнем и темп роста банковских кредитов) могут объяснить 44% колебаний кризисных индексов в странах, пострадавших от азиатского кризиса в 1997–1998 гг.* Корреляция между фактическим значением кризисного индекса и вычисленным с помощью регрессии статистически не отличалась от 1.

Следует отметить, что выявленная зависимость между высокой коммерческой задолженностью частного сектора перед банками и вероятностью возникновения валютного кризиса объясняет, почему финансовым кризисам достаточно часто предшествует либерализация движения средств по капитальным счетам платежного баланса [4, 9, 11].

Как показывает практика, приток капитала на развивающиеся рынки ведет к резкому росту соотношения «кредиты/ВВП». Значительный рост данного соотношения, как было показано во многочисленных работах [4, 11, 18], может служить индикатором кризиса.

Можно привести логичное объяснение подобной взаимосвязи. В условиях информационной закрытости предприятий реального сектора, наблюдаемой на многих развивающихся рынках, банки часто не в состоянии адекватно оценить качество кредитных заявок. Поэтому эффективность вложения привлеченных ими иностранных средств оказывается недостаточно высокой [3, 14]. Информационная закрытость реального сектора также обуславливает высокую концентрацию

* Следует отметить, что Торнелл в значительной мере модифицировал модель STV. В отличие от более ранней методики, в которой реальная переоцененность валюты и темп роста кредитов рассматривались как высокие, если их значения принадлежали к верхнему квартилю, Торнелл выделил критические значения каждого из факторов и использовал в качестве объясняющих переменных случаи превышения фактическими значениями установленных критических уровней. Берг и Патильо [1] показали, что предсказательная способность исходной, немодифицированной модели STV по отношению к азиатскому кризису достаточно низка, т.е. отсутствует статистически значимая зависимость между величиной кризисного индекса и значениями рассматриваемых переменных.

сруд: средства направляются в основном в тесно связанные с банками предприятия (акционерам, крупнейшим клиентам). Кроме того, высокая стоимость кредитных ресурсов приводит к возникновению ситуации так называемого **неблагоприятного отбора** (*adverse selection*)*, когда значительная часть спроса предъявляется компаниями, которые заведомо не могут расплатиться по займу [14, 17].

Ввиду этого рост объема кредитов, во-первых, может сопровождаться увеличением величины просроченной задолженности, а во-вторых, повышением зависимости финансового состояния банков от благополучия отдельных заемщиков (рост риска концентрации вложений). Следует также отметить, что информационная закрытость характерна не только для производственного, но и для банковского сектора. В результате этого надзорный орган оказывается не в состоянии своевременно отслеживать изменения в банковском секторе, выявлять неплатежеспособные кредитные организации и своевременно их ликвидировать, а также ограничивать принятие банками избыточных рисков [2, 14].

10.2.2. Метод сигналов

Две другие модели, о которых пойдет речь ниже, одинаково пригодны для выявления причин как банковских, так и валютных кризисов.

Модель, предложенная Камински, Лизондо и Рейнхарт (*KLR*) [12], — метод сигналов — позволяет расширить по сравнению с моделью *STV* количество рассматриваемых факторов, являющихся возможными индикаторами кризиса. Основной задачей данного метода является нахождение показателей, свидетельствующих о возможности наступления кризиса в течение 24 месяцев (система ранних индикаторов).

Объясняющая переменная посылает сигнал, когда ее значение превышает критический уровень. При этом сигнал рассматривается как «хороший», если кризис происходит в течение 24 месяцев после этого. Модель *KLR* интересна тем, что критические значения, которые определяются по принципу минимизации шума, являются уникальными для каждой страны.

В свою очередь, величина шума рассчитывается следующим образом. В системе возможно существование ошибок двух типов (табл. 10.2): во-первых, кризис мог произойти, а экзогенная переменная при этом не превысила критического уровня (ошибка 1 рода — С), во-вторых, экзогенная переменная могла превысить критическое значение, а кризис не произойти (ошибка 2 рода — В).

Таблица 10.2

	Кризис случился в течение 24 месяцев	Кризиса не произошло
Сигнал	A	B
Отсутствие сигнала	C	D

* Определение понятия «неблагоприятный отбор» дано в п. 9.1.

Шум в данном случае равен отношению доли ошибок второго рода в общем числе «спокойных» случаев к удельному весу хороших сигналов в общем числе случаев кризиса:

$\frac{B}{B+D} / \frac{A}{A+C}$. Переменная может быть признана как ранний индикатор кризиса в том случае, если значение шума будет меньше 1.

На примере валютных кризисов, произошедших в 20 развитых и развивающихся странах в период с 1970 по 1995 г., Камински и др. [12] показали, что в качестве ранних индикаторов валютного кризиса могут рассматриваться следующие факторы:

- высокий по отношению к ВВП объем внутреннего кредита;
- быстрый рост денежного предложения;
- отток средств вкладчиков из банков;
- снижение экспортных доходов;
- переоцененность национальной валюты в реальном выражении;
- высокие процентные ставки на международном рынке капитала;
- значительный внешний долг;
- низкие золотовалютные резервы;
- слабое покрытие резервами краткосрочных обязательств;
- низкие темпы роста экономики;
- негативные колебания на фондовом рынке.

Кроме того, валютный кризис в одной стране повышает вероятность его возникновения в других странах, прежде всего в тех, которые расположены в одном и том же регионе и/или активно связаны с ней по торговым каналам (эффект «заражения»).

Перечень факторов банковского кризиса отличается от перечня факторов валютного кризиса незначительно. Из 12 индикаторов валютных кризисов и 14 банковских кризисов 11 являются общими [11]. В отличие от валютных кризисов вероятность возникновения неблагоприятных событий в банковском секторе увеличивается в случае оттока капитала и роста реальных процентных ставок на национальном финансовом рынке. Это еще раз показывает тесную взаимосвязь банковских и валютных кризисов и схожесть механизмов их возникновения.

10.2.3. Вероятностный подход

Наиболее часто для анализа механизмов формирования кризисов используется вероятностный подход. Преимущества данного метода заключаются в том, что он, во-первых, позволяет оценить конкретный вклад каждого фактора в возникновение кризиса, а, во-вторых, рассматривая данные о наличии кризиса в каждой стране в различные периоды времени как независимые события, снимает ограничения на количество исследуемых факторов. Для вероятностного анализа обычно используются годовые статистические данные.

Согласно данному методу, вероятность того, что кризис произойдет в определенное время в отдельно взятой стране, является функцией вектора n объясняющих переменных $X(i, t)$. Объясняемая переменная $P(i, t)$ принимает значение 1 в случае, если валютный кризис произошел в стране i в момент времени t , и значение 0 в остальных случаях. Для определения вклада экзогенных переменных в формирование кризисной ситуации используют метод наибольшего правдоподобия. Исследуемая функция в данном случае будет выглядеть следующим образом:

$$\ln L = \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^n P(i, t) \ln \{F[\beta X(i, t)]\} + [1 - P(i, t)] \ln \{1 - F[\beta X(i, t)]\}, \quad (10.2)$$

где T — количество периодов наблюдения,
 F — кумулятивная функция вероятностного распределения,
 β — вектор оцениваемых коэффициентов при объясняющих переменных.

Следует отметить, что коэффициенты при экзогенных переменных показывают воздействие изменения значения объясняющей переменной на одну единицу на вероятность возникновения кризиса.

Используя данные по 80 случаям девальвации национальной валюты в латиноамериканских странах за период с 1957 по 1991 г., Клейн и Марион [13] показали, что вероятность выхода валютного курса за границы установленного коридора положительно зависит от степени переоцененности реального курса национальной валюты и отрицательно — от величины золотовалютных резервов. Структурные факторы, такие как открытость экономики (доля внешнеторгового оборота в ВВП), политическая стабильность, диверсифицированность экспорта, также влияют на вероятность возникновения кризиса и степень девальвации валюты.

Исследование годовых данных с 1971 по 1992 г. по широкому кругу развивающихся стран, проведенное Франкелем и Роузом [6], подтвердило предположение, что высокий по отношению к ВВП внешний долг государственного сектора, низкие золотовалютные резервы, переоцененная в реальном выражении валюта увеличивают вероятность валютного кризиса. Кроме того, они показали, что вероятность кризиса возрастает в случае, если страна испытывает экономическую рецессию и имеет высокие темпы роста внутреннего кредита (соотношения $M2/\text{резервы}$).

Существенное влияние на состояние валютного рынка в развивающихся странах оказывает стоимость капитала на международном рынке: увеличение процентной ставки в развитых странах на 1% приводит к росту вероятности возникновения валютного кризиса на развивающихся рынках на 1%. Вместе с тем, Франкель и Роуз [6] не обнаружили зависимости между величиной дефицита по текущему счету платежного баланса, удельным весом краткосрочных заимствований в структуре внешнего долга и вероятностью возникновения кризиса.

Родрик и Веласко [15], проанализировавшие кризисы на развивающихся рынках в 90-е годы, обнаружили статистически значимую положительную зависимость между удельным весом краткосрочных заимствований и вероятностью оттока капитала с финансового рынка. Кроме того, ими было показано,

что долгосрочные заимствования оказывают стабилизирующее влияние на финансовую систему: вероятность значительного (свыше 5% ВВП) оттока капитала с национального финансового рынка будет тем меньше, чем выше доля долгосрочных заимствований в структуре внешнего долга.

Родрик и Веласко установили, что вероятность оттока капитала будет тем больше, чем выше общий уровень долгового бремени и дефицит текущего счета платежного баланса. В то же время низкий уровень покрытия денежной массы (М2) золотовалютными резервами не мог служить индикатором кризиса в рассмотренных ими случаях.

Таким образом, наблюдаются значительные расхождения в выявленном Франкелем и Роузом [6] и Родриком и Веласко [15] воздействии отдельных экономических переменных на вероятность возникновения кризиса. На наш взгляд, данное расхождение свидетельствует о том, что механизмы формирования финансовых кризисов в 70–80-е и 90-е годы были различными.

Следует отметить, что анализ с помощью вероятностной модели также показывает наличие значительной схожести в механизмах формирования валютных и банковских кризисов [4, 8, 9].

Так, Харди и Пазарбасиоглу [9], исследуя банковские кризисы в развитых и развивающихся странах, установили, что они часто вызываются значительным замедлением темпов экономического роста, девальвацией национальной валюты и ростом реальных процентных ставок. В качестве ранних индикаторов банковских кризисов могут рассматриваться высокая волатильность темпов инфляции (типичный признак — снижение инфляции в год, предшествующий кризису, и рост за два года до этого), рост кредитов частному сектору по отношению к ВВП, неблагоприятные колебания цен на экспортном рынке и приток иностранного капитала.

Авторы отделили случаи, когда банковский сектор испытывал серьезные проблемы, от истинно *банковских кризисов*. Проведя эконометрический анализ, они установили, что для возникновения полномасштабных банковских кризисов обычно требуются колебания шокового характера на международных финансовых и товарных рынках. Кроме того, при возникновении банковских кризисов критическое значение имеют неблагоприятные изменения валютного курса и платежеспособность предприятий-заемщиков. Менее серьезные проблемы в банковском секторе связаны с колебаниями внутренних процентных ставок и проблемами с возвратом долгов в потребительском секторе.

Результаты, полученные Демирджюк-Кунтом и Детрагич [4] на основе анализа развивающихся рынков, подтверждают выводы Харди и Пазарбасиоглу [9] относительно макроэкономических факторов *банковских кризисов*. Единственное исключение, согласно Демирджюк-Кунту и Детрагич, состоит в том, что вероятность возникновения кризиса растет по мере снижения обеспеченности денежной массы золотовалютными резервами. Ранее соотношение М2/резервы считали исключительно индикатором устойчивости валютного курса.

Работа Демирджюк-Кунта и Детрагич [4] интересна с той точки зрения, что в ней впервые проанализировано влияние собственно банковских финансовых и институциональных факторов на вероятность возникновения кризисов. Авторами показано, что вероятность возникновения банковского кризиса будет тем больше, чем меньше соотношение капитала и активов банков, чем слабее сис-

тема законодательного регулирования банковской деятельности и банковский надзор. Кроме того, по мнению Демирджюк-Кунта и Детрагич, введение системы гарантирования (страхования) вкладов физических лиц не снижает, а, наоборот, увеличивает вероятность возникновения банковских кризисов. Это может быть связано с тем, что система гарантирования вкладов, снижая вероятность паники, стимулирует принятие банками повышенных рисков («моральный риск, связанный со страхованием депозитов»).

Таким образом, на основе анализа последних работ в данной области, а также истории развития экономик стран, относящихся к группе развивающихся, можно сделать вывод, что финансовые кризисы могут быть вызваны множеством различных факторов (табл. 10.3), причем, как показывают исследования, механизмы формирования финансовых кризисов в 70–80-е и в 90-е годы значительным образом различаются между собой.

Кризисы 70–80-х годов можно определить как кризисы государственных финансов — ведущую роль в их формировании играла неспособность государства правильно распорядиться поступающими финансовыми средствами, его неумение собирать налоги и соизмерять свои аппетиты с реальными возможностями экономики, неадекватность проводимой им денежно-кредитной политики. Более поздние кризисы в первую очередь были вызваны ошибками частного сектора в политике финансирования производства, неспособностью банков адекватно оценить финансовые риски, нехваткой у принимающих экономические решения агентов качественной информации. Приток капитала, часто связанный с либерализацией валютного регулирования, одновременно приводил к накоплению у банков «плохих» кредитов и к реальному удорожанию национальной валюты страны — реципиента финансовых потоков. Именно в 90-е годы проявилась отмеченная выше высокая взаимозависимость банковских и валютных кризисов.

Кризисы можно разделить не только с точки зрения времени возникновения, но и по региональному признаку. Так, кризисы на развивающихся рынках конца 90-х годов — азиатский (1997 г.), российский (1998 г.) и бразильский (1999 г.) — значительно различаются между собой с точки зрения обусловивших их факторов. Так, в случае азиатских стран ключевую роль в возникновении кризиса сыграли высокая внешняя (преимущественно краткосрочная) задолженность частного сектора и ухудшение условий торговли вследствие удорожания доллара США, к которому были привязаны валюты большинства стран относительно европейских валют и китайского юаня. В России же задолженность частного сектора была минимальной, в то же время важную роль в провоцировании кризиса сыграла несбалансированность федерального бюджета и падение цен энергоносителей на мировом рынке.

