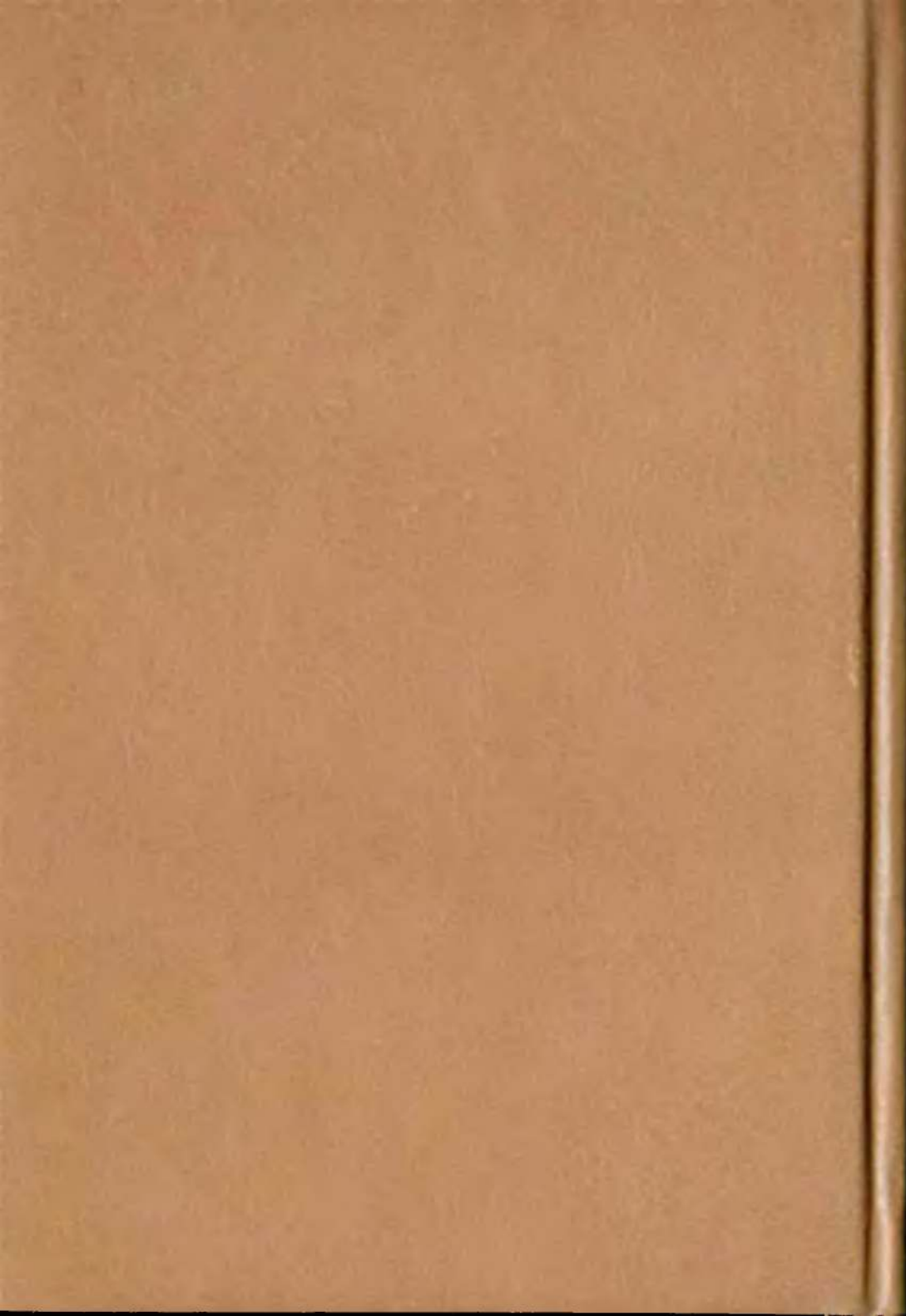


Е.П. Борисенков
В.М. Пасецкий

ТЫСЯЧЕЛЕТНЯЯ ЛЕТОПИСЬ НЕОБЫЧАЙНЫХ ЯВЛЕНИЙ ПРИРОДЫ

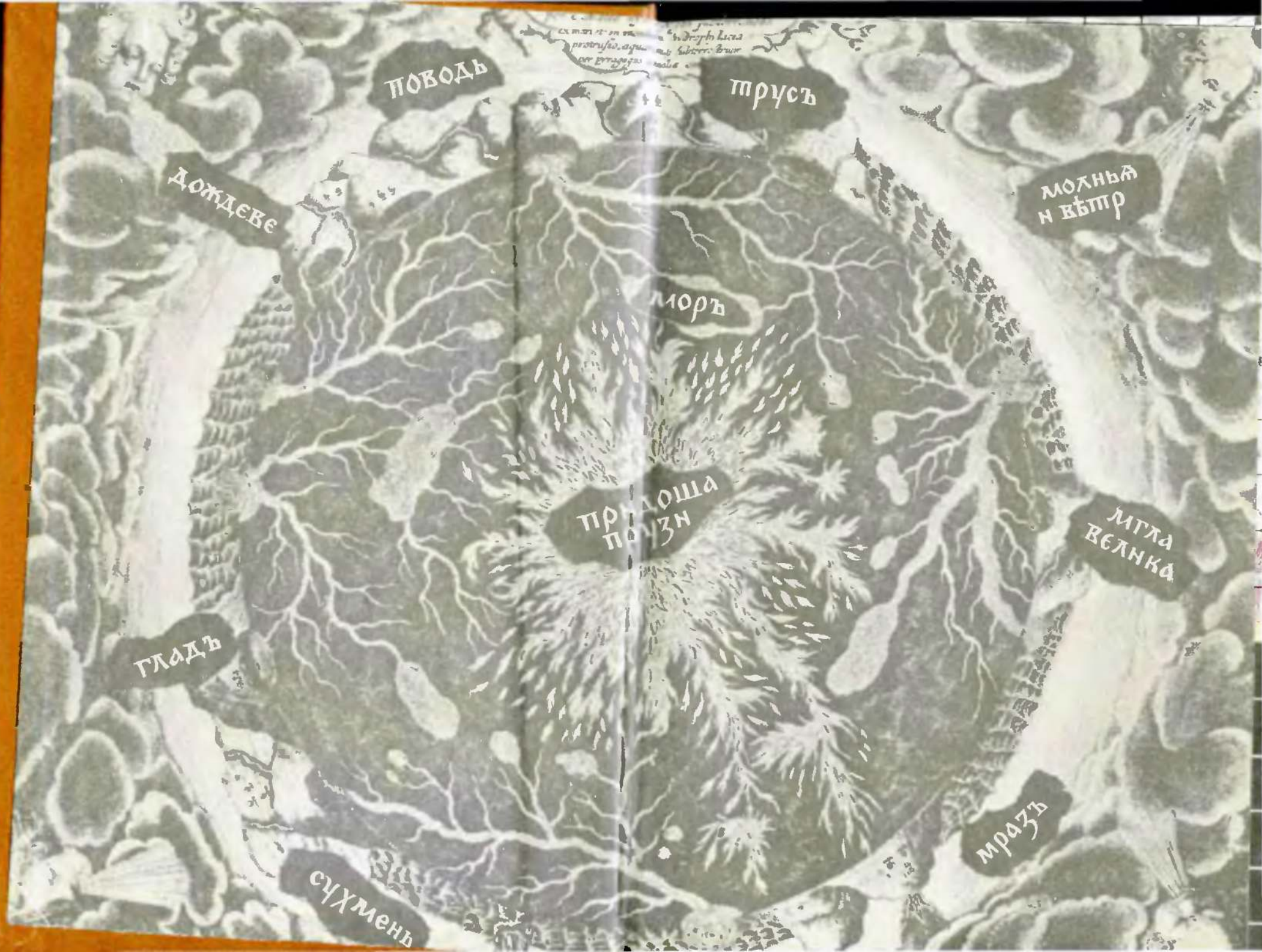






Е.П. Борисенков
В.М. Пасецкий

ТЫСЯЧЕЛЕТНЯЯ ДЕГОПИСЬ НЕОБЫЧАЙНЫХ ЯВЛЕНИЙ ПРИРОДЫ



ПОВОДЬ

трусь

ДОЖДЕБЕ

МОЛНЬЯ
И ВЪПР

морь

продоша

ГЛАДЬ

мгла
велика

схмень

мразъ

ИЗВЕРЖЕНИЕ
ВУЛКАНА

ЗАСУХА

ЛИВЕНЬ

СЕЛЬ

УРАГАН

ЦУНАМИ

СМЕРЧ

НАВОДНЕНИЕ

ШТОРМ

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ

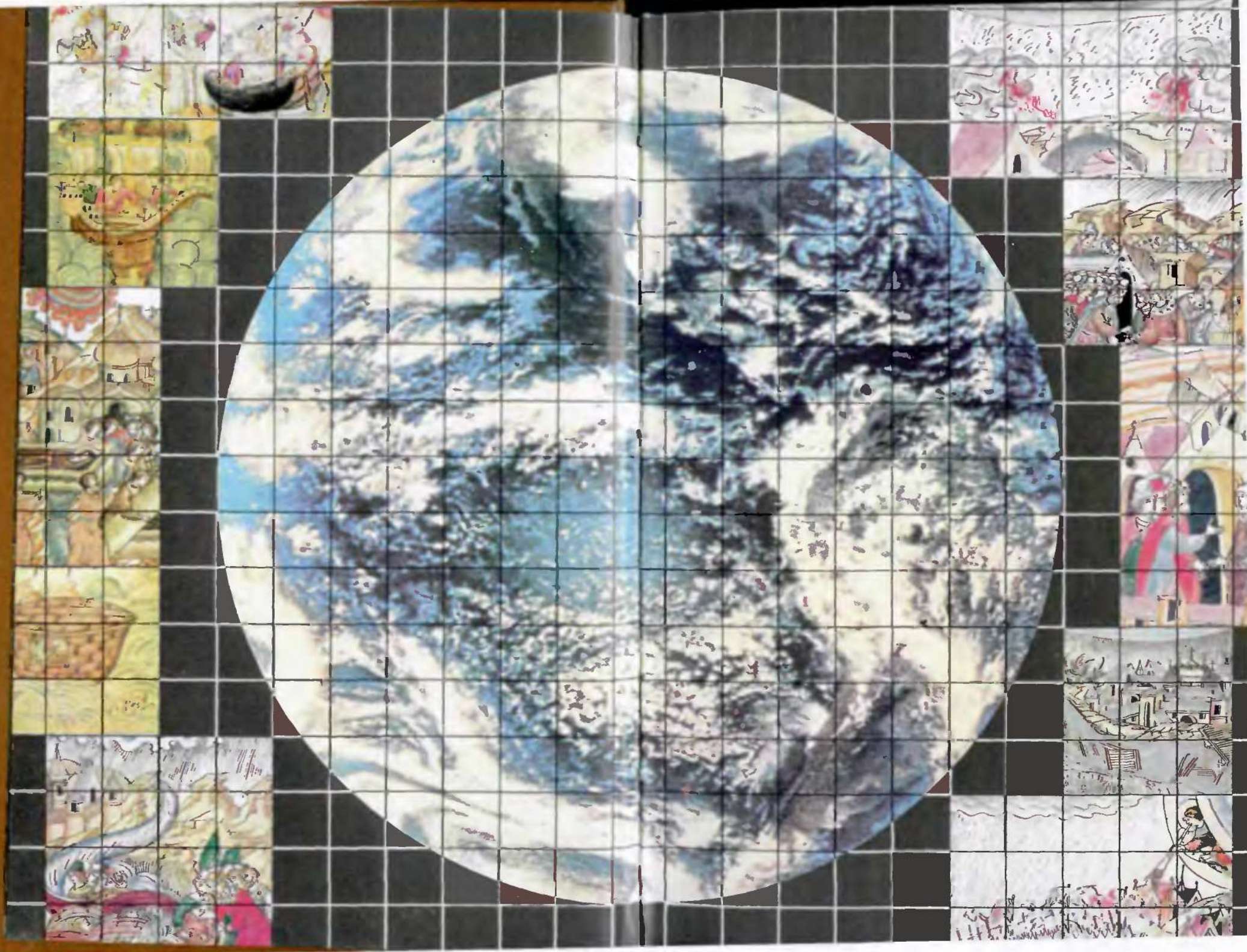
ДОЛОД

Е.П. Борисенков
В.М. Пасецкий

ТЫСЯЧЕЛЕТНЯЯ
ЛЕТОПИСЬ
НЕОБЫЧАЙНЫХ
ЯВЛЕНИЙ
ПРИРОДЫ



МОСКВА
«МЫСЛЬ»
1988



ЛАГА АШТИАНРА,
ГААЛАСТА ГАЛАДУ
ЭНН Н АПРДУНСТЫН
ТААСТ НУТИНУСТ
ПА ЭОУТА ЭТ Э УТИ
САШТИАНН БША
ГОПЛА

ББК 26 23
Б 82

Редакционно-творческая группа
литературы по экологии

Рецензенты

Б И Сазонов доктор географических наук

Б В Ананьич доктор исторических наук

Художник В А Корольков

Б $\frac{1905010000\ 148}{004(01)\ 88}$ КБ 54-10-87

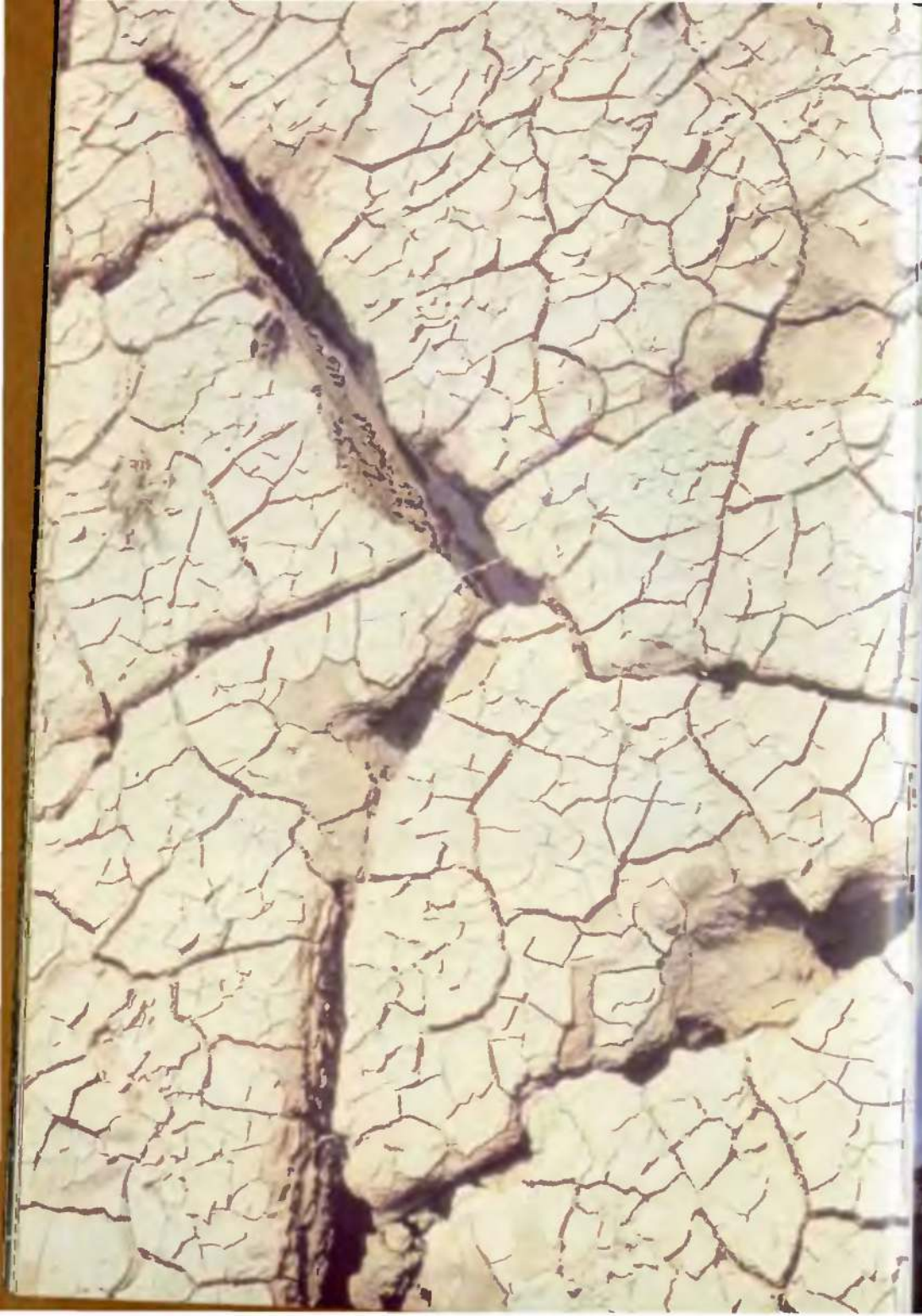
ISBN 5-244-00212-0

© Издательство «Мысль» 1988

Сухмень велика и знойно добре
Глад бысть великий
Придоша пружи
Многий вред в полях учинился



Жито не родилося
Потрясая земля мало
Умножение плодов всяких
Бысть зима люта вельми

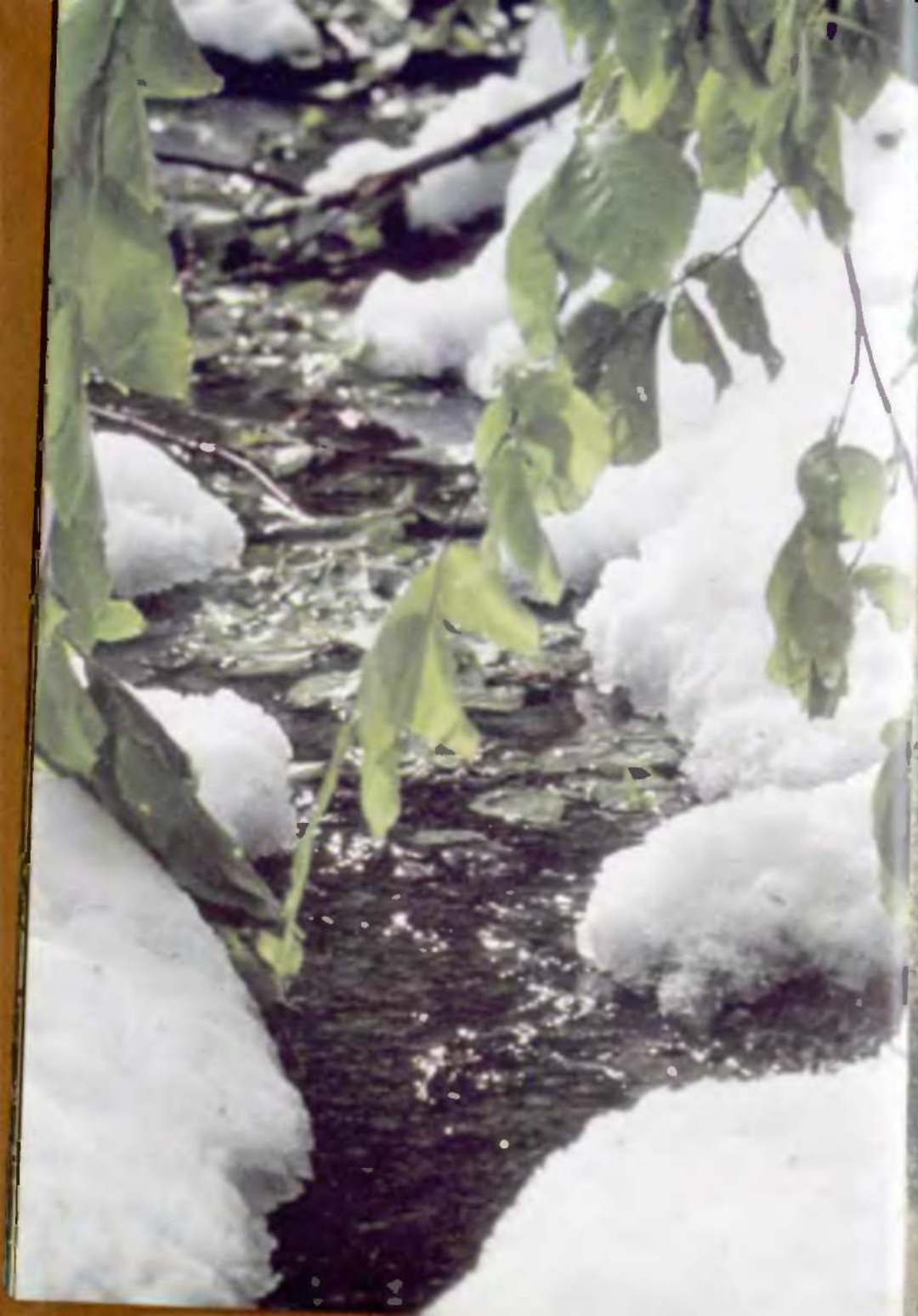


Наводнение многое и много зла сотвори
Дожди мнози... велицы
Бысть поводъ сильна



Зима была тяжка, студена зело
В немцех вышед море и потопило зело
Бяхут дождеве мнози
Бысть дождь и стече снег





Бысть буря велика зело,
И много пакости бысть,
По селам дубы подрало



Явился на небеси три солнца
Се паки иное знамение велие
Была комета, звезда без сияния





ПРЕДИСЛОВИЕ

Создание фундаментального труда по истории природы, и в особенности истории климата, в хронологических рамках целого тысячелетия представляется задачей весьма сложной и необычайно трудоемкой. Ес решению посвящено монографическое исследование д-ра физ. мат. наук Е. П. Борисенкова и д-ра ист. наук В. М. Пасецкого.

Уже первые публикации Е. П. Борисенкова и В. М. Пасецкого по проблеме восстановления климатов прошлого привлекли внимание ученых как Советского Союза, так и зарубежных. Это вполне закономерно. Исследование по своему характеру выходит за пределы интересов не только метеорологии, но и естественных наук в целом. Скрупулезные исследования по русским летописям экстремальных погодных условий, по определению В. Архипенко, приведенному в журнале «Коммунист» (1982, № 6, с. 90), дают «поразительную по наглядности картину существования народа» на территории Европейской России. Изучая русские летописи X—XVII вв., авторы не ограничились своей задачей исследованием какого-либо одного природного явления, а взяли всю их сумму: засухи, дождливые сезоны, возвраты холодов в начале лета, раннее наступление морозов в конце лета — начале осени, мягкие и холодные зимы, небывалые грозы и половодья, великие бури, полярные сияния, землетрясения, нашествия вредителей, эпидемии, эпизоотии. Подобный поиск осуществлен впервые.

В монографии тщательно обоснован принципиально важный вывод о том, что регистрация необычайных природных явлений, начиная от великих бурь и кончая солнечными и лунными затмениями, стала носить регулярный характер уже во второй половине X в., а в следующем столетии фиксация природных катастроф стала системой. Большое внимание уделено вопросу о надежности природоведческих записей русских летописей. Примечательно, что одно и то же экстремальное явление отмечалось одновременно в различных землях, например в Киевской, Новгородской, Псковской, Смоленской и т. д., что позволяет определить, какой характер носят катастрофические явления природы — региональный или общерусский.

Наиболее широко в монографии представлена информация о природных экстремумах в середине прошлого века, когда наметились тенденции к потеплению климата. Это тем более необходимо было сделать, что Россия первой приступила к статистическому анализу как природных происшествий, так и наносимого ими экономического ущерба. Безусловно, нельзя было пренебрегать комплексом уникальных данных, которые открывали путь к количественной оценке того

или иного необычайного природного явления. При этом количественные сведения, сообщаемые корреспондентами из различных губерний, подтверждались данными инструментальных наблюдений, которые анализировались в трудах таких знаменитых климатологов, как К. С. Веселовский, А. И. Воейков, А. Я. Купфер, Л. С. Берг и др. Это придает тысячелетнему ряду необычайных природных явлений исключительную ценность при анализе истории природы и истории общества, в их взаимосвязанности и влиянии друг на друга.

В монографии дан обзор возможных физических механизмов, ответственных за изменения климата в историческом прошлом. Показано, что действие естественных климатообразующих факторов должно было приводить и приводило к существованию различных климатических условий в различные периоды.

Монография открывается характеристикой климатов с древнейших времен до голоцена включительно, что позволяет сопоставить русские летописные данные о климатических экстремумах с материалами и выводами ученых как Запада, так и Востока.

Анализ экстремальных метеорологических явлений охватывает 12 веков: от необычайно холодной зимы в Византии в 736 г. до засухи в России в 1914 г. Значительную часть труда занимает свод экстремальных природных явлений, отмеченных в русских летописях X—XIX вв. В нем наряду с датами приводится подробная характеристика явления и обозначена территория, на которой оно наблюдалось. В своде даны сведения об ущербе, нанесенном землям и городам России тем или иным явлением. Отмечены голодные годы. Подсчет, сделанный на основании летописей, производит ошеломляющее впечатление: за десять веков Русь пережила более 350 голодных лет!

Тысячелетний свод убедительно свидетельствует о том, что отмеченные русскими историческими источниками экстремальные природные явления служат звеньями единой цепи, частью жизни земного шара. Чтобы придать еще большую значимость этому важному выводу, в свод включены также данные о необычайных природных явлениях как в сопредельных с Русью землях, так и во всей Западной Европе, да и не только в Европе. В русских летописях и русской летописной литературе содержится большое число сведений о необычайных природных явлениях в Средиземноморье, Передней и Средней Азии, Индии, Пакистане и т. д.

Е. П. Борисенков и В. М. Пасецкий рассматривают «Тысячелетнюю летопись необычайных явлений природы» как начальный этап изучения истории климата нашей эры. При этом следующей важнейшей задачей ставится выявление и анализ природоведческой информации, содержащейся в документах по истории открытия и освоения Сибири и Дальнего Востока, что позволит получить представление о необычайных природных явлениях на территории от Урала до северной части Тихого океана.

Задача весьма трудная, но благодарная. И пусть в этом поиске ученым сопутствует удача.

Академик Л. Л. Яншин

ВВЕДЕНИЕ

Климат оказывал и оказывает существенное влияние на деятельность человека на протяжении всей истории развития цивилизации.

Сама наука о климате — климатология, являющаяся одной из древнейших наук, — возникла на основе практических запросов человеческого общества и всегда способствовала развитию производительных сил и поддержанию благосостояния общества. Изменения климата во многих случаях были причиной подъема и упадка культур целых наций и государств.