Региональный характер финансовых кризисов подтверждается и результатами эмпирических исследований. Так, Глик и Роуз [7] эмпирически доказали региональный характер эффекта «заражения» в случае валютных кризисов и объяснили его высокой степенью регионализации торговых контактов. С другой стороны, Харди и Пазарбасиоглу [9] показали значимость региональных «фиктивных» переменных в уравнениях, связывающих динамику макроэкономических переменных и вероятность возникновения банковских кризисов. В частности, они установили, что факторы одновременно происходивших

Таблица 10.3

ФАКТОРЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ФИНАНСОВЫХ КРИЗИСОВ

Группы факторов	Факторы кризиса	Механизмы воздействия	Воздействие на состояние банковской системы	Воздействие на состояние валютного рынка
Внешнесторговые	Неблагоприятное изменение цен на основных для страны экспортных и импортных рынках	Резкое снижение цен на традиционные экспортные товары или резкий рост стоимости импорта означает для страны потерю валютных доходов. Кроме того, снижение доходов экспортеров может принести убытки обслуживающим их банкам	+	+
	Дефицит текущего счета платежного баланса	Значительный дефицит текущего счета рассматривается инвесторами как угроза платежеспособности по внешнему долгу. Обычно он возникает или вследствие превышения объемов импорта над экспортом, или вследствие того, что страна должна производить значительные процентные платежи по ранее привлеченным инвестициям		+
Движение капитала	Высокая стоимость заимствования средств на международном рынке	Рост процентных ставок на развитых рынках приводит к увеличению стоимости рефинансирования долга и заставляет инвесторов повышать требуемую доходность по вложениям средств	+	+
	Высокий по отношению к ВВП внешний долг	Высокий внешний долг рассматривается инвесторами в качестве фактора финансовой нестабильности как государства, так и отдельного заемщика	+	+
	Преобладание краткосрочных обязательств в структуре долга	Высокий удельный вес краткосрочных обязательств означает необходимость направления страной значительных средств на обслуживание внешнего долга. На банки он накладывает значительные ограничения в плане проведения активных операций	+	+
	Низкая обеспеченность денежной массы золотовалютными резервами	Агрегат M2 может рассматриваться как сумма ликвидных средств, которые могут быть предъявлены для конвертации в иностранную валюту. Золотовалютные резервы, в свою очередь, рассматриваются как покрытие ликвидных активов		+

Финансовые	Денежно-кредитная экспансия	Высокий рост внутреннего кредита в условиях фиксированного валютного курса приводит к сокращению резервов. Кроме того, облегчение условий доступа банков к ликвидным ресурсам часто ведет к принятию ими излишних рисков	+	+
	Реальное удорожание национальной валюты	Переоцененность национальной валюты в реальном выражении приводит к сокращению чистого экспорта и формирует девальвационные ожидания. Высокие девальвационные ожидания могут спровоцировать изъятие депозитов вкладчиками банков	+	+
	Высокие процентные расходы	Значительные выплаты по внутреннему долгу означают для страны сокращение возможностей своевременно обслуживать внешние платежи. Кроме того, чем больше участие нерезидентов на рынке внутреннего долга, тем выше может оказаться нагрузка на национальную валюту в случае вывода средств. Для банков рост доходности по внутренним обязательствам означает, с одной стороны, рост процентных доходов, а с другой — снижение рыночной стоимости приобретенных ценных бумаг	±	+
	Высокая стоимость заимствований на рынке МБК	Рост процентной ставки в условиях превышения срочности активов банков над срочностью обязательств приводит к повышению стоимости фондирования. С другой стороны, высокие процентные ставки повышают привлекательность рынка для зарубежных инвесторов	+	-
	Высокий уровень финансовых рисков в банковской системе	Недостаточность имеющегося капитала по отношению к принятым рискам, слабая степень покрытия обязательств ликвидными активами, дисбаланс между валютными активами и обязательствами, высокая доля просроченных ссуд в кредитном портфеле банков могут вызвать как банкротство отдельного банка, так и широкомасштабный банковский кризис, воздействующий на состояние валютного рынка	+	+
	Эффект «заражения»	Вследствие возникновения кризиса на каком-либо национальном финансовом рынке инвесторы переоценивают вероятность возникновения кризиса в другой стране. «Заражение» может происходить как по торговым (через товарооборот между странами и/или конкуренцию на общих внешних рынках), так и по финансовым (существование общих кредиторов) каналам	±	+

	Изменение цен акций	Снижение цен акций на фондовом рынке приводит к потере для инвесторов и заставляет их искать другие рынки вложения средств. Для банков падение цен акций означает снижение рыночной стоимости активов. В то же время рост котировок акций может привести к отрыву рыночных цен от фундаментальных показателей, что создает основу для последующего краха	±	±
Структурные	Замедление экономического роста	Снижение темпов экономического роста приводит к ухудшению платежеспособности страны, а также снижению возможностей банковских заемщиков по обслуживанию долга	+	+
	Инфляция	Высокая инфляция приводит к реальному удешевлению национальной валюты. С другой стороны, дефляция ассоциирована с экономическим кризисом. Кроме того, следует отметить, что, если правительство проводит курс на подавление инфляции, под ударом оказывается банковская система	±	+
	Дефицит федерального бюджета	Необходимость направлять значительные средства на цели обслуживания государственного долга приводит к недофинансированию остальных бюджетных статей и замедлению экономического роста	±	±
	Открытость экономики	Чем более открытой является экономика, тем в большей степени она оказывается зависимой от внешних воздействий. В частности, как показывает практика, финансовая либерализация приводит к накоплению у банков «плохих» долгов	+	+

«+» — значительное влияние,

«-» — незначительное влияние или опосредованное влияние через другой кризис,

«±» — смешанный сигнал.

банковских кризисов в странах Юго-Восточной Азии и в экономиках стран с сырьевой направленностью экспорта значительно различаются.

Целесообразно и более мелкое деление банковских кризисов — по странам. Хотя с помощью современных методов математической статистики невозможно выделить страновые факторы кризисов, простейший анализ показывает, что перечень факторов, обуславливающих кризис даже в самых близких с точки зрения как географического положения, так и экономического развития странах, будет разным. Во-первых, страны могут экспортировать (импортировать) разный набор товаров и услуг и соответственно быть подвержены разным товарным «шокам». Во-вторых, как показано, устойчивость финансовой системы страны сильно зависит от устойчивости политической системы и особенностей законодательной базы, регулирующей экономическую деятельность. Например, тяжесть финансового кризиса в Индонезии в 1997 г. в значительной степени была обусловлена дестабилизацией политической ситуации и отсутствием в стране проработанного механизма банкротства [10].

Исходя из этого, для каждой страны должен быть выбран свой специфический набор подлежащих регулярному мониторингу финансовых, макроэкономических и институциональных переменных, от поведения которых зависит состояние банковского сектора и устойчивость валютного курса.

Помимо региональной и страновой специфичности факторов кризиса следует обратить внимание на то, что они воздействуют на ситуацию на финансовом рынке с различными временными лагами. Одни факторы можно отнести к текущим, другие — к ранним индикаторам кризиса, причем для некоторых факторов (например, инфляции или движения капитала), как это видно из приведенных выше фактов, могут быть характерны специфические особенности поведения. Иными словами, какой-либо фактор сигнализирует о наступлении кризиса только в том случае, когда его рост сменяется снижением или наоборот.

Учитывать данные особенности в ходе анализа можно двумя способами. Во-первых, при расчете кризисного индекса (показатель вероятности возникновения кризиса) можно использовать как текущие, так и лагированные показатели, а индикаторам придавать различные веса. Во-вторых, количественный анализ (расчет кризисного индекса) можно дополнять качественным анализом, в ходе которого можно выявлять характерные для предкризисных периодов особенности динамики индикаторов валютных и банковских кризисов.

Качественный анализ может быть полезен и по другим причинам, в частности:

- 1) одно и то же отклонение величины индикатора может быть обусловлено как изменением фундаментальных характеристик функционирования финансового рынка или экономики страны, так и случайным статистическим выбросом;
- 2) рост отклонения фактического значения индикатора от порогового значения в «спокойной» обстановке представляет собой большую угрозу для устойчивости финансового рынка, чем аналогичное изменение в послекризисный период.

В заключение следует сказать, что создание эффективной системы ранней идентификации угрозы возникновения валютных и банковских кризисов

имеет существенную коммерческую ценность. Это связано с тем, что идентификация предкризисной ситуации должна позволить банку своевременно осуществлять перестройку своих активов и обязательств таким образом, чтобы минимизировать финансовые потери.

Литература

1. Berg A., Pattillo C. Are currency crises predictable? A test. IMF Working Papers, WP/98/154. International Monetary Fund, 1998.
2. Brunner K., Meltzer A. Money and credit in monetary transmission process// American economic review. 1988. No. 78.
3. Caprio G., Klingbiel D. Bank insolvency: Bad luck, bad policy or bad banking? World Bank Economic Review. 1997. January.
4. Demirgüç-Kunt A., Detragiache E. The determinants of banking crisis in developing and developed countries. IMF Staff Paper No. 45. International Monetary Fund, 1998.
5. Evans O., Leone A. M., Gill M., Hilbers P. Macroprudential indicators of financial system soundness. IMF Occasional Paper No. 192. International Monetary Fund, 2000. April.
6. Frankel J. A., Rose A. Currency crises in emerging markets: An empirical treatment//Journal of International Economics. 1996. No. 41.
7. Glick R., Rose A. Contagion and trade: Why are currency crises regional? NBER Working paper 6806. National Bureau of Economic Research, 1998.
8. Gonzales-Hermosillo B. Determinants of ex-ante banking system distress: A macro-micro empirical exploration of some recent episodes. IMF Working paper WP/99/33. International Monetary Fund, 1999.
9. Hardy D. C., Pazarbasioglu C. Leading indicators of banking crises: Was Asia different? IMF Working Papers, WP/98/91. International Monetary Fund, 1998.
10. Ito T. Capital flows in Asia. NBER Working paper 7134. National Bureau of Economic Research, 1999.
11. Kaminsky G. Currency and banking crises: The early warnings of distress. IMF Working Papers WP/99/178. International Monetary Fund, 1999.
12. Kaminsky G., Lizondo S., Reinhart C. M. The leading indicators of currency crises. IMF Staff paper No. 45. International Monetary Fund, 1998.
13. Klein M., Marion N. P. Explaining the duration of exchange-rate pegs. NBER Working paper 4651. National Bureau of Economic Research, 1994.
14. Mishkin F. S. International capital movements, financial volatility and financial instability. NBER Working Paper 6390. National Bureau of Economic Research, 1998.
15. Rodrik D., Velasco A. Short-term capital flows. NBER Working paper 7364. National Bureau of Economic Research, 2000.
16. Sachs J., Tornell A., Velasco A. Financial crises in emerging markets: The lesson from 1995//Brookings Papers on Economic Activity. 1996. No. 1.

17. Stiglitz J. E., Weiss A. Credit rationing in markets with imperfect information//American economic review. 1981. No. 71.
18. Tornell A. Lending booms and currency crises: Empirical links. NBER Working Paper 7340. National Bureau of Economic Research, 1999.

XI. Оптимизация портфеля финансовых инструментов _____ Д. Ю. ГОЛЕМБИОВСКИЙ

11.1. Введение

Стремясь к получению прибыли, инвестор должен формировать портфель финансовых инструментов таким образом, чтобы защититься от различных видов риска. Существуют два основных способа управления рисками портфеля. Риски, относящиеся к отдельным финансовым инструментам или их группам (*несистематические риски*), могут быть сокращены путем *диверсификации* инвестиционного портфеля. В том случае, когда риски отдельных инструментов сильно коррелированы между собой (*систематические риски*), диверсификация приводит только к осреднению рисков*. Для того чтобы защититься от систематического риска, портфель необходимо сформировать таким образом, чтобы он был нечувствителен к изменению того или иного фактора риска. Например, портфель производных финансовых инструментов можно сделать нечувствительным (нейтральным) к изменению волатильности цены базисного актива. Такой подход к управлению риском называется **хеджированием** или **иммунизацией**.

В состоянии рыночного равновесия доходность портфеля, полностью свободного от риска, соответствует доходности безрисковых инструментов, к которым обычно относят государственные облигации. Инвестор, желающий добиться большего, вынужден рисковать. При формировании инвестиционного портфеля он должен принять решение, в какой степени этот портфель может быть подвержен каждому из финансовых рисков. При выполнении данного условия можно ставить вопрос о построении портфеля, обеспечивающего максимальную доходность.

Спектр современных финансовых инструментов чрезвычайно широк. Помимо факторов риска при формировании портфеля инвестор должен учитывать биржевые ограничения на совершение операций (например, поддержание необходимого залога по портфелю с производными инструментами), налогообложение и ограничения регулирующих органов. В этих условиях задача формиро-

* См. также прим. в п. 9.3.

вания инвестиционного портфеля становится сложной и трудоемкой. Необходимый аппарат для ее решения предоставляют методы математического программирования.

В настоящей главе рассматриваются типовые модели и методы оптимизации портфелей, содержащих различные виды финансовых инструментов. Так, п. 11.2 посвящен формированию портфеля фиксированных платежных обязательств (кредитов, депозитов и облигаций), защищенного от систематических рисков. В п. 11.3 рассматривается диверсификация портфелей, включающих также акции и производные финансовые инструменты, а п. 11.4 содержит анализ динамических моделей оптимизации портфеля.

11.2. Иммунизация портфеля фиксированных обязательств

Распространенным подходом является иммунизация портфеля фиксированных платежных обязательств по отношению к риску изменения рыночных процентных ставок. Под рыночной процентной ставкой r_t , соответствующей периоду инвестирования t , понимают ставку доходности безрисковых вложений на этот период времени, выраженную в годовых процентах. В качестве такой ставки, как правило, используется ставка доходности бескупонных государственных облигаций с соответствующим сроком до погашения. Рассмотрим портфель фиксированных платежных обязательств, которые должны осуществляться в моменты времени $T = \{1, 2, \dots, T_{max}\}$. Значения переменных $r_t \forall t \in T$ образуют кривую доходности.

11.2.1. Иммунизация относительно параллельного сдвига кривой доходности

Важной характеристикой портфеля фиксированных обязательств считается **чистая приведенная стоимость платежей** (*net present value* — NPV), которая рассчитывается по формуле:

$$NPV = \sum_{i \in I} \sum_{t=1}^{T_{max}} \frac{C_{it}}{(1 + r_t)^t} x_i, \quad (11.1)$$

- где
- I — множество рассматриваемых финансовых инструментов;
 - C_{it} — размер выплаты или поступлений средств по i -му финансовому инструменту (в первом случае значение этой переменной имеет знак «минус», во втором — «плюс») в момент времени t ;
 - x_i — количество финансовых инструментов i -го типа, которые включаются в портфель (эта величина положительна в случае покупки и отрицательна в случае короткой продажи финансовых инструментов);
 - t — время, выраженное в годах.

Приведенная стоимость аккумулирует каждый из предстоящих платежей с учетом ставки безрискового инвестирования на соответствующий срок. Если безрисковая ставка, соответствующая некоторому сроку платежа, увеличива-

ется, то относительная ценность этого платежа понижается. Инвестор, формирующий портфель фиксированных платежных обязательств, заинтересован в том, чтобы приведенная стоимость этого портфеля не уменьшалась при сдвиге и изменении формы кривой доходности, т. е. чтобы он не был подвержен рыночному риску.

Возможны различные изменения (деформации) кривой доходности. Наиболее простая деформация — это параллельный сдвиг кривой доходности. Например, именно *параллельный сдвиг* являлся *главным фактором изменения кривой доходности российского рынка ГКО/ОФЗ* [11]. Если обозначить через h величину сдвига, то выражение для приведенной стоимости записывается в виде

$$NPV(h) = \sum_{t=T} \sum_{i=1} \frac{C_{it}}{(1+r_i+h)^t} x_i. \quad (11.2)$$

Для того чтобы иммунизировать портфель по отношению к сдвигу кривой доходности, его необходимо сформировать таким образом, чтобы при малых h разность $NPV(h) - NPV(0)$ была малой. Для этого достаточно, чтобы производная $NPV(h)$ по h в точке $h = 0$ была равна нулю:

$$NPV'(0) = - \sum_{t=T} \sum_{i=1} t \frac{C_{it}}{(1+r_i)^{t+1}} x_i = 0. \quad (11.3)$$

Полученную производную в литературе принято называть **долларовой дюрацией Фишера–Вейла** (Fisher-Weil dollar duration) [46].

При условии выполнения ограничения (11.3) можно ставить вопрос об оптимизации портфеля. В качестве критерия оптимизации будем использовать максимум приведенной стоимости формируемого портфеля. Обозначим через X_i количество соответствующих финансовых инструментов, которые могут быть куплены на рынке в момент формирования портфеля. Аналогично, пусть X_i — количество инструментов i -го типа, которые могут быть проданы на рынке. Мы получаем следующую оптимизационную задачу, аналогичную рассмотренной в [26]:

$$\text{И1:} \quad \max_{x, t} \sum_{t=T} \sum_{i=1} \frac{C_{it}}{(1+r_i)^t} x_i,$$

$$\sum_{t=T} \sum_{i=1} t \frac{C_{it}}{(1+r_i)^{t+1}} x_i = 0,$$

$$X_i \leq x_i \leq X_i^*.$$

Можно сформировать портфель таким образом, чтобы обеспечить неубывание приведенной стоимости при небольших сдвигах кривой доходности. Для этого следует добавить достаточное условие минимума функции $NPV(h)$ в точке $h = 0$:

$$NPV''(0) = \sum_{t=T} \sum_{i=1} t(t+1) \frac{C_{it}}{(1+r_i)^{t+2}} x_i \geq 0. \quad (11.4)$$

В том случае, когда кривая доходности имеет плоский вид, величина $NPV''(0)$ обычно называется **долларовой выпуклостью** (*dollar convexity*). Задача оптимизации портфеля при данных условиях принимает вид:

$$\text{И2:} \quad \max_{x_i, i \in I} \sum_{t \in T} \sum_{i \in I} \frac{C_{it}}{(1+r_t)^t} x_i,$$

$$\sum_{t \in T} \sum_{i \in I} t \frac{C_{it}}{(1+r_t)^{(t+1)}} x_i = 0,$$

$$\sum_{t \in T} \sum_{i \in I} t(t+1) \frac{C_{it}}{(1+r_t)^{(t+2)}} x_i \geq 0,$$

$$X_i^- \leq x_i \leq X_i^+.$$

11.2.2. Факторная иммунизация

В случае более сложных деформаций кривой доходности приведенная стоимость портфелей, соответствующих решениям задач **И1** и **И2**, может уменьшаться. Для того чтобы снизить данный вид риска, применяют так называемую **факторную иммунизацию**. Как показал эмпирический анализ доходности американских облигаций, существуют три фактора, которые описывают 98% изменений структуры процентных ставок [33, 44]. Изменения первого фактора влекут за собой почти параллельный сдвиг кривой доходности. Изменения второго фактора приводят к повороту кривой без изменения ее формы. Третий фактор влияет на кривизну кривой. Рассмотрим общую постановку задачи факторной иммунизации портфеля. Обозначим через r'_{jt} значение производной кривой доходности по фактору j в точке t . Производная приведенной стоимости портфеля по фактору j записывается в следующем виде:

$$f_j = - \sum_{t \in T} \sum_{i \in I} r'_{jt} \frac{C_{it}}{(1+r_t)^{(t+1)}} x_i. \quad (11.5)$$

Пусть J — множество факторов, влияющих на форму кривой доходности. Мы получаем следующую оптимизационную задачу:

$$\Phi 1: \quad \max_{x_i, i \in I} \sum_{t \in T} \sum_{i \in I} \frac{C_{it}}{(1+r_t)^t} x_i,$$

$$\sum_{t \in T} \sum_{i \in I} r'_{jt} \frac{C_{it}}{(1+r_t)^{(t+1)}} x_i = 0, \forall j \in J,$$

$$X_i^- \leq x_i \leq X_i^+.$$

11.2.3. Динамическая перестройка портфелей.

Несистематические риски

При изменении рыночных процентных ставок иммунизационные ограничения в задачах **И1**, **И2** и **Ф1** будут нарушаться. Для того чтобы обеспечить защиту

портфеля от рыночного риска, его структуру необходимо время от времени перестраивать. Таким образом, *иммунизация представляет собой динамическую стратегию*. Необходимость перестройки портфеля приводит к возникновению рисков волатильности и ликвидности для рассматриваемого портфеля фиксированных обязательств.

Риск волатильности для портфеля фиксированных обязательств связан с нелинейностью зависимости между процентными ставками и приведенной стоимостью портфеля. При колебаниях процентных ставок среднее значение приведенной стоимости может оказаться ниже, чем у начального портфеля. В этом случае при динамической перестройке портфеля его стоимость будет постепенно снижаться. *Защиту от данного вида риска обеспечивает формирование портфеля на основе модели И2, так как в этом случае стоимость портфеля при изменении процентных ставок не убывает.*

В качестве меры защиты от риска ликвидности иногда рекомендуется ограничить минимальный размер лотов платежных обязательств, используемых при перестройке портфеля (см., например, [26]). Однако такой подход вряд ли может быть эффективен при решении рассматриваемой проблемы. На биржах маленькие лоты ценных бумаг скорее более ликвидны, чем большие. Что же касается внебиржевых рынков, то возникновение кризисных ситуаций приводит к отсутствию предложений как малых, так и больших лотов. Вопрос об управлении риском ликвидности портфеля фиксированных обязательств, на наш взгляд, следует считать открытым. Одним из возможных путей его решения является использование характеристики выпуклости портфеля, как это сделано в задаче И2. Такой портфель более устойчив к изменению процентных ставок, а следовательно, требует меньшего количества перестроек.

И1, И2 и Ф1 являются постановками задач линейного программирования, решение которых позволяет контролировать рыночный риск, а в случае И2, — и риск волатильности. Для того чтобы контролировать *отраслевой риск*, необходимо добавить ограничения на диверсификацию портфеля, т. е. включить в его состав платежные обязательства, связанные с различными финансовыми и промышленными секторами. Диверсификация также позволяет уменьшить несистематический риск, т. е. риск отдельных платежных обязательств. Выбор отраслей и инструментов, которые имеют достаточно высокий кредитный рейтинг, позволяет добиться ограничения *кредитного риска*.

Наличие транзакционных издержек, связанных с покупкой и продажей обязательств, приводит к возникновению дополнительного вида риска, который не учитывается в задачах И1, И2 и Ф1. Если волатильность процентных ставок будет высока, то перестраивать портфель придется более часто. Оценка величины потерь, связанных с транзакционными издержками, может быть выполнена в рамках динамических оптимизационных моделей [28]*.

* Для углубленного изучения теории иммунизации портфелей фиксированных обязательств можно рекомендовать монографии [7. 14], а также [18. 31. 35. 52]

11.3. Управление риском отдельных финансовых инструментов

11.3.1. Модель Марковица

Модели, рассмотренные в предыдущем разделе, в основном ориентированы на управление систематическим риском. Несистематический риск, т. е. риск, связанный с отдельными финансовыми инструментами, контролировался при помощи дополнительных ограничений на диверсификацию портфеля. Наиболее распространенный подход к управлению несистематическим риском основывается на описании портфеля характеристиками *средней доходности* и *дисперсии доходности* (*mean-variance analysis*). Оптимальными являются портфели, которые имеют наивысшую доходность при заданном уровне дисперсии и наименьшую дисперсию доходности при заданном уровне риска. Составляющими портфеля могут быть инструменты с фиксированной доходностью и акции. Основоположником рассматриваемого подхода к оптимизации портфелей является нобелевский лауреат Г. Марковиц [47]*.

Для того чтобы записать соответствующую постановку оптимизационной задачи, введем следующие обозначения:

Q — матрица ковариаций $\{q_{ij}\}$ между доходностями финансовых инструментов, $i, j \in I$;

μ_i — ожидаемая доходность i -го финансового инструмента, $i \in I$;

μ_p — требуемая средняя доходность портфеля;

x_i — доля портфеля, состоящая из инструментов i -го типа, $i \in I$.

Формирование портфеля в ситуации, когда разрешены неограниченные заимствования, осуществляется путем решения следующей оптимизационной задачи:

$$\begin{aligned} \text{M1:} \quad & \min_x \frac{1}{2} \sum_{i \in I} \sum_{j \in I} q_{ij} x_i x_j, \\ & \sum_{i \in I} \mu_i x_i = \mu_p, \\ & \sum_{i \in I} x_i = 1. \end{aligned}$$

Критерием оптимизации является *дисперсия доходности портфеля*. Решение задачи **M1** можно получить аналитически путем использования условий оптимальности первого порядка [26]:

$$x = \phi Q^{-1} e + \omega Q^{-1} \mu,$$

где e — вектор, все компоненты которого равны единице;

μ — вектор математических ожиданий доходности финансовых инструментов, $\mu = (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_I)^T$;

ϕ, ω — множители Лагранжа, соответствующие ограничениям задачи **M1**.

* Подробный анализ данных моделей содержится в [38]. Популярное изложение теории Марковица на русском языке можно найти в [8, 10, 13, 16]

Если короткие продажи финансовых инструментов не разрешаются, то в задаче **М1** добавляются ограничения $x_i \geq 0, i \in I$. В этом случае для решения оптимизационной задачи используются численные методы.

Решение задачи при различных значениях μ_p дает множество портфелей, каждый из которых характеризуется определенными значениями средней доходности и дисперсии доходности. Если построить зависимость между средней доходностью и средним квадратическим отклонением доходности σ_p для оптимизированных портфелей, то получается кривая, представленная на рис. 11.1.

Для каждого портфеля, представленного точкой из отрезка кривой АВ, существует портфель с таким же среднеквадратическим отклонением и большей средней доходностью, которому соответствует точка на отрезке ВС. Таким образом, отрезок кривой ВС представляет множество наилучших портфелей, или, как говорят, **эффективное множество**.

Из двух портфелей X и Y , принадлежащих отрезку ВС, если X предпочтительнее Y с точки зрения средней доходности, то Y лучше X по дисперсии, и наоборот. Выбор портфеля из эффективного множества зависит от отношения инвестора к риску. Для того чтобы определить отношение к риску конкретного инвестора, используют так называемые **кривые безразличия** (*indifference curves*). Пример кривых безразличия представлен на рис. 11.2.

Все портфели, находящиеся на одной кривой, одинаково устраивают инвестора. Инвестор имеет бесконечное множество параллельных друг другу кривых безразличия. Если кривые безразличия выпуклые, то инвестор готов идти на увеличение риска только в том случае, если это даст увеличение средней доходности. Такого инвестора называют **не склонным к риску** (*risk-averse*).

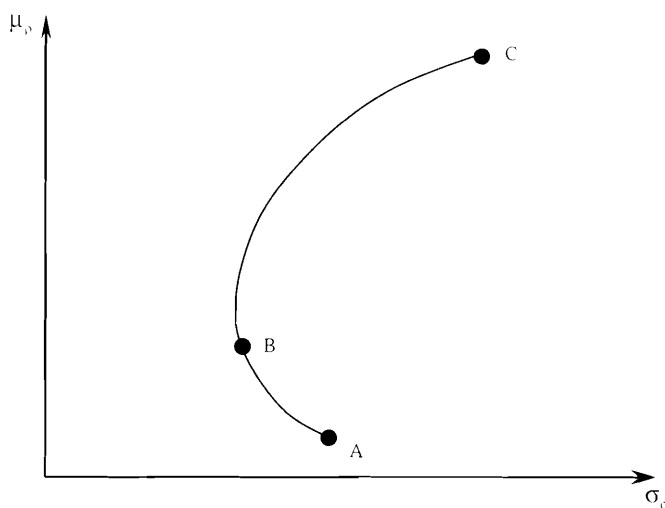


Рис. 11.1. Эффективное множество портфелей

Для того чтобы выбрать из эффективного множества наиболее подходящий портфель, инвестор должен изобразить свои кривые безразличия на одном графике с кривой эффективного множества. *Наилучший портфель будет соответствовать точке, в которой кривая безразличия касается кривой эффективного множества* (рис. 11.3).

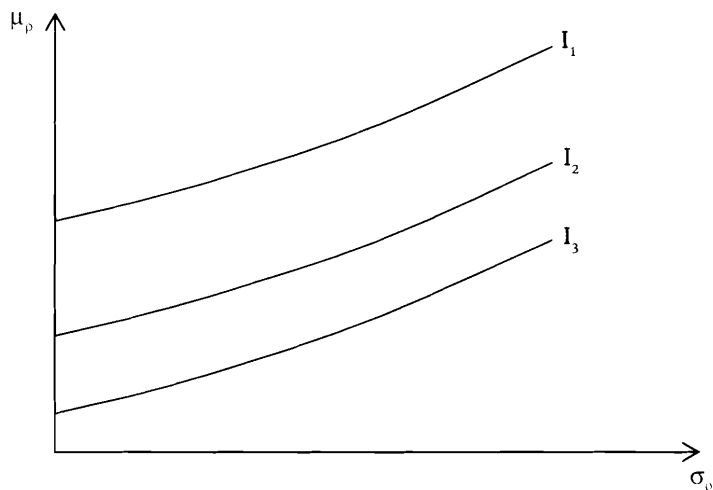


Рис. 11.2. Кривые безразличия

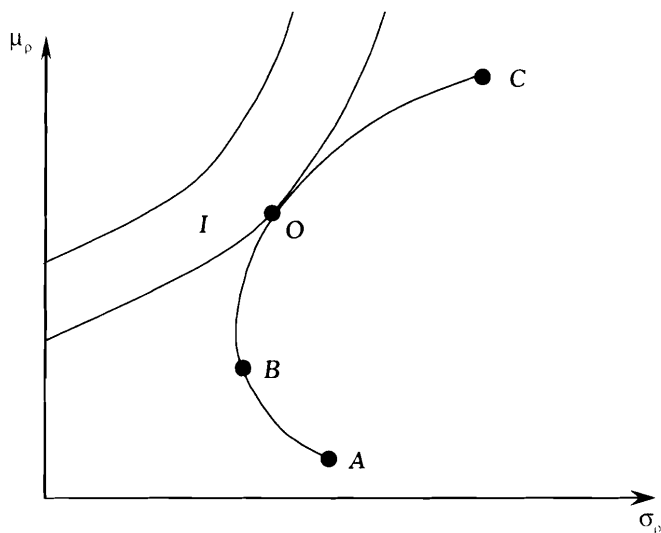


Рис. 11.3. Выбор оптимального портфеля

В табл. 11.1 представлен результат моделирования портфеля российских акций, реализованного в КБ «Гута-Банк». Перечень эмитентов, из акций которых формировался портфель, приведен в табл. 11.2. Оптимизация портфеля основывается на модели **М1**. Пересмотр портфеля проводился один раз в квартал. Последняя строка табл. 11.1 содержит результаты моделирования портфеля, для которого вложения в акции делаются равными долями.

Таблица 11.1

РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОРТФЕЛЕЙ

Доходность, % годовых	Квартал					
	I-2001	II-2001	III-2001	IV-2001	I-2002	II-2002
Оптимизированный портфель	139	124	-67	229	414	47
Равнораспределенный портфель	120	119	-36	234	139	-5

Таблица 11.2

АКЦИИ РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

1	ОАО «Иркутскэнерго» ао
2	ОАО «НК ЛУКОЙЛ» ао
3	ОАО «Мосэнерго» ао-3
4	ОАО ГМК «Норильский никель»*
5	РАО «ЕЭС России» ао
6	РАО «ЕЭС России» ап
7	ОАО «Ростелеком» ао
8	АК Сберегательный банк РФ ао
9	ОАО «Сибнефть» ао
10	ОАО «Сургутнефтегаз» а.о.
11	ОАО «Татнефть» ао
12	ОАО «Татнефть» ап
13	ОАО «НК ЮКОС» ао-2

* До III кв. 2001 г. — РАО «Норильский никель».

При наличии безрисковых финансовых инструментов рассмотренная постановка задачи может быть упрощена. Бюджетное ограничение $\sum_{i=1} x_i = 1$ можно исключить, так как оставшиеся средства всегда могут быть инвестированы в безрисковые инструменты. Кроме того, можно произвести продажу безрисковых инструментов для финансирования инвестиций в другие инструменты. Соответствующая постановка оптимизационной задачи имеет вид:

$$\text{M2:} \quad \min_{x, \lambda} \frac{1}{2} \sum_{i=1} \sum_{j=1} q_{ij} x_i x_j,$$

$$\sum_{i=1} (\mu_i - r) x_i = \mu_p - r,$$

где r — доходность безрискового инструмента.

Аналитическое решение задачи **M2** записывается в виде $x^* = \Phi Q^{-1}(\mu - re)$; объем инвестиций в безрисковые инструменты составляет $x_0^* = 1 - e'x^*$.

Можно показать, что при использовании безрискового инструмента оптимальный портфель представляет собой комбинацию двух портфелей: оптимального портфеля, составленного из рискованных инструментов, и безрискового инструмента. Различным требуемым доходностям портфеля μ_p соответствует различное распределение вложений между оптимальным портфелем рискованных инструментов и безрисковым инструментом.

Отметим два существенных ограничения оптимизационных моделей **M1** и **M2**. Обе модели контролируют несистематический риск портфеля и не учитывают систематического рыночного риска. Если рассмотреть коэффициент регрессии β_i i -го финансового инструмента на индекс рынка, то рыночный риск портфеля может быть ограничен путем введения дополнительного условия:

$$\sum_{i=1} \beta_i x_i = \beta_p, \quad (11.6)$$

где β_p — требуемая величина коэффициента регрессии всего портфеля на индекс рынка.