Однако в последнее время быстрый рост развития производительных сил приводит к тому, что зависимость одного ряда отраслей хозяйственной деятельности и даже государств от меняющихся климатических условий в абсолютном выражении не падает, а растет. Более того, в силу резко возросшей роли климата в жизни общества четко наметилась тенденция к превращению науки о климате в реальную силу, способствующую повышению эффективности общественного производства путем рационального и оптимального использования обществом климатических ресурсов.

В результате, по-видимому, никогда за всю историю человечества проблемы климата и его изменений в целом не привлекали такого широкого интереса научной общественности, правительственных организаций и потребителей климатической информации, как в последнее десятилетие.

Среди этих проблем, например, такие, как длительные тенденции изменения климата и его изменчивость¹, частота локализации и условия формирования крупных климатических аномалий, влияние климата на деятельность человека и обратное воздействие человеческой деятельности на климат. Возникла насущная необходимость исследовать зависимость общества от климата и его изменений.

В последние два десятилетия в различных областях земного шара наблюдались крупные климатические аномалии, повторяемость которых возросла. Среди них были засухи, холодные зимы, возвраты холодов, необычные длительные дожди, наводнения, торнадо, ураганные ветры и другие экстремальные природные явления, которые во многих

¹ Здесь и в дальнейшем под изменениями климата мы будем понимать длительные климатические тренды, проявляющиеся глобально в осредненных характеристиках климатической системы.

Под изменчивостью климата мы будем понимать существенные отклонения от этих трендов в региональных масштабах за сравнительно ограниченные промежутки времени.



Античный барельеф, изображающий падение храма в Помпеех во время землетрясения 63 г

случаях неблагоприятно и даже катастрофически повлияли на экономику и социальную жизнь ряда стран мира.

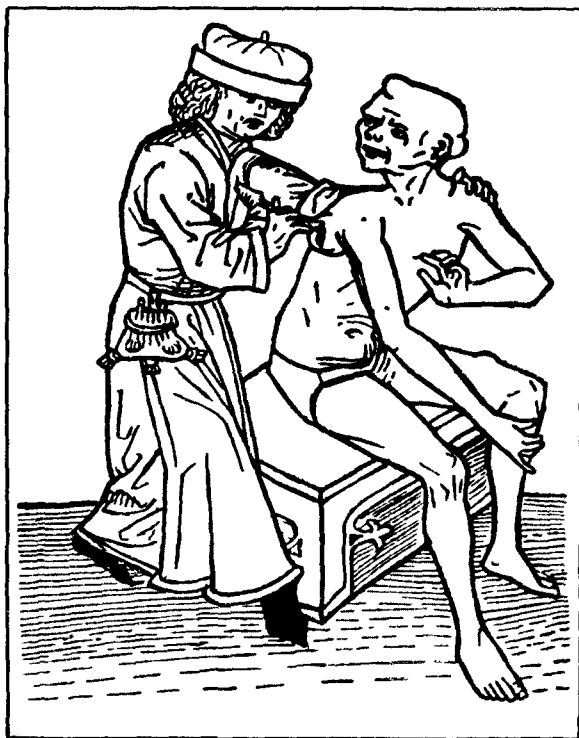
Так, последовавшие в 1968—1972 гг. одна за другой засухи в Сахельской зоне Африки затронули обширную территорию (5,2 млн км²) с населением около 60 млн человек. Эти засухи вызвали страшный голод. Наводнения в долине Ганга принесли бедствия народам Индии, Бангладеш и ряда других стран. Засуха 1976 г. в Западной Европе, засухи 1972 и особенно 1975 г. в СССР и в некоторых странах мира существенно отразились не только на урожае в этих странах, но и на мировых запасах зерна и продовольствия.

Значительные климатические аномалии в Северной Америке (две суровые зимы 1978/79 и 1980/81 гг., засухи 1977 и 1980 гг. и др.) существенно повлияли на экономику США.

Известно, что подобные необычные природные явления нередко наблюдались и в прошлом. Развитие и гибель некоторых цивилизаций в Африке и на Ближнем Востоке были связаны с изменениями климата. Исчезновение поселений викингов в Гренландии во время малого ледникового периода объясняется прежде всего ухудшением природных условий.

Казалось бы, что в век научно-технической революции зависимость человека от капризов погоды и изменений климата должна уменьшиться, и в значительной мере это произошло. Сегодня человечество обладает несравненно большими возможностями для преодоления последствий климатических аномалий, чем несколько столетий, а тем более тысячелетий назад. Однако полной независимости не произошло.

Даже новейшая техника, более совершенная организация производства не в состоянии оградить экономику мира от больших потерь или потрясений, обусловленных крупными экстремальными природными, прежде всего климатическими, явлениями. Более того, быстрое развитие производительных сил уже привело к тому, что зависимость целого ряда отраслей экономики от климатических условий в абсолютном выражении не падает, а растет вместе с ростом производства.



Вскрытие чумного бубона (со старинной гравюры)

С одной стороны, это объясняется возросшими масштабами хозяйственной деятельности и увеличивающимся количеством объектов и производственных циклов, подверженных климатическим воздействиям.

С другой стороны, это связано с несомненным возрастанием чувствительности этих объектов к колебаниям климата. Так, например, современные высокопродуктивные сорта злаковых дают очень высокие урожаи в благоприятные годы и резко снижают свою урожайность в неблагоприятные годы, в чем уступают сортам-аборигенам.

В настоящее время все шире распространяется понимание того, что для долговременного планирования и управления хозяйственной деятельностью помимо прогнозов погоды нужно шире, глубже и всестороннее использовать знания о климате и его изменениях.

Для решения этой проблемы используются не только данные инструментальных метеорологических наблюдений, но и климатические сведения, содержащиеся в различных исторических источниках от глубокой древности до начала XX в. Дело в том, что период инструментальных наблюдений составляет всего лишь три столетия. При этом до середины XIX в. это были, как правило, единичные наблюдения. Не следует упускать из виду, что возраст самой первой в мире



Разрушения в городе Базеле во время сильного землетрясения (с гравюры XV в)

постоянно действующей сети метеорологических и магнитных наблюдений, которая была создана в России, насчитывает немногим более 150 лет, а продолжительность новых видов наблюдений, начиная с аэрологических и кончая спутниковыми, исчисляется всего десятилетиями.

Чтобы судить об экстремальных метеорологических явлениях на протяжении последних тысячелетий, ученые многих стран занялись поисками методов восстановления климатов прошлого. Наряду с дендрологическими, радиоуглеродными и другими методами в решении этой проблемы важное место принадлежит изучению исторических источников, несущих чрезвычайно богатую и наиболее достоверную информацию о колебаниях климата, и прежде всего об экстремальных метеорологических явлениях, наносивших большой ущерб экономике отдельных государств и вызывавших гибель тысяч и тысяч людей.

Вопрос этот имеет свою историю. Еще на заре деятельности Петербургской Академии наук академик Г. Крафт исследовал холодные зимы более чем за тысячелетний период. История климатов прошлого привлекала внимание ученых Петербургской Академии наук и во второй половине XVIII в. В первые десятилетия XIX в. многие русские ученые, составлявшие статистические описания губерний, обращали внимание на историю климата. Эти описания были проанализированы выдающимся русским ученым К. С. Веселовским. В капитальном труде «О климате России» (1857) он дал подробный анализ температуры воздуха и почвы, солнечной радиации, ветра, влажности воздуха. Большое внимание в книге отведено особым явлениям погоды, таким,



Извержение вулкана во время землетрясения в Японии

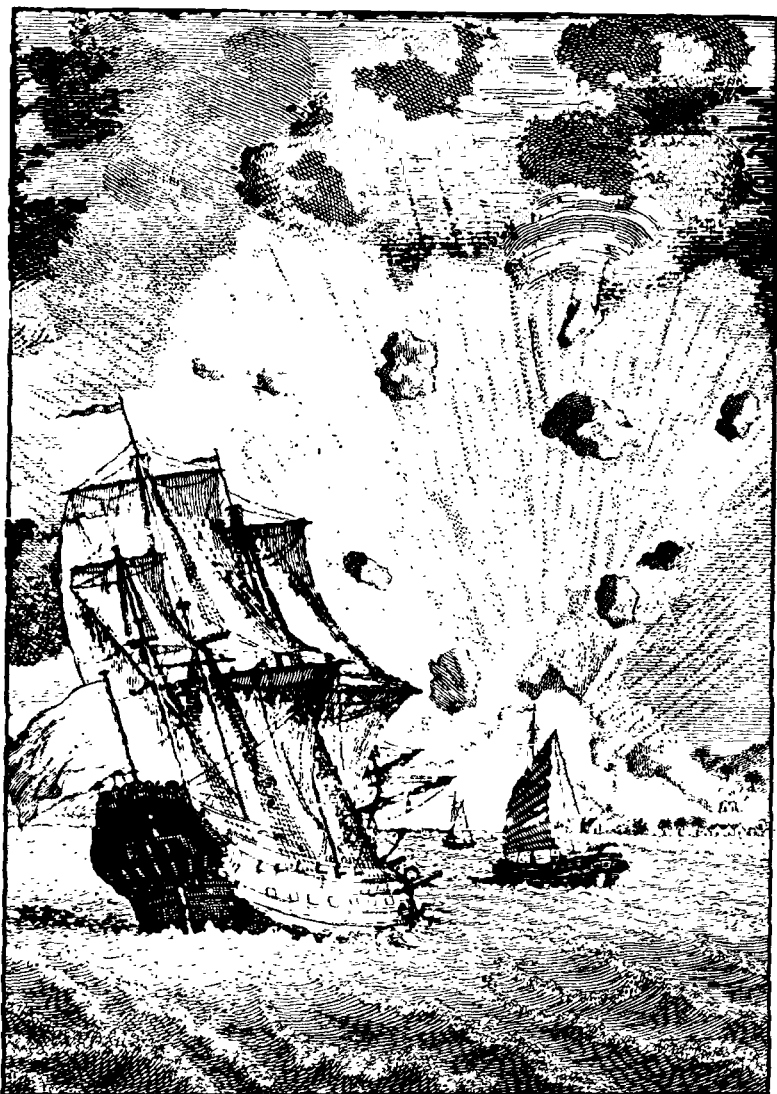
как туманы, облака и осадки, грозы, град и др. В книге приводятся сведения о датах вскрытия и замерзания рек.

К. С. Веселовский писал, что мнения об изменении климата весьма распространены. Вместе с тем он отмечал, что «эти суждения безотчетны, голословны и поэтому разноречивы» (194, 386)¹. Считая изучение этого вопроса важным и интересным, он кратко рассмотрел изменение климата европейской части России от Геродота до середины XIX в.

Особое внимание Веселовский уделил свидетельству древних авторов и, сопоставив их с современными данными, склонялся к выводу о том, что «нет повода думать, чтобы климат наш в исторические времена сколько-нибудь заметно изменился в термическом отношении» (там же, 393). Еще менее вероятными он считал изменения климата по сравнению с данными последнего тысячелетия. Материалы летописей ученый не привлекал, а использовал лишь некоторые свидетельства путешественников по России в XVI и XVII вв. о необычайной суровости климата России, и в частности о безмерных стужах и великих снегах. Он доказал, что эти свидетельства не могут служить основанием для вывода об ухудшении климата России в тот или иной период.

К. С. Веселовский проанализировал данные о вскрытии Западной

¹ Первая цифра в ссылке указывает порядковый номер источника в Библиографии, вторая — номер страницы цитируемого источника. При ссылке на многотомное издание курсивом проставляется номер тома.



Взрыв вулкана на одном из островов Малайского архипелага в 1673 г.

Двины в Риге с 1530 по 1853 г. и пришел к выводу, что «в противность общего поверья климат Остзейского края в течение 300 или 400 лет едва ли изменился» (там же, 401). По его мнению, наблюдения над вскрытием и замерзанием Невы, Северной Двины не свидетельствовали о сколько-либо значительных колебаниях климата. Ученый считал, что «термометрические измерения со временем дадут «надежное основание для заключений о постоянстве или изменениях климата».

Однако ряды наблюдений к тому времени были слишком короткими, чтобы «с помощью их приступать к решению этой задачи» (там же, 406).

Летописные данные К. С. Веселовский порой использовал как доказательство того, что климатические экстремумы, наблюдавшиеся в середине XIX в., имели место и в давние времена. Ученый не отрицал внутривековых колебаний климата, и в частности допускал периодичность в изменениях средней температуры, которая, может быть, состоит в связи с периодичностью земного магнетизма. «Время, — писал К. С. Веселовский, — когда наука будет в состоянии вопрос об изменении климата решить на основании точных термометрических измерений, еще столь отдалено, что мы теперь и помышлять не можем хотя бы о приблизительном его решении путем наблюдений» (там же).

Анализируя в середине 50-х гг. XIX в. температурные данные за минувшую половину столетия, ученый подметил некоторое возрастание средней температуры, что, как впоследствии выяснилось, в действительности свидетельствовало о начале некоторого потепления климата в северном полушарии.

В 1847 г. вышла книга филолога и агронома Фрааса «Климат и растительный мир во времени, их история». Эта работа привлекла внимание К. Маркса, который увидел в ней «доказательство того, что в историческую эпоху климат и флора меняются» (141, 32, 45).

Следует особо подчеркнуть, что вопросы истории климата за последние тысячелетия особенно интересовали К. Маркса и Ф. Энгельса. Более того, К. Маркс в письме к Н. Ф. Даниельсону (19 февраля 1881 г.) подчеркивал необходимость изучения особенностей экономического развития России, в частности ее сельского хозяйства, в зависимости от «изменчивых влияний погоды, то есть от не зависящих от человека обстоятельств...» (там же, 35, 128).

Впоследствии эта мысль К. Маркса была обстоятельно развита Ф. Энгельсом, который обращал внимание своего русского корреспондента на важность изучения колебаний русского климата. «...Изменение климата, обмеление рек, — писал Ф. Энгельс Н. Ф. Даниельсону, — вероятно, сильнее в России, чем где-либо, вследствие равнинного характера территории, питающей водой огромные реки, и вследствие отсутствия альпийского снежного резервуара, подобного тому, который питает Рейн, Дунай, Рону и По» (там же, 38, 315).

В 80-е и 90-е гг. прошлого века вышли фундаментальные работы академика Г. И. Вильда «Температура воздуха в Российской империи» и «Осадки в Российской империи». Изучению отдельных метеорологических элементов были посвящены многочисленные исследования академика М. А. Рыкачева.

Во второй половине XIX в. Главная физическая обсерватория, основанная в 1849 г., начала регулярную публикацию синоптических карт в «Правительственном вестнике», а затем стала издавать ежемесячный метеорологический бюллетень, в котором подробно рассматривались многие необычайные природные явления.

В 80-х гг. XIX в. выдающийся климатолог и географ А. И. Воейков





Лиссабонское землетрясение 1755 г (с гравюры XVIII в.)

опубликовал монографию «Климаты земного шара, в особенности России» Этот труд подводил итоги целой эпохи в развитии метеорологии не только в России, но и на всем земном шаре

Научное наследство А. И. Воейкова бесценно. Он написал более 1700 работ, в том числе исследования, посвященные экстремальным природным явлениям: засухам, морозным и мягким зимам, необычайно теплым и холодным периодам в разных регионах земного шара.

В основанном в 1891 г. по инициативе А. И. Воейкова ежемесячном журнале Русского географического общества «Метеорологический вестник» печатались обзоры погоды и корреспонденции с мест о необычайных природных явлениях.

Одна из первых обширных сводок экстремальных природных явлений была дана В. Н. Татищевым в «Истории Российской с самых древнейших времен», написанной в первой половине XVIII в. Особую ценность этот труд представляет потому, что ученый располагал летописными источниками, которые впоследствии были утрачены.

В начале нашего столетия профессор М. А. Боголепов приступил к тщательному изучению опубликованных к тому времени как русских летописей, так и ряда европейских исторических источников и создал цикл исследований о колебаниях климата в Европе, включая европейскую часть России (см. 160—163). Некоторые идеи и гипотезы М. А. Боголепова были частично развиты И. Е. Бучинским в исследовании «О климате прошлого Русской равнины», в котором использованы

Дождь с необычайно крупным градом в Египте (с гравюры 1718 г.)

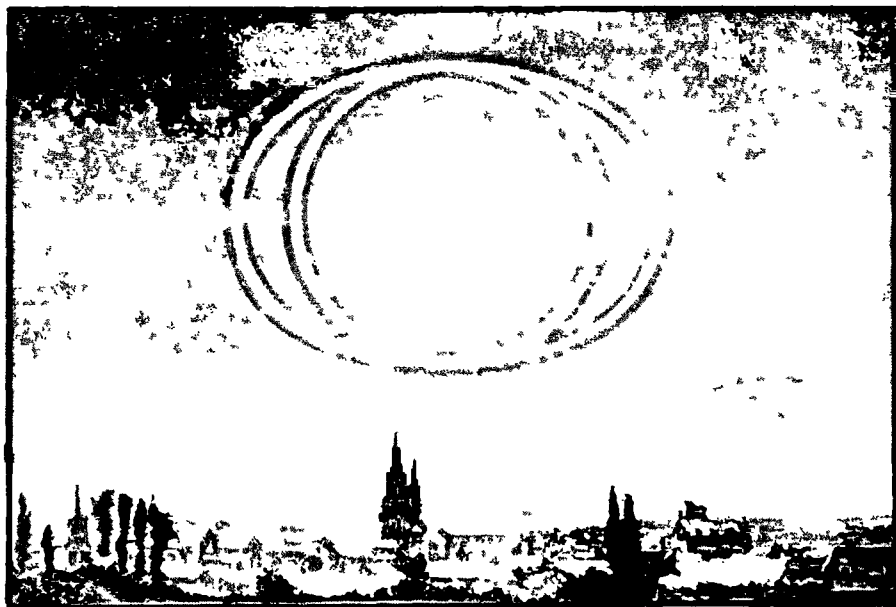


Разрушение от шторма обрушившегося на остров

новые интересные материалы, в том числе метеорологические данные польских хроник и свидетельства западноевропейских путешественников по России

Отдельные исторические источники привлечены в монографии А. М. Мониной и А. С. Шишкова «История климата» (1979). Это скандинавские саги на основании которых восстанавливается климат Гренландии и Исландии в конце 1-го — начале 2-го тысячелетия н. э.

Вопросы истории климата рассматриваются и во многих работах посвященных засухам, колебаниям водности рек, суровости зим и т. п. большой интерес представляет хронология засух, составленная В. И. Важовым, который считает, что летописцы отмечали только наиболее сильные засухи и в основном только те, которые наблюдались в лесной зоне, а степь и лесостепь были вне их поля зрения, хотя засухи там наблюдались чаще (187: 5—17). Исследователь высказывает предположение, что число засух на юге Русской равнины в прошлом было значительно больше, чем отмечено в летописях. Однако автор упускает из виду, что летописных сведений (по причине гибели многих южнорусских сводов) по Южной России гораздо меньше, чем по северо-востоку и северо-западу. При этом следует иметь в виду, что из Полного собрания русских летописей (ПСРЛ), судя по списку литературы, В. И. Важов использовал только Никоновскую летопись и некоторые исторические источники вроде «Истории Русского флота» И. П. Елагина и «Записок русских людей эпохи Петра I», а также газеты XIX в. («Земледельческая газета», «Русские ведомости» и др.)



Гало Разноцветные круги вокруг Солнца и дуги над горизонтом

Большое число сведений об экстремальных природных явлениях в России и в особенности Западной Европе приведено в труде Е. В. Оппокова «Колебания водности рек за историческое время» (1933). Для изучения истории климата весьма важны приводимые исследователем сводки «Засухи и мелководья рек с 912 г. до н. э. по 1930 г.» и «Сведения о холодных зимах, дождливых годах и наводнениях» за тот же период.

В основу этих сводок были положены некоторые русские летописи, труды М. А. Боголепова и зарубежные работы Р. Геннинга, П. Рейса, В. Мюллера, приводивших в своих трудах много ценных сведений по истории климата отдельных стран Западной Европы на основе французских, немецких, чешских, итальянских, польских хроник и других исторических источников.

Данные, собранные М. А. Боголеповым и Е. В. Оппоковым, были тщательно проанализированы А. В. Шнитниковым. Исследователь отмечал, что «материалы свидетельствуют как бы о чрезвычайном непостоянстве климата в XIV—XV вв. и о большой изменчивости климатических процессов этого времени, с преобладанием лет сильно повышенной влажности и особенно холодных зим» (391, 137).

Этот важный вывод подтверждается и дополнительно вводимыми в научный оборот сведениями, взятыми из вновь опубликованных летописных сводов и других исторических источников. Вместе с тем более разносторонний и более полный комплекс привлекаемых в настоящей работе материалов дает основание внести некоторые уточнения в



Наводнение 7 ноября 1824 г. в Петербурге (с гравюры первой половины XIX в.)

вывод этого ученого о том, что количество сведений о всякого рода ненастьях сильно уменьшается в XVI и в последующие века.

Ряд дополнений к данным по истории климата Западной Европы содержится в книге В. В. Бетина и Ю. В. Преображенского «Суровость зим в Европе и ледовитость Балтики» (1962). Весьма важно, что исследователи использовали труды по истории Дании и других стран и привели «Исторические сведения о суровости зим от 177 г. до н. э. до 1760 г.» и «Сведения о ледовых условиях за последние два столетия». Авторы при этом подчеркивали, что сведения о погоде в исторических источниках, как правило, очень искажены, а иногда «просто нереальны». Действительно, сообщения западноевропейских путешественников о страшных морозах в России нередко весьма преувеличены. Однако достоверность метеорологической информации русских летописей не может быть поставлена под сомнение. Высокая достоверность и реалистичность летописных сведений о погоде делают этот комплекс исторических источников уникальным и самым достоверным в Европе и, следовательно, незаменимым при изучении истории климата северного полушария.

Большое число интересных сведений по истории климата содержится в монографии Г. И. Швеца «Выдающиеся гидрологические явления на юго-западе СССР» (1971). Весьма ценно, что исследователь, выйдя за границы исследуемого региона, привлекает новые данные из работ как по гидрологии, так и по истории Юго-Западной и Западной России и Прибалтики, а также использует некоторые данные из Устюжского летописного свода (по Сухоне), западнорусских и



Полярное сияние 21 января 1839 г в Финляндии

украинских летописей. Следует отметить, что и М. А. Боголепов, и И. Е. Бучинский, и Г. И. Шве́ц в ряде случаев допустили неточности в хронологии отдельных летописных сведений об экстремальных гидрометеорологических явлениях.

Необычайные природные явления последнего тысячелетия нашли отражение в капитальном труде А. Я. Орлова и И. В. Мушкетова «Каталог землетрясений в Российской империи» (1893). Его авторы связывали некоторые «трясения земли» с экстремальными метеорологическими явлениями. И. В. Мушкетов и А. Я. Орлов внесли в «Каталог» некоторые данные о великих бурях, которые сопровождались колебаниями почвы.

По словам авторов, хотя в летописных сведениях и не говорится явно о землетрясениях в таких случаях, но по описаниям бури 9 апреля 1419 г. и 19 мая 1421 г. в Новгороде Великом и 14 июня 1460 г. в Москве «можно думать, что гроза в эти дни достигала такой силы, что производила трясение земли» (308, 20—21, 126, 127).

Астрономические явления в русских летописях по предложению выдающегося историка А. А. Шахматова были собраны и проанализированы Д. О. Святским в работе «Астрономические явления в русских летописях с научно-критической точки зрения» (1915). В этом оригинальном исследовании кроме сведений о солнечных и лунных затмениях были собраны летописные свидетельства о полярных сияниях, солнечных пятнах и других небесных «знамениях».

Бури, ураганы, смерчи XVIII—XX вв. были проанализированы академиком А. Л. Наливкиным в книге «Ураганы, бури и смерчи» (1962). К сожалению, этот труд чрезвычайно беден данными о подоб-



Грозовая ночь в Экваториальной Африке

ных явлениях на территории России, и особенно в европейской ее части

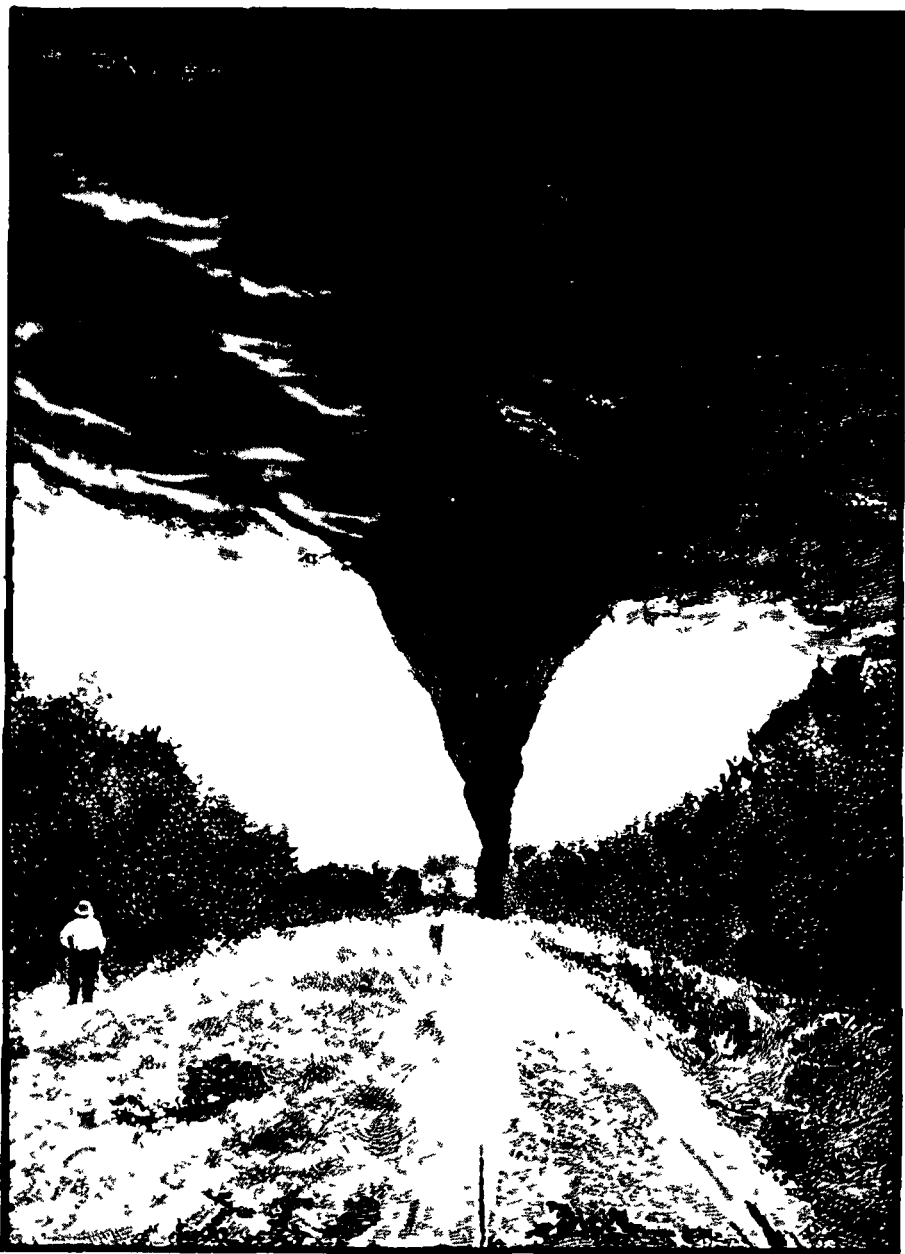
Зависимость эпидемических заболеваний от солнечной активности на основе исторических хроник была исследована А. Л. Чижевским в монографии «Земное эхо солнечных бурь» (1973). Автор поддержал точку зрения М. А. Боголепова на необычайные природные явления как признаки «единой жизни всего тела Земли» (385, 108).