С другой стороны, модели **M1** и **M2** основываются на допущении, что доходности используемых рискованных финансовых инструментов имеют совместное нормальное распределение. В этом случае доходность портфеля также имеет нормальное распределение и полностью описывается своим математическим ожиданием и дисперсией. Рассматриваемое допущение приемлемо в том случае, когда в качестве рискованных инструментов используются акции.

Допущение о нормальном распределении доходности не выполняется для нелинейных инструментов, таких, например, как опционные контракты. Как показано в [23], два портфеля могут иметь одинаковые средние и дисперсии при совершенно различных плотностях распределения доходности (рис. 11.4). Очевидно, что портфель «б» более привлекателен для инвестора, который заинтересован в обеспечении некоторого определенного уровня доходности. Поэтому модели **M1** и **M2** неприменимы для портфелей, содержащих опционы.

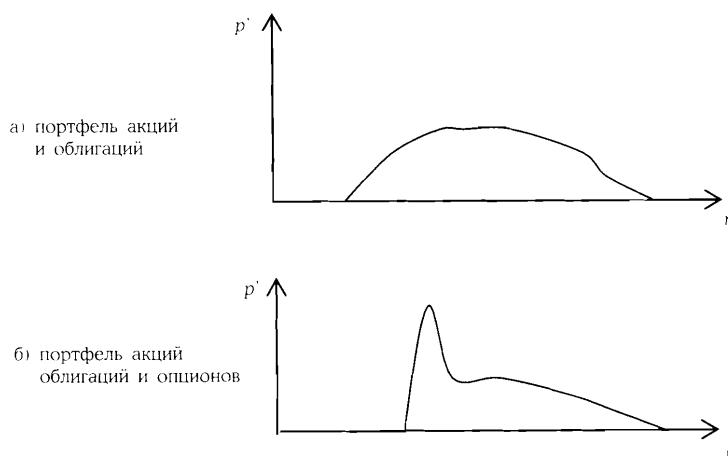


Рис. 11.4. Два распределения с одинаковыми средним и дисперсией

Оптимизация портфелей, содержащих нелинейные инструменты, чаще всего осуществляется с использованием функций полезности.

11.3.2. Теория ожидаемой полезности

Теория полезности изучает предпочтения людей в сфере выбора и принятия решений. Полезность прибыли для инвестора в общем случае не пропорциональна величине прибыли. Существует, например, эффект насыщения, вследствие которого большие, но различные значения прибыли мало отличаются с точки зрения предпочтений инвестора. С другой стороны, получение даже небольшого убытка (отрицательной прибыли) обычно болезненно воспринимается инвесторами. «Огорчение» инвестора при получении убытка более значимо, чем его «удовлетворение» при получении прибыли, равной ему по абсолютной величине. При определенных условиях предпочтения инвесторов могут быть представлены в виде функции.

В том случае, когда речь идет о случайных величинах, для формализации предпочтений используется концепция **ожидаемой полезности** (*expected utility*). Основоположниками теории ожидаемой полезности являются американские ученые фон Нейман и Моргенштерн [12]*.

Предпочтения инвестора представляются в рамках этой концепции, если существует такая функция u , что для двух случайных величин p и q выполняется

$$E[u(p)] \geq E[u(q)] \quad (11.7)$$

в том и только том случае, когда для инвестора случайная величина p не хуже, чем случайная величина q (в неравенстве символ E обозначает математическое ожидание).

* Доступное изложение последующих результатов теории содержится в [9, 15]

Пусть R — множество рассматриваемых случайных величин, значения которых определяют полученную прибыль. Для обозначения предпочтения инвестором одной случайной величины другой в теории полезности используется знак \succeq . Символ \succ означает строгое предпочтение. Эквивалентность случайных величин обозначается символом \sim . Отношение предпочтения называется **транзитивным**, если из $p \succeq q$ и $q \succeq r$ следует, что $p \succeq r$. Отношение предпочтения называется **полным**, если для любых двух распределений p и q имеет место $p \succeq q$ или $q \succeq p$.

В том случае, когда множество случайных величин R конечно, предпочтения инвестора всегда могут быть представлены при помощи ожидаемой полезности. То же самое справедливо, если R — *счетное множество*. Если же *мощность* множества R соответствует мощности множества действительных чисел, то в общем случае это не так. Фон Нейманом и Моргенштерном были сформулированы три аксиомы, выполнение которых необходимо и достаточно для того, чтобы предпочтения инвестора можно было представить при помощи ожидаемой полезности.

Пусть все случайные величины из R определены на одном и том же множестве значений.

Аксиома 1. Отношение \succeq является транзитивным и полным.

Аксиома 2. Для всех $p, q, r \in R$ и $a \in (0, 1)$ из $p \succ q$ следует, что

$$ap + (1 - a)r \succ aq + (1 - a)r.$$

Здесь выражения обозначают смеси вероятностных распределений. Случайная величина $ap + (1 - a)r$, например, может быть получена следующим образом. Вначале производится испытание с двумя исходами, вероятности которых равны соответственно a и $1 - a$. При первом исходе генерируется случайная величина p , а при втором — случайная величина q . Данную аксиому называют **аксиомой независимости**. Смысл ее состоит в том, что выбор инвестора между случайными величинами $ap + (1 - a)r$ и $aq + (1 - a)r$ определяется его отношением предпочтения между случайными величинами p и q .

Аксиома 3. Для всех $p, q, r \in R$, если $p \succ q \succ r$, существуют такие

$$a, b \in (0, 1), \text{ что } ap + (1 - a)r \succ q \succ bp + (1 - b)r.$$

Это так называемая **аксиома Архимеда**. Содержательно она утверждает, что, насколько бы ни была «хороша» случайная величина p , для любых $q \succ r$ найдется такая малая вероятность b , что $q \succ bp + (1 - b)r$. С другой стороны, насколько бы ни была «плоха» случайная величина r , для любых $p \succ q$ найдется такая большая вероятность a , что $ap + (1 - a)r \succ q$.

В большинстве практических случаев аксиомы 1–3 выполняются для предпочтений реального инвестора. Имеется ряд функций, традиционно используемых для представления предпочтений инвестора на основе ожидаемой полезности. К числу таких функций относится квадратичная функция:

$$u(r) = r - \frac{br^2}{2}, \quad (11.8)$$

где r — доходность. График квадратичной функции полезности изображен на рис. 11.5. Квадратичная функция полезности рассматривается при условии

$r < \frac{1}{b}$, так как за пределами данного ограничения квадратичная функция убывает с ростом r . Можно показать, что модели **M1** и **M2** описывают действия инвестора с квадратичной функцией полезности [38].

Другая распространенная функция полезности — экспоненциальная:

$$u(r) = -e^{-cr}, \quad (11.9)$$

где $c > 0$. График данной функции представлен на рис. 11.6.

В 1960 г. Грейсон [36] опубликовал результаты исследования по восстановлению функций полезностей предпринимателей. Было установлено, что во многих случаях предпочтения инвесторов хорошо описываются логарифмической функцией полезности (рис. 11.7):

$$u(r) = \log(r + b), \quad (11.10)$$

где $r > -b$.

Обозначим через \bar{p} математическое ожидание случайной величины p . В теории полезности инвестор называется **не склонным к риску** (*risk-averse*), если он предпочитает гарантированное получение выигрыша \bar{p} участию в лотерее, выигрыш которой описывается случайной величиной p . Это означает, что полезность выигрыша \bar{p} для инвестора выше, чем полезность участия в лотерее:

$$u(\bar{p}) > E[u(p)]. \quad (11.11)$$

Доказано, что функция полезности не склонного к риску инвестора *вогнута* (*concave*). Если инвестор не является не склонным к риску, его функция полезности будет *выпуклой* (*convex*). Квадратичная, экспоненциальная и логарифмическая функция полезности являются вогнутыми. Следовательно, эти функции представляют предпочтения инвестора, не склонного к риску.

Детерминированным эквивалентом лотереи, выигрыш которой есть случайная величина p , называется величина \bar{p} такая, что инвестор безразличен в выборе между участием в лотерее и получением \bar{p} наверняка. Величина \bar{p} определяется равенством $u(\bar{p}) = E[u(p)]$ или

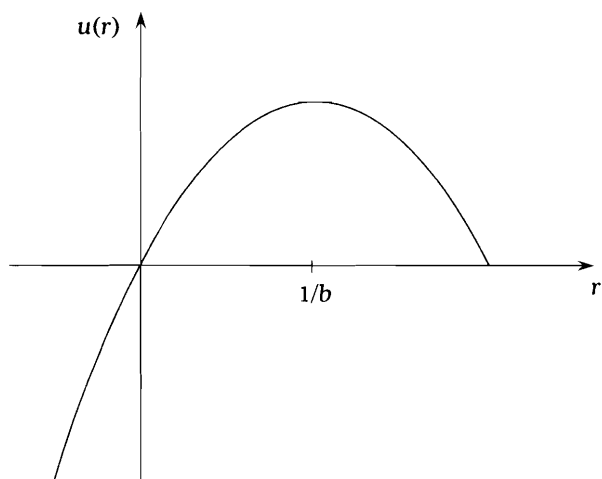


Рис. 11.5. Квадратичная функция полезности

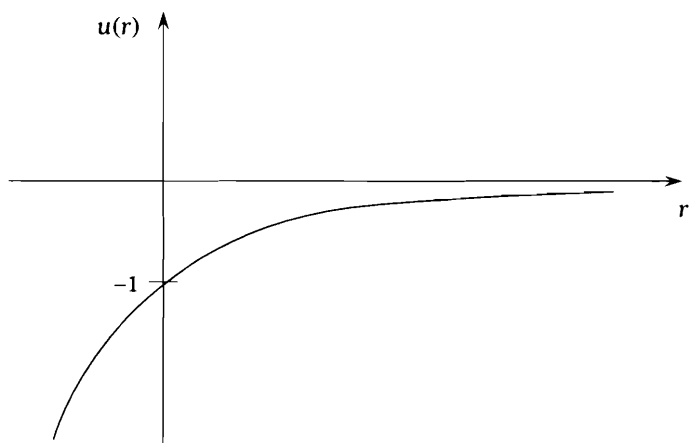


Рис. 11.6. Экспоненциальная функция полезности

$$p = u^{-1}[E[u(p)]]. \quad (11.12)$$

Разность между ожидаемым выигрышем в лотерее и ее детерминированным эквивалентом называют **надбавкой за риск**:

$$H = \bar{p} - p. \quad (11.13)$$

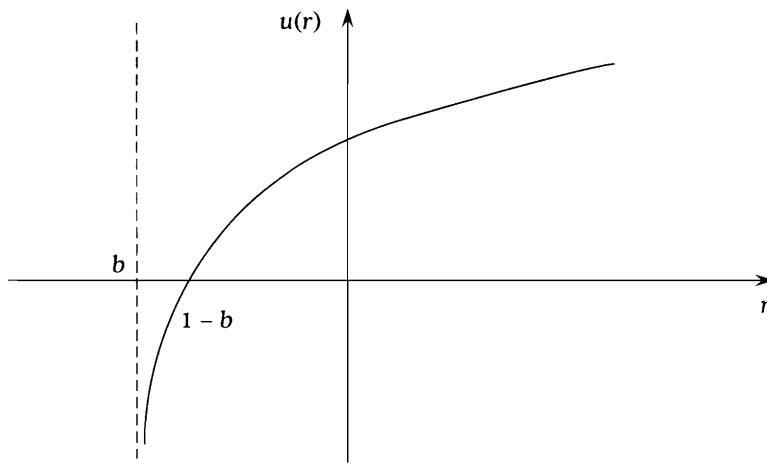


Рис. 11.7. Логарифмическая функция полезности

Важной характеристикой функций полезности является **локальная несклонность к риску**, в качестве меры которой выбрано отношение

$$P(r) = \frac{-u''(r)}{u'(r)}. \quad (11.14)$$

Доказано, что две функции полезности одинаковым образом упорядочивают лотереи в том и только том случае, когда они приводят к одной и той же функции $P(r)$. Если $P(r)$ положительна при всех r , то $u(r)$ выпукла, а лицо, принимающее решение, — не склонно к риску.

Рассмотрим лотерею, выигрыш которой описывается случайной величиной $r + h$, где r — постоянная, а h — случайная величина с нулевым средним, принимающая значения из ограниченного интервала значений. Обозначим через $H(r, h)$ надбавку за риск рассматриваемой лотереи. В теории полезности доказывается, что функция локальной несклонности к риску P является убывающей, постоянной и возрастающей тогда и только тогда, когда надбавка за риск $H(r, h)$ — соответственно убывающая, постоянная и возрастающая функция по r для любых h .

Локальная несклонность к риску для квадратичной функции полезности имеет вид:

$$P(r) = \frac{b}{1 - br}. \quad (11.15)$$

При $r < \frac{1}{b}$ функция P является положительной и возрастающей.

Для экспоненциальной функции полезности

$$P(r) = \frac{c^2 e^{cr}}{ce^{-cr}} = c. \quad (11.16)$$

Локальная несклонность к риску постоянна и положительна, так как $c > 0$. В случае логарифмической функции полезности имеем:

$$P(r) = -\frac{\frac{-1}{(r+b)^2}}{\frac{1}{r+b}} = \frac{1}{r+b}. \quad (11.17)$$

Поскольку $r > -b$, $P(r) > 0$ для всех r . Рассматриваемая функция полезности характеризует инвестора с убывающей несклонностью к риску.

11.3.3. Оптимизация портфелей с опционами

Как уже отмечалось, модели оптимизации, которые оперируют только ожидаемой доходностью и дисперсией доходности, не пригодны для портфелей, содержащих опционные контракты. Карино и Тернер [23] предложили функцию полезности, математическое ожидание которой может использоваться в качестве критерия оптимизации таких портфелей. Обозначим через $W_{T_{\text{max}}}$ стоимость портфеля в последний рассматриваемый момент времени. Авторы модели рассматривают возможные **нежелательные эффекты** (*embarrassments*), которые могут проявиться в результате управления портфелем. Примером такого нежелательного эффекта является снижение стоимости портфеля ниже некоторого известного критического уровня. Такая постановка задачи особенно актуальна в том случае, когда инвестор несет обязательства по пассивам, которые необходимо обязательно выполнить. Обозначим через M_k случайную величину, которая характеризует ущерб от k -го нежелательного эффекта. Пусть $c_k(M_k)$ — выпуклая функция, которая определяет стоимость потерь, связанных с k -м нежелательным эффектом. Функция полезности, предлагаемая в [23], имеет следующий вид:

$$u = W_{T_{\text{max}}} - \frac{1}{\gamma} \sum_k c_k(M_k), \quad (11.18)$$

где γ — коэффициент, отражающий несклонность инвестора к риску.

Подход к управлению портфелем фьючерсов и опционов, не связанный с использованием функций полезности, рассматривается в [5]. В качестве критерия оптимизации в этой работе используется максимум математического ожидания прибыли портфеля на момент ближайшего погашения опционных контрактов. Модель оптимизации включает бесконечное множество ограничений, обеспечивающих неубывание стоимости портфеля относительно его текущей стоимости при условии, что в последний момент времени стоимость базисного актива принадлежит заданному интервалу значений. В работе используется логнормальная модель распределения вероятностей значений цены базисного актива. В связи с этим в качестве заданного интервала выбирается отрезок значений логарифма цены базисного актива с координатами -3σ и $+3\sigma$ относительно прогнозного значения.

Оптимизационная модель, рассматриваемая в [5], предназначена для управления биржевым портфелем производных финансовых инструментов в режиме реального времени. Учитывается различие в ценах покупки и продажи финансовых инструментов, а также комиссия, которая взимается брокером при совершении операций. Установлено, что рассмотренное бесконечное множество ограничений можно заменить конечным набором ограничений, которые соответствуют ценам исполнения котируемых на бирже опционов или крайним точкам интервала безубыточности портфеля. Таким образом, исходная задача полубесконечной оптимизации сводится к задаче линейного программирования. Это существенно сокращает время решения задачи, что является важным для случая управления портфелем в режиме реального времени*.