Некоторые необычайные природные явления с XV по XIX в. анализируются в монографии А. В. Дулова «Географическая среда и история России. Конек XV – середина XIX в.» (1983), в которой автор попытался рассмотреть связь между обществом и природой.

Важным ориентиром при поисках исходных источников по XVIII и XIX вв. стали данные о засухах, обобщенные О. А. Дроздовым в работе «Засухи и динамика увлажнения» (1980). Особый интерес представляли сведения об урожайности хлебов европейской части России с 1801 по 1973 г.

В 1977 г. в Главной геофизической обсерватории (ГГО) были начаты исследования по выявлению новых документальных материалов, содержащих информацию о климатах прошлого, и в особенности об экстремальных метеорологических явлениях, наносивших ущерб экономике Русского государства.

Анализ всех вышедших 37 томов ПСРЛ и не вошедших в него летописных сводов показывает, что в них содержится более богатая природоведческая информация, чем это представлялось 15–20 лет назад. Однако климатологами не анализировались опубликованные десять



Смерч и ид сүшеи



Приливная волна, вызванная землетрясением

томов русских летописей, т. е. с 26-го по 37-й том ПСРЛ. Приведем их краткую характеристику.

Весь 26-й том ПСРЛ занимает Вологодско-Пермская летопись, охватывающая события с древнейших времен по 1538 г. Ее особая ценность заключается в том, что она содержит не только общерусские известия, но и события на севере Руси, главным образом в Вологде и Перми. Заключительная часть свода, относящаяся к 1480—1538 гг., представляет совершенно оригинальный текст, не имеющий аналогов в других летописях.

27-й том включает три свода. Во-первых, это Никаноровская летопись, получившая свое название по имени первого владельца — игумена Воскресенского Новоиерусалимского монастыря Никанора. Летопись открывается 852 г. и заканчивается событиями 1471 г. В состав тома также входит сокращенный летописный свод 1493 г., который никогда полностью не издавался. Его последний лист, датированный 1493 г., содержит записи о том, что Кострома полностью сгорела в вербную субботу, что 16 апреля «погорел град Москва нутри весь», что 16 июля была сильная гроза в Москве и сильная буря во Владимире и, наконец, что 28 июля в Москве вспыхнул пожар от молнии, от которого пострадали московские посады, где сгорело более 200 человек «и животных бесчисленное множество». Заканчивается том сокращенным летописным сводом 1495 г., в котором повествование от времен Адама доведено до начала 90-х гг. XV в.

28-й том составляют впервые публикуемые летописные своды 1497 и 1518 гг. Свод 1497 г. содержит ряд кратких приписок более позднего времени, относящихся к 1522—1634 гг., которые включают сведения о



Рельсы, передвинутые во время землетрясения 1892 г.

великом голоде в Вологде (1526 г.) и об общерусском голоде (1570 г.), включая Холмогоры, Великий Устюг, Вологду, Москву.

В 29-м томе опубликованы три свода, содержащие богатую информацию об экстремальных природных явлениях на Руси в середине XVI в. Это Летописец начала царства царя и Великого князя Ивана Васильевича, охватывающий исторические события с 1533 по 1552 г. За ним следует Александро-Невская летопись, которая составляет пятую книгу Лицевого свода и в которой рассматриваются события 1533—1553 гг. Лебедевская летопись открывается событиями 1553 г. и заканчивается «известиями 1566—1567 гг.». Одна из последних записей посвящена нашествию грызунов на Среднюю Волгу: «Пришло из лесов тучами великими на Казанские, Свияжские и Чебоксарские места мышь мелкая и поела на поле всякий хлеб, не оставив ни единого колоса. Мышь поела не только все в поле, но и в закромах. Люди отгоняли их метлами и лопатами, но тучи грызунов лишь умножались. Люди остались без хлеба».

В составе 30-го тома впервые издан Владимирский летописец, в котором освещаются события со времен Ноя до 1523 г. В частности, одна из последних страниц содержит сообщение о том, что выгорела Старая Русса (1519 г.). Там же помещена исправленная редакция Новгородской второй летописи (Архивной), которая особенно ценна природоведческими записями, относящимися как к XVI в., так и к более ранним временам.

31-й том включает три летописи последней четверти XVII в. Для изучения истории климата большой интерес представляет «Книга, гла-



голящая летописец великая земли Российской». Этот свод, изданный под названием Мазуринского летописца, содержит уникальные сведения об экстремальных природных явлениях в XVII в., что очень ценно, так как летописных сведений по этому периоду крайне мало. Этот пробел отчасти восполняется Летописцем 1619—1691 гг., содержащим интересные метеорологические сведения, в том числе о необычайно теплом лете 1683 г., в течение которого дважды цвели яблони, малина, земляника и было собрано два урожая ягод. Вслед за тем описывается очень холодная зима 1684 г., когда от жестоких морозов «в дорогах люди помирали». Заканчивается 31-й том небольшим летописным сказанием Ивана Золотарева, в котором наряду с описанием взятия Астрахани войском Степана Разина приведены некоторые сведения природоведческого характера.

В 32-м томе помещены Хроники Литовская и Жмотийская, освещающие события Великого княжества Литовского, главным образом в XIII—XVI вв. Важным дополнением к ней является хроника Быховца (1377—1503).

Особый интерес представляет новейшая публикация в составе 32-го тома полного текста Баркулабовской летописи, содержащей сведения метеорологического характера за вторую половину XVI — начало XVII в. Кроме того, в 32-й том входит Летопись Пандырного и Аверки (974—1768), которая, к сожалению, содержит мало оригинальных сведений природоведческого характера.

В 33-м томе впервые опубликована Холмогорская летопись, которая содержит большое число известий по истории русского Севера, Двинской земли и ее главного города Холмогор до 1559 г. Она дополняется Двинским летописцем, в котором отражены события в России вплоть до первой половины XVIII в., в том числе весьма много уникальных записей об экстремальных природных явлениях. Еще больше данных метеорологического характера содержит 34-й том, в который включены Бельский, Постинковский, Московский и Пискаревский летописцы середины XVI — первой половины XVII в.

Важное значение для целей нашего исследования имеет выход 35-го тома, включающего 14 белорусско-литовских летописей и хроник, а также 37-го тома, содержащего Архангелогородский летописец с природоведческой информацией XVII и XVIII вв.

Кроме рассматриваемых летописных сводов вне поля зрения исследователей остался целый ряд летописных источников, в том числе Русский Хронограф и Хронограф западно русской редакции, составляющие 21-й том. Ввод в научный оборот весьма большого числа летописных сводов, хроник и летописцев дает в распоряжение ученых обширные новые данные об экстремальных метеорологических явлениях, наблюдавшихся на Руси в XI—XVII столетиях. Не менее замечательно, что природоведческие записи, содержащиеся в последних 12 томах ПСРЛ, подробно освещают особенности климата севера Европейской России, включая Приуралье и Заполярье. Холмогорская и Вологодско-Пермская летописи, Двинский летописец перебрасывают

Последствия землетрясения в Мехико (1985 г.)

мост к Сибири, изучение истории климата которой должно стать предметом самостоятельного исследования.

Наряду с летописными сводами в последние годы было опубликовано несколько кратких летописцев, а также Иоасафовская летопись. Кроме того, вышло шесть томов серии «Памятники литературы Древней Руси», в которых имеются ценные географические и природоведческие сведения. Наряду с упомянутыми источниками имеется более 2 тыс. записей о погоде, сделанных в третьей четверти XVII в. в Московском Кремле, несколько сот метеорологических заметок, сделанных в конце XVII в. приближенными Петра I, и тысячи метеорологических записей самого Петра I, относящихся к первой четверти XVIII в.

Во всех этих источниках отмечено большое число экстремальных природных явлений в различные века, как в отдельных землях, так и на Руси в целом. Это вносит существенные поправки в сложившиеся представления о колебаниях русского климата в XI—XVII вв.

Таким образом, назрела необходимость обобщения в одном труде как данных, собранных прежними исследователями по отдельным видам природных явлений, так и природоведческой информации, содержащейся во вновь опубликованных летописных и некоторых других исторических источниках и еще не введенной в научный оборот.

Основной задачей предлагаемого исследования явилось создание обширного свода экстремальных природных явлений. Частично эта проблема была решена в монографии «Экстремальные природные явления в русских летописях XI—XVII веков» (1983).

Вместе с тем сегодня назрела необходимость продолжить научные исследования с целью создания «Тысячелетней летописи необычайных явлений природы» (вплоть до 1914 г.), т. е. продлить летопись на XVIII, XIX и начало XX в., когда благодаря усилиям Главной геофизической обсерватории и Русского географического общества регистрация климатических экстремумов достигла необычайно четкой организации и тем самым отпала необходимость выявления дополнительной метеорологической информации в исторических источниках.

В свод включены сведения о засухах, нашествиях вредителей, градобитиях, дождливых временах года (лето, осень, весна), возвратах холодов в конце весны — начале лета, раннем наступлении заморозков в конце лета, холодных и мягких зимах, ранних и поздних засушливых веснах, небывалых половодьях, эпидемиях, голодных годах.

Включение в летопись всех природоведческих записей диктовалось необходимостью дать в руки исследователей исходные материалы для изучения комплекса экстремальных явлений, их взаимосвязи и взаимобусловленности. Наряду с летописными свидетельствами и природоведческими данными комплексов исторических источников по XVIII и XIX вв. в свод включены опубликованные отечественными исследователями материалы по истории климата Западной Европы. Вероятно, это окажет помощь ученым в изучении вопроса о возможных механизмах климатических изменений с временными масштабами в десятки и сотни лет.

Следует отметить, что вопрос о стыковке русских данных с запад-



Оттепель, а потом морозы преобразили до неузнаваемости улицы Чикаго (1986 г.)

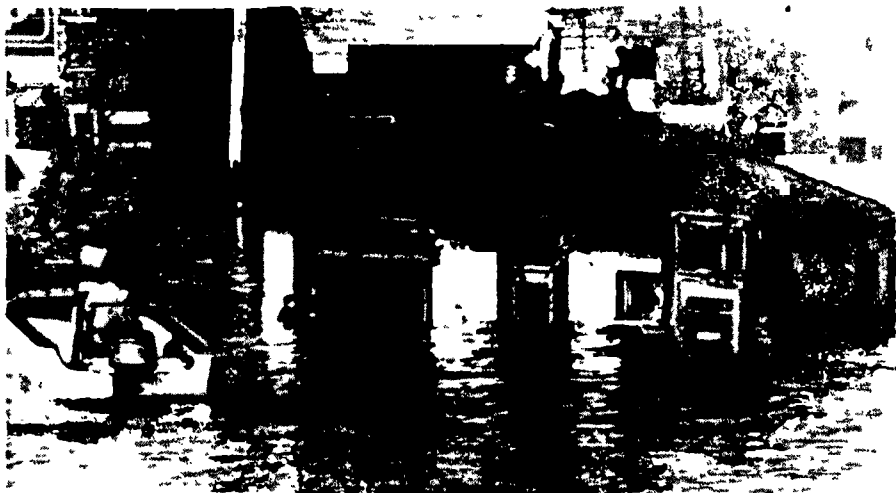
ноевропейскими является особой задачей в проблеме истории климата последнего тысячелетия и может быть успешно решен общими усилиями ученых европейских стран. Не менее важна стыковка европейских данных с материалами по Северной Америке.

Особое внимание в книге уделено изучению вопроса о географических рамках того или иного необычайного природного явления, что давало возможность судить об интенсивности явления и ущербе, который оно наносило экономике России.

Столь же важно было выявить особо опасные в климатическом отношении периоды, когда чередовавшиеся друг за другом экстремальные природные явления (засухи, необычайные летние дожди, возвраты холодов в конце весны или наступление мороза и выпадение снега в самом начале осени) становились причиной тяжелых народных бедствий в отдельных русских землях, во всей Руси и в Европе в целом.

В исследование включены статистические сведения об экстремальных природных явлениях как в Европейской России, так и в Западной Европе, они собраны в таблицы и помогают наглядно представить метеорологические условия того или иного века.

Цель «Тысячелетней летописи необычайных явлений природы» — не только создание более достоверного и более обширного комплекса данных для изучения истории климата, но и исследование влияния необычайных, порой катастрофических гидрометеорологических явлений на экономическую жизнь Русского государства или отдельных земель Древней Руси. Вопрос этот почти не затрагивался учеными-



Вследствие дождей и бурного таяния снега некоторые реки ФРГ вышли из берегов, под водой оказались многие населенные пункты (1986 г.)

естествоиспытателями, занимавшимися исследованием засух, суровых зим, необычайных гидрологических явлений. Исключение составляет работа М. А. Боголепова о влиянии изменений климата на жизнь России «Колебания климата и историческая жизнь» (1911).

Вопрос о влиянии экстремальных природных явлений на различные стороны жизни был поднят прежде всего историками. Еще в середине XVIII в. выдающийся русский историк В. Н. Татищев зафиксировал многие сведения об экстремальных природных явлениях и наносимом ими ущербе народам, землям и городам. Этому вопросу большое внимание уделил создатель «Истории государства Российского» Н. М. Карамзин. Он писал: «Благочестивые инокы были в России первыми наблюдателями тверди небесной, замечая с великою точностью явления комет, солнечные и лунные затмения» (69, 3, 11).

С еще большей точностью древние летописцы фиксировали необычайные природные явления на Русской земле, а порой и у ближних и дальних соседей — от Индии до Португалии, от Норвегии и Швеции до Сирии и Египта. Многие из подобных сведений были включены Н. М. Карамзиным в состав своего труда и (в связи с утратой ряда летописей) благодаря этому дошли до наших дней.

Необычайные природные явления привлекали внимание также С. М. Соловьева и В. О. Ключевского. Однако впоследствии интерес к вопросу о влиянии природных явлений на жизнь Русского государства резко снизился.

Лишь в середине нашего столетия голодные годы в Древней Руси привлекли внимание В. Т. Пашуто, который, проанализировав их социальные и естественно-географические причины, пришел к выводу, что такой «подход позволяет историку полнее отразить истинное



Паводок, вызванный быстрым таянием снега Украина (1987 г.)

значение анализируемого явления для эпохи, крайне бедной источниками» (324, 263).

В. Т. Пашуто к числу голодных лет отнес и те годы, в которые на Русь обрушивались жестокие стихийные бедствия, хотя в летописях не имелось прямого упоминания о голоде, «скорби», «скудности» и «туге». Однако сопоставление данных об экстремальных природных явлениях с летописными известиями из соседних земель или данными хроник сопредельных стран Европы свидетельствовало о том, что стихийные бедствия приносили тяжелые испытания народам Руси. Этот принцип определения голодных лет в том случае, где нет прямых указаний, принят и в этой книге. Кроме того, были использованы данные, посвященные истории отдельных русских земель, сведения о голодовках и неурожаях в России. В своем исследовании В. Т. Пашуто рассмотрел голодные годы Древней Руси за 400-летний период, с 946 по 1352 г. Всего им отмечено 42 голодных года, вызванных естественно-географическими причинами. В. Т. Пашуто сопоставил голодные годы Руси с голодными годами в странах Западной Европы. Годы, в которые стихийные бедствия обрушивались на всю Европу, были особенно тяжелыми не только для Руси, но и для западных ее соседей.

В. Т. Пашуто с большим вниманием отнесся к работам ГГО по истории климата и вместе с А. Л. Нарочницким, А. А. Преображенским, Л. С. Семеновым, В. Н. Корецким, В. В. Мавродиным помогал словом и делом на всех этапах разработки настоящего исследования. В решении проблем, связанных со сбором природоведческой информации по XVIII и XIX столетиям, нам помогали Б. Н. Миронов, Е. И. Индова, Б. В. Ананьич, А. Н. Цимутали.



Небывалые снегопады нарушили обычный ритм жизни в высокогорных районах Грузии (1987 г.)

Таким образом, при изучении необычайных природных явлений использовались не только летописные своды и комплексы исторических источников, но и труды основоположников марксизма-ленинизма, историков, государственных деятелей, декабристов, естествоиспытателей. Такой подход дал возможность создать более полную, чем мы имели до сих пор, картину природных явлений на Руси в X—XIX вв. При этом мы отдавали себе отчет, что свод представляет собой лишь своего рода модель той действительной картины, которая имела место в далеком и близком прошлом.

«...Исторически условны *пределы* приближения наших знаний к объективной, абсолютной истине, — писал В. И. Ленин в труде «Материализм и эмпириокритицизм», но *безусловно* существование этой истины, безусловно то, что мы приближаемся к ней. Исторически условны контуры картины, но безусловно то, что эта картина изображает объективно существующую модель» (142, 18, 138).

Надеемся, что свод не только даст более полное представление об экстремальных природных явлениях в далеком прошлом, но и явится одним из оснований для безбоязненного предвидения возможных природных явлений в будущем.

* * *

При подготовке «Тысячелетней летописи» авторам оказали большую помощь коллективы Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук им. В. И. Ленина (ВАСХНИЛ), библиотек: Ленинградского и

Московского отделений Института истории СССР АН СССР, Центральной военно-морской, Академии наук СССР, Государственной публичной им. М. Е. Салтыкова-Щедрина, Государственной СССР им. В. И. Ленина, Института истории естествознания и техники АН СССР, Института русской литературы АН СССР (Пушкинский дом), Центрального государственного исторического архива древних актов (ЦГАДА), Центрального государственного архива Военно-Морского Флота, Государственного Русского музея, Главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова.

В создании исторической части исследования на протяжении многих лет принимала участие Е. К. Пасецкая-Креминская.



І ДРЕВНЯЯ ИСТОРИЯ КЛИМАТА ЗЕМЛИ





ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КЛИМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Для понимания причин изменения климата исключительно важно знать его эволюцию на протяжении всей истории развития нашей планеты, которая оценивается периодом примерно в 4,6 млрд лет. Наибольший интерес представляет климат эпохи, получивший название «голоцен». Он начался 15—18 тыс. лет назад и продолжается по настоящее время. Именно с ним связано развитие современной цивилизации.

Изменения климата Земли зависят от взаимодействия основных компонентов климатической системы: наиболее подвижной и ответственной за условия существования жизни — атмосферы, менее подвижных — океана и криосферы, т. е. воды в замерзшем состоянии (континентального и морского льда, снега), а также поверхности суши и биосферы, включающей растительный, животный мир и самого человека.

Весьма характерно, и это является, по-видимому, особенностью климата нашей планеты, что биосфера, влияя на другие компоненты климатической системы, в свою очередь полностью зависит от них. Из-за сложности взаимодействия компонентов климатической системы современные исследования эволюции и истории климата основываются не только на анализе эмпирических данных, но и на физических, физико-химических, астрофизических и математических методах анализа, на изучении биохимических циклов, протекающих в климатической системе с учетом сложных обратных связей.

Лишь в середине текущего столетия наука начала переходить от стадии статистического описания хронологии климата к стадии его объяснения на основе физических теорий.

К настоящему времени известно несколько десятков определений понятия «климат». Сам термин, буквально означающий «наклонение солнечных лучей», был предложен древнегреческим астрономом Гиппархом (190—150 гг. до н. э.). Затем это понятие развивалось древнегреческими учеными.

Примерно до конца XVIII в. господствовало мнение, что климат определяется высотой Солнца над горизонтом. Согласно этому представлению, существовало девять климатов. Первый охватывал полосу в 12° шириной к северу и югу от экватора, остальные климаты разделялись кругами широт через 5°30'. Все, что было севернее 50° с. ш., относилось к девятому климату, в то время считавшемуся необитаемым. Южное полушарие, о котором тогда ничего не было известно, вообще ни к какому климату не причислялось.

В дальнейшем было принято другое деление. Земля делилась на 36 климатов по обе стороны от экватора. Район вблизи экватора, где разность между самым продолжительным и коротким днем в году составляла менее 1 часа, относился к первому климату. Там, где эта разность была 1—2 часа, — ко второму и т. д. до 24-го климата. Кроме того, между полюсом и полярным кругом размещалось еще 12 климатов. Там, где Солнце не заходит до одного, полутора, двух, двух с половиной месяцев, полагали 26—29-й климаты вплоть до 36-го у полюса, где Солнце не заходит шесть месяцев.

В скором времени люди, однако, убедились, что средние условия погоды в этих так называемых одинаковых климатических зонах разные, и начали искать тому объяснение. Появились новые определения климата. Наиболее полное было дано А. Гумбольдтом, который считал, что слово «климат» прежде всего обозначает «специфическое свойство атмосферы, которое зависит от непрерывного совместного действия подвижной поверхности моря, изборожденной течениями противоположных температур, излучающей тепло суши, которая определяет громадное разнообразие в отношении своей орографии, окраски и состояния покрова». Это определение, однако, продержалось недолго. С 70-х гг. XIX в. климат трактуется уже «как общее состояние погоды в определенном месте или в определенной стране, или, точнее говоря, совокупность средних величин и свойств всех метеорологических элементов есть не что иное, как то, что называют климатом какого-либо места».

В 20—30-х и в конце 40-х — начале 50-х гг. нашего столетия вновь разгорелись дискуссии по климату. Лишь в 70-х гг. было предложено определение понятия климата как совокупности статистических свойств климатической системы за достаточно длительный, но ограниченный промежуток времени. Большинство исследователей сходится на том, что период осреднения должен быть от нескольких лет до 10 и даже 30 лет. Имеются серьезные основания относить к климату все то, что не может быть выражено в терминах погоды, особенно в части прогноза. Под погодой при этом понимается совокупность значений метеорологических элементов в любой точке трехмерного пространства в любой момент времени. В такой трактовке существует предел предсказуемости погоды, который оценивается двумя-тремя неделями. За пределами предсказуемости можно, по-видимому, говорить не о прогнозе погоды, а о прогнозе осредненных характеристик, т. е. о климатических прогнозах.

Для оценки изменений климата в прошлом и прогноза его изменений в будущем важное значение имеет изучение условий формирования крупных климатических аномалий, которые в основном и определяют экстремальные климатические условия жизни на Земле.

Хорошо известно, что для существования жизни необходимо наличие жидкой воды и атмосферы с определенным химическим составом и массой. При этом необходимым условием является протекание ряда биохимических циклов в круговороте воды, углекислого газа (углерода), кислорода, азота, фосфора, серы, поддерживаемых солнечным излучением.

Кислород, как известно, необходим для процессов окисления и дыхания. В результате разложения молекулы кислорода под действием солнечного излучения и последующей реакции тройного соударения в атмосфере образуется трехатомное соединение кислорода — газ озон. Последний поглощает жесткое ультрафиолетовое излучение и, таким образом, несмотря на очень низкое его содержание (2,5—3 мм, а в высоких широтах — 4 мм ртутного столба), защищает от гибели биосферу.

В связи с этим воздействие на озоновый слой, которое начало осуществляться в результате деятельности человека, крайне нежелательное явление.

Вода — прекрасный растворитель. Она способна легко разогреться и отлично поглощать тепловое (инфракрасное) излучение. Оставаясь в жидком состоянии в широком диапазоне температур, вода может превращаться в водяной пар и замерзшую форму в виде льда и снега. Любая из этих крайних форм не пригодна для обеспечения нормальных условий существования человека, для которого температура «комфорта» лежит в довольно узком диапазоне порядка 20—25°C.

Вода состоит из двух наиболее распространенных химических элементов — водорода и кислорода. Под действием ультрафиолетового излучения молекулы воды распадаются, что приводит к образованию кислорода, способного формировать другие соединения, включающие аминокислоты. Последние являются теми строительными «кирпичиками», которые так необходимы для жизни.

Углероду, также широко распространенному химическому элементу не только на нашей планете, но и во Вселенной, присуща уникальная способность образовывать большое количество различных сложных соединений. Он необходим для существования саморазвивающихся систем, которые мы называем живыми.

Углеродный цикл в системе «атмосфера — океан — биосфера» — один из важнейших биохимических циклов. В результате фотосинтеза из каждой грамм-молекулы углекислого газа, поглощаемого растениями из атмосферы, образуется одна грамм-молекула кислорода и одна грамм-молекула углерода. Таким путем образовался весь кислород нашей атмосферы. Значительная же часть имевшегося в первичной атмосфере углерода перешла в биосферу, образовав запасы органического топлива, и в океан, где она находится в виде как растворенного углерода, так и главным образом карбонатных осадков. Механизм превращения углекислого газа из первичной атмосферы в органический углерод был очень длительным.

В настоящее время человек, добывая и усиленно сжигая химическое топливо, возвращает накопленный углерод в атмосферу, откуда он частично поглощается биосферой (главным образом океаном). В результате хозяйственной деятельности этот биохимический цикл заметно нарушен. Достаточно сказать, что природе нужно было около одного миллиона лет, чтобы накопить то количество углерода в виде органического топлива, которое сжигается в настоящее время в течение всего лишь одного года.

Азотный цикл достаточно сложен и включает фиксацию азота в

различных соединениях, необходимых для поддержания жизни. Этот цикл в первичной атмосфере Земли был прежде всего связан с преобразованием аммиака. В результате окисления 4 грамм-молекул аммиака и 3 грамм-молекул кислорода образуется 6 грамм-молекул водяного пара и 2 грамм-молекулы азота. Эти два газа — азот и кислород — и определяют основной состав нашей атмосферы, сформировавшейся в течение длительной истории развития Земли.

Ни один из указанных газов не обладает активными радиационными свойствами, т. е. они пропускают как коротковолновое солнечное излучение с максимумом излучения в видимой области спектра, так и уходящее длинноволновое (инфракрасное) излучение с максимумом в области 12—15 мкм. Однако начавшийся процесс сжигания топлива, ядерные взрывы и т. п. приводят к образованию окислов азота, которые являются радиационно активными газовыми примесями и поглощают как солнечное, так и инфракрасное тепловое излучение системы «Земля — атмосфера», меняя ее радиационный баланс.

Имеются и другие биохимические циклы, важные для поддержания жизни на Земле и участвующие в эволюции различных компонентов климатической системы. К ним относятся фосфорный цикл, важный прежде всего для эволюции биосферы, и серный цикл, который приобрел первостепенное значение в последние десятилетия. В атмосферу в результате антропогенного воздействия стало поступать большое количество серы и ее соединений, что резко нарушило естественный серный цикл. Так как серные соединения (серная кислота прежде всего) являются токсичными для биосферы, изучение серного цикла важно для понимания эволюции климата и отдельных компонентов климатической системы в условиях антропогенного воздействия.

В результате сложного многообразия действующих факторов климат Земли менялся на протяжении всей ее истории. Поскольку процесс эволюции климата продолжается и ныне, а зависимость общества от меняющихся климатических условий возрастает, очень важно понять физические факторы формирования климата. Для этого прежде всего необходимо восстановить историю климата Земли, оценить диапазон возможных изменений климата и его влияния на биосферу, а также влияние климата на различные стороны хозяйственной деятельности человека. История дает немало примеров, когда климатические изменения способствовали как расцвету, так и упадку отдельных цивилизаций. Многие из этих исторических уроков в достаточной мере не осознаны и до сих пор.

Рассмотрим некоторые фактические данные о современном климате, с которым мы в дальнейшем будем сравнивать климат прошлого.

Как известно, в среднем на верхнюю границу атмосферы поступает около 1356 Вт/м² солнечной радиации. Фактически за счет смен времен года, дня и ночи эта величина будет несколько меньше. Часть приходящей солнечной радиации отражается обратно, что определяется альбедо (отражательной способностью) системы «Земля — атмосфера», а часть поглощается атмосферой и главным образом подстилающей поверхностью и переизлучается обратно в виде длинноволнового (инфракрасного) излучения в космическое пространство. Только малая

часть (не более 1%) солнечного излучения идет на поддержание кинетической энергии атмосферных движений. Эта часть энергии в конечном итоге диссипируется и превращается в тепло.

Умеренные и высокие широты обоих полушарий (выше ± 30 — 35° широты) — это зоны потери энергии. Экваториальные районы — зоны накопления энергии. Зоной потери энергии является современная Сахара вследствие большого нагрева подстилающей поверхности, большого излучения и сухости атмосферы, которая пропускает уходящее излучение. Данный пример наглядно иллюстрирует роль пустынь в формировании климата. Пустыни как бы сами поддерживают свое существование.

Альбедо в высоких широтах в 2,5—3 раза выше, чем в низких, т. е. в высоких широтах отражается большее количество приходящей энергии.

Приходящая солнечная радиация и отраженная радиация по сезонам года, по широтным зонам распределены неравномерно. Вследствие этого возникает перераспределение энергии между низкими и высокими широтами, чем и обеспечивается сравнительное постоянство климата в определенные периоды в определенных географических зонах.

Указанный межширотный обмен осуществляется благодаря общей циркуляции атмосферы. Главными носителями в механизме перераспределения энергии между широтными зонами являются крупномасштабные атмосферные вихри — циклоны и антициклоны. Их эволюция и динамика во времени приводят к формированию крупных циркуляционных эпох, характеризующихся определенным преобладающим переносом воздушных масс, формированием неустойчивых режимов погоды и крупных погодных и климатических аномалий. Такого же рода процессы протекают и в океане.

Широтная зональная циркуляция является преобладающей. Максимальная интенсивность циркуляции отмечается на широтах 30 — 35° с. ш. в северном и 40 — 45° ю. ш. в южном полушариях. Эти зоны получили название зон струйных течений. Вдоль них, преимущественно с запада на восток, осуществляется преобладающее перемещение барических образований (циклонов и антициклонов). Имеются области наибольшей интенсификации зон струйных течений — к востоку от США и над Японией.

В ряде случаев образуются обширные малоподвижные циклоны, которые блокируют западно-восточный перенос. В этом случае в восточной части циклонов южные потоки приносят тепло далеко на север, а в западной части холод проникает далеко на юг. Так возникают аномальные условия погоды.

Изменение климата включает прежде всего общие тенденции изменения температурного, циркуляционного и влажностного режимов атмосферы, климата океана, изменения биосферы, т. е. формирования длительных климатических эпох в геологической истории Земли. Помимо этого каждая климатическая эпоха характеризуется наличием крупных флюктуаций климата (климатических аномалий), накладывающихся на фон общих и длительных изменений климата. По этой при-

чине, анализируя историю климата Земли, его эволюцию и влияние на биосферу и самого человека, необходимо отличать общие периоды похолоданий или потеплений, сухие или влажные периоды от изменчивости климата, вызываемые климатическими аномалиями, имеющими меньший характерный временной и пространственный масштабы.

ОБЩИЕ ЧЕРТЫ КЛИМАТА ЗЕМЛИ ДО ПЕРИОДА ГОЛОЦЕНА

Восстановление геологической истории Земли, основанное на методах стратиграфии, т. е. на изучении ископаемых органических остатков, а также на изучении последовательности образования горных пород, помогает воссоздать и общие климатические условия прошлого, т. е. историю климата Земли.

Полагают, что зачатки органической жизни на Земле появились уже в архейскую эру (более 900 млн лет назад). Однако более отчетливо датировка остатков органической жизни относится к протерозойской эре (продолжительностью 600 млн лет).

В палеозойскую эру (продолжительностью 325 млн лет) растительный и животный мир становится важным фактором развития Земли. С этого времени биосфера начинает заметно влиять на эволюцию всей климатической системы, будучи в свою очередь зависимой от климата.

В соответствии с имеющимися представлениями на Земле было не менее трех крупных ледниковых эпох. Последняя имела место около 600 млн лет назад.

Здесь мы не будем детализировать геологический климат безжизненной Земли. Отметим только, что в истории Земли помимо ледниковых были и очень теплые периоды. Так, в течение фанерозоя (последние 570—650 млн лет) наблюдался теплый каменноугольный период в палеозое (около 300 млн лет назад).

В мезозое, около 200 млн лет назад, наблюдался холодный климат. В третичный период, около 70 млн лет назад, вновь наступил теплый период.

На рис. 1 приведены восстановленные палеотемпературы морской воды за последние 140 млн лет. Из рисунка видно, что наблюдается повышение температуры примерно с 22 до 30°C по мере удаления в прошлое. На этом фоне фиксируется некоторая периодичность в изменении климата мезозоя и кайнозоя с периодом около 300 млн лет.

В период 100—65 млн лет назад на Земле было намного теплее, чем теперь, и, возможно, отсутствовали полярные льды.

Примерно 55 млн лет назад начали образовываться и расти полярные шапки. Около 25 млн лет назад температура существенно понизилась, и климат стал намного холоднее. Примерно 10 млн лет назад температура еще более понизилась. Мы живем, таким образом, в одну из сравнительно холодных эпох истории Земли, которая еще не окончилась.

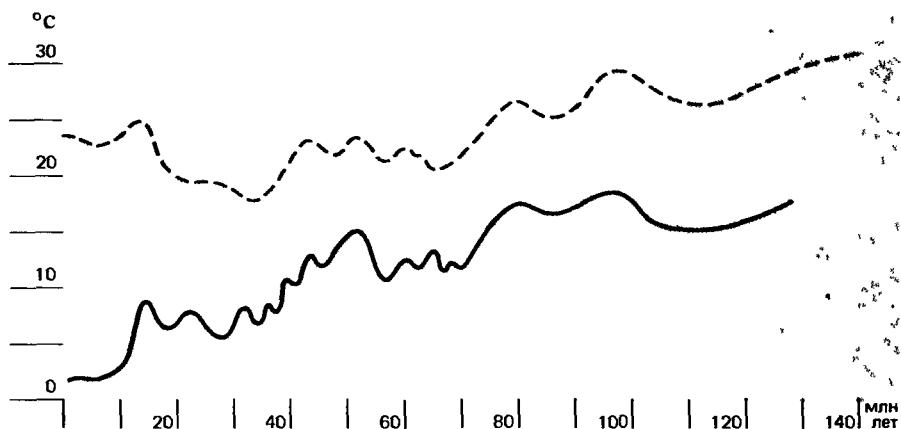


Рис. 1. Палеотемпературы морской воды в тропической зоне за последние 140 млн лет (по данным изотопного анализа). Верхняя кривая характеризует температуру морской воды у поверхности в тропической зоне, нижняя — температуру глубинных вод

Однако внутри данного периода наблюдаются существенные колебания климата, приводящие к формированию ледниковых и межледниковых периодов.

В течение последних 20 млн лет распределение материков и океанов на нашей планете, по всей вероятности, стало напоминать настоящее. К этому времени земная атмосфера, пройдя длительный период эволюции, приблизилась к современной.

Более или менее надежные косвенные данные имеются о климате четвертичного периода, характерной чертой которого стало формирование биосферы.

Именно в четвертичный период отмечаются существенные колебания климата. Согласно палеоклиматическим данным, в течение последних 2 млн лет средняя температура Земли была близкой к нынешней, т. е. около плюс 15°C и колебалась в пределах ± 5 —10°C при переходе от ледниковых к межледниковым эпохам.

Следует отметить, что термин «ледниковый-межледниковый период» не означает, что Земля полностью была покрыта льдом или была полностью свободна от него. Есть основания полагать, что и в межледниковые периоды Северный Ледовитый океан не был полностью свободен ото льда, а Антарктический континент был покрыт ледниковым панцирем.

Последние 1,5—2 млн лет характеризовались чередованием длительных ледниковых периодов средней продолжительностью около 70—120 тыс. лет, прерываемых более короткими межледниковыми периодами в 15—20 тыс. лет.

В эпоху плейстоцена, т. е. в последнее миллионие, климат Земли в основном был холодным. Такие условия определяли существование серий длительных ледниковых периодов, влияние которых было

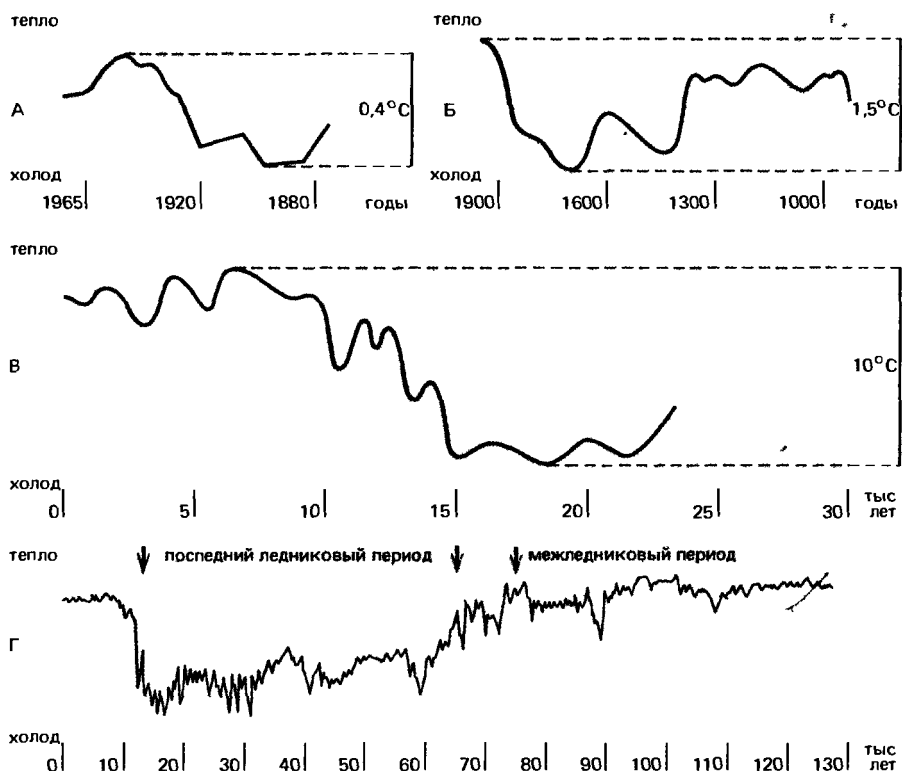


Рис. 2. Средняя температура различных периодов за последние 130—140 тыс. лет

преобладающим по сравнению с влиянием коротких межледниковий. По некоторым палеоданным, наиболее интенсивными были четыре ледниковых периода. По другим данным, в течение последнего миллиона лет наблюдалось около семи ледниковых и межледниковых периодов.

Предпоследний теплый межледниковый период отмечался 75—130 тыс. лет назад. Этот период в Европе получил название эмского интергляциала, а в нашей стране — микулинского межледниковья. Климат этого периода был близок к климату последнего межледникового периода, в конце которого мы живем.

Наиболее подробные данные, полученные при анализах колонок континентальных льдов в Гренландии, Антарктиде и в других районах земного шара, имеются об изменениях климата за последние 150 тыс. лет.

На рис. 2 приведены результаты анализа климата Земли за последние 130—140 тыс. лет, выполненные по кислороду (в Гренландии) и по радиоуглероду (во Франции). Оба анализа независимо друг от друга указывают на наличие холодного периода в интервале 70—15 тыс. лет

назад. В это время средняя глобальная температура была на 2—5°C ниже современной.

Однако теплые и холодные периоды, о которых шла речь выше, не были однородными. Так, в начале и конце теплого периода (70—130 тыс. лет назад) зафиксированы сравнительно кратковременные похолодания. Точно так же был неоднороден и холодный климат последнего ледникового периода. Очень сильные флюктуации климата зафиксированы в интервале 33—22 тыс. лет назад.

Ниже мы увидим, что, приближаясь к эпохе голоцена, которая наиболее интересна для понимания причин изменений современного климата, прослеживается климатическая неоднородность всех рассматриваемых периодов. Однако вполне закономерно, что в истории климата Земли наибольший интерес представляют теплые и холодные эпохи.

В настоящее время методы палеоклиматологии и методы математического моделирования позволили достаточно подробно восстановить климат последнего ледникового периода.

Так, во время последнего ледникового периода уровень океана был примерно на 85 м ниже современного, температура океана в среднем на 2—6°C, а местами на 8—10°C была ниже, чем теперь. Над сушей это различие достигало 20—25°C.

Некоторые континенты были покрыты ледовым панцирем. Альbedo подстилающей поверхности в этой связи было больше, и большее количество солнечной энергии вследствие этого отражалось от подстилающей поверхности и уходило в космическое пространство.

Камни, лед и песок занимали около 40 млн км² (в настоящее время — около 24 млн км²), тундра и альпийские сообщества — 20 млн км² (в настоящее время — 8 млн км²). Общая площадь, покрытая растительностью, была тем не менее примерно такой же, как сейчас, хотя, естественно, вид этой растительности был иным.

Численные эксперименты, выполненные на моделях общей циркуляции атмосферы, показали, что в летний период средняя температура у поверхности Земли была меньше на 5,3°C в северном и на 4,5°C в южном полушарии, облачность соответственно меньше на 2,9 и 2,2%. Существенно отличались от современных и другие характеристики климата. Более детально картину климата последнего ледникового периода можно восстановить по данным табл. 1.

Приведенные характеристики — результат реконструкции климата на базе теоретических моделей, которые в основном дают сходные оценки. Поэтому есть все основания предполагать, что реальные климатические условия ледникового периода в главных чертах вряд ли могли сильно отличаться от восстановленных. Тогда можно сделать вывод, что наступление ледниковой эпохи привело бы к таким климатическим условиям, которые катастрофически повлияли бы на все стороны хозяйственной деятельности и на самого человека. Достаточно сказать, что среднее похолоданию на 1°C соответствует сокращение вегетационного периода на две недели. Таким образом, среднее похолодание на 5,4°C (согласно моделям) привело бы к сокращению вегетационного периода почти на три месяца, что для многих районов мира равносильно его отсутствию.

Таблица 1
Осредненные характеристики климата ледниковой эпохи (412)

Характеристика климата	Среднее значение для июля по полушариям		Разность между средним значением и современным состоянием по полушариям	
	северное	южное	северное	южное
Температура поверхности, °С	17,8	7,6	-5,3	-4,5
Температура воздуха у поверхности, °С	18,0	7,1	-5,3	-4,5
Температура воздуха на уровне 800 мб, °С	7,8	-3,3	-5,0	-4,8
Температура воздуха на уровне 400 мб, °С	-23,4	-30,7	-8,2	-5,0
Зональный ветер на уровне 800 мб, м/с	0,9	3,6	-0,3	-0,9
Зональный ветер на уровне 400 мб, м/с	2,4	14,7	-0,1	-2,1
Облачность, %	22,5	44,2	-2,9	-2,2
Относительная влажность на уровне 800 мб, %	46,8	63,1	-2,6	-0,1
Содержание влаги в атмосфере, мм	14,2	12,9	-8,3	-3,9
Испарение, мм/день	4,0	3,5	-0,5	-0,9
Осадки, мм/день	4,5	3,1	-1,2	-0,1
Давление у поверхности, мб	972,9	995,1	-8,7	8,7

Отсюда понятен огромный интерес к оценке возможных изменений климата и их последствий на условия жизни.

Остановимся теперь несколько подробнее на климате голоцена, в который развилась современная цивилизация.

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ КЛИМАТА ГОЛОЦЕНА

Под голоценом понимают последнюю межледниковую и еще не закончившуюся антропогенную эпоху, т. е. связанный с воздействием человеческой деятельности последний отрезок четвертичного периода продолжительностью 15—20 тыс. лет. Его начало совпадает с окончанием последнего материкового оледенения на севере Европы.

В течение голоцена суша и моря приняли современные очертания, сложились современные географические зоны, состав атмосферы практически стал близок к современному. И тем не менее климат голоцена отличался достаточно большим разнообразием.

Быстрое глобальное потепление климата началось примерно за 13 тыс. лет до н. э. В Западной Европе уже за 12,7 тыс. лет до н. э. установился климат, близкий к современному. Относительно теплый период отмечался около 11 тыс. лет до н. э., в течение которого фиксировались периоды похолодания климата. Примерно в 10 000 г. до н. э. климат стал значительно теплее на всем земном шаре, хотя в северном полушарии еще оставались континентальные ледниковые щиты.

Скандинавский ледяной щит начал быстро таять в 9000—8000 гг. до н. э. Между 8000 и 7500 г. до н. э. распался североамериканский ледяной панцирь; к 6000 г. до н. э. на этом континенте осталось три небольших ледника в Северной Канаде, которые вскоре исчезли. Лабрадор-

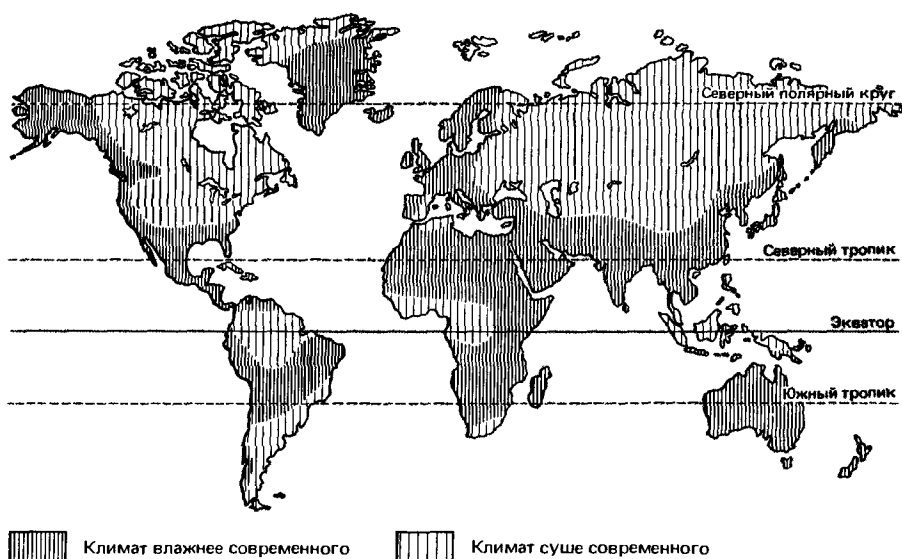


Рис. 3. Общие черты климата в период климатического оптимума

ский лед растаял примерно к 4500 г. до н. э. (льды на Баффиновой Земле, Новосибирских островах сохранились и поныне).

К этому времени субарктические леса сместились примерно на 300 км севернее их нынешней полярной границы. На несколько сот километров отступила к северу вечная мерзлота в Восточной Сибири и Северной Америке.

Почти везде, за исключением некоторых зон, климат был более влажным, чем теперь. Примечательно, что влажный климат длительное время господствовал во всем засушливом поясе, простирающемся от Западной Африки до Раджастхана на северо-западе Индии. Даже в засушливом центре нынешней Сахары годовое количество осадков составляло 250—400 мм (сейчас 6 мм в год). Уровень озера Чад на 40 м превышал современный, а само озеро достигало размеров Каспийского моря. Обширные пастбища использовались скотоводами-кочевниками, интенсивно развивалось земледелие без орошения в районах Ближнего и Среднего Востока, включая северо-запад Индии, т. е. в районах, которые ныне относятся к засушливым. Некоторые области в полосе 35—40° с. ш. в это время были более засушливыми (Калифорния, Невада, Иран, Южная Африка), и это сказывалось на развитии их экономики. Климат наиболее теплого и благоприятного в климатическом отношении периода голоцена, получившего название климатического оптимума, иллюстрирует рис. 3.

Во время теплого периода голоцена и его пика около 6 тыс. лет назад климат менялся в различных районах земного шара не одинаково. Как отмечает Флон (439), температура воды Куросио в этот период между Японией и Тайванем была почти на 6°С выше, чем теперь. В то

же время на северо-востоке Северной Америки температуры были не так высоки. Некоторые районы Юго-Западной Сибири, Турции в это время были суше. Имеющиеся данные указывают, что подобного рода колебания температуры в 1—1,5°C в сочетании с колебаниями осадков существенно повлияли на развитие культуры целых народов (436).

Примерно 4 тыс. лет назад во многих районах земного шара началось резкое похолодание климата, и он стал суше. Так, в Раджастхане около 3700 лет назад примерно в 3—4 раза уменьшилось количество осадков и составило 200 мм в год. Весьма впечатляющий пример — история Сахары, на месте которой в прошлом был цветущий сад, а весь район Сахары «зеленел подобно Нормандии» (211).

Среди прочих открытий в Сахаре самым интересным было обнаружение на территории современного Алжира нескольких тысяч наскальных росписей. На фресках зафиксирована история Сахары с периода, предшествующего неолиту.

В истории цивилизации можно выделить несколько периодов. Первый период (6—7 тыс. лет до н. э.) — «период охотников», или «буйвола». Вероятнее всего, что в это время климат Сахары был влажным. В течение первого периода население Сахары было негроидным. Затем следует переходный период, который, судя по изображениям, свидетельствует о высоком для того времени развитии культуры и искусства этой цивилизации.

Второй период относится к эпохе неолита и начинается примерно с 4-го тысячелетия до н. э. В долинах (как свидетельствуют росписи) появляются новые поселенцы, отличающиеся от коренных жителей Сахары. На фресках изображены люди и огромные стада рогатого скота. Начинается «период скотоводства», для которого, бесспорно, должны были существовать только определенные климатические условия, прежде всего вода и сочная растительность.

Около 1200 г. до н. э. наступает новый период — «период лошадей», и лишь за несколько десятилетий до нашей эры начинается «период верблюда». Климат Сахары к этому времени уже изменился, и Сахара стала превращаться в пустыню.

Изображенные на самых древних фресках травоядные и плотоядные животные могли водиться только там, где выпадают обильные дожди, а земля покрыта густой растительностью. В последний дождливый период неолита климат Сахары, по-видимому, напоминал климат района нынешних саудовских саванн. В это время характерными для Сахары были обширные зеленеющие равнины, лесистые долины, где водились жирафы, буйволы, слоны, страусы, антилопы. В водоемах, наполненных круглый год водой, жили бегемоты, крокодилы.

С иссушением Сахары представители четвертичной фауны покинули Северную Африку и нашли убежища в лесах и саваннах Центральной Африки, где они обитают и по сей день.

В Европе за последние 4 тыс. лет по косвенным данным также установлены существенные колебания климата. Можно выделить четыре периода, в течение которых климат Европы до нашей эры был более

холодным и влажным. Начало периодов приходится на 2000, 2600, 3100 и 3680 гг. до н. э. (176). Имевшие место резкое похолодание и иссушение климата в это время, по-видимому, были повсеместными.

Есть основания предполагать, что некоторым климатическим изменениям уже тогда наряду с естественными факторами способствовала человеческая деятельность, в частности вытаптывание растительности скотом и наступание пустынь.

Как указывается в ряде источников, наиболее холодный период после климатического оптимума отмечался между 2500 и 350 гг. до н. э. Он продолжался в некоторых районах до начала нашей эры. Интересную информацию о климате прошлого оставил римский поэт рубежа нашей эпохи Публий Овидий Назон (43 г. до н. э. — 18 г. н. э.) (328). В конце жизни, находясь в изгнании в небольшом городке Тимы на берегу Понта (Черного моря), Овидий написал большое количество писем, в которых содержится описание природы и климата Придунайского региона и Причерноморья.

Так, он отмечал, что река Истр (Дунай) замерзает по три года подряд; что во время замерзания Дуная возможно пешее и конное движение по льду; что в некоторые годы замерзает Черное море. Такие явления имеют место и в современную эпоху.

Имеются упоминания «о рыбе, вкрапленной во льду», о снежных зимних покровах. Вот одно из этих описаний:

«Я живу, брошенный всеми, в песках на краю мира, где земля занесена вечными снегами. Поле здесь не производит ни плодов, ни сладкого винограда, не зеленеют на берегах ивы и на горах дубы. Да и море не похвалишь больше земли! Морская пучина, лишенная солнечного света, вечно волнуется от бурных ветров. Куда ни взгляни, везде простираются лишенные земледельца обширные поля и луга, на владение которыми никто не претендует...» (328, 120).