Управление портфелем производных финансовых инструментов на бирже требует поддержания соответствующего залога**. В работе [3] оптимизационная модель [5] обобщается для оптимизации портфеля с учетом ограничений достаточности залога. Оптимизационная задача становится нелинейной. Для ее решения в [4] используется свойство кусочно-линейности функции залога. Исходная задача разбивается на множество подзадач. Метод решения основывается на схеме ветвей и границ с постепенным добавлением ограничений, соответствующих функции залога. *Количество решаемых подзадач сокращается приблизительно на 72%, что позволяет получать решение практически в режиме реального времени.*

11.3.4. Методика SPAN

*Покупка и продажа производных финансовых инструментов сопряжена с риском неисполнения обязательств контрагентом. Для того чтобы устранить этот риск, в биржевой практике принято производить расчеты по таким инструментам ежедневно, а не только в момент их погашения. Клиринговая палата биржи производит расчеты сразу после окончания торгов. До начала следующих торгов участниками рынка должны быть выполнены соответствующие платежи. Для каждого производного инструмента по итогам торгового дня определяется так называемая **расчетная цена** (settlement price). Для фьючерсов на ее основе начисляется **вариационная маржа** (variation margin), которая характеризует дневной выигрыш или проигрыш по всем содержащимся в портфеле фьючерсам. Для **длинного** («купленного») фьючерса, который находится в портфеле более одного дня, вариационная маржа есть разность между сегодняшней расчетной ценой и расчетной ценой предыдущего торгового дня. Если фьючерс был куплен сегодня, то берется разность между расчетной ценой дня и ценой сделки. Если длинная фьючерсная позиция*

* Результаты имитационного моделирования процесса управления портфелем на основе модели [5] по биржевой статистике изложены в [6].

** Величина залога на большинстве крупных мировых бирж рассчитывается при помощи методики SPAN (Standard Portfolio Analysis of Risk). Краткий обзор методики SPAN приведен ниже. Принципы, на которых построена данная методика, описаны в [1]. Детальное изложение версии SPAN, используемой для клиринга лондонских бирж, приведено в [2].

была закрыта в течение торгового дня, то из цены сделки следует вычитать расчетную цену вчерашнего дня. При торговле в течение дня (*intraday*) вариационная маржа — это разность между ценой закрытия и ценой открытия длинной фьючерсной позиции. В случае **короткой** позиции по фьючерсу («проданный» фьючерс) все перечисленные разности берутся с обратным знаком.

Для опционов рассчитывается так называемая **ликвидационная стоимость** (*option liquidation value*). *Ликвидационная стоимость опциона есть то количество денег, которое потребуется уплатить для закрытия позиций по опционам.* Данная сумма депонируется инвестором на специальном счете в качестве одной из составляющих залога. При расчете ликвидационной стоимости цены длинных позиций по опционам берутся со знаком «минус», а цены коротких позиций — со знаком «плюс». Другими словами, продажа опциона приведет к увеличению ликвидационной стоимости на величину расчетной цены данного опциона. Напротив, покупка опционного контракта уменьшает ликвидационную стоимость портфеля на соответствующую величину.

Уплата вариационной маржи и депонирование ликвидационной стоимости портфеля покрывают риск дефолта, однако расчет по этим платежам производится только один раз в день. Для того чтобы учесть возможные дневные колебания стоимости портфеля, к величине ликвидационной стоимости добавляется так называемая **начальная маржа** (*initial margin*). Сумма вариационной маржи, ликвидационной стоимости и начальной маржи определяет необходимую величину залога (*net margin*) за портфель фьючерсов и опционов. Как правило, биржа разрешает вносить данный залог деньгами или различными ценными бумагами, при этом для каждого вида бумаг определяется, какая максимальная доля их текущей рыночной стоимости может быть использована для покрытия залоговых обязательств.

Расчет начальной маржи значительно более сложен, чем определение ликвидационной стоимости и вариационной маржи. Процедура расчета основана на моделях ценообразования опционов (Блэка – Шоулза, Блэка и Кокса – Росса – Рубинштейна) и учитывает зависимость фьючерсов и опционов. В разное время многие крупные биржи разрабатывали собственные методы расчета начальной маржи. В 1988 г. Чикагская товарная биржа (*Chicago Mercantile Exchange — CME*) разработала и внедрила систему расчета начальной маржи, которая получила название *SPAN (Standard Portfolio Analysis of Risk)*. Методика *SPAN* получила широкое распространение и к настоящему моменту стала неофициальным стандартом. Практически все крупные биржи мира используют сейчас эту методику. *SPAN* рассчитывает залоговые клиринговых членов, членов-брокеров и публичных пользователей. Портфели участников рынка могут включать фьючерсы и опционы на индексы и товары, опционы на фьючерсные контракты, опционы на акции.

Основное предназначение методики *SPAN* состоит в том, чтобы определить начальную маржу портфеля фьючерсов и опционов. *Величина начальной маржи рассчитывается как максимальная потеря стоимости портфеля, которая может произойти в течение одного торгового дня.* При этом биржа, использующая методику *SPAN*, сама устанавливает, какую долю потерь должна покрывать начальная маржа. Обычно параметры *SPAN* устанавливаются та-

ким образом, чтобы начальная маржа покрывала от 95 до 99% дневных потерь за определенный исторический отрезок времени.

Стандартные модели ценообразования включают три фактора, оказывающих влияние на стоимость опциона. Это стоимость базисного актива, волатильность его цены и время до погашения. SPAN рассматривает сценарии возможного изменения цены базисного актива и ее *предполагаемой волатильности*. Биржа устанавливает интервалы возможного изменения этих параметров. Всего принято рассматривать 16 сценариев.

Клиринговая палата биржи рассчитывает потери (или прибыль) для каждой серии производных инструментов, соответствующие каждому из сценариев. Расчеты производятся для длинных позиций по инструментам. Результирующие таблицы принято называть **рисковыми массивами** (*risk arrays*). Хотя курс фьючерсов не зависит от величины волатильности, для единообразия рисковые массивы для фьючерсов оформляются точно так же, как и массивы для опционов. Рисковые массивы рассчитываются ежедневно на основании расчетных цен финансовых инструментов и предоставляются инвесторам в виде файлов (*risk parameter files*). Помимо рисковых массивов эти файлы содержат расчетные цены, ставки по спредам и другие параметры, необходимые для расчета залога. Расчет начальной маржи любого портфеля с использованием подготовленных таким образом параметров сводится к несложной последовательности арифметических операций.

На первом шаге расчета начальной маржи определяется величина так называемого **сканируемого риска** (*scanning risk*). Для этого вначале рассчитываются потери по контрактам для каждого из 16 сценариев. При этом элементы рисковых массивов умножаются на величины соответствующих позиций (величины коротких позиций берутся со знаком «минус»). Полученные произведения складываются отдельно для каждого из 16 сценариев. Сканируемый риск определяется как максимальное из полученных 16 чисел и нуля.

В методике SPAN изменение текущей стоимости фьючерсов рассчитывается как изменение спот-цены базисного актива. При таком огрублении изменения в стоимости длинной позиции по фьючерсу полностью покрываются изменениями в стоимости короткой позиции по фьючерсу с другим сроком исполнения. Поскольку в действительности это не так, в расчет начальной маржи портфеля включаются дополнительные величины, которые характеризуют риск фьючерсного спреда. Для расчета этой составляющей начальной маржи используется так называемая **«композитная дельта»**. Обычный показатель «дельта» — это производная стоимости инструмента по цене базисного актива. В связи с тем, что изменение цены фьючерсов рассматривается в системе SPAN как изменение цены спот, дельта длинных позиций по фьючерсам всегда равняется 1. Дельта опционов находится в пределах от -1 до +1. Композитная дельта — это средневзвешенная дельта по вероятностям всех сценариев, которые рассматриваются в SPAN. Заметим, что взнос за спред рассчитывается и для некоторых видов опционных контрактов, например для опционов на фьючерсы и европейских опционов на индекс FTSE-100.

При приближении срока поставки товара в соответствии с заключенным фьючерсным контрактом нарастает риск дефолта, который провоцируется колебаниями цены. Этот фактор также учитывается в системе SPAN, при этом

соответствующая составляющая начальной маржи называется **взносом за поставку в текущем месяце** (*spot month charge/delivery charge*).

Некоторые виды инструментов, в основе которых лежит один и тот же базисный актив, могут рассматриваться как одно целое при вычислении залоговых требований по методике SPAN. Например, европейские и американские опционы на индекс FTSE-100 рассматриваются как единое целое на всех шагах расчета в системе SPAN. Множество видов производных финансовых инструментов, обладающих таким свойством, в SPAN принято называть **классом инструментов** (*combined commodity*). Расчет сканируемого риска на первом шаге SPAN выполняется отдельно для каждого класса по содержащимся в портфеле инструментам.

Если цены инструментов двух различных классов коррелированы между собой, то потери по одному виду инструментов могут быть компенсированы выигрышем по другим позициям. Таким образом, суммарный риск портфеля окажется меньше, чем сумма рисков по инструментам этих классов. Для того чтобы учесть соответствующее сокращение залоговых требований, в системе SPAN рассматриваются так называемые «скидки за спреды между инструментами различных классов» (*inter commodity spread credits*). Спреды формируются между инструментами, которые относятся к различным классам. Общее сокращение залоговых требований для одного класса инструментов определяется как сумма скидок, порожденных для этого класса всеми другими классами.

В соответствии с методикой SPAN, каждому короткому опциону должен соответствовать некоторый минимальный уровень начальной маржи. Начальная маржа по каждому классу инструментов портфеля не может быть меньше суммы минимальных ставок по всем коротким опционам этого класса. Если это условие не выполняется, то в качестве начальной маржи по данному классу контрактов выбирается сумма ставок по всем находящимся в портфеле коротким опционам этого класса.

После выполнения рассмотренных шагов начальная маржа для каждого класса инструментов определяется в SPAN путем суммирования величин сканируемого риска, вноса за поставку в текущем месяце и вноса за спреды между инструментами этого класса. Из данной суммы вычитаются все скидки за спреды между инструментами различных классов, начисленные для рассматриваемого класса. Полученная величина сравнивается с суммой минимальных залогов по коротким позициям по опционам данного класса. В качестве начальной маржи класса инструментов выбирается большее из сравниваемых чисел. Начальная маржа портфеля есть сумма значений начальной маржи для каждого класса инструментов, который представлен в портфеле.

11.4. Динамическая оптимизация портфеля

Оптимизационные модели, рассмотренные в п. 11.2 и 11.3, не учитывают возможностей будущей перестройки портфеля, т. е. являются однопериодными. Техника иммунизации портфеля предполагает коррекцию структуры портфеля при изменении величины фактора риска. Перестройка портфеля связана с транзакционными издержками, совокупная величина которых зависит от частоты перестроек, т. е. от волатильности фактора риска. Данное обстоятель-

ство, существенно влияющее на результаты управления портфелем, не может быть учтено в рамках однопериодной модели [28].

Модели диверсификации, позволяющие контролировать риск отдельных финансовых инструментов, также могут быть значительно усилены путем учета возможностей будущих перестроек портфеля [23]. При этом, однако, распределение доходности портфеля оказывается отличным от нормального и может иметь значительный эксцесс, что не позволяет ограничиться анализом среднего и дисперсии доходности портфеля. В данной ситуации целесообразно использование функций полезности соответствующего вида для оптимизации портфеля.

11.4.1. Модель управления активами и пассивами (ALM)

Для построения моделей, учитывающих возможности будущей перестройки портфеля финансовых инструментов, используется подход, основанный на методе **многошагового стохастического программирования** (*multistage stochastic programming*)*. Первые работы, посвященные этому направлению, появились более двух десятилетий назад [21, 43]. Данный подход получил название «**управление активами и пассивами**» (*asset and liability management* — ALM)**.

Концепция ALM предполагает, что состояние портфеля рассматривается в фиксированные моменты времени $t \in \{1, 2, \dots, T_{\max}\}$. Первый момент соответствует текущей дате; последний момент времени T_{\max} называется **горизонтом планирования**. Как правило, несколько первых выбранных моментов расположены ближе друг к другу, чем последующие. Например, может быть выбрано следующее множество моментов времени: текущий день, конец текущего месяца, конец текущего квартала, конец текущего года, конец пятилетия.

В каждый из моментов времени $t \in \{1, 2, \dots, T_{\max} - 1\}$ инвестор принимает решения, касающиеся структуры портфеля, а также его финансовых целей. Существуют факторы неопределенности, которые могут принимать случайные значения в каждый из моментов времени $t \in \{2, \dots, T_{\max}\}$. К числу таких факторов относятся доходности финансовых инструментов, процентные ставки, кросс-курсы валют, поступления средств и платежи по финансовым инструментам. В модели ALM генерируются сценарии изменения случайных факторов, которые имеют древовидную структуру (рис. 11.8).

Генерация сценариев — чрезвычайно важный аспект модели управления активами и пассивами, от которого зависит адекватность результатов оптимизации. Сценарии, используемые при оптимизации, не рассматриваются в качестве наилучшего прогноза будущего. Однако выбранное множество сценариев должно объективно отражать возможности будущего изменения экономической ситуации, учитывать все возможные обстоятельства, которые могут повлиять на динамику портфеля. Как правило, для генерации сценариев разрабатывается статистическая модель, основанная на исторических данных. Кроме этого, возмож-

* См., например, <http://stoprog.org> и <http://www.almprofessional.com>.

** Основные вехи развития ALM отражены в [22, 29, 42, 50, 58].

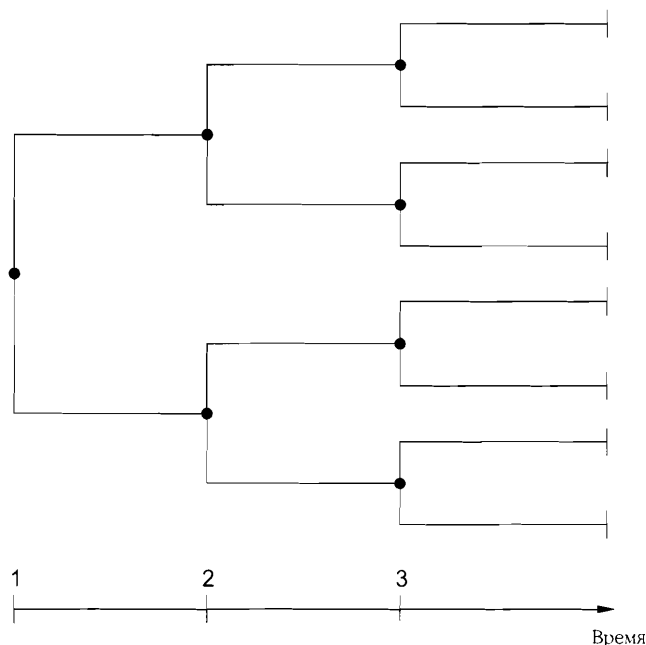


Рис. 11.8. Пример дерева сценариев

но использование экспертной информации. В последнем случае эксперт назначает вероятности значений факторов риска для каждого момента времени из $t \in \{2, \dots, T_{\max}\}$ или непосредственно задает какой-либо сценарий.

Модель генерации сценариев должна учитывать зависимость между рассматриваемыми экономическими переменными. Например, прибыль по облигациям должна быть согласована с соответствующим уровнем процентных ставок [48, 56]. Важным требованием к множеству сценариев является *отсутствие арбитражных возможностей*. Если это требование не выполняется, то в результате оптимизации получается портфель, ориентированный на случайные эффекты выбранного множества сценариев [40, 41].