В этом, как, впрочем, и в других высказываниях Овидия, конечно, звучит явное преувеличение суровости климата здешних мест. Поэтому для реконструкции климата подобного рода исторические описания должны подтверждаться другими объективными критериями.

Тот факт, что на границе нашей эры климат был более суровым и, по-видимому, близким к климату малого ледникового периода, зафиксирован многими источниками. В этой связи представляется оправданной гипотеза о некотором влиянии изменений климата в начале нашей эры на упадок Парфянского царства, занимавшего в период расцвета (I в. н. э.) территорию от Двуречья до реки Инд и пришедшего в упадок к концу II — началу III в. н. э.

Или другой пример. В настоящее время на юго-западе Аравии под песками погребено древнее Сабейское царство, возникшее на рубеже 2—1-го тысячелетия до н. э. и просуществовавшее под разными названиями в течение полутора тысячелетий. «Южноаравийская цивилизация», включавшая такие государства, как Хадрамаут, Катабан, Саба (позднее Маин), отличалась высокой культурой и располагалась на плодородных землях.

Древние источники сообщают о Южной Аравии того времени как о

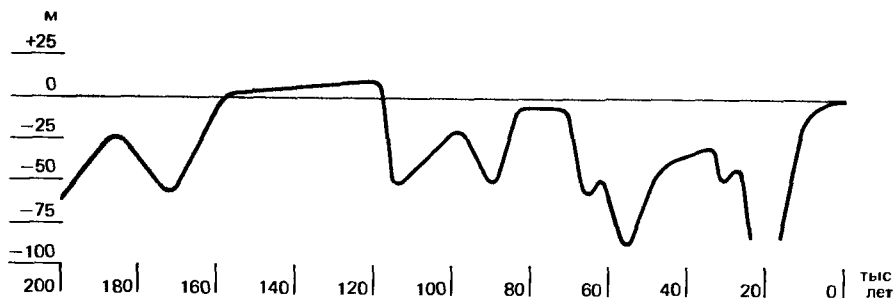


Рис. 4. Колебание уровня открытого океана за последние 200 тыс. лет

благословенной плодородной земле, называемой древними римлянами «Арабия феликс» («Счастливая Аравия»).

Чтобы представить культуру цивилизации, укажем, что на ныне высохшем русле реки Адкына, там, где воды редких в восточной части Йеменских гор дождей пробили себе дорогу через горы, в IX в. до н. э. было начато строительство грандиознейшей по тому времени плотины. К VI в. до н. э. были поставлены огромная плотина длиной 600 м, шириной 80 м и высотой 15 м (плотина Мариба), водохранилище, два шлюза, распределительный и водосборный бассейны. Имеются исторические указания и о других не менее искусно построенных тысячелетия назад плотинах на территории обоих нынешних Йеменских государств.

Неоднократные разрушения плотины Мариба происходили в IV, V и VI вв. н. э., т. е. в пору неблагоприятного климата. Последняя катастрофа — страшное наводнение — произошла в 570 г. н. э. Остальное довершили пески, которые продолжают наступать и ныне. В настоящее время на этой территории растут лишь отдельные кустики мятлики и колючек.

По мере приближения к нашей эре наука располагает все большим количеством косвенных данных, характеризующих климат, особенно его аномалии. Так, косвенные источники о климате Египта, Китая и Южной Европы датированы соответственно 3000, 2500 и 500 гг. до н. э. Для Северной Европы они имеются за всю историю современного летоисчисления, для Северной Америки — лишь за последние несколько сот лет.

Согласно имеющимся источникам, температура за первые два тысячелетия из последних пяти в Китае была на 2° выше, чем теперь. В других районах земного шара нередко отмечались заметные похолодания климата. Последние 3 тыс. лет в Китае температура колебалась в пределах 2—3°C. Большой объем имеющихся фактических данных по истории климата голоцена обобщен в монографии Лэмба (1919).

Хорошим индикатором климата прошлого являются уровни открытого моря и озер. Радиоуглеродные методы анализа позволяют восстановить амплитуду этих колебаний.

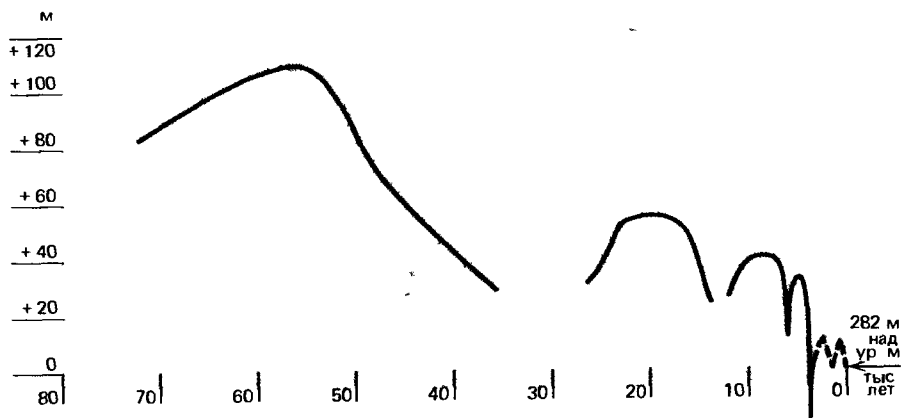


Рис. 5. Колебания уровня озера Чад за последние 80 тыс. лет

На рис. 4 приведены данные о колебании уровня океана за последние примерно 200 тыс. лет по данным Вина и Чеппела (419). Особенно низок был уровень в период последней ледниковой эпохи. В период потепления произошло его резкое увеличение. Всего примерно за 4 тыс. лет уровень моря при потеплении повысился почти на 40 м.

Имеется довольно обширная информация о состоянии уровня внутренних озер за период голоцена и даже несколько ранее. Характер колебаний уровня озер не всегда согласуется с колебаниями уровня Мирового океана. Так, уровень озер в Экваториальной Африке (между 5° с. ш. и 9° ю. ш.) за последние 20—30 тыс. лет показывал значительные колебания. В качестве примера на рис. 5 приведены имеющиеся данные о колебании уровня озера Чад. За период примерно от 30 000 г. до н. э. до приблизительно 6000 г. до н. э. уровень озера понизился более чем на 70 м. Затем были подъемы и опускания. Последний максимум уровня был в период климатического оптимума, после которого уровень моря понизился еще более чем на 25 м.

На рис. 6 показано изменение уровня Каспийского моря (419). 50—60 тыс. лет назад уровень Каспийского моря был почти на 80 м выше современного. Затем уровень резко падал. Примерно в 6000—4000 гг. до н. э. уровень Каспийского моря был на 20—22 м ниже современного.

Более детальный анализ колебаний уровня озера Чад и уровня Каспийского моря указывает, что на фоне общего понижения уровня этих озер за последние 20 тыс. лет наблюдались отдельные флюктуации, которые носили нерегулярный характер.

В период потепления климата почти на 1000 м повысилась верхняя граница линии лесов в Альпах. Колебания климата в период голоцена сопровождались существенными изменениями циркуляционных процессов. Так, в период последней ледниковой эпохи субтропическая область высокого давления и субполярная область низкого давления смещались к югу. Первая была южнее почти на 20—25° по сравнению с периодом климатического оптимума и на 8—10° южнее современного положения.

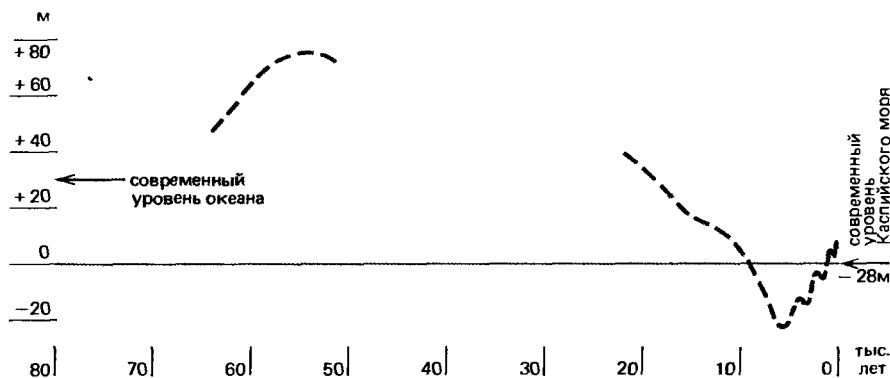


Рис. 6. Колебания уровня Каспийского моря за последние 80 тыс. лет

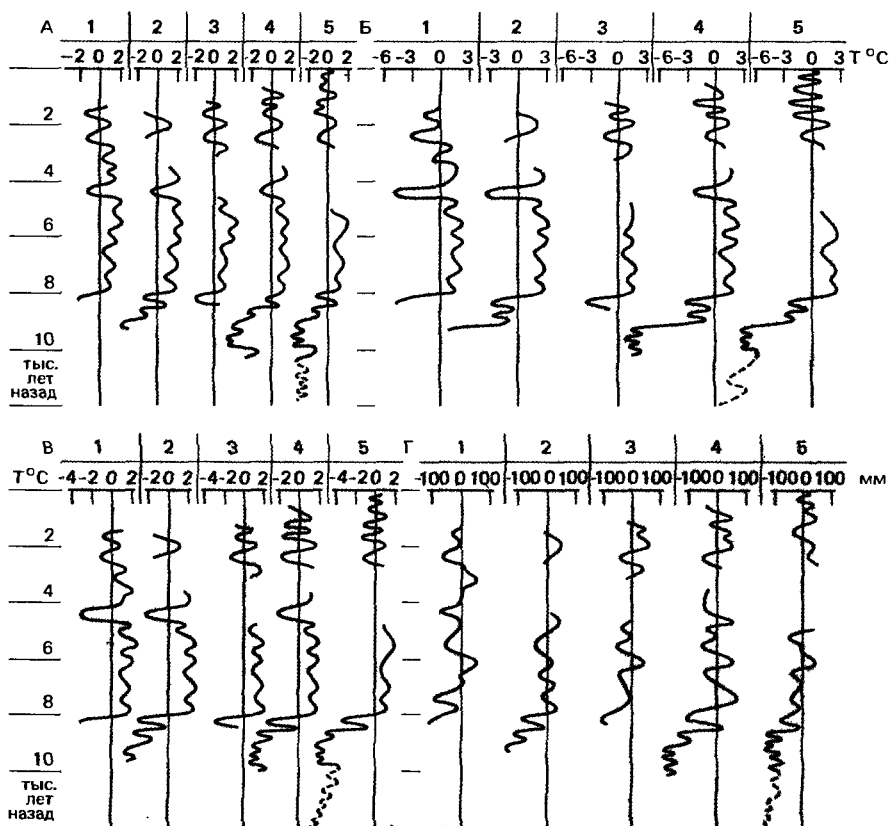


Рис. 7. Палеотемпературы июля (А), января (Б), года (В) и палеосадки года (Г) (в отклонениях от средней).

Разрезы: 1 — Заруцкое, 2 — Ругозеро, 3 — Хийлисуо, 4 — Бездонное, 5 — Готнаволок

Область низкого давления была южнее почти на 40° широты зимой и только на $10\text{--}15^\circ$ летом по сравнению с периодом оптимума и соответственно на 30 и 10° южнее по сравнению с современным положением. Вполне естественно, что полярный фронт располагался значительно южнее прохождения осей циклонов в ледниковую эпоху. Эти результаты согласуются с результатами приведенных выше численных экспериментов.

В период же климатического оптимума оси циклонов проходили значительно севернее.

$5\text{--}6$ тыс. лет назад климат был сравнительно теплым и влажным не только в Европе, но и в Китае. Археологические данные указывают на то, что в периоды резких изменений климата, в особенности повышения его неустойчивости, возрастала повторяемость сильных наводнений. Такие периоды отмечались около $4000\text{--}2400$ гг. до н. э. на Ближнем Востоке (419).

Большой интерес представляют характеристики климата периода голоцена и в особенности периода климатического оптимума на территории нашей страны. Так, в работе В. А. Климанова и Г. А. Елиной (255) приведены реконструкции палеотемператур и осадков на протяжении всего голоцена для северо-западной части Русской равнины.

На рис. 7 приведены восстановленные палеотемпературы июля (А), января (Б), среднегодовые (В) и количество палеосадков за год (Г) в промежуток времени от 10 тыс. до 300 лет назад для пяти разрезов. Три из них (Готнаволоок, Бездонное, Хийлисуо) расположены к западу от Онежского озера, т. е. относятся к южной части Карелии, два (Ругозеро, Заруцкое) — в северной части Карелии. Прерываемость палеоклиматических кривых означает перерывы в осадконакоплении. Как видно из рисунков, в последнее позднеледниковое время ($10\text{--}12$ тыс. лет назад) климат был значительно холоднее теперешнего. Зимой отличие достигало $12\text{--}14^\circ$, в то время как июльские температуры были ниже примерно на 4°C . а средневековые — на $6\text{--}7^\circ\text{C}$. Среднегодовая сумма осадков была ниже на 200 мм. В это время наблюдалось чередование небольших потеплений и похолоданий.

Анализ рисунков показывает, что восстановленные палеотемпературы неплохо согласуются с колебаниями климата в других районах земного шара. Весьма характерным является то, что в период потеплений больше повышались летние температуры, а в период похолоданий больше понижались зимние температуры. Амплитуда изменений январских температур в период голоцена значительно больше, чем остальных температурных показателей.

В большинстве случаев в периоды похолоданий происходило уменьшение количества осадков, а в периоды потеплений — увеличение. (Такая закономерность не характерна для малого ледникового периода, когда в умеренных широтах похолодание климата было связано с увеличением осадков.) Наиболее часто и резко климат менялся в начале голоцена и в последние 2 тыс. лет. Последний факт, как мы уже иллюстрировали выше и как будет показано в следующей главе, находит подтверждение и в других показателях климата. На основе прове-

денного анализа можно сделать однозначный вывод о тенденции естественных изменений климата в сторону похолодания.

Детальный анализ палеоклимата территории СССР в период голоцена выполнен Хотинским и Савиной (381). По более ранним данным Хотинского, интерпретация палеоботанических данных и данных радиоуглеродного анализа позволяет выделить на территории СССР три наиболее теплые фазы голоцена: бореальную — 8300—8900 лет назад, позднеатлантическую (собственно климатический оптимум) — 4700—6000 лет назад, среднесуббореальную — 3200—4200 лет назад. Автором было также установлено, что бореальная фаза потепления наиболее четко проявилась на Северо-Востоке и Дальнем Востоке СССР, среднесуббореальная — на севере Русской равнины, а позднеатлантическая — в большинстве районов Евразии.

Для бореального периода в поле температур выделяются области, разделяемые линией, проходящей от Кольского полуострова на Урал, к широте 60° с. ш. и далее на Байкал. К северу от этой линии в указанный период было теплее (местами более чем на 5°C), чем теперь, к югу — холоднее. В июле на севере Русской равнины, в северной части Западной Сибири, в центральных районах Средней Сибири было на 1—2°C холоднее, на остальных частях территории — несколько теплее.

Осадков в северной части территории было больше, чем сейчас, а на большей части территории СССР и Дальнего Востока на 100 мм, а местами на 200 мм меньше.

Циркуляционная интерпретация этих данных свидетельствует о том, что зимнее потепление или летнее похолодание, сопровождаемое увеличением осадков, может указывать на усиление циклонической деятельности. Зимнее похолодание или летнее потепление, совпадающее с уменьшением осадков, может указывать на усиление антициклонического режима.

Исходя из этого можно предположить, что в бореальный период на севере европейской части территории СССР и над Сибирью зимой была усилена циклоническая деятельность и развита северо-западная периферия Азорского антициклона, что обуславливало похолодание в Западной Сибири. Повышение циклонической деятельности, по-видимому, отмечалось и в летний период. В бореальный период в целом была ослаблена континентальность климата сибирского сектора СССР и ослаблено океаническое влияние на климат европейской части.

Климат атлантического периода (около 5 тыс. лет назад) на всей территории СССР был теплее, чем сейчас. Наибольшие положительные аномалии (3—4°C) наблюдались на севере Русской равнины и Западной Сибири, а в Средней Сибири аномалии доходили до 1—5°C. Южнее величины положительных аномалий температуры уменьшаются до 1—2°C, а в Прикаспии — до 3°C. В июле выделяются две области с границей по широте 50° с. ш. К северу от этой границы в целом было теплее, а к югу даже несколько, хотя и немного, холоднее, чем теперь.

Годовые суммы осадков в атлантический период были большими в

северных, южных и отчасти восточных районах СССР. В полосе 50—60° с. ш. осадков было примерно столько же, сколько и теперь, а иногда меньше (на 50 мм). Объяснить эти черты климата максимума потепления только циркуляционными процессами трудно, хотя можно предположить усиление отрога Азорского антициклона летом и усиление циклонической деятельности зимой. Это дает основание воспользоваться для объяснения максимума потепления другими физическими факторами.

Климат суббореального периода (3500 лет назад) и зимой и летом практически на всей территории СССР был теплее. Незначительные отрицательные аномалии выявлены на северо-востоке СССР и в южных районах Средней Сибири.

Годовые суммы осадков в этот период на большей части территории СССР были на 50—100 мм меньше современных. Эти аномалии, как и в предыдущем периоде, трудно объяснить только циркуляционными процессами. Степень континентальности климата в середине суббореального периода мало отличалась от современной.

Приведенные результаты показывают, что период климатического оптимума для территории СССР изучен наиболее подробно по сравнению с другими районами земного шара.

Для Европы бореального периода (6000—7000 гг. до н. э.) летние периоды были несколько теплее, чем теперь. Это относится и к зимним сезонам, хотя в отдельные годы наблюдались холодные сухие зимы.

Атлантический период (6000—3000 гг. до н. э.) последнего послеledниковья отмечается как наиболее теплый. Его считают и наиболее благоприятным периодом послеледникового климатического оптимума в Европе. В это время здесь наблюдались влажные теплые зимы. В конце этого периода повсеместно наступило, как мы отмечали, похолодание климата.

В суббореальный период (от 3000 до 1000 — 500 гг. до н. э.) климат Европы отличался значительными флюктуациями, из которых наиболее значительной была флюктуация с периодом порядка 200 лет.

Субатлантический период (1000—500 гг. до н. э.) характеризовался понижением температуры примерно на 2° по сравнению с климатическим оптимумом. В это время отмечались влажные, ветреные зимы. Наиболее характерной чертой климата Европы в это время было преобладание холодных летних сезонов.

Эти характеристики климата достаточно удовлетворительно согласуются с данными о климате европейской территории в период голоцена.

К настоящему времени выполнены исследования, позволяющие по косвенным данным восстановить циркуляционные условия для следующих периодов (381): бореального (6500 гг. до н. э.), атлантического (4500 гг. до н. э.), суббореального (2500 гг. до н. э.), субатлантического (500 гг. до н. э.).

Карты, построенные для первого периода, указывают, что в это время теплый воздух проникал далеко на северо-восток. Зимой и летом над Европой преобладала антициклоническая погода. В резуль-

тате летние периоды были теплее, чем теперь, зимы были морозные и малоснежные.

В дальнейшем, по мере приближения к атлантическому периоду, циркуляция должна была быть более зональной. В результате активизировалась циклоническая деятельность. В это время, по-видимому, были благоприятные ледовые условия в Арктике.

В суббореальный период должно было произойти ослабление зональной циркуляции, особенно зимней. В результате зимние периоды должны были бы быть холоднее, а летние все еще теплыми.

В субатлантический период должна была вновь усилиться зональная циркуляция. Благодаря активизации длинных волн над Северной, Центральной и Западной Европой должны были активизироваться затoki холодного воздуха с северо-запада как в зимний, так и в летний сезон. Вследствие этого, а также из-за уменьшения затoka теплых воздушных масс в высоких широтах, включая арктические моря, следовало ожидать похолодания климата. В то же время в средних и низких широтах климат должен был быть теплее, чем теперь.

Из приведенного анализа видно, что циркуляционный режим, изменение которого порождается предшествующими изменениями внешних климатообразующих факторов, во все эпохи должен был в значительной мере определять региональные изменения климата, формирование климатических аномалий, его сезонные особенности в различные эпохи.

Мы уже приводили примеры, иллюстрирующие влияние климата в эпоху голоцена на развитие многих цивилизаций, в основном в так называемых аридных зонах. Как отмечает Лэмб (419), упадок и гибель Хараппской цивилизации, существовавшей в долине Инда в период 2500 г. до 1700±100 г. до н. э., произошли сравнительно быстро и были вызваны прежде всего климатическими изменениями и сопутствующими им сильными наводнениями.

В районах зачатка цивилизаций, формировавшихся там, где климатические условия были более или менее благоприятными и куда не доходило дыхание ледников, и поныне находят остатки древних культур. Их возраст в основном датируется началом позднего палеолита, что соответствует возрасту примерно 50—30 тыс. лет, т. е. это был один из неблагоприятных периодов в истории климата. Археологические данные свидетельствуют, что уже в то время древние аборигены европейской территории СССР вели оседлый образ жизни. Одним из зачатков такой цивилизации на территории нашей страны было Закавказье и даже несколько более северные районы на Дону.

Как свидетельствуют научные данные, возникновение земледелия, в том числе и на юге нашей страны, относится к периоду 30—50 тыс. лет назад. Этот период был одним из самых неблагоприятных в истории климата Земли. Заметим, однако, что потребности человечества в то время были весьма скромные.

Можно предположить, что 500 тыс. лет назад количество первобытных людей на Земле не превышало 250—270 тыс. человек (152). К моменту возникновения примитивных форм земледелия (примерно 50

тыс. лет назад) народонаселение планеты могло составлять уже 25—26 млн человек. К началу же нашей эры на Земле насчитывалось 226 млн человек. Далее население земного шара увеличивалось значительно быстрее, достигнув численности около 1 млрд жителей примерно к 1820 г. То, что развитие человеческой цивилизации приходится на время последнего межледниковья, не случайно и в значительной мере было предопределено благоприятными климатическими условиями этого периода. Но именно с этого периода человечество стало все чаще сталкиваться с воздействием меняющихся климатических условий.



II КЛИМАТ НАШЕЙ ЭРЫ





КЛИМАТ ПЕРВОГО ТЫСЯЧЕЛЕТИЯ

Последние 1—2 тыс. лет климат характеризовался небольшими колебаниями по сравнению с теми, которые имели место в прошлом, при переходе от межледниковых к ледниковым периодам. Однако и за этот период отмечались заметные колебания климата.

Наиболее важная черта для климата нашей эры — наличие нескольких периодов, в течение которых климатические условия заметно различались.

Исторические хроники наряду с косвенными данными содержат информацию, согласно которой накануне нашей эры (в 900—300 гг. до н. э.) наблюдался холодный субатлантический период. Снежная линия в горах повсеместно существенно понизилась, включая районы Ближнего Востока и Экваториальной Африки. Ряд суровых зим, сопровождавшихся замерзанием реки Тибр, отмечался в Италии в 398, 396, 271 и 177 гг. до н. э. (419).

Римские писатели Сасерно (отец и сын) писали, что в последнем столетии до нашей эры зимы в Италии были очень суровыми и вызывали серьезные осложнения при производстве вина и оливков.

В III и II вв. до н. э. отмечалось усиление ледников в Альпах. В центральной и северо-западной частях Европы зарегистрированы суровые зимы в начале нашей эры. Так, холодные зимы в Англии были зарегистрированы в 134, 173, 207, 221, 231, 359 и 505 гг. н. э.

Другим проявлением суровости климата накануне и в начале нашей эры в Северной Европе является увеличение повторяемости штормовых условий погоды. Наисильнейшие штормы отмечались в VI в. до н. э. и I в. н. э. Известны сильные наводнения на побережьях Ютландии и северо-запада Германии, которые привели к миграции кельтов и тевтонских племен из этих районов.

В период между 750—500 и 300—100 гг. до н. э. в Северо-Западной Европе наблюдался влажный климат. Примерно в VIII—XIII вв. климат повсеместно стал сравнительно теплым (этот период получил название малого климатического оптимума).

Наиболее теплый период во время малого климатического оптимума в Северной Америке, на европейской части страны, в Гренландии приходится, по-видимому, на 950—1200 гг. н. э. В Европе наиболее теплый период отмечался между 1150—1300 гг. Общее представление о климате последнего тысячелетия дает рис. 8.

Потепление климата в период малого климатического оптимума привело к таянию ледников, отступанию полярных льдов. В резуль-

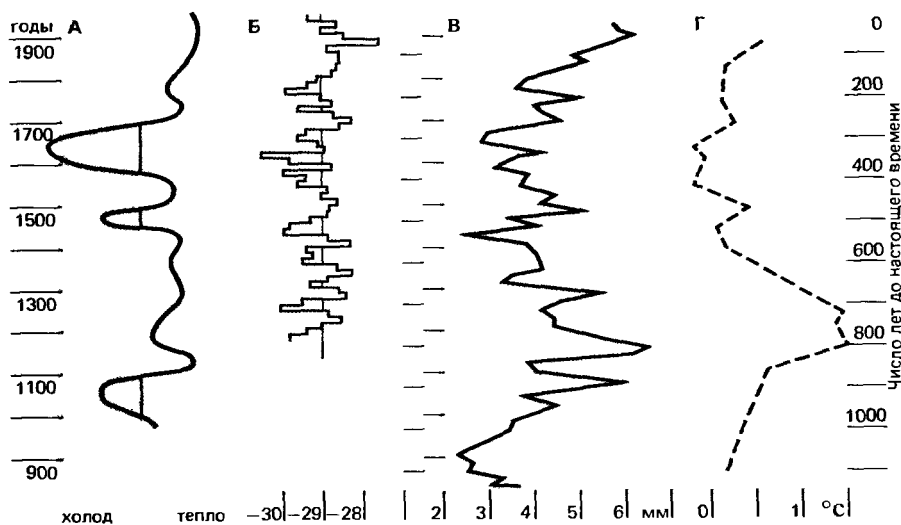


Рис. 8. Показатели климата последнего тысячелетия.

- А — индекс суровости зим в Париже и Лондоне (осреднение по 50-летиям),
 Б — вариации содержания изотопа (O^{18} в колонках льда Гренландии,
 В — средняя ширина колец деревьев сосны в Калифорнии, отражающая температуру сезона роста (осреднение по 20-летиям),
 Г — средние годовые температуры Центральной Англии (осреднение по 50-летиям)

тате древние викинги на своих легких суденышках плавали в Гренландию и основали там свои поселения.

Главными источниками сведений об эпохе викингов являются древнескандинавские сказания, или саги. Согласно этим сказаниям, примерно около 700 г. н. э. ирландские монахи открыли Фарерские острова, а в середине VIII в. ими же была, по-видимому, впервые открыта Исландия.

Около 800 г. норвежский викинг Грим Камбан совершил набег на Фарерские острова и захватил их. В переводе с норвежского Фарерские означает «овечьи». В то время на этих островах паслись стада диких овец, берега были покрыты растительностью. Исландия же была покрыта льдом и снегом и поэтому названа Страной льдов.

В 871 г. на остров отправился изгнанный из Норвегии за совершенное убийство Ингольф Анарсон со своим побратимом Лейфом. Через три года они отправились туда уже с семьями, а в 877 г. Анарсон нашел прекрасную незамерзшую бухту на юге Исландии и основал там нынешний город Рейкьявик — «дымящаяся бухта». Поток переселенцев в Исландию быстро увеличивался, и к 930 г. Исландия насчитывала уже свыше 25 тыс. жителей.

Интересно, что примерно в это время один из викингов, Гуньбьерн Ульфсон, в 875 г. сбился с пути и достиг Гренландии.

Однако подлинное открытие Гренландии связано с именем Эйрика Торвальдсона, известного больше под именем Эйрик Красный или Эйрик Рыжий (955—1005).

Таблица 2

Данные о засухах и наводнениях в различных районах Европы (с 400 г. до н. э. по XVII в. н. э.)
(з. — засухи, н. — наводнения) (419)

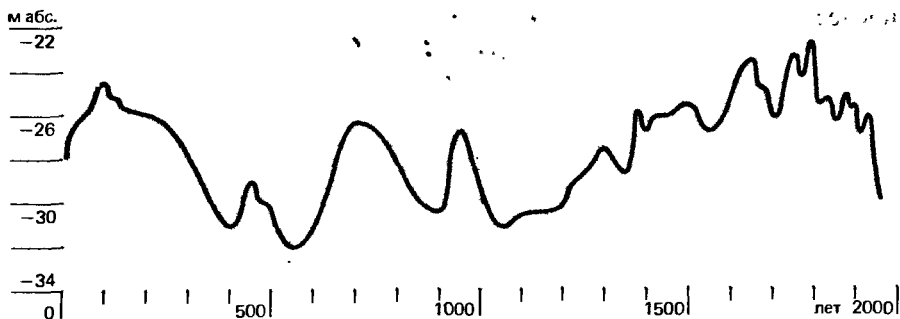
Годы	Англия	Германия (равнина)	Богемия	Россия	Испания	Франция	Эльзас	Альпы	Италия Северная и Центральная	Румыния
	н з н з н з	н з н з н з	н з н з н з	н з н з н з	н з н з н з	н з н з н з	н з н з н з	н з н з н з	н з н з н з	н з н з н з
400—301 до н. э.					1 —				— —	
300—201 до н. э.					— —				2 1	
200—101 до н. э.					1 —				2 1	
100—001 до н. э.									6 —	
0—99 н. э.	1 — 1 1								6 1	
100—199	— — — —								6 —	
200—299	— — — —								2 —	
300—399	— — — —								— —	
400—499	— — — 1								2 —	
500—599	— — 2 2					4 — 8 —			7 —	
600—699	— 4 1 —					1 1 — —			6 —	
700—799	— — 1 1 — 1					— — — —			3 —	
800—899	2 — 8 1 — —					4 — — — —		4 — 6 1		
900—999	— — 2 2 — 3 2 1					— — — — — —		— — — —		
1000—1099	1 1 7 1 4 1 1 1					— — — — — 2 — 3 —		— — — —		
1100—1199	3 1 16 5 2 — 5 1					2 — 1 1 8 1 4 7		— — — —		
1200—1299	5 2 11 — 3 — 4 2 2 — 3 — 1 — 11 — 8 —					— — — — — — — — — — — —		— — — —		
1300—1399	3 — 26 2 6 — 8 11 2 — 1 — 3 — 11 1 3 —					— — — — — — — — — — — —		— — — —		
1400—1499	3 1 26 1 4 1 13 11 — — 2 — 1 — 10 — 5 —					— — — — — — — — — — — —		— — — —		
1500—1599	3 3 22 6 11 4 10 6 — 2 3 — 1 1 14 — 3 — 4 3					— — — — — — — — — — — —		— — — —		
1600—1699	1 3 15 1 6 1 9 4 3 2 5 — — — 14 — 11 2 6 10					— — — — — — — — — — — —		— — — —		
1700—1799	— 1 7 — 3 1 21 5 3 — 2 — 1 — 9 — 5 3 7 11					— — — — — — — — — — — —		— — — —		

В 976 г. Эйрик отправился вместе со своими родителями из Норвегии к Исландии и достиг не известной до тех пор земли, на которой он не смог высадиться из-за льдов. Плавая на юг, Эйрик обнаружил побережье, на котором росли зеленые деревья, трава, было много рыбы. Эту страну Эйрик Красный назвал Гренландией (Зеленая страна).

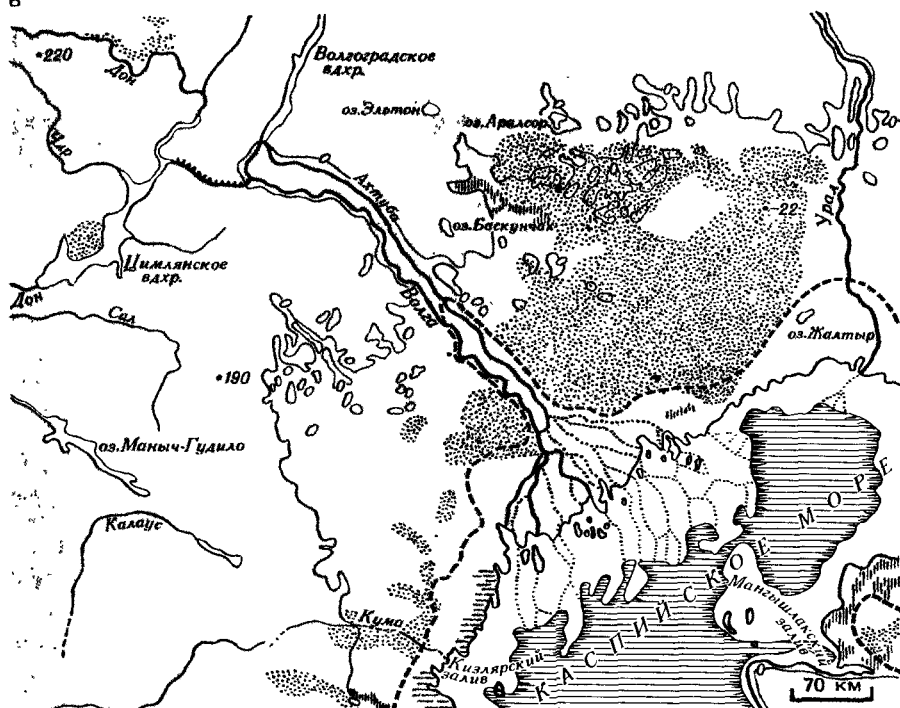
В то время температура на побережье Гренландии в июле — августе достигала, по-видимому, около 9°C, в январе — 7°C.

В 1003 г. сын Эйрика Красного, Лейф Эйриксон, отправился к западу и достиг неизвестной земли, которой, по всей вероятности, была Баффинова Земля. Плавая дальше к западу. Лейф и его спутники достигли нынешнего побережья Северной Америки. Таким образом, в период малого климатического оптимума плавание древних викингов привело не только к открытию Гренландии и обоснованию там поселений, но и к достижению северо-восточного побережья Северной Америки. Однако имеющаяся информация о климате Северной Америки

А



Б



Береговая линия и гидрографическая сеть:



современная



в XIV веке



в IX веке



• 220 Отметки высот над уровнем моря



Нулевая горизонталь



Болота



Солончаки



Пески

Рис. 9. Изменение уровня Каспийского моря за последние 2000 лет.

А — Высота уровня Каспийского моря с начала нашей эры.

Б — Изменение береговой линии Каспийского моря и устья Волги с IX столетия по настоящее время

последнего тысячелетия восстановлена лишь по косвенным данным (кольца деревьев, данные донных отложений и др.).

Исторические хроники позволяют восстановить информацию о климате некоторых европейских стран (табл. 2).

Так, в Италии между 200 г. до н. э. и 170 г. н. э. отмечался влажный климат. За это время на реке Тибр зафиксировано 22 года с наводнениями, при этом в некоторые годы наводнения отмечались и на других реках Италии. В то же время за этот период зарегистрировано только две засухи, одна из которых была в 181 г. н. э. После 174 г. н. э. и вплоть до 489 г. н. э. климат в Италии стал суше. За это время отмечено только два года с наводнениями. После 489 г. в Италии вновь отмечается возврат к более влажному климату. Так, в период между 489 и 717 гг. было зарегистрировано уже 18 наводнений. Между 583 и 590 гг. отмечались дождливые годы с наводнениями в Эльзасе и Германии.

Между 800—900 гг. н. э. зарегистрированы наводнения в Германии, Италии, Англии, Франции. В период между 950—1150 гг., т. е. в период наступления малого климатического оптимума, отмечается некоторый колебательный период, когда сухие годы с засухами сменяются влажными годами с наводнениями. Так, сильные засухи зарегистрированы в 988—1000 гг. в Англии и Германии. В это же время отмечался низкий уровень воды в реках северной части Альп.

Большой интерес представляет информация о колебаниях уровней закрытых водоемов. Так, колебание уровня Каспийского моря отражает изменение баланса воды не только в районе Каспийского моря, но и во всем бассейне рек, питающих его. В теплые и сравнительно сухие периоды с малым количеством осадков в бассейне р. Волги уровень Каспийского моря понижается. В холодные, влажные и дождливые периоды приток воды существенно превышает испарение с поверхности моря, и уровень повышается. В связи с этим зарегистрированные колебания уровня моря должны согласовываться с другими косвенными показателями климата, характеризующими в первую очередь режим температуры, осадков и циркуляции атмосферы.

После кратковременного подъема уровня накануне 2-го тысячелетия во время малого климатического оптимума уровень Каспийского моря был самым низким. Примерно таким же низким он был в IV—IX вв.

Затем он стал повышаться, достигнув максимальной величины в период малого ледникового периода. В период очередного потепления климата уровень Каспийского моря стал резко падать.

На рис. 9 показаны изменения в географии Каспийского моря и бассейна Нижней Волги за период с IX столетия до нашего времени. В период IX—X вв. уровень Каспийского моря был ниже современного почти на 5 м, а обширная территория, занимаемая теперь морем, была открытой частью суши. На рисунке видно, как далеко простирались границы Каспийского моря в период максимального подъема уровня, достигающего 20 м.

Колебания климата за последние несколько тысяч лет очень хорошо характеризуют состояние ледников. На рис. 10 приведены дан-

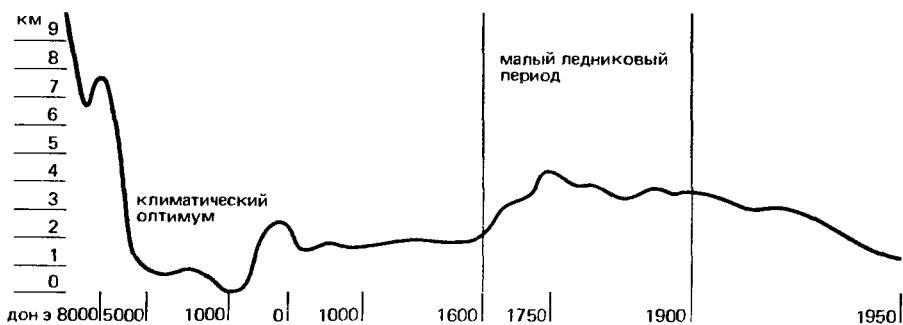


Рис. 10. Колебания толщины ледников в Исландии и Норвегии

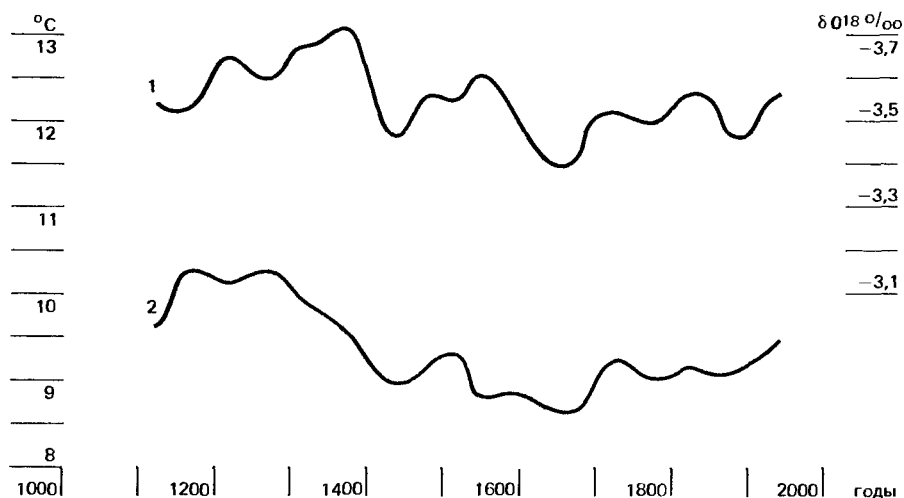


Рис. 11. 50-летние средние температуры воздуха в Новой Зеландии (1), восстановленные по содержанию изотопа, и в Центральной Англии (2) за последнюю 1000 лет

ные о колебаниях толщины ледников в Исландии и Норвегии за последние 10 тыс. лет.

Из рисунка хорошо видно, что между 8000 г. до н. э. и примерно 3000 г. до н. э. произошло резкое таяние ледников. Оно продолжалось примерно до 1000—800 гг. до н. э. Затем на границе нашей эры произошло резкое увеличение толщины ледников, связанное с похолоданием климата. Похолодание было зарегистрировано многими источниками и в других районах земного шара и, по-видимому, было повсеместным.

Вслед за этим в конце 1-го тысячелетия н. э. произошло очередное потепление климата (малый климатический оптимум), которое отмечалось не только в северном, но и в южном полушарии. Судя по кос-

венным данным, потепление отмечалось также и на Американском континенте.

На рис. 11 приведены данные о ходе температур в Центральной Англии и в Новой Зеландии. Периоду потепления климата в Англии при соответствующем увеличении температуры на $1,5^{\circ}\text{C}$ в конце XI — начале XII в. в Новой Зеландии также соответствовало потепление, которое началось несколько позже, чем в Европе, и достигало величины $1\text{—}2^{\circ}\text{C}$. В малый ледниковый период температура и в Англии, и в Новой Зеландии понизилась на $1,5\text{—}2^{\circ}\text{C}$.

Об изменении климата последнего тысячелетия мы имеем более полные данные.

КЛИМАТ ВТОРОГО ТЫСЯЧЕЛЕТИЯ

Отличительная особенность климата последнего тысячелетия — наличие сравнительно теплого периода — малого климатического оптимума в VIII—XIII вв. и наступление вслед за ним в XIII—XIV вв. очередного похолодания, которое с некоторыми флюктуациями продолжалось до середины XIX в. и задержало процесс таяния льдов. В течение малого ледникового периода почти повсеместно резко ухудшились климатические условия. Климат стал холоднее, неустойчивее, сократился вегетационный период.

Экономике европейских стран и стран других регионов был нанесен большой ущерб, что в ряде случаев привело к серьезным социальным потрясениям.

Вслед за малым ледниковым периодом во второй половине XIX в. наступило очередное потепление, которое достигло максимума в 30—40-х гг. XX столетия, а за ним — очередное похолодание, продолжающееся с некоторыми флюктуациями и поныне. Поэтому климат после периода потепления 30—40-х гг. мы будем называть современным. В некоторых работах отдельные флюктуации в сторону потепления считают началом устойчивого глобального потепления климата за счет увеличения CO_2 . Ниже мы увидим, что такой вывод пока преждевременен, хотя некоторое антропогенное потепление в будущем, по-видимому, неизбежно.

Следует отметить, что для конца малого ледникового периода, периода потепления климата в XX в., и в особенности для современного климата, широко используются данные инструментальных наблюдений. Однако инструментальные наблюдения ведутся сравнительно недавно. Так, история инструментальных метеорологических наблюдений охватывает период в 150—200 лет, аэрологических наблюдений — порядка 40 лет, а спутниковых наблюдений — всего 20—25 лет. В этой связи для описания климата последнего тысячелетия приходится привлекать всю имеющуюся косвенную информацию.

Косвенные данные, характеризующие осадки над Англией и Уэльсом за последнюю тысячу лет, по данным Лэмба, приведены на рис. 12.

Малый климатический оптимум в Англии характеризовался более сухим летним и более влажным зимним периодами. Для него были также характерны и значительные колебания осадков, особенно в летние сезоны. В среднем периодам повышения зимних осадков соответствуют периоды повышения температуры.

Следует при этом обратить внимание на циркуляционные процессы, которые сопутствовали указанным колебаниям температуры и

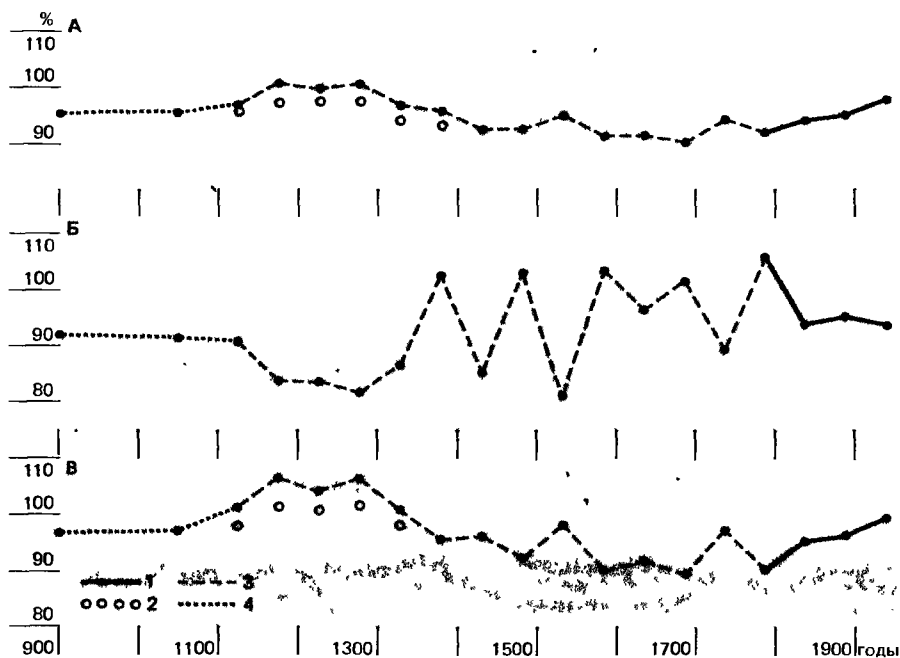


Рис. 12. Средние значения осадков за последнюю 1000 лет для Англии (% от средних значений за 1916—1950 гг.) и Уэльса (% от средних значений за 1900—1949 гг.).

А — для всего года,

Б — для летнего сезона (июль, август),

В — для остальных сезонов (сентябрь — июнь).

1 — наблюдаемые, 2 — по отрывочным наблюдениям, 3 — по косвенным данным ботанических индикаторов, 4 — по осредненным за 100—200 лет отрывочным данным

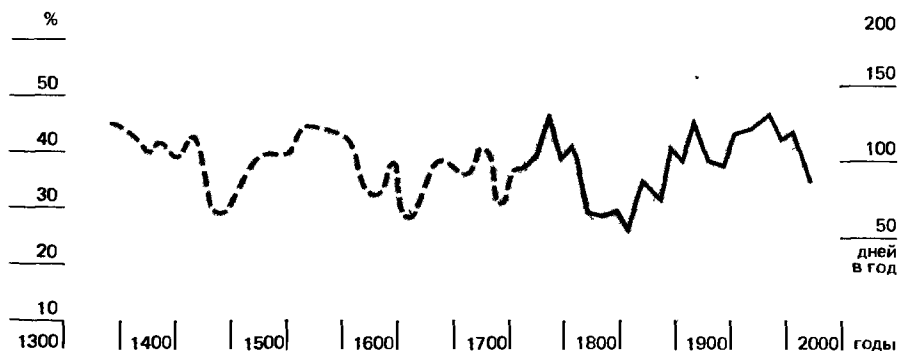


Рис. 13. Повторяемость ветров южного и западного направлений у юго-восточного побережья Англии (в %)

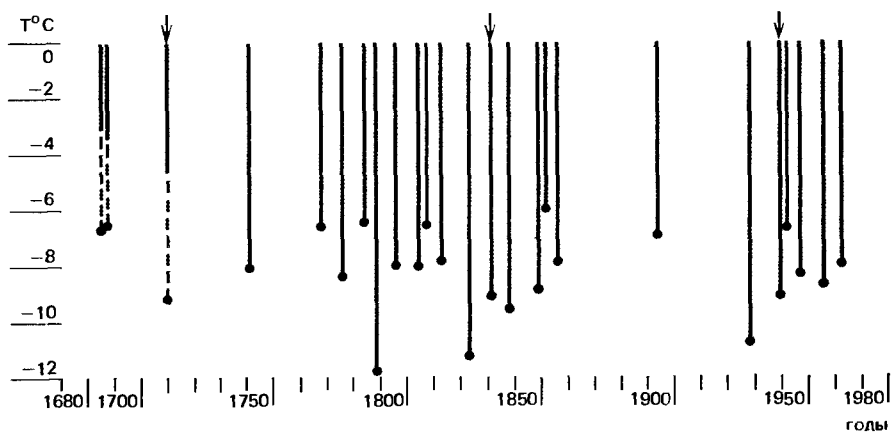


Рис. 14. Температура воздуха северного полушария, восстановленная по косвенным источникам (экстремальные холодные зимние месяцы в северном полушарии за период 1670—1970 гг. в отклонениях от средней температуры)

осадков. Так, рис. 13 иллюстрирует повторяемость ветров южного и западного направлений в Лондоне начиная с 1340 г. и по настоящее время.

Из рисунка видно, что периодам потепления климата (после 1500 г., после 1700 г., в середине прошлого и начале нынешнего столетия) соответствуют периоды повышенной повторяемости ветров южного и западного направлений. Об этом же свидетельствуют и другие источники.

Как следует из приведенных источников, с повышением повторяемости ветров южного и западного направлений зимние температуры в Англии повысились более чем на $0,3^{\circ}\text{C}$, одновременно отмечалась тенденция перехода к более влажным периодам (1150—1200, 1500—1550, 1700—1750, 1900—1950 гг. и др.).

Лэмб отмечает в связи с этим, что имеются 90- и 170- или 200- летние циклы периодичности в чередовании природных явлений, которые выявлены независимо по данным радиоуглеродного анализа колец деревьев.

На рис. 14 показан временной ход воздуха северного полушария с 1670 по 1970 г. по данным Ландсберга (420) (до 1880 г. температуры на этом рисунке восстановлены по косвенным данным). На рисунке отчетливо выявляется холодный период в конце XVIII — начале XIX столетия.

Более наглядную картину дает вторая часть этого рисунка, на которой представлены температуры экстремально холодных зим. Из этой части рисунка видно, что в начале XVIII — первой половине XIX в. повторяемость экстремально холодных зим с отклонениями зимних температур на $10\text{—}12^{\circ}\text{C}$ ниже нормальных была существенно повышена.

Если теперь вернуться к рис. 13, то легко убедиться, что в периоды

высокой повторяемости экстремально холодных зим была самая низкая повторяемость ветров южного и западного направлений, с которыми, как правило, были связаны более теплые погодные условия. Указанные особенности позволяют сделать вывод о наличии циркуляционных эпох в системе «атмосфера — океан».

Малый климатический оптимум, по мнению большинства исследователей, закончился в Европе около 1300—1310 гг. В Гренландии и Арктике потепление началось раньше, чем в Европе, и закончилось, по-видимому, тоже раньше.

Потепление в период малого климатического оптимума, по имеющимся данным, было не повсеместным, хотя и охватило большую часть земного шара.

В Европе максимум потепления был между 1200—1250 гг., а в отдельных районах — между 1205 — 1312 гг. Эти периоды были наиболее благоприятными для сельского хозяйства. Имеются исторические указания, что урожайность сельскохозяйственных культур в Европе в 1312—1326 гг. была на 20%, а в 1326—1349 гг. — на 6% ниже, чем в благоприятные 1265—1312 гг. В целом для Европы 1272—1291 гг. были необычайно сухими, а 1312—1322 гг. — необычайно влажными. По некоторым источникам, экстремально сухими были также 1300—1309 гг.

В 1270—1350 гг. началось увеличение внутрисезонной изменчивости климата, что более характерно, как мы отмечали выше, для климата малого ледникового периода.

Косвенные данные по США, основанные главным образом на анализе колец деревьев, указывают, что как в период малого климатического оптимума, так до и после него отмечались климатические экстремумы, такие, как засухи (740 г.), наводнения, периоды интенсивных тайфунов и др. Так, в штате Колорадо засушливыми были 1050, 1150, 1250, 1300 гг. (208).

На рис. 15 приведены данные о ширине колец деревьев сосны за период почти 5 тыс. лет в Калифорнии и о периодах наступания и отступания аляскинских ледников. Хорошо видно, что период похолодания климата (примерно 4 тыс. лет назад), который отмечался в Европе, Африке, зарегистрирован и в Америке. Точно так же в Америке зарегистрировано отмечавшееся в Европе похолодание климата накануне нашей эпохи. Данные о ширине колец деревьев в Калифорнии неплохо согласуются с данными о наступании и отступании аляскинских ледников.

Одна из первых информации о климате Америки связана с именем Христофора Колумба.

Сохранились его дневники в период первого (1492—1493 гг.), третьего (1498—1500 гг.) и четвертого (1502—1504 гг.) плаваний в Америку (420), в которых содержится природоведческая информация. Однако в записях в основном говорится о преобладающей хорошей погоде и тропических циклонах.