Вероятностная модель генерации сценариев должна учитывать статистические особенности исторических данных, в частности тяжелые «хвосты» распределений. Как установлено в [45], распределение доходности акций имеет тяжелые «хвосты», которые хорошо описываются моделью Фреше (обобщенное гамма-распределение с параметром $\lambda = -1$). Джэкверт и Рубинштейн [39] разработали метод для оценки представления рынка о хвостах распределения на основе котировок опционов с различными ценами исполнения в один и тот же момент времени. Применение метода для индекса S&P 500 показало высокую степень «тяжести» «хвостов» для будущих возможных значений этого индекса.

Значения факторов неопределенности на каждом шаге управления портфелем влияют на выбор соответствующих инвестиционных решений. При ре-

шении задачи учитываются и предстоящие поступления средств, а также обязательные платежи. Обозначим через $x_{j,t}^s$ суммарную стоимость инструментов j -го типа в портфеле в момент времени t в случае реализации s -го сценария. Величина $x_{j,t}^s$ положительна в случае покупки инструмента и отрицательна в случае его продажи.

Два основных уравнения должны обязательно присутствовать в динамической модели оптимизации портфеля [51]. Стоимость позиций по финансовым инструментам должна удовлетворять соотношениям:

$$x_{j,t+1}^s = x_{j,t}^s(1 + r_{j,t}^s) - p_{j,t}^s(1 + k_{j,t}^s) + q_{j,t}^s(1 - k_{j,t}^s) \quad \forall j, t, s, \quad (11.19)$$

где $r_{j,t}^s$ — процентная ставка за период от t до $t + 1$ по инструменту j ;

$p_{j,t}^s$ — продажа инструмента j ;

$q_{j,t}^s$ — покупка инструмента j ;

$k_{j,t}^s$ — транзакционные издержки операций с финансовыми инструментами.

Пусть u_t^s — разность поступления и оттока средств в момент t при реализации сценария s . Для потока наличных денежных средств должно выполняться равенство:

$$x_{0,t+1}^s = x_{0,t}^s(1 + r_{0,t}^s) + \sum_j p_{j,t}^s(1 - k_{j,t}^s) - \sum_j q_{j,t}^s(1 + k_{j,t}^s) + \sum_j u_{j,t}^s + u_t^s \quad \forall t, s, \quad (11.20)$$

где $x_{0,t+1}^s$ и $x_{0,t}^s$ — количество наличных средств в моменты времени $t + 1$ и t соответственно;

$u_{j,t}^s$ — платежи по j -му инструменту в момент времени t (сюда относятся, например, купонные платежи по облигациям, дивиденды по акциям, выплата процентов и погашение кредитов).

Поскольку набор сценариев имеет древовидную структуру, то должны выполняться также соотношения

$$x_{j,t}^{s_1} = x_{j,t}^{s_2} \quad \forall j \quad (11.21)$$

для любых двух сценариев s_1 и s_2 , которые совпадают вплоть до момента t [53].

В качестве цели задачи оптимизации портфеля в модели ALM, как правило, выбирается максимум математического ожидания функции полезности вида (11.18), где $W_{T_{\max}}$ — стоимость портфеля в конце горизонта планирования. Значение этой функции зависит от переменных, представляющих решения инвестора в различные выбранные моменты времени в будущем. Используя вероятности осуществления различных сценариев, можно свести задачу к де-

терминированной. С ростом количества рассматриваемых моментов времени число переменных задачи возрастает экспоненциально.

Методы управления рисками, рассмотренные в п. 11.2 и 11.3, используются и в рамках модели ALM. Портфель может быть иммунизирован к изменению какого-либо фактора риска, при этом его поведение должно будет удовлетворять заданным требованиям в моменты времени $t \in \{1, 2, \dots, T_{\max}\}$. В данном случае говорят о сценарной иммунизации [28]. В рамках динамической модели могут быть учтены транзакционные издержки, необходимые для иммунизации портфеля по отношению к фактору риска. Решение задачи ALM обеспечивает необходимую диверсификацию портфеля для защиты от несистематических рисков. При этом могут быть учтены ограничения регулирующих органов, налоговые выплаты, пожелания высшего руководства.

Методы решения задачи ALM можно разделить на три группы. Первую из них составляют прямые алгоритмы, основанные, главным образом, на **методах внутренней точки** [17, 19, 24, 34, 57]. Ко второй группе относятся методы, основанные на **декомпозиции Бендерса** [25, 27, 32, 37, 55]. Методы третьей группы основываются на **расширенных лагранжианах** [29, 49]. Все алгоритмы используют древовидную структуру сценариев для сокращения перебора. В настоящее время удается решать задачи ALM, содержащие более 10 000 сценариев. Важно, что зависимость времени решения от числа сценариев оказывается линейной.

11.4.2. Результаты экспериментов. Некоторые известные системы

В работе [23] рассмотрен пример решения задачи динамической оптимизации портфеля. В качестве финансовых инструментов рассматриваются акции американских компаний, акции предприятий других развитых стран, акции предприятий на развивающихся рынках, американские облигации и депозиты. Используется трехпериодная модель управления портфелем. Интервалы между моментами перестройки портфеля составляют 1, 2 и 2 года соответственно; горизонт планирования равен 5 годам. Для решения задачи генерировалось 10 000 сценариев ($50 \times 20 \times 10$). По условию задачи в конце 5-го года из портфеля должен быть осуществлен платеж, невыполнение которого относится к нежелательным эффектам. В этих условиях трехпериодная модель обеспечивает заметное преимущество по сравнению с одношаговой моделью за счет создания несимметричной плотности распределения вероятностей прибыли портфеля. Результаты для трехшаговой модели и для двух портфелей, полученных на основе одношаговой модели и относящихся к эффективному множеству, сведены в табл. 11.3.

Известен ряд программных систем, реализующих методы динамической оптимизации портфеля финансовых инструментов. В [22] описана так называемая система *Russell-Yasuda Kasai (RY)*, разработанная компаниями *Frank Russell Company* и *The Yasuda Kasai Fire and Insurance Co., Ltd.* Данная система предназначена для управления портфелем активов и пассивов страховой компании, которая использует полисы накопительного страхования. Компании *The Yasuda Kasai Fire and Insurance Co., Ltd.* необходимо было гарантировать выпла-

Таблица 11.3

ОЖИДАЕМАЯ ПРИБЫЛЬ И СТОИМОСТЬ НЕИСПОЛНЕНИЯ ПЛАТЕЖА

Стратегия	Начальное соотношение «акции/облигации», %	Математическое ожидание прибыли в конце 5-го года, % годовых	Математическое ожидание штрафа за невыполнение платежа
Трехшаговая	59/41	9,6	1,3
Одношаговая «а»	64/36	9,6	3,2
Одношаговая «б»	46/54	8,5	1,3

ты своим клиентам, в то же время она стремилась к получению максимальной прибыли в долгосрочной перспективе. Система RY учитывает эти противоречивые цели страхового бизнеса. Кроме того, в ней учтены транзакционные издержки, выплаты по налогам и законодательные ограничения на финансовый портфель, установленные регулируемыми органами Японии. В соответствии с требованиями заказчика система RY в момент своего создания (1991 г.) осуществляла решение задачи оптимизации портфеля на компьютерной рабочей станции за время, не превышающее трех часов.

Система поддерживает постановку 10-шаговых задач оптимизации портфеля на основе трех основных методов генерации экономических сценариев. Первый метод автоматически генерирует сценарии в предположении, что значения экономических факторов в различные моменты времени $t \in \{1, 2, \dots, T_{\text{max}}\}$ статистически независимы. При этом используются статистические модели, построенные на основе исторических данных. Пользователь может изменять параметры этих моделей в соответствии с собственным взглядом на будущее экономических процессов. Второй метод учитывает зависимость между соседними моментами принятия решений по оптимизации портфеля. Для этого в системе RY используется статистический факторный анализ. Создателями системы установлено, что для адекватного описания случайных значений прибыли по финансовым инструментам достаточно трех факторов. Эти факторы связаны соответственно с изменением процентных ставок, доходностью вложений в акции и изменением кросс-курсов валют. Третий метод предусматривает задание сценариев экспертом — пользователем системы.

Оптимизационная модель RY использует выпуклую кусочно-линейную целевую функцию вида (11.18). В связи с этим задача оптимизации RY относится к классу задач многошагового линейного стохастического программирования. Метод решения задачи основывается на декомпозиции Бендерса [32].

До внедрения системы RY компания *The Yasuda Kasai Fire and Insurance Co., Ltd.* использовала модель Марковица для оптимизации структуры активов. В [22] проводится сравнение результатов, полученных с использованием предшествующей методики и системы RY. Внедрение системы RY в 1991 г. позволило получить прирост годовой доходности на 15%, что эквивалентно

25 млн. долл. прибыли. Прирост прибыли за два отчетных года (1991 и 1992) составил 43%, или 79 млн. долл.

В работе [39] описана система *Watson*, предназначенная для управления портфелем пенсионного фонда. При помощи данной системы можно решать задачи многошагового линейного и квадратичного стохастического программирования. Наиболее эффективным методом их решения оказалась вложенная декомпозиция Бендерса.

Применение модели *ALM* для управления портфелями пенсионных фондов в Нидерландах рассматривается в [20]. Эта страна является мировым лидером по величине активов негосударственных пенсионных фондов, что обусловлено ранним образованием системы негосударственного пенсионного обеспечения, использованием щедрых пенсионных схем и относительно небольшим объемом государственных пенсий. В настоящее время практически все крупные пенсионные фонды Нидерландов, а также все большее число мелких и средних фондов применяют модели *ALM* для анализа и синтеза стратегий управления своими портфелями финансовых инструментов.

Для генерации сценариев в большинстве случаев используется модель **векторной авторегрессии** (ВАР) [54]. Стандартные модели ВАР расширяются для моделирования смены экономических режимов (например, высокая инфляция в 1970-х годах и относительно низкая в 80- и 90-х годах). Кроме этого, в модели ВАР учитываются соотношения рыночного равновесия; моделируется приближение рынка к равновесному состоянию с течением времени. Для каждого сценария развития экономической ситуации оценивается соответствующий объем пенсионных выплат. Для моделирования изменения статуса каждого из участников фонда используется управляемая цепь Маркова (каждый из участников фонда может уйти в отставку, умереть, прекратить участие в фонде, получить повышение или понижение по службе; возможен приход в фонд новых участников).

Используемые программные системы производят динамическую оптимизацию портфеля пенсионного фонда на основе метода многошагового стохастического программирования [30]. Общепринятой практикой является также моделирование стратегий управления портфелем, полученных с помощью генератора случайных чисел. Такая возможность позволяет менеджеру убедиться в эффективности процедур оптимизации стратегий управления портфелем.

Литература

1. Голембиовский Д. Ю. Расчет залога по портфелю производных инструментов//Вопросы анализа риска. 2000. № 1–2. С. 14–33.
2. Голембиовский Д. Ю. Система управления биржевым залогом SPAN//Обозрение прикладной и промышленной математики. 2000. Т. 7. Вып. 1. С. 181–183.
3. Голембиовский Д. Ю., Долматов А. С. Модель оптимизации портфеля производных финансовых инструментов с учетом залоговых ограничений//Теория и системы управления. 2001. № 3. С. 75–85.

4. Голембиовский Д. Ю., Долматов А. С. Решение задачи оптимизации портфеля производных финансовых инструментов с учетом залоговых ограничений//Теория и системы управления. 2001. № 4. С. 69–77.
5. Голембиовский Д. Ю., Долматов А. С. Управление портфелем производных финансовых инструментов. Ч. I//Теория и системы управления. 2000. № 4. С. 95–103.
6. Голембиовский Д. Ю., Долматов А. С. Управление портфелем производных финансовых инструментов. Ч. II//Теория и системы управления. 2000. № 6. С. 90–94.
7. Дуглас Л. Г. Анализ рисков операций с облигациями на рынке ценных бумаг. — М.: Филинь, 1998.
8. Касимов Ю. Ф. Основы теории оптимального портфеля ценных бумаг. — М.: Филинь, 1998.
9. Кини Р. Л., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения. — М.: Радио и связь, 1981.
10. Крянев А. В. Основы финансового анализа и портфельного инвестирования в рыночной экономике. — М.: МИФИ, 2001.
11. Мельников Р. Сценарный анализ процентного риска//Рынок ценных бумаг. 2000. № 21. С. 64–68.
12. фон Нейман Дж., Моргенштерн О. Теория игр и экономическое поведение. — М.: Наука, 1970.
13. Первозванский А. А., Первозванская Т. Н. Финансовый рынок: расчет и риск. — М.: ИНФРА-М, 1994.
14. Уотшем Т. Дж., Паррамоу К. Количественные методы в финансах. Уч. пос. для ВУЗов. — М.: ЮНИТИ, 1999.
15. Фишберн П. Теория полезности для принятия решений. — М.: Наука, 1978.
16. Шарп У. Ф., Александер Г. Дж., Бэйли Дж. В. Инвестиции. — М.: ИНФРА-М, 1997.
17. Berger A. J., Mulvey J. M., Rothberg E., Vanderbei R. Solving multistage stochastic programs using tree dissection. Stochastic and operation research report 95–7. Princeton University, 1995.
18. Bierwarg G. Duration analysis. — N.Y.: Ballinger Publishing Company, 1987.
19. Birge J. R. Stochastic programming computation and applications//Informs Journal on Computing. 1997. V. 9. P. 111–133.
20. Boender C. G. E., van Aalst P. C., Heemskerk F. Modeling and management of assets and liabilities of pension plans in the Netherlands//In: Ziemba W. T., Mulvey J. M. (eds.) Worldwide asset and liability modeling. — Cambridge University Press, 1998. P. 561–580.
21. Bradley S. P., Crain D. B. A dynamic model for bond portfolio management//Management science. 1972. V. 19. P. 139–151.
22. Carino D. R., Kent T., Myers D. H., Stacy C., Sylvanus M., Turner A. L., Watanabe K., Ziemba W. T. The Russell-Yasuda Kasai model: An asset/

- liability model for a Japanese insurance company using multistage stochastic programming//Interface. 1994. V. 24. P. 29–49.
23. Carino D. R., Turner A. L. Multiperiod asset allocation with derivative assets//In: Ziemba W. T., Mulvey J. M. (eds.) Worldwide asset and liability modeling. — Cambridge University Press, 1998. P. 182–204.
 24. Carpenter T., Lustig I., Mulvey J. Formulating stochastic programs for interior point method//Mathematics of Operation Research. 1991. V. 16. P. 119–147.
 25. Consigli G., Dempster M. A. H. The CALM stochastic programming model for dynamic asset-liability management//In: Ziemba W. T., Mulvey J. M. (eds.) Worldwide asset and liability modeling. — Cambridge University Press, 1998. P. 464–500.
 26. Dahl H., Meeraus A., Zenios S. A. Some financial optimization models//In: Zenios S. A. (ed.) Financial optimization. — Cambridge University Press, 1995. P. 37–71.
 27. Dantzig J. B., Infanger J. Multistage linear stochastic programs for portfolio optimization//Management Science. 1993. V. 1. P. 197–206.
 28. Dembo R. S. Scenario immunization//In: Zenios S. A. (ed.) Financial optimization. — Cambridge University Press, 1995. P. 291–308.
 29. Dempster M. A. H., Ireland A. Object-oriented model integration in a financial decision support system//Decision support systems. 1991. V. 7. P. 329–340.
 30. Dert C. L. Asset liability management for pension funds, a multistage chance-constrained programming approach. Ph.D. thesis. Erasmus University Rotterdam, 1995.
 31. Fabozzi F. J., Pollack I. M. (eds.) The handbook of fixed income securities. — Dow-Jones, Irwin, 1987.
 32. Fan Y., Carino D. R. Nested versus non-nested decomposition for asset allocation problems. Report presented at the 15th International Symposium on Mathematical Programming, Ann Arbor, August, 1994.
 33. Garbade K. Models of fluctuation in bond yields — an analysis of principal components. Technical Report. Bankers Trust Company, Money Market Center, 1986. June.
 34. Gassman H. I. MSLiP: A computer code for the multistage stochastic linear programming problem//Math Programming. 1990. V. 47. P. 407–423.
 35. Granito M. R. Bond portfolio immunization. — Lexington Books. D.C. Heath and Co., 1984.
 36. Grayson C. J. Decisions under uncertainty: Drilling decisions by oil and gas operators. Division of Research, Harvard Business School, Boston, Mass., 1960.
 37. Infanger G. Planning under uncertainty: Solving large-scale stochastic linear programs. — Danvers, Massachusetts: The Scientific Press, 1994.
 38. Ingersoll J. E. Theory of financial decision making. Studies in financial economics. — Rowmank & Littlefield, 1987.

39. Jackwerth J. C., Rubinstein M. Recovering probability distribution from option prices//*Journal of Finance*. 1997. V. 51. P. 1611–1631.
40. Klaasen P. Discretized reality and spurious profit in stochastic programming models for asset/liability management//*European Journal of Operation research*. 1997. No. 101(2). P. 374–392.
41. Klaasen P. Solving stochastic programming models for asset/liability management using iterative disaggregation//In: Ziemba W. T., Mulvey J. M. (eds.) *Worldwide asset and liability modeling*. — Cambridge University Press, 1998. P. 427–463.
42. Kusy M. I., Ziemba W. T. A bank asset and liability management model//*Operation research*. 1986. V. 34. P. 356–376.
43. Lane M. and Hutchinson P. A model for managing a certificate of deposit portfolio under uncertainty//In: Dempster M.A.H. (ed.) *Stochastic Programming*. — Academic Press, 1980. P. 473–493.
44. Litterman R., Scheinkman J., Weiss L. Common factors affecting bond returns. Technical report. Goldman, Sachs & Co., Financial Strategies Group, 1988, September.
45. Longin F.M. The asymptotic distribution of extreme stock market returns//*Journal of Business*. 1997. V. 69. P. 383–408.
46. Maloney K. J., Yawitz J. Interest rate immunization and duration. Working Paper. School of Business Administration, Dartmouth University, 1985.
47. Markovitz H. Portfolio selection//*Journal of Finance*. 1952, No. 7. P. 77–91.
48. Mulvey J. M. Generating scenarios for the Tower Perrin investment system//*Interface*. 1996. V. 26, P. 1–15.
49. Mulvey J. M., Ruszczyński A. A new scenario decomposition method for large-scale stochastic optimization//*Operations Research*. 1995. V. 43. P. 477–490.
50. Mulvey J. M., Vladimirou H. Stochastic network optimization models for investment planning//*Annals of Operations Research*. 1989. V. 20. P. 187–217.
51. Mulvey J. M., Ziemba W. T. Asset and liability management systems for long-term investors: discussion of the issues//In: Ziemba W. T., Mulvey J. M. (eds.) *Worldwide asset and liability modeling*. — Cambridge University Press, 1998. P. 3–40.
52. Platt R. B. (ed.) *Controlling interest rate risk: New techniques & applications for money management*. — John Wiley & Sons, 1986.
53. Rockafellar R. T., Wets R. J.-B. Scenarios and policy aggregation in optimization under uncertainty//*Mathematics of Operation Research*. 1991. V. 16. P. 119–147.
54. Sims C. A. Macroeconomics and reality//*Econometrica*. 1980. V. 48. P. 1–48.
55. van Slyke R., Wets R. J.-B. L-shaped linear programs with applications to optimal control and stochastic programming//*SIAM Journal of Applied Mathematics*. 1969. V. 17. P. 638–663.

56. Wilkie A. D. A stochastic investment model for actuarial use//Transactions of the Faculty of Actuaries. 1986. V. 39. P. 391–403.
57. Yang D., Zenios S. A. A scaleable parallel interior algorithm for stochastic linear programming and robust optimization//Computational Optimization and its Applications. 1996. V. 7. P. 143–158.
58. Zenios S. Asset-liability management under uncertainty: The case of mortgage-backed securities. Research report. Hermes lab for financial modeling and simulation, the Wharton School, University of Pennsylvania, 1992.

Указатель терминов

σ -алгебра случайных событий 53

VaR 247

— кредитный 383

— предельный 273

— приращения 274

VaR-отображение 254

Z-модель Альтмана 342

«агентские издержки» 542

аксиома Архимеда 716

— независимости 716

активы базисные 98

— безрисковые 626

— с абсолютным риском 627

— с низким риском 627

— с постоянной дивидендной доходностью 104

анализ волатильности доходов 446

— выживаемости 351

— разрывов срочной процентной структуры 229

— сценарный 591, 650

— чувствительности 591

арбитражер 111

арбитражные операции с капиталом 550

асимметрия 63

аудиторские проверки 445

банкротство 330

бегство к качеству 307

— к ликвидности 307

брутто-подверженность кредитному риску 415

вега-хеджирование 244

верификация «грязная» 656

— «чистая» 656

— модели 250, 609

вероятность выживаемости 353

— дефолта 347, 353

— — кумулятивная 353

— предельная 352

— — средняя 353

— разорения 217

внутренний контроль 450

волатильность 76, 215, 224

— предполагаемая 167, 224

— — процентной ставки 196

- экспоненциально-взвешенная 278
- восстановление рынка 303
- временная структура процентных ставок 21
- выпуклость долларова 708
 - портфеля облигаций 47
 - финансового инструмента 43
 - эффективная 198
- вязкость рынка 302
- гамма-хеджирование 244
- генератор случайных чисел 83, 269
- геометрическое броуновское движение 94
- гетероскедастичность 82
- глубина рынка 302
- горизонт планирования 725
- дата исполнения опциона 138
 - истечения опциона 138
- двусторонняя переоценка по рыночной стоимости 413
- декомпозиция портфеля по факторам риска 254
- дельта-гамма-вега-приближение 265
- дельта-хеджирование 238
- дерегулирование 518
- детерминированный эквивалент лотереи 717
- дефолт 324
 - по обязательству 330
- дисперсия случайного процесса 88
 - случайной величины 56
- доверительный интервал 69, 74, 76
- дополнение множества 51
- досрочное наступление срока исполнения обязательства 330
- доходность арифметическая 218
 - внутренняя 7
 - — портфеля облигаций 21
 - геометрическая 223
 - дискретная 218
 - к «наихудшему» 19
 - к отзыву 18
 - к погашению 16
 - к продаже 19
 - непрерывно наращенная 223
 - средневзвешенная портфеля облигаций 20
 - текущая 16
 - требуемая 11
- дюрация долларова Фишера–Вейла 46, 707
 - Маколея 34
 - модифицированная портфеля облигаций 39

- — финансового инструмента 34
- эффективная 198
- закон Гласса-Стигала 518
- игра на воскрешение 552, 666
- избыточное вложение капитала 538
- изменчивость 76
- иммунизация 705
 - портфеля 234
 - — облигаций 42
 - факторная 708
- инвестор, не склонный к риску 711, 717
- индекс Z Хэннэна-Хэнвека 576
 - профиля риска 466
- индикаторы деятельности 445
 - макропруденциальные 689
 - риска 446
 - текущей деятельности 445
 - эффективности контроля 445
- инструмент «европейского типа» 151
- инструменты
 - гибридные 624
 - кредитные производные 419
 - многофакторные 254
 - однофакторные 254
 - производные 98
 - снижения кредитного риска 675
 - «неправильные» производные 376
- исполнение 488
- источник финансирования 553
- исчезновение ликвидности 307
- калибровка модели 610
- капитал «балансовый» 547
 - второго уровня 624
 - дополнительный 624
 - «допустимый» 547
 - основной 624
 - первого уровня 624
 - предельный 586
 - «регулятивный» 547
 - третьего уровня 635
 - «физический» 547
 - экономический 383, 547
- капитальные вложения 556
- качество инвестиционное 335

- спекулятивное 335
- класс инструментов 724
- ковариация для дискретных случайных величин 58
 - для непрерывных случайных величин 65
- колесо риск-менеджмента 529
- коллар 183
- комбинации опционов 150
- компози́тная дельта 723
- контракт своповый 128
 - форвардный 98
 - фьючерсный 107
- концентрация ликвидности 307
- концепция экономической добавленной стоимости 535
- корреляция 65
- котировка облигации 13
- коэффициент альфа 229, 460
 - бета 228, 461
 - — «внутренний» 582
 - быстрой ликвидности 333
 - вега 179, 236
 - гамма 173, 236
 - дельта 169, 236
 - детерминации 80
 - лямбда 237
 - напряженности обязательств 333
 - обеспеченности собственными оборотными средствами 333
 - оборачиваемости 334
 - обслуживания долга 405
 - отношения разрыва к общей величине активов 230
 - рентабельности продаж 334
 - ро 177, 237
 - смещения 94
 - текущей ликвидности 333, 346
 - тета 176, 237
 - финансовой независимости 333
- кредитная нота 425
- кредитное событие 330
- кредитные деривативы 419
- кредитный рейтинг 335
- кривая рыночных доходностей 21
 - спот-ставок 22
 - форвардных ставок 28
- кривые безразличия 711
- кризис банковский 691
 - валютный 691
- критерии качественные 651
 - количественные 653

- критическое значение распределения Стьюдента 75
кросс-дефолт 330
кэп 182
- маржа
- вариационная 108, 414, 721
 - дисконтирования 19
 - начальная 414, 722
- марковский процесс 384
- математическая теория рекордов 592
- математическое ожидание случайного процесса 87
- случайной величины 56
- матрица переходов 384
- сценарная 650
- мера вероятностная 53
- риска когерентная 288
- метод «дельта плюс» 648
- дельта-нормальный 251
 - исторического моделирования 266
 - Монте-Карло 84, 268
 - на основе срока до исполнения контракта 645
 - на основе срока до платежа 638
 - наименьших квадратов 79
 - оценки первоначального риска 628
 - — текущего риска 628
 - переоценки свопов 489
- методика CAMEL 409
- SPAN 722
- методы локального оценивания 249, 273
- полного оценивания 249, 273
- миграция кредитных рейтингов 384
- минимальный уровень достаточности капитала 547
- мир, нейтральный к риску 153
- множество 50
- эффективное 711
- модели авторегрессионной условной гетероскедастичности 285
- восходящие 445
 - нисходящие 445
 - оптимизационные 339
 - причинно-следственные 446
 - эконометрические 339
- модель ALM 725
- EDF 366
 - KLR 694
 - STV 692
 - ZETA 346
 - биномиальная 91

- Васичека 201
- Кокса-Ингерсолла-Росса 201
- линейная регрессионная 78
- Марковица 710
- оценки вероятности дефолта 351
- Рендельмана-Барттера 201
- Халла-Уайта 202
- Хо-Ли 201
- «модельный арбитраж» 604
- монотонность 288
- мораторий 330

- надбавка за риск 628, 718
- накопленные проценты 15
- неблагоприятный отбор 620, 694
- нейронные сети 339
- нейтральность к риску 357
- неплатежеспособность 330
- несклонность к риску локальная 719
- неттинг двусторонний 415, 628
- нетто-подверженность кредитному риску 416
- норма доходности внутренняя 233
 - рентабельности пороговая 537

- облигации «бросовые» 335
 - «мусорные» 335
 - обеспеченные залогом активов 519
 - «прямые» 352
- облигация купонная 11
 - отзывная 17, 184, 207
 - продаваемая 19, 184
 - с кэпом 184
 - с плавающей купонной ставкой 19
 - с флором 185
 - со встроенным опционом 184
 - продающаяся по номиналу 12
 - — с дисконтом 13
 - — с премией 12
- общая чистая открытая позиция по валюте 644
- общий резерв 573
- объединение множеств 52
- ожидаемый убыток 449
- опцион 137
 - азиатский 181
 - американский «колл» 137
 - — «пут» 137
 - барьерный входящий при повышении 181

- — — при понижении 181
 - — — выходящий при повышении 181
 - — — при понижении 181
 - «без выигрыша» 140
 - бермудский 182
 - бинарный 180
 - европейский «колл» 137
 - — «пут» 137
 - на кредитный спред 426
 - на купонную облигацию 183
 - на обмен активами 179
 - «с выигрышем» 139
 - «с проигрышем» 140
- отказ 330
- относительное снижение цены облигации 29
- отношение предпочтения полное 716
 - — транзитивное 716
- отсрочка выплаты вознаграждения 542
- оценка максимально возможного убытка 592
- «очарование» 237
- ошибка второго рода 656
 - первого рода 656
 - среднеквадратическая 280
- параметр сглаживания 277
- переоценка фьючерсной позиции по рыночной стоимости 108
- пересечение множеств 52
- пересмотр купонной ставки 414
- планирование на случай непредвиденных ситуаций 597
- плотность распределения вероятностей 60
- подверженность кредитному риску 347, 371
 - — — максимальная 372
 - — — ожидаемая 372
- подмножество 51
- подход *PD/LGD* 684
 - «внутренний» 340
 - всеобъемлющий 676
 - на основе базового индикатора 460
 - — внутренних моделей 651
 - — — рейтингов 674
 - — — — базовый 679
 - — — — передовой 679
 - — надзорных критериев классификации 682
 - — предварительных обязательств 663
 - портфельный 205
 - простой 676, 684
 - «рыночный» 340, 684

- стандартный 461, 674
- упрощенный 647
- позиция длинная 40, 138
 - короткая 40, 138
 - стандартная 256
- показатель ожидаемых потерь 289
 - оценки результатов деятельности с учетом риска 558
 - процентного покрытия 346
 - хеджирования 121
- покупатель кредитной защиты 420
- портфель 205
 - гамма-нейтральный 176
 - дельта-нейтральный 172
 - торговый 635
- потери в случае дефолта 348
 - вследствие кредитного риска 348
 - катастрофические 449
 - непредвиденные 382, 449
 - максимальные вследствие кредитного риска 383
- правдоподобие 595
- правило Q 518
- премия за риск 229
- принцип K.I.S.S. 611
 - «строительных блоков» 635
- «программная торговля» 519
- продавец кредитной защиты 420
- пространство элементарных событий 53
- профиль риска 216, 466, 529
- процедуры контроля внешние 452
 - — внутренние 452
- прочность 488
- разложение Холецкого 272
- размещение капитала 556
- разность множеств 51
- разрыв кумулятивный 230
- разыгрывание пары случайных величин 84
 - случайной величины 83
- распределение χ^2 с n степенями свободы 72
 - вероятностей убытков 447
 - логнормальное 70
 - нормальное 66
 - — стандартное 67
 - показательное 63
 - равномерное 62
 - «тяжелыми» ветвями 65
 - Стьюдента с n степенями свободы 74

- расстояние до точки дефолта 368
- реализация случайного процесса 87
- «регулятивный арбитраж» 550
- рента бессрочная 7
 - обыкновенная 4
- рентабельность активов 346
 - капитала с учетом риска 227, 401
 - — скорректированного на риск 557
- риск базисный 636
 - балансовый 533
 - бухгалтерский 484
 - валютный 644
 - взаимоотношений 443
 - внешний 444
 - волатильности 709
 - до осуществления расчетов 324
 - досрочного изъятия средств вкладчиками 533
 - завершения операции 326
 - замещения заемщика 325
 - изменения кривой доходности 533
 - индивидуальный 318
 - контрагента 325
 - концентрации кредитного портфеля 325
 - кредитный 324
 - — внешний 325
 - — внутренний 325
 - — контрагента 324
 - ликвидности балансовой 299
 - — рыночной 299
 - модельный 444, 603
 - моральный 620
 - налоговый 495
 - неадекватности модели 444, 603
 - недостаточной балансовой ликвидности 232
 - неплатежеспособности 299, 318
 - несистематический 229, 708
 - обеспечения кредита 326
 - операционный 440
 - перевода средств 325, 404
 - переоценки 533
 - персонала 443
 - политический 402
 - процентный 637
 - расчетов 324
 - рынка производных финансовых инструментов 236
 - рыночной ликвидности 299, 310
 - рыночный 204, 635