После плаваний Колумба моряки узнали о главной особенности климата района Центральной Америки — о наличии тропических циклонов. Стало известно, что при плавании в Америке надо выходить

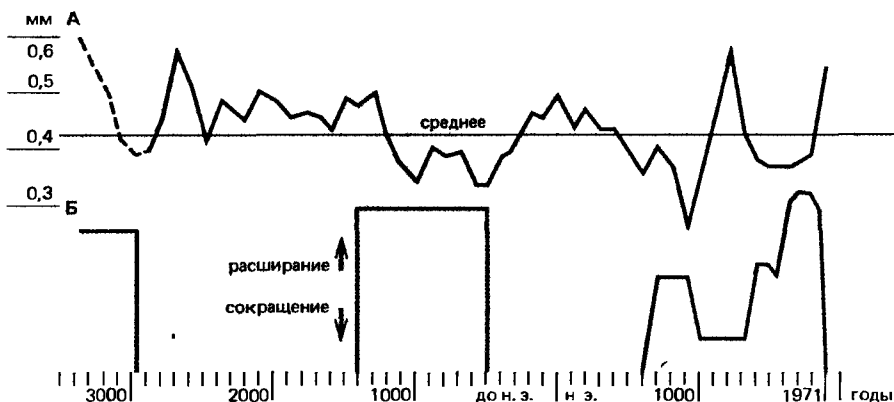


Рис. 15. Климатические кривые за последние 5 тыс. лет.

А — средняя (за каждые 100 лет) ширина колец (в мм) одного из видов сосны на верхней границе леса в горах Уайт-Маунтис (Калифорния). Положительные отклонения роста показывают, что температура теплого сезона (апрель — октябрь) выше средней многолетней,

Б — наступание и отступление аляскинских ледников

в море не позже марта — апреля и пройти район Флориды и Кубы в начале августа, так как позже, между 10 августа и 20 октября, начнется сезон тайфунов. Эти особенности режима тропического циклогенеза мало изменились к настоящему времени.

В табл. 3 помещены данные исторических кривых хроник и современные данные Национальной администрации по изучению атмосферы и океана США (НОАА) о повторяемости тропических циклонов.

Из таблицы следует, что общее число зарегистрированных тропических циклонов по сравнению с XV в. возросло более чем в 4 раза, что можно объяснить лучшей регистрацией тропических циклонов современными средствами. Однако процентное распределение циклонов по месяцам с максимумом в период июль—октябрь изменилось мало.

В Европе отчетливый переход к малому ледниковому периоду, в

Таблица 3

Повторяемость тайфунов по месяцам (по различным источникам)

Авторы (период)	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Н. Маркс (1492—1826)	0	1	0	0	1	5	10	30	40	33	22	0
О. Миллос (1492—1800)	0	1	0	0	1	4	8	25	33	37	30	0
НОАА (1931—1983)	0	0	0	0	0	5	22	57	55	39	8	1
НОАА о тропических штормах (1933—1983)	0	0	0	0	2	12	19	88	116	48	10	1
	0	0	0	0	1	4	6	28	40	16	3	1
	1	1	0	0	12	30	41	132	151	94	20	3
	2	1	0	0	2	6	8	26	30	18	4	1

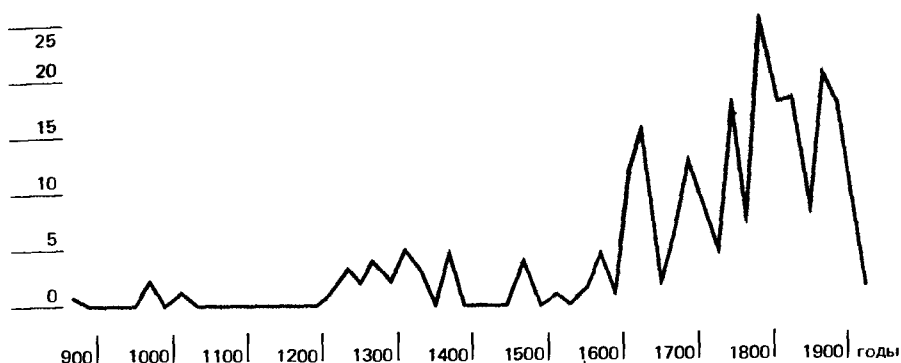


Рис. 16. Продолжительность блокирования паковыми арктическими льдами берегов Исландии (по оси ординат — число недель в году, когда паковые льды наблюдались у берегов Исландии)

течение которого температура понизилась в среднем на $1,3\text{--}1,4^\circ\text{C}$ и более, отмечается между 1300 и 1500 гг. Граница леса в горах Центральной Европы опустилась примерно на 200 м, что при среднем вертикальном температурном градиенте $0,6\text{--}0,7^\circ\text{C}/100$ м соответствует отмеченному понижению температуры. Продолжительность вегетационного периода сократилась в это время почти на три недели. Полярные льды сковали побережье Гренландии и Исландии, что в совокупности с повышением повторяемости климатических экстремумов, участвовавшими эпидемиями, болезнями и другими сопутствующими явлениями привело к гибели европейских поселений в Гренландии, оказавшихся отрезанными от Европы. Это наглядно иллюстрирует рис. 16, из которого следует, что благоприятный теплый период господствовал в этом районе в 880—960 гг. и между 1340—1460 гг. В целом же весь период примерно до 1540 г. был более или менее благоприятным. Исторические хроники указывают (419), что уже после 1420 г. коммуникации между Европой и отдельными районами Гренландии все чаще и чаще стали нарушаться. За 1476—1822 гг. уже ни один европейский корабль не достиг берегов Гренландии. Наиболее быстрое и тяжелое блокирование Исландии паковыми льдами наблюдалось в 1575—1600 гг. Даже с вершины гор в Исландии в то время не было видно ни одного участка чистой воды и ни одного корабля.

Для сравнения укажем, что в период плавания Колумба к Исландии в феврале 1477 г. он не видел льда вокруг Исландии на расстоянии 100 миль и более.

Как отмечают Ландсберг и Дуглас (420), гибель поселений викингов в Гренландии произошла, по-видимому, не только из-за изменений климата, но и из-за неправильного питания, эпидемий, болезней и других явлений, связанных в конечном счете с изменениями климата и повышением его неустойчивости. В связи с этим авторы отмечают, что к началу XV в., когда климат действительно резко изменился, большинства поселений викингов в Гренландии уже не существовало.

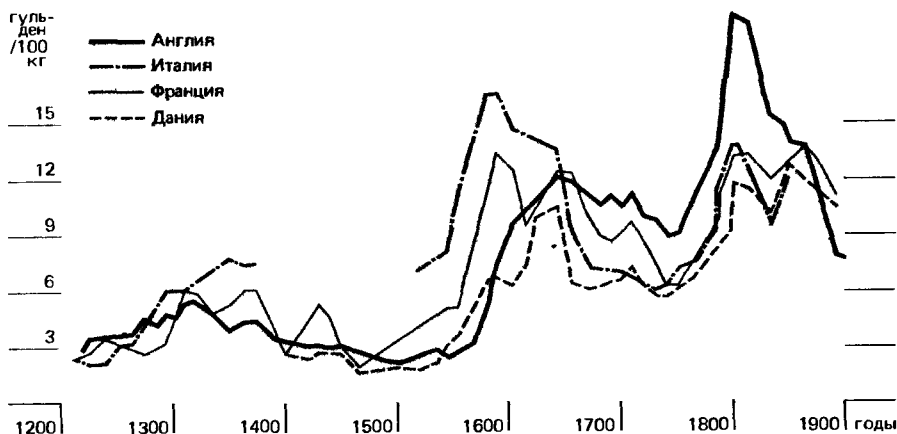


Рис. 17. Цены на зерно в Англии, Франции, Италии и Дании с 1200 по 1900 г. (25-летние скользящие средние)

Упадок в период малого ледникового периода пережила не только Гренландия. Так, английский историк Ворвих Д. Р., живший в XV в., перечисляет 58 деревень в центральной части Англии, которые пришли в упадок в период его жизни из-за климатических изменений.

Период 1400—1480 гг. отмечается как один из самых неблагоприятных в Европе. Он характеризовался большой неустойчивостью погоды и повышением частоты формирования климатических аномалий. В это время и особенно в 1430—1440 гг. участились процессы блокирования западно-восточного переноса и повторяемость меридиональных форм циркуляции.

По данным колец деревьев, самым экстремальным был 1428 год. Лето 1438, 1434 и, по-видимому, 1436 гг. было в Европе теплым или жарким, а лето 1435 г. — сухим и холодным. В летние сезоны 1432, 1437, 1439 гг. отмечалось большое количество дождей и наводнений. Такие же суровые и неблагоприятные климатические условия отмечались примерно в это же время и на Руси. Этот неблагоприятный климатический период в Европе очень сильно отразился на сельском хозяйстве.

Некоторый возврат к более благоприятному и теплему климату в Европе произошел между 1500 и 1540 гг., хотя последнее десятилетие было более прохладным. В некоторых районах Европы отмечается в целом благоприятный период в 1525—1569 гг., когда в Швейцарии наблюдались лишь 21 холодный и 48 теплых летних месяцев. Вслед за этим опять произошло некоторое похолодание климата, и в Швейцарии в 1570—1800 гг. наблюдалось только 26 теплых и уже 44 холодных месяцев.

Колебания климата очень четко отражались на индексе цен на зерно и другие сельскохозяйственные продукты. Эти данные, обобщенные Лэмбом (419), приведены на рис. 17. После малого климати-

ческого оптимума произошло повышение цен на зерно. Затем, по-видимому, в связи с имевшими место некоторыми благоприятными климатическими условиями цены на зерно несколько снизились. Во второй половине XVI в. цены на зерно вновь резко поползли вверх, достигнув максимума в конце XVIII — начале XIX в. Именно в это время малый ледниковый период вступил в максимальную фазу своего развития.

После очередного похолодания климата в 1569—1579 гг. наступила серия экстремально влажных и холодных летних сезонов во второй половине 80-х гг. XVI в., сопровождавшихся повышенной повторяемостью штормовых условий. Именно в этот период, 13—21 августа 1588 г., произошел шторм, приведший к гибели «Непобедимой армады».

Если в период малого климатического оптимума довольно часто наблюдались климатические экстремумы, то в малый ледниковый период они участились и были более выражены. Так, очень холодная зима была в Европе в 1657—1658 гг. Средняя температура в это время опустилась на 4—5°C ниже обычной.

Примерно такие же холодные зимы наблюдались в 1739/40, 1762/63, 1783/84, 1788/89, 1794/95, 1798/99, 1822/23, 1829/30, 1837/38, 1890/91, 1928/29, 1941/42, 1984/85 гг. Часть указанных зим приходится на малый ледниковый период, но, например, аномально холодная зима 1941/42 г. приходится на период максимума потепления климата в текущем столетии. Это лишний раз подчеркивает вероятность появления крупных климатических аномалий того или иного знака в любой из периодов (теплый или холодный).

Анализ температур, восстановленных по кольцам деревьев в Калифорнии, показывает, что между серединой XVII и серединой XIX в., т. е. в разгар ледникового периода, отмечались периоды потепления климата. Так, очень теплыми были 1611—1612, 1680—1689, 1770—1779, 1830—1839, 1870—1879, 1910—1930 гг. В то же время в промежутках между этими теплыми периодами были и очень холодные отрезки времени. Они наблюдались около 1710 г., в 1880—1889 гг., около 1900 г., в период 1950—1959 и 1962—1965 гг.

Различия температур одного и того же месяца теплых и холодных периодов достигали 7—8°C. Устойчивый перепад температур был характерен, как мы видели, при переходе от ледниковых к межледниковым периодам. Такие перепады температур свидетельствуют о большой неустойчивости климата малого ледникового периода и его значительной региональной неоднородности, что лишний раз подчеркивает роль циркуляционных процессов в формировании региональных особенностей климата, климатических аномалий и смены периодов кратковременного потепления и похолодания климата.

Выполненный на историческом материале анализ барико-циркуляционного режима подтверждает закономерность, согласно которой самые мягкие зимы в Европе соответствуют периодам с резко выраженными западными и юго-западными ветрами (например, 1920—1929 гг.). Все десятилетия, в которых было много аномально теплых сезонов, характеризуются хорошо выраженными антициклональными типами циркуляции над Западной и Центральной Европой. Так проис-

ходит и в современную эпоху, например в 1940—1949 гг., в жаркое и сухое лето 1976 г.

В десятилетия с более холодными зимами зональная циркуляция атмосферы ослаблена, очень часты процессы блокирования западно-восточного переноса. Роль циркуляционных факторов в формировании холодных летних периодов в 1690—1699 и в 1840—1879 гг. была также велика.

Между концом XVIII и началом XX в. исландский минимум сместился в среднем в северном направлении на $1,5\text{--}3^\circ$ широты, обеспечив тем самым преобладание таких циркуляционных условий, которые способствовали потеплению климата Арктики.

Именно циркуляционными условиями, а не ростом CO_2 , который в начале нынешнего столетия был небольшим, можно объяснить тот инструментально установленный факт, что потепление 30—40-х гг. XX столетия наиболее ярко проявилось в высоких широтах северного полушария. Сходные условия можно было ожидать в наиболее теплый период климатического оптимума голоцена, в атлантический период.

Циркуляционные условия, характеризующиеся увеличением повторяемости восточных и северо-восточных ветров при антициклоническом режиме в Арктике, приводят к формированию холодных климатических условий в Европе. Такие холодные отрезки времени с преобладанием суровых зим с господствующими восточными ветрами отмечались в 1560—1569, 1690—1699 гг. и во второй половине периодов 1820—1849 и 1890—1899 гг.

В 1930—1939 и в 1940—1949 гг., наоборот, блокирующие антициклоны преобладали над северной частью Европы. Это могло способствовать распространению южных ветров над Норвежским морем и образованию обширных пространств чистой ото льда воды в Арктике. Аналогичные периоды, по-видимому, наблюдались и в прошлом, в частности в 1830—1839 гг.

Имеются данные, что средняя повторяемость западных ветров в южном полушарии, а также интенсивность зональной циркуляции в северном полушарии возрастали начиная примерно с XIX столетия, т. е. в период последнего потепления климата в XX в. В целом отмеченные тенденции изменения климата для Европы были характерны и для других районов земного шара.

Мы провели подробный анализ колебаний климата последнего тысячелетия, используя в основном косвенные данные, и показали, что колебания климата были всегда, они носили региональный характер и были связаны главным образом с колебанием циркуляционных периодов. Это важно подчеркнуть по двум причинам. Прежде всего потому, что в ряде работ последних лет сенсационно преувеличивается роль тепличного эффекта CO_2 при оценке современных изменений климата (170, 173, 208). При этом роль циркуляционных факторов или принижается или вовсе не принимается в расчет. В результате рост средней температуры 30-х гг. приписывается только увеличению CO_2 , а начавшееся после 30—40-х гг. падение температуры на фоне резкого возрастания CO_2 связывается с увеличением содержания антропогенного аэрозоля.

Таблица 4
Температуры и осадки в Англии для различных периодов

Периоды	Эпоха	Средние температуры, в °C			Осадки, в % относительно средних за 1916—1950 гг.
		лета	зимы	годовая	
7000 г. до н. э.	пребореальная	16,3	3,2	9,3 (возможно, 9,0)	92—95
4500 г. до н. э.	атлантическая	17,8	5,2	10,7 (возможно, 11,0)	110—115
2500 г. до н. э.	суббореальная	16,8	3,7	9,7 (возможно, 10,0)	100—105
900—450 гг. до н. э.	субатлантическая	15,1	4,7	9,3	103—105
1150—1300 гг. н. э.	малый климатический оптимум	16,3	4,2	10,2	103
1500—1770 гг. н. э.	малый ледниковый период	15,3	3,2	8,8	93
1900—1950 гг. н. э.	теплый период XX столетия	15,8	4,2	9,4	100

Такое упрощенное представление мешает правильно оценить как тенденции изменения современного климата, так и историю климата прошлого, поскольку в истории климата голоцена периоды потеплений и похолоданий имели место всегда, а антропогенного воздействия не существовало. Объяснить эти региональные колебания климата без учета циркуляционных факторов вряд ли возможно.

Достаточно представительную информацию о климате содержат, как известно, материковые и морские льды. В Норвегии и Исландии после быстрого таяния ледников их минимальная толщина была достигнута накануне нашей эры, в период наиболее интенсивной фазы климатического оптимума. Максимальное развитие ледники получили в XVII—XVIII вв.

Характерно, что именно в это время максимального развития достигли морские льды в Северной Атлантике, которые блокировали побережье Исландии (рис. 16). Из рисунка видно, что в максимальную фазу оледенения количество морских льдов было значительно больше. В то же время в период потепления климата в 30-е гг., сопровождавшийся благоприятными условиями для затока южного воздуха, морских льдов в Исландии практически не было.

Как и в прошлые годы, увеличение ледников сопровождалось понижением уровня моря. Если принять за нуль уровень моря в 1930 г., то в Амстердаме в 1800 г. уровень моря был примерно на 15 см, а в 1700 г. на 17 см ниже современного.

Проведем теперь сравнительный анализ климатических условий малого ледникового и современного периодов с аналогичными периодами в прошлом. (Частично такой анализ нами уже был проведен.) Некоторые новые подробности может дать сопоставление, проведенное Лэмбом для территории Англии по температуре и осадкам (табл. 4).

Анализ таблицы позволяет еще раз убедиться в некоторых квазициклических колебаниях климата голоцена, в безусловной уникальности малого ледникового периода как самого холодного в эпоху голоцена. С ним может быть сравним лишь субатлантический период. В то время зимние температуры были еще ниже, чем в малый ледниковый период, а летние, наоборот, выше. Это можно, по-видимому, объяснить только циркуляционными особенностями, предположив, что в то время и зимой и летом преобладали циклонические условия погоды.

Судя по сезонным особенностям, в пребореальную эпоху (среднегдовая температура которой была примерно такая же, как и в субатлантический и современный периоды) и в атлантическую эпоху преобладал антициклонический режим погоды. В малый ледниковый период в летнее время должен был преобладать циклонический тип погоды, а зимой были часты процессы блокирования западно-восточного переноса. Этот период был более сухим, нежели периоды оптимумов, которые сопровождались повышением осадков.

По-видимому, современный климат благоприятнее, чем климат накануне нашей эры, и, безусловно, благоприятнее климата малого ледникового периода. Но бесспорно и то, что в большую часть голоцена климатические условия были более благоприятными, чем теперь.

О наличии циклических колебаний климата, его обусловленности циркуляционными процессами можно судить и по другим косвенным показателям. Вполне очевидно, что помимо ветрового режима, барометрического давления воздуха (которое стало измеряться инструментально совсем недавно) хорошим показателем условий циклоничности или антициклоничности погоды является облачность. Антициклоническим условиям чаще всего соответствует безоблачная или малооблачная погода, циклоническим — облачная погода. Естественно, что наблюдения за облачностью в исторические времена не велись. Однако косвенную информацию об облачности можно извлечь из наблюдений за кометами. В частности, такие наблюдения велись в Китае с 2300 г. до н. э., а в европейских странах — с более позднего времени.

Если обозначить истинное число проходящих комет за некоторый длительный промежуток времени, например столетие, через N , а наблюдаемое число комет через n , то $n = h \cdot C \cdot N$, где C — повторяемость облачных условий в ночное время, когда можно наблюдать кометы ($C \leq 1$), h — коэффициент, учитывающий технические возможности, социальные условия и другие факторы, способствующие или препятствующие наблюдениям ($h \leq 1$).

Индекс C , характеризующий облачность, а следовательно, косвенно и условия циркуляции атмосферы, испытывает периодические колебания с периодом порядка 400 лет, а после 500 г. н. э. уточнение этого периода по более детальным данным дает величину периода порядка 200 лет. Согласно этому индексу, в первой половине XX столетия, в конце XV и XVI столетий, в период малого климатического оптимума, должны были преобладать антициклональные условия погоды, что, по-видимому, и имело место в действительности. Имеются также указания на то, что в 2200—2000 гг. до н. э. наблюдался

длительный сухой период. В это время индекс облачности был также минимальным.

Сопоставление климатических колебаний в период голоцена показывает, что по температуре они достигали максимум $1,5-2^{\circ}\text{C}$, а в ряде случаев — $0,5-1,0^{\circ}\text{C}$. Тем не менее эти колебания весьма заметно отражались на экономической и социальной жизни общества. Безусловно, не сами изменения средней температуры в $0,5-2^{\circ}\text{C}$, а климатические экстремумы (засухи, наводнения, холода и др.), которые сопровождали данные климатические изменения.

Однако климатические условия отражались и на самом человеке. Так, например, в период 874—1000 гг. н. э. средний рост молодого мужчины в Исландии составлял 173,2 см; в 1000—1100 гг. — 171,8 см; в 1100—1503 гг. — 172 см. В самый неблагоприятный период (1650—1796 гг.) средний рост снизился до 168,6 см, а возможно, был и ниже, а в 1700—1800 гг. он составлял порядка 166,8 см. В период 1952—1954 гг. он вновь резко возрос до 177,4 см.

В период неблагоприятного климата резко падало число браков и увеличивался возраст людей, впервые вступающих в брак. Так, в Центральной Европе между 1425 и 1454 гг. число браков упало с 43—49 до 32—39%. В Англии с 1560 по 1645 г. средний возраст лиц, впервые вступающих в брак, составлял 27 лет, а для женщин этот показатель к 1700 г. возрос до 30 лет. После 1720 г. он стал быстро падать и в 1820—1830 гг. составил 23 года.

В Норвегии средний возраст полового созревания девочек в 1847 г. был 17 лет. В 1861 г. он понизился до 16,5 лет, а в 1880, 1908, 1920, 1932, 1948 и 1959 гг. он составил соответственно 16; 16,5; 15; 14,5; 14; 13,5 и 13,06 года.

Безусловно, все эти данные нельзя связывать только с климатическими изменениями. Так, например, в Швеции в период 1604—1620 гг. были хорошие климатические условия и хорошие урожаи, но численность населения в 1620 г. была ниже, чем в 1500 г. Тем не менее можно утверждать, что те или иные колебания показателей развития человеческого организма с большей или меньшей детализацией повторяют колебания климата.

Например, известно, что в теплые периоды послеледниковья средняя продолжительность жизни людей была на 10% выше, чем в последующие периоды расцвета греческой и римской культур, когда, казалось бы, социальные условия жизни должны были способствовать увеличению продолжительности жизни. Этого, однако, не наблюдалось. В этот период средняя продолжительность жизни в Греции и Риме соответственно составила 35 и 32 года, в то время как в предшествующий период бронзового века этот возраст достигал 38 лет. В последующие годы в Англии, по данным на 1276 г., средняя продолжительность жизни составляла уже 48 лет и снизилась к периоду 1376—1400 гг. до 38 лет. Динамику численности населения Исландии в течение малого ледникового периода характеризует табл. 5.

Следует отметить, что увеличение смертности в некоторые периоды истории западные источники относили за счет эпидемии оспы («черная смерть»). Более детальный анализ свидетельствует о том,

Таблица 5
Численность населения Исландии
в различные эпохи (149)

Годы	Население	Годы	Население
1095	около 77 520	1801	47 240
1311	около 72 420	1901	78 470
1703	50 358	1970	177 201
1784	около 38 000		

что, например, в 1348—1350 гг. «черная смерть» не унесла столько жизней, сколько их унесли последствия климатических аномалий в период 1693—1700 гг. в Англии. Падение сельскохозяйственного производства и другие социальные потрясения в ряде случаев начинались за несколько десятилетий до развития эпидемий и были связаны с начавшимися изменениями климата. Да и сами болезни и эпидемии во многом определялись климатическими изменениями. Неблагоприятные последствия изменения климата, как правило, усугубляли социальные потрясения.

Исторические хроники указывают, что во многих странах Европы в конце XVII, а также в XVIII в. ухудшение климатических условий привело к падению рождаемости, росту смертности, общему сокращению населения. Так, имеются данные о связи эпидемии нашествия саранчи с климатическими условиями (табл. 6), и в частности с преобладанием циркуляционных процессов. Следует отметить, что эпидемии не однозначно связаны с температурным режимом. Большая зависимость выявлена между эпидемиями и сочетанием определенных температур и ветров соответствующих направлений. Однако однозначность таких связей не установлена и поныне.

Таблица 6
Хронология нашествия саранчи в Центральной Европе

Век	Год
IX	803, 844, 864, 872, 873, 874, 875, 887
X	нет
XI	1090, 1091
XII	1101
XIII	1333, 1335, 1336, 1337—1341, 1353, 1354, 1359, 1363, 1364, 1366, 1373, 1374, 1376, 1388
XV	нет
XVI	1527, 1528, 1531, 1541, 1542, 1547
XVII	1693
XVIII	1719, 1747—1749, 1752, 1759—1761
XIX	1851, 1858, 1874, 1875

Рассмотрим теперь характеристику климатических условий дальневосточного региона. Японские хроники содержат достаточно много

Таблица 7
Повторяемость ранних и поздних весен (в скобках даны проценты)

Век	Декады					Число наблюдений	Средняя дата
	До 31 III	1—10.IV	11—20.IV	21—30.IV	После 1.VI		
IX	—	3(43)	4(57)	—	—	7	11.IV
X	1(7)	5(36)	7(50)	1(7)	—	14	12.IV
XI	—	1(20)	2(40)	2(40)	—	5	18.IV
XII	—	1(25)	1(25)	1(25)	1(25)	4	24.IV
XIII	1(17)	1(13)	3(38)	3(38)	—	8	15.IV
XIV	—	1(8)	7(58)	3(25)	1(8)	12	18.IV
XV	—	13(43)	11(37)	5(17)	1(3)	30	13.IV
XVI	—	1(3)	24(77)	4(13)	2(6)	31	18.IV
XVII	1(10)	2(20)	7(70)	—	—	10	12.IV
XVIII	—	—	—	—	—	—	—
XIX	—	1(20)	4(80)	—	—	5	12.IV
1917—1953 гг.	3(8)	22(61)	4(31)	—	—	36	7.IV
Полное расцветание вишни	—	11(31)	21(60)	3(9)	—	35	14.IV

природоведческой информации, косвенно характеризующей климат этого региона (150).

Так, Х. Аракава обобщил данные о датах цветения вишни в г. Киото, бывшем до 1868 г. столицей Японии, за десять столетий. Оказалось, что самая ранняя дата цветения вишни была 22 марта 1246 г. по юлианскому календарю и 27 марта 1612 г. — по григорианскому, отличавшемуся в то время от юлианского на 10 дней, т. е. по солнечному календарю 27 марта 1612 г. соответствовало 17 марта юлианского календаря. Самая поздняя дата отмечалась 15 мая 1184 г. Повторяемость ранних и поздних весен, определяемых по датам цветения вишни, по столетиям дана в табл. 7.