- — общий 636
- — специфический 229, 635
- системный 318
- сканируемый 723
- страновой 324, 402, 417
- суверенный 324
- технический 319
- технологический 443
- товарный 645
- физического ущерба 443
- фондовый 643
- ценовой рынка акций 204
 - — товарных рынков 204
- экономический 404
- юридический 502
- риски несистематические 229
 - систематические 216, 228
- риск-менеджмент интегрированный 527
 - на уровне предприятия 527
 - стратегический 207
 - тактический 206
 - финансовый 520
- рисковые массивы 723
- «розничные требования» 676
- рост относительный цены облигации 29
- рынок 205
 - внутренний капитала 557
 - ликвидный 301
 - совершенный 98
 - эффективный 89, 226
- своп 128
 - «корзинный» 422
 - «корзинный» до первого дефолта 423
 - валютный 134
 - индексный 427
 - кредитный 421
 - на совокупный доход 423
 - процентный 128
- свопцион 184
- сечение случайного процесса 87
- синтетическое воспроизведение 523
- система внутреннего контроля 451
- системы гибридные 340, 546
 - мотивации на основе иерархической группировки 545
 - экспертные 339
- «склонность к риску» 529

скорректированная на риск рентабельность капитала 557

— — — — рассчитанного с учетом риска 557

«скорректированная» чистая прибыль 536

скоринг развивающихся рынков 345

«скорость» 237

случайная величина 54

— — абсолютно непрерывная 60

— — двумерная 65

— — — абсолютно непрерывная 65

— — дискретная 55

— цифра 82

случайное блуждание 90

— число 83

случайные величины независимые 54

— — — дискретные 58

случайный процесс 87

— — винеровский 92

— — Ито 94

— — с дискретным временем 91

— — с независимыми приращениями 89

собственные оборотные средства 553

события независимые 54

— элементарные 53

совокупная прибыльность 346

спекулянт 111

спекулятивная сделка 487

специализированные ссудные операции 679

специальные виды опционов 179

— юридические лица 419

справочный маркет-мейкер 511

спред «бабочка» 148

— «быков» 147

— «медведей» 147

— календарный 149

— кредитный 358

— наблюдаемый 302

— нулевой волатильности 26

— опционов 147

— реализованный 302

— с учетом опциона 197

— ценовой 302

— эффективный 302

среднее квадратическое отклонение 56

ставка LIBOR 128

— дисконтирования 5

— купонная облигации 11

— предполагаемая форвардная 27

- процентная краткосрочная 200
- «репо» 115
 - — неявная 115
- стандартное отклонение 56
- стоимость будущая 2
 - деловой репутации 555
 - замещения 325
 - — чистая 416, 630
 - — общая 416, 628
 - ликвидационная 369, 722
 - операционная 369
 - под риском 247
 - приведенная 5
 - средневзвешенная капитала 536
 - фактическая накопленная 42
 - целевая накопленная 42
 - чистая приведенная 706
- стохастическое дифференциальное уравнение 93
- стратегия «стрэдл» 150
 - «стрэп» 150
 - «стрип» 150
- стресс-тестирование 590
 - агрегированное 602
 - систематическое 592
- субаддитивность 289
- субъект риска 205
- сумма квадратов, не объясненная регрессией 80
 - — объясняемая регрессией 80

- теорема Модильяни-Миллера 207, 361
- теория ожидаемой полезности 715
 - принятия решений 520
- «толстые» хвосты 264
- траектория случайного процесса 87
 - цен 269
- трансляционная инвариантность 289

- «узкая банковская система» 551
- управление активами и пассивами 725
- уровень восстановления 376
 - толерантности 278

- финансовый резерв 553
- флор 183
- фондирование 555
- форвард 98
 - на кредитный спред 425

формулы Блэка–Шоулза 162
функция полезности 717
— распределения вероятностей 55
фьючерс 107

хеджер 111
хеджирование 486, 492
— денежных потоков 493
— справедливой стоимости 492

«цвет» 237
цена «грязная» 16
— активов форвардная 101
— базисного пункта 32
— исполнения опциона 137
— котируемая 12

чистая открытая позиция банка 644
чувствительность 215

эквивалентные ставки 2
экономическая прибыль 535
эксцесс 64
эффект амортизации 374
— диффузии 374
— «заражения» 695
— приближения к номиналу 95

ABS (asset-backed securities) 519
absolute payments 511
accelerated payment swap 498
accounting risks 484
accrued interest 15
adjusted earnings 536
advanced IRB approach 679
advanced measurement approaches 464
adverse selection 620, 694
agency costs 542
aggregate stress testing 602
Altman's Z-score 342
American(-style) option 137
annuity 4
arbitrageur 111

- ARCH (autoregressive conditionally heteroskedastic) 285
- Asian option 181
- ask price 301
- asset-backed securities *см.* ABS
- asset and liability management 725
- asset swap 497
- autoregressive conditionally heteroskedastic *см.* ARCH
- available-for-sale financial assets 492
- average mortality rate 353

- backtesting 250, 610, 652
- balance sheet risk 533
- barrier option 181
- Basel II 669
- basic indicator approach 460
- basic representations 508
- basis risk 431, 533, 636
- basket default swap 422
- Basle Capital Accord 623
- Basle Committee on Banking Supervision 623
- bear spread 147
- Bermudan option 182
- bid price 301
- bilateral netting 513, 628
- binary option 180
- bond with embedded floor 185
- book capital 547
- book common equity 550
- bootstrapping 490
- bottom-up models 445
- building blocks approach 635
- bull spread 147
- butterfly spread 148

- CAD (Capital Adequacy Directive) 667
- calendar spread 149
- calibration 610
- callable bond 17, 184, 207
- call risk 533
- CAMEL (Capital, Assets, Management, Earnings, Liquidity) 409
- cap 182
- Capital Adequacy Directive *см.* CAD
- Capital Asset Pricing Model *см.* CAPM
- capital allocation 556
- capital at risk 553
- capital investment 556
- capital-to-risk ratio 626

CAPM (Capital Asset Pricing Model) 229
capped bond 184
captive 210
cash capital 553
cash flow hedge 493
Cash Flow Return on Investment *см. CFROI*
cash settlement 421
catastrophic bonds 519
CFROI (Cash Flow Return on Investment) 535
charm 237
Chicago Board Options Exchange 524
Cholesky factorization 272
clean backtesting 656
cleaned backtesting 656
COD (cost of debt) 536
COE (cost of equity) 536
collar 183, 497
collateralized loan obligation 423
collateralized mortgage obligation 423
color 237
combined commodity 724
commodity risk 204, 645
component VaR 274
comprehensive approach 676
conditional VaR 289
confidence level 248
contingency planning 297, 597
convexity 43
Cooke ratio 631
core capital 624
correlation 59
cost capital 553
cost of debt *см. COD*
cost of equity *см. COE*
counterparty risk 324
country risk 402
coupon bond 11
coupon rate 11
covariance 58
credit conversion factor 567, 627
credit default swap 421
credit derivatives 419
credit event 330
credit exposure 347
credit loss 348
credit rating 335
credit rating migration 384

credit risk equivalent 628
credit risk mitigant 675
credit spread 358
credit spread forward 425
credit spread option 426
credit swap 421
credit VaR 383
credit-linked note 425
cross default 506
cross-currency swap 490
cumulative gap 230
cumulative mortality rate 353
currency risk 644
currency swap 134, 490
current assets 553
current exposure method 628
current liabilities 553
current yield 16

debt-service ratio 404
default 324
default events 508
default point 368
default swap 421
defensive risk management 527
deferred payment account 543
delta 169, 236
delta-gamma-vega approximation 265
delta-normal approach 251
delta-plus method 648
depth 302
deregulation 518
derivatives 98
decision analysis 520
dirty backtesting 656
dirty price 16
discount rate 5
discounted margin 19
discretionary reserve 573
distance to default 368
dollar convexity 708
duration method 642

earnings before interest and taxes *см. EBIT*

earnings before interest, taxes, depreciation and amortization *см. EBITDA*

EBIT (earnings before interest and taxes) 346

EBITDA (earnings before interest, taxes, depreciation and amortization) 369

ECN (electronic communication network) 519
economic capital 383, 547
economic profit 535
economic value added *см. EVA*
electronic communication network *см. ECN*
eligible capital 547
embedded option 184
emerging market scoring 345
enterprise-wide risk management *см. ERM*
equity 624
equity risk 204, 643
ERM (enterprise-wide risk management) 527
EVA (economic value added) 535
event risk 264
EVT (extreme value theory) 592
exchange option 179
exchange rate risk 204
execution risk 636
exercise date 138
exotic options 179
expected credit exposure 372
expected default frequency 366
expected shortfall 289
expected utility 715
expected value 56
expiration date 138
expiration price 137
exponentially weighted moving average 278
exposure 215
extreme value theory *см. EVT*

fair value hedge 492
fat tails 264
fat-tailed distribution 65
financial assets held for trading 492
financial risk management 520
firm-wide risk management 527
first-of-basket-to-default swap 423
first-to-default swap 423
Fisher-Weil dollar duration 707
fixed assets 553
fixed-claims coverage 210
flight to liquidity 307
flight to quality 307
floating-rate securities 19
floor 183
forward 98

- forward gap risk 636
- forward rate curve 28
- foundation IRB approach 679
- full valuation 249
- fundamental analysis 404
- funding 555
- funding liquidity risk 299
- future contract 107
- future value 2

- gamble for resurrection 552
- gamma 173, 236
- gap analysis 229
- gap ratio 230
- gap risk 533
- GARCH (general autoregressive conditional heteroskedastic model) 285
- general autoregressive conditional heteroskedastic model см. *GARCH*
- general market risk 636
- geometric Brownian motion 94
- Glass-Steagall Act 518
- going concern 554
- golden handcuffs 543
- goodwill 555
- grid 650
- gross exposure 415
- gross income 460

- hedger 111
- held-to-maturity investments 492
- heteroscedasticity 82
- hierarchical grouping incentive system 545
- historical simulation 266
- holding period 248
- hurdle rate of return 398
- hybrid debts 207
- hybrid systems 546

- immunization 234
- implied forward rate 27
- implied interest rate volatility 196
- implied volatility 167
- incremental capital 586
- incremental VaR 274
- index swap 427
- indifference curves 711
- information asymmetry 620
- initial margin 722

- insolvency risk 299
integrated risk management *см. IRM*
interest coverage 346
interest rate cap 207
interest rate floor 206
interest rate risk 636
interest rate swap 128
internal beta 582
internal capital market 557
internal control 450
internal measurement approach 464
internal models approach 634
internal rate of return 7
internal rating-based approach 674
International Convergence of Capital Measures and Capital Standards 623
International Swap and Derivatives Association *см. ISDA*
investment grade 335
IRM (integrated risk management) 527
ISDA (International Swap and Derivatives Association) 330
Ito process 94
- junk bonds 323, 335
- kappa 236
keep it simple, stupid *см. K.I.S.S.*
key control indicators 445
key performance indicators 445
key risk indicators 446
K.I.S.S. (keep it simple, stupid) 611
kurtosis 64
- lambda 237
legal risk 502
leptokurtic distribution 65
LGD (loss given default) 348
LIBOR (London Interbank Offered Rate) 128, 207
likelihood 595
linked incentives incentive system 545
liquidation value 369
live-testing 610
London Interbank Offered Rate *см. LIBOR*
long position 40
long the option 138
loss given default *см. LGD*
- Macauley duration 34
macroprudential indicators 689

margin 414
marginal capital 586
marginal mortality rate 352
marginal VaR 273
mark to market 108
market-based approach 684
market liquidity risk 299
market risk 204
market risk capital 562, 654
marking to market 413
maturity date 138
maturity ladder approach 645
maturity method 638
maximum loss approach 592
mean 56
mean excess loss 289
mean reversion 201
model arbitrage 604
model review area 611
model risk 604
modern portfolio theory см. *MPT*
modified duration 34
Modigliani-Miller theorem 207, 361
Monte Carlo simulation 268
MPT (modern portfolio theory) 253
multivariate Brownian bridge 282-283

narrow banking 551
net exposure 416
net open position 644
net operating profit after taxes см. *NOPAT*
net replacement value 416, 630
NOPAT (net operating profit after taxes) 536

obligation acceleration 330
observation period 248
omega 237
operating value 369
operational risk capital 460
option 137
option liquidation value 722
option risk 533
option spread 147
option-adjusted spread 197
ordinary annuity 4
original exposure method 628
overall net open position 644

- overinvestment 538
owner's equity 547
- PD/LGD approach 684
P/E (price/earnings ratio) 539
perpetual annuity 7
perpetuity 7
physical capital 547
plausibility 595
portfolio approach 205
portfolio internal rate of return 21
potential exposure 372
present value 5
present value of expected credit losses 382
presettlement risk 324
price/earnings ratio см. P/E
price value of a basis point 32
private banks 551
proactive risk management 527
probability density function 60
probability function 55
program trading 519
protection buyer 420
protection seller 420
prudential capital 553
pull to par 95
«pure play» peers 574
putable bond 19, 184
- random number 83
random variable 54
random walk 90
RAPM (risk-adjusted performance measures) 558
RAROC (risk-adjusted return on capital) 227, 401, 557
RARORAC (risk-adjusted return on risk-adjusted capital) 557
reactive risk management 527
real options 521
recouping 414
recovery rate 376
reference market maker 511
Regulation Q 518
regulatory arbitrage 550
regulatory capital 547
regulatory capital arbitrage 550
remargining 414
replication 523
repricing risk 533

- reputational risk 441
- required yield 11
- resiliency 303
- retail claims 676
- return 218
- return on equity *см. ROE*
- return on risk-adjusted capital *см. RORAC*
- revaluation 489
- rho 237
- risk-adjusted performance measures *см. RAPM*
- risk-adjusted return on capital *см. RAROC*
- risk-adjusted return on risk-adjusted capital *см. RARORAC*
- risk appetite 529
- risk arrays 723
- risk capital 553
- risk management 520
- risk mapping 254
- risk profile 216
- risk profile index 466
- risk-neutral world 153
- risk tolerance 529
- ROE (return on equity) 537
- RORAC (return on risk-adjusted capital) 557

- scanning risk 723
- scenario analysis 591
- scenario matrix analysis 650
- securitization 632
- sensitivity analysis 591
- set 50
- settlement risk 324
- Shareholder Value Added *см. SVA*
- short position 40
- short the option 138
- «shorthand» method 644
- simple approach 676
- simple risk weight method 684
- simplified approach 647
- skewness 63
- sovereign risk 324
- SPAN (Standard Portfolio Analysis of Risk) 722
- specialised lending 679
- specific risk 635
- speculative grade 335
- speculator 111
- speed 237
- spent capital 553

spot curve 22
spread 302
standard deviation 56
Standard Portfolio Analysis of Risk *см. SPAN*
standardized approach 461, 634, 674
standardized positions 256
stochastic differential equation 93
straddle 150
straight bond 352
strap 150
strategic risk 441
stress testing 590
strike price 137
strip 150
STV 692
subset 51
supervisory slotting criteria approach 682
supplementary capital 624
survival analysis 351
survival rate 353
SVA (Shareholder Value Added) 535
swap 128
swaption 184
systematic stress testing 592

tau 236
tax risk 495
TBR (Total Business Return) 535
term structure of interest rates 21
theta 237
tightness 302
tolerance level 278
top-down models 445
Total Business Return *см. TBR*
total rate of return swap 423
total return swap 423
Total Shareholder Return *см. TSR*
trading book 635
transfer risk 404
transition matrix 384
TSR (Total Shareholder Return) 535
type I error 656
type II error 657

underinvestment 538
unfunded commitment 555
US Banking Index 527

- value at risk *см.* VaR
- VaR (value at risk) 247
- variance 56
- variance-covariance approach 251
- variation margin 108, 721
- VaR-map 254
- vega 236
- verification 609
- volatility 76

- WACC (weighted average cost of capital) 536
- warrant 207
- weather derivatives 519
- weighted average portfolio yield 20
- weighted average cost of capital *см.* WACC
- Wiener process 92
- working capital 553
- worst-case scenario 592
- worst credit exposure 372
- worst credit loss 383
- wrong way derivatives 376

- yield curve risk 533
- yield curve twist 49
- yield to call 18
- yield to maturity 16
- yield to put 19
- yield to worst 19

- Z-ratio 576
- zero coupon curve 21
- zero-volatility spread 26
- ZETA 346
- zeta 236