Для периода XI—XIV вв. средняя дата составила 19 апреля, для IX—X и XV—XIX вв. средняя дата была на 6 дней раньше, т. е. 13 апреля. Таким образом, по этим данным наиболее поздние даты цветения вишни были в XI—XIV вв.

Статистический анализ данных по цветению вишни позволяет считать, что наиболее холодными были весны XII—XIV и XVI вв. Другие века отличались более ранним цветением вишни при наличии значительных колебаний климата.

Уникальные сведения содержат японские хроники о суровости зим в Японии в связи с сохранившимися записями о датах замерзания озера Сува, расположенного на высоте 760 м и имеющего глубину до 7,6 м. В период замерзания при сильных холодах на льду озера появляются трещины. Они заполняются водой, которая снова замерзает. В результате в период сильных морозов, сопровождаемых малоснежными зимами, ледяной покров озера превращается в ледяную глыбу. Такая ледяная глыба называется «омиватори». Наблюдения за датами замер-

Таблица 8

Наиболее теплые зимы, когда озеро Сува не замерзало

Век	Годы
XV	1457/58
XVI	1505/06; 1507/08; 1508/09; 1509/10; 1510/11; 1511/12; 1512/13; 1513/14; 1514/15; 1546/47; 1555/56
XVII	1671/72
XVIII	1702/03; 1710/11; 1724/25; 1737/38; 1739/40; 1745/46; 1759/60; 1770/71; 1793/94
XIX	1799/800; 1802/03; 1804/05; 1824/25; 1842/43; 1844/45; 1853/54; 1865/66; 1866/67; 1867/68; 1868/69; 1879/80
XX	1913/14; 1915/16; 1931/32; 1936/37; 1948/49

зания озера Сувы и за омоватори на нем сохранились с 1397/98 г. до настоящего времени.

Самая ранняя дата замерзания озера отмечалась 8 декабря 1620 г. В этом же году отмечалась и самая ранняя дата образования омоватори — 11 декабря. Самые поздние даты были соответственно 4 и 6 марта 1594 г.

По имеющемуся ряду наблюдений за период с 1443/44 по 1953/54 г. вычислялась повторяемость омоватори по декадам. Была выявлена разная повторяемость холодных и теплых зим.

За 511 лет наблюдалось более 40 «открытых» зим, т. е. таких, когда озеро совсем не замерзало или замерзало у берегов (табл. 8, 9).

Из приведенных данных видно, что в XVI в. климат был наиболее неустойчив. В то же время в первой половине XVI в. и в первой половине XVIII в. была повышенная повторяемость теплых зим в Японии. Наиболее теплые периоды в Европе наблюдались именно в эти десятилетия.

Хорошим индикатором суровых (холодных) и мягких (теплых) зим являются зимние снегопады. Так, в частности, характеристикой суро-

Таблица 9

Время замерзания озера Сува и образования омоватори (месяц декабрь)

Век	Год	Замерзание	Омоватори
XV	1465/66	11	14
	1497/98	11	13
	1499/1500	18	20
XVI	1503/04	15	17
	1525/26	14	16
	1538/39	18	20
	1582/83	17	19
	1583/84	20	20
	1597/98	13	16
XVII	1620/21	8	11
	1641/42	15	17
	1668/69	16	19
XVIII	1784/85	замерзало	12

Таблица 10

Даты первого снегопада в Киото (по юлианскому календарю)

Зима (годы)	Дата	Зима (годы)	Дата	Зима (годы)	Дата
742/43	12/XII	1119/20	24/XII	1449/50	5/XII
857/58	19/XI	1144/45	2/I	1451/52	26/XII
881/82	12/XII	1185/86	10/XII	1461/62	13/XII
890/91	6/XII	1188/89	27/XII	1483/84	11/XII
924/25	13/XII	1211/12	15/XII	1486/87	29/XII
948/49	8/XII	1227/28	19/XII	1487/88	13/XII
961/62	17/XII	1230/31	15/XII	1490/91	8/XI
972/73	9/XII	1242/43	20/XI	1504/05	6/XII
974/75	25/XII	1245/46	11/XII	1505/06	20/XII
1009/10	28/XI	1346/47	11/XI	1517/18	2/I
1010/11	30/XI	1408/09	2/I	1520/21	28/XII
1011/12	5/XII	1413/14	15/I	1521/22	27/I
1012/13	21/XI	1415/16	11/I	1522/23	25/XI
1015/16	27/XI	1416/17	7/XII	1523/24	20/XI
1017/18	27/XII	1418/19	14/XI	1525/26	1/I
1018/19	16/I	1419/20	24/XI	1526/27	25/XII
1019/20	24/XII	1421/22	1/XII	1528/29	21/I
1025/26	25/XII	1422/23	10/XI	1533/34	12/XII
1028/29	28/XI	1423/24	26/I		
1038/39	28/XI	1424/25	13/XI		
1039/40	5/XII	1427/28	4/XII		
1077/78	9/XII	1429/30	19/XI		
1080/81	9/XII	1442/43	23/XII		
1090/91	7/XII	1444/45	23/XI		
1112/13	12/I	1448/49	22/XI		

восты зимы могут служить даты появления первого снежного покрова и первого снегопада.

Начиная с 1603 г. в Японии стали фиксировать даты самого первого и раннего снежного покрова. Это было связано с тем, что крупные феодалы приносили свои поздравления правительству в день появления первого снега. Имеется регулярная хронология этих дат начиная с зимы 1632/33 г., а отрывочные записи об этом явлении сохранились начиная с VIII столетия.

Различного рода источники позволяют извлечь информацию о данных первого снегопада в Киото (Токио) начиная с зимы 792/93 г. Хотя эти наблюдения не регулярны, они дают общее представление об этом явлении накануне малого климатического оптимума и вплоть до 1634 г. (табл. 10).

Учитывая, что выпавший снег, как правило, вскоре таял, эти данные в большей мере характеризуют кратковременные погодные явления. Судя по ним, ничего сверхъестественного за последнее тысячелетие в датах появления первого снегопада в Японии не произошло, хотя более теплые и более холодные периоды по ним выделяются.

Данные о ширине колец деревьев свидетельствуют, что экстремально неблагоприятными для их роста в Японии были периоды в начале и середине XI в., а также между 1210—1225 гг. Исключительно

неблагоприятным был период конца XIII — начала XIV в. В целом, судя по кольцам деревьев, XI—XIII вв. были менее благоприятными, чем период после 1320 г. и вплоть до середины XVI в. В конце XVI — начале XVII в., а также в течение XVIII и XIX вв. отмечаются неблагоприятные периоды (табл. 11).

Таблица 11

Средняя столетняя ширина колец японского кипариса хиноки

Век	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX
Ширина, мм	0,8	0,8	1,2	1,3	1,2	1,1	1,0	0,8	0,9

На основании перечисленных фактов можно заключить, что климатический оптимум на территории Японии наступил несколько позже, чем в Европе; наиболее благоприятные условия сложились здесь в XIV—XV вв.

Наименее благоприятные климатические условия в Японии в XI—XIII вв. подтверждаются данными косвенных источников. Так же как и в европейских, в японских хрониках содержится информация о имевших место региональных проявлениях изменения климата, что могло быть связано только с циркуляционными факторами.

Японские хроники свидетельствуют также о большом ущербе, который наносили климатические экстремумы экономике.

Так, в 1180 г. в Западной Японии была сильнейшая засуха. За три летних месяца в 1180 г. было лишь 18 дней с дождями. Обычно же в годы сильных засух (1883, 1924, 1939 гг.) число дней с дождями за три летних месяца было соответственно 26, 32 и 34. Урожая риса практически не собрали.

В Западной Японии, включая Киото, царил смутный из-за страшного голода. Автор известной книги «Ходзеки», посетивший тогда Киото, писал, что он насчитал на улицах города свыше 42 300 трупов людей, умерших от голода. В восточной части Японии, где урожай был отличный, сторонники некоего семейства Мамамото, воспользовавшись этой ужасающей картиной, подняли восстание и сбросили правителя Тайра, под властью которого находилась страна. И хотя численность войск Мамамото была невелика, война закончилась в их пользу почти мгновенно. Так воины из Восточной Японии, где был обильный урожай, победили сильнейшую армию Западной Японии, страдающей от голода из-за климатических условий. Можно привести и другой впечатляющий пример.

В 1274 и 1281 гг. объединенное войско династии Юань и Кореи (Юань — императорская династия в Монголии и Китае в 1271—1368 гг.), вторгшись в Японию, потерпело поражение, так как его суда попали в сильную бурю, напоминаящую тайфун. Метеорологический анализ этих событий позволил установить, что битва 1281 г. по григорианскому календарю произошла 22—23 августа. В это время действительно мог свирепствовать шторм.

Битва же 1274 г. произошла 26—27 ноября, когда тайфунов и бурь

не бывает. И действительно, в источниках упоминается, что в этом случае войска завоевателей совершили обманный маневр, а не погибли в бурю. Этот пример иллюстрирует возможность с помощью метеорологической экспертизы уточнить некоторые исторические события.

Больше всего в литературе имеется упоминаний о влиянии климатических экстремумов на урожай. Наиболее крупными периодами неурожая были 1782—1787; 1833—1839, 1866—1869 гг. Они вызвали сильнейший голод в северной части Японии. В эти неурожайные годы население Японии в целом сократилось на 7—8%, а в Токио — на 12—15%.

Все указанные годы были связаны с обильными холодными дождями и сильными и холодными северо-восточными ветрами, дующими непрерывно в течение вегетационного периода. Урожай же, к примеру, в период с 1914 по 1930 г. все время были хорошие. В это время преобладала западная циркуляция.

Таким образом, по различным источникам (главным образом косвенным) можно достаточно подробно восстановить климат последнего тысячелетия. Тем не менее отметим еще раз, что они позволяют вполне детально рассмотреть особенности климатических изменений и их безусловное влияние на экономическую и социальную жизнь общества.

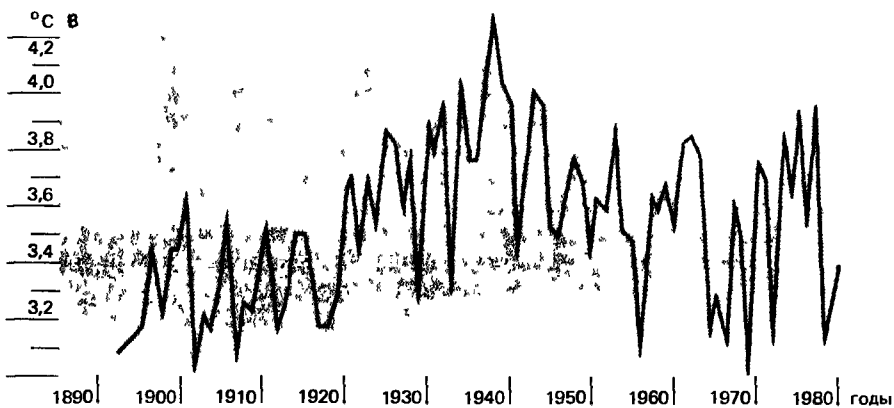
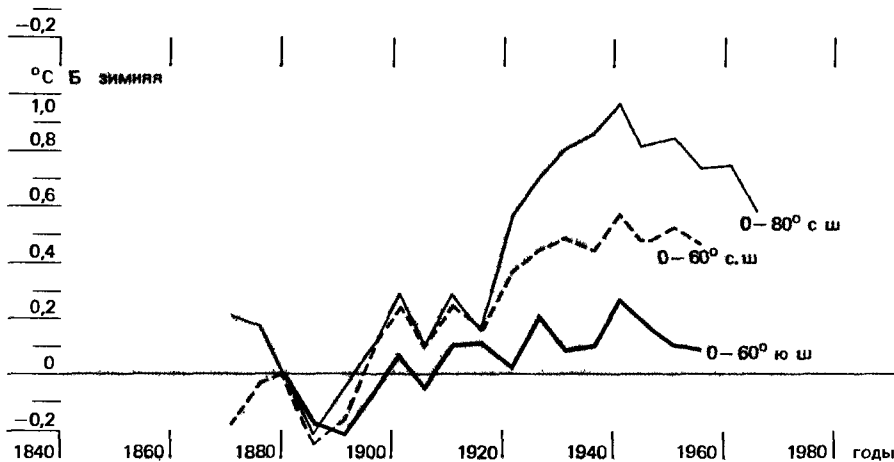
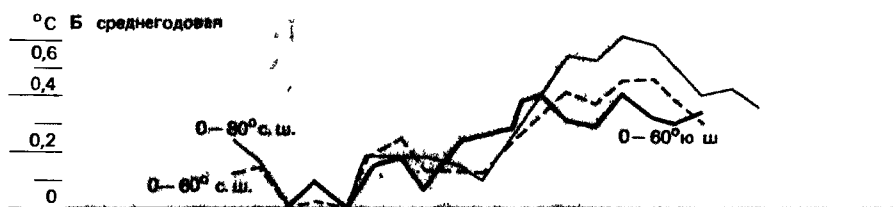
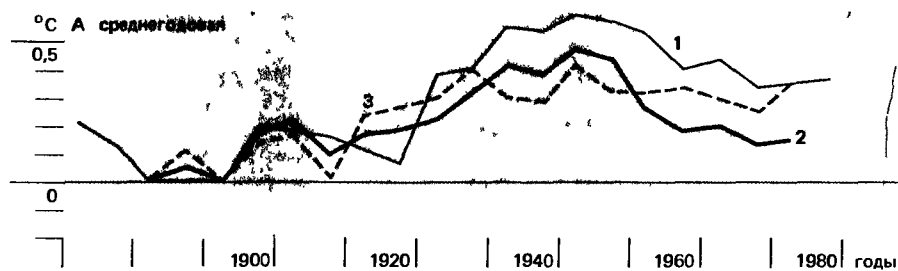
Ниже мы кратко коснемся особенностей климата XIX и XX вв., т. е. последнего отрезка времени, охваченного инструментальными наблюдениями. Главная наша задача — проследить историю климата, сопоставив климат современного периода с тем, который был в прошлом. Это крайне важно сделать в связи с тем, что в литературе, особенно популярной, появляется много сообщений о необычности современного климата, его экстремальности, которая якобы никогда ранее не наблюдалась, и о том, что все это связано с расширившимися масштабами человеческой деятельности. Между тем рассмотрение современного климата в историческом плане дает основания для более умеренной оценки происходящих климатических изменений.

СОВРЕМЕННЫЙ КЛИМАТ

Попытаемся сопоставить информацию об истории климата последнего тысячелетия с данными, характеризующими современный климат, и в первую очередь его экстремальность.

Современный климат, к которому часто относят климат всего нынешнего столетия, как и в прошлые эпохи, неоднозначен. Мы условились в связи с этим понимать под современным климатом отрезок времени после конца потепления 30—40-х гг., т. е. период 50—80-х гг. Но и в этом случае понятие «современный климат» остается в некоторой степени неадекватным, поскольку период жизни ныне здравствующего поколения приходится как бы на два или даже три периода с несколько различными климатическими условиями (период до 20—30-х гг., период максимума потепления и период после 40-х гг.).

При оценке тех или иных экстремальных природных явлений в прошлом важно иметь климатический (природный) аналог из совре-



менного периода, так же как это необходимо делать и при обратном сопоставлении. Без таких аналогий трудно интерпретировать косвенные показатели климата, и в частности очень образные, но все же носящие эмоциональный характер восприятия природных аномалий, описание которых содержится в русских летописях и других исторических хрониках. Наличие таких аналогов нужно и для адекватности оценок и сопоставления последствий климатических экстремумов.

По-видимому, последствия многих климатических экстремумов в глубокой древности объективно были тяжелее, чем теперь. Так, к примеру, в наше время вымирания европейских поселений в Гренландии легко можно было бы не допустить. Но верно и то, что в силу суеверий, большей незащитности человека в прошлые времена перед грозными силами природы интенсивность и последствия климатических экстремумов могли быть и преувеличены. Закономерно также и то, что в наше время воздействия экстремальных природных явлений на человеческое общество, с одной стороны, стало более очевидным и признаваемым, а с другой — более сложным, имеющим отдаленные и не всегда поддающиеся прямому учету последствия. В абсолютном выражении последствия климатических экстремумов не уменьшились, а возросли. Несмотря на то что человек становится все более независимым от стихийных сил природы, повысилась информированность и качество оповещения населения о необычных явлениях природы. Это иногда приводит к преувеличению как частоты появления климатических экстремумов, так и тяжести их последствий.

В этих условиях важно правильно оценить особенности климата текущего столетия, сравнив его с климатом прошлого.

На рис. 18 приведены данные об изменении приземной температуры воздуха в различных широтных зонах северного и южного полушарий за последние примерно 100 лет по данным Лэмба (419), Митчела (425), Борисенкова и Приевова (170, 173). На рисунке отчетливо выделяется температурный тренд с максимумом повышения температуры в 30—40-е гг. Наибольшие изменения температуры отмечались в высоких широтах. Зимой амплитуды колебаний заметно больше, чем летом. Потепление в начале XX столетия отмечалось как в северном, так и в южном полушарии, однако в южном полушарии оно было менее интенсивным. За рассматриваемый период изменчивость средних температур от года к году достигала 1°C и более, что для среднегодовых значений достаточно много.

На общем фоне температурного тренда в умеренных и высоких широтах отмечаются отдельные сравнительно короткие периоды понижения температуры длительностью в несколько лет (понижение температуры в начале столетия, в середине 50-х, в 60-х гг., в начале 80-х гг.).

Период потепления XX столетия сопровождался отчетливо выраженным увеличением повторяемости форм западной циркуляции атмосферы.

Рис 18 Изменения приземных температур воздуха в различных широтных зонах северного и южного полушарий за последние примерно 100 лет.

А — по данным Лэмба, Б — Митчела, В — Борисенкова и Приевова

Сопоставляя характер этого потепления с историческими данными, мы видим, что в масштабе времени в одно-два тысячелетия в наблюдаемом тренде ничего необычного нет. Примерно такого типа колебания температуры и осадков имели место в первой половине XVI в. Еще более существенные колебания отмечались и прежде, особенно в период малого климатического оптимума. Так же как и теперь, периодом потепления в исторические времена соответствовало увеличение повторяемости зональной циркуляции.

Общая тенденция к потеплению климата в текущем столетии привела к резкому уменьшению арктических льдов и облегчению условий мореплавания в арктических морях. Так, в восточном секторе Арктики площадь льдов в период с 1924 по 1945 г. сократилась почти на 1 млн км². Резко сократилось время, когда дрейфующие льды наблюдались у берегов Исландии (с 25 недель в XVIII в. до двух-трех недель в 30-х гг. XX в.).

С конца прошлого столетия стало фиксироваться отступление горных ледников в Альпах и других районах земного шара. Так, ледник Мер-де-Пляс отступил на 1300—1400 м, а Аржантьер — на 1000 м. Аналогичная картина наблюдалась в Гренландии, Исландии, на Шпицбергене, в Скандинавии, на севере Канады, в Кордильерах Северной Америки. Площадь ледников Кавказа с 1890 по 1946 г. уменьшилась на 8,5%. Уменьшились в размере ледники на Алтае, Памире и в Турции. С начала XX в. бурно таяли ледники в Экваториальной Африке. Некоторые малые арктические острова, покрытые льдом, растаяли (Васильевский — в 1936 г., Семеновский — в 1956 г.). Граница вечной мерзлоты повсеместно отступила на север, а температура мерзлых пород повысилась в 40-х гг. XX столетия примерно на 2°C.

Таяние горных ледников в XX в. можно рассматривать как процесс возврата их состояния к исходному после максимума оледенения последнего тысячелетия, приходящегося на середину XVIII столетия, т. е. возврат к состоянию, которое наблюдалось в течение почти полутора тысяч лет накануне максимального развития малого ледникового периода (условно накануне 1600 г.). Что касается более длительных колебаний мощности ледников и площади их распространения, о чем мы уже подробно говорили выше, то размах этих колебаний в прошлом был существенно большим, чем в период малого ледникового периода и в период потепления XX в.

Следует заметить, что процесс таяния ледников начался до того, как мог проявить себя тепличный эффект, связанный с увеличением CO₂ в атмосфере.

О том, что процесс изменения количества льда и снега на планете колебательный и связан с флюктуациями климата, свидетельствует тот факт, что в период похолодания после 30—40-х гг. многие ледники вновь начали наступать. Увеличилось в эти годы количество льда и снега. Так, с 1950 по 1973 г. площадь, занятая льдом и снегом в северном полушарии, увеличилась с 33 до 39 млн км². Исследование 73 небольших ледников в США, быстро реагирующих на изменения климата, показало, что за 1953—1955 гг. 50 ледников находились в стадии наступания, 14 — накапливали свою мощность без заметного движе-

Таблица 12
Средние характеристики температуры компонентов климатической системы

Параметр	Район	Изменения температуры, в °С				
		1955—1966	1961—1965	1966—1970	1971—1975	Среднее
ТСА	0°—90°	—	—	-0,068	-0,324	-0,196
ТВП	0°—90°	0,088	-0,204	-0,068	-0,068	-0,068
ТСА	65°—90°	0,556	-0,944	-0,300	-0,208	-0,224
ТВП	70°—90°	-0,760	-0,428	-0,184	-0,412	-0,240
ТСА	35°—90°	0,328	-0,316	-0,620	-0,160	-0,192
ТСА	50°—90°	0,476	-0,476	-0,584	-0,264	-0,212
ТВП	50°—90°	-0,156	-0,072	-0,308	0,324	-0,018
ТМП	Сев. часть Тихого океана	0,304	-0,492	0,168	-0,512	-0,128
ТМП	Сев. Ат- лантика	0,480	-0,200	-0,260	—	0,313
ТСА	10°—30°	—	—	0,144	-0,316	-0,086
ТВП	0°—50°	0,156	-0,224	0,028	-0,220	-0,070
ТСА	0°—90°	—	—	0,116	0,068	0,092
ТСА	60°—90°	—	—	0,396	0,468	0,432
ТСА	30°—90°	—	—	-0,016	0,180	0,082
ТСА	10°—30°	—	—	0,272	0,104	0,188
ТВП	0°—20°	0,168	-0,508	0,072	-0,112	-0,095

Примечание:

ТСА — средняя по высоте температура атмосферы;

ТВП — температура воздуха у поверхности;

ТМП — температура морской поверхности

ния, а остальные 7—пребывали в стационарном состоянии. На канадских горных полярных станциях средняя нулевая изотерма для июля в 1964—1972 гг. стала на 276 м ниже, чем в 1955—1963 гг. В это время действительно происходило короткопериодное усиление похолодания, на которое криосфера прореагировала практически синхронно.

Однако этот процесс был не везде однозначен. Так, к 1976 г. ледники в западной и северной частях Норвегии продолжали увеличиваться, в то время как ледники Восточной Норвегии и Шпицбергена продолжали уменьшаться. Это говорит о наличии региональных флюктуаций современного климата.

Условия, при которых уменьшилось количество паковых льдов в Северной Атлантике в период потепления климата 30—40-х гг., наблюдались и ранее, накануне малого ледникового периода, и в частности в период потепления в первой половине XVI в.

Таким образом, по реакции криосферы можно заключить, что аналогии современному климату и климату периода максимума потепления 30—40-х гг. в прошлом существовали. И эти изменения климата были вызваны естественными причинами.

В табл. 12 приведены некоторые сведения о температурном режиме северного полушария, осредненном по пятилетиям за период 1955—1975 гг.

Анализируя данные, приведенные в таблице, можно сделать следующий вывод. В северном полушарии с некоторыми флюктуациями продолжает увеличиваться снежный и ледовый покровы и понижаться температура воздуха со средней скоростью примерно $0,2^{\circ}\text{C}$ за 10 лет, что подтверждают практически все характеристики, приведенные в таблице. В среднем понижается и температура океана со скоростью $0,05^{\circ}\text{C}$ за десятилетие. На фоне этого понижения отмечаются некоторые флюктуации со слабым повышением температуры, например в 1955—1960 и 1970—1975 гг.

Серьезных оснований для вывода о якобы начавшемся новом устойчивом и длительном глобальном потеплении климата последнего периода нет.

Что касается южного полушария, то там климат в целом теплее, и уменьшается количество льда.

Рассмотрим теперь несколько подробнее повторяемость экстремальных климатических явлений современного периода и сопоставим ее с экстремальностью климата в прошлом.

В 1973 г. японская метеорологическая служба создала специальную исследовательскую группу для оценки повторяемости необычных условий погоды и тенденций изменения климата (173). Условимся, что необычными считаются условия погоды, которые встречаются раз в 25—30 лет и более.

Подавляющая часть специалистов считает, что на условия существования человека, экономику и социальную жизнь общества влияли и будут влиять не изменения средних климатических условий (хотя это и существенно), а главным образом изменение повторяемости и интенсивность климатических аномалий, климатических (природных) экстремумов или условий погоды.

В табл. 13 приведены данные японских ученых о повторяемости необычных значений среднемесячных температур и осадков для северного полушария за 1961—1972 гг.

Из табл. 13 следует, что в 70-е гг. преобладало число случаев с необычно низкими значениями среднемесячной температуры по сравнению с необычно высокими значениями (460 и 206). Точно так же преобладало число месяцев с необычно низкими осадками по сравнению с числом месяцев, в которые отмечались необычно высокие осадки (472 и 295).

Для сопоставления укажем, что за период 1960—1969 гг. (период похолодания после 1930—1940 гг.) по сравнению с периодом 1920—1940 гг. (период потепления) повторяемость месяцев с необычно низкими температурами возросла почти в 2 раза. Таким образом, для периода похолодания современного климата в 60-е гг. была характерна большая сухость и большая повторяемость холодов.

О неустойчивости современного климата можно судить и по повторяемости тропических циклонов (тайфунов).

К сожалению, мы не располагаем адекватными данными по месяцам для прошлых столетий. Тем не менее к некоторому сопоставлению ниже мы вернемся.

Достаточно хорошими и объективными показателями суровости

Таблица 13

Повторяемость необычных значений среднемесячных температур и осадков

а) температура

	Высокие температуры				Низкие температуры			
	Зима XII—II	Весна III—V	Лето VI—VIII	Осень IX—XI	Зима XII—II	Весна III—V	Лето VI—VIII	Осень IX—XI
Число случаев	55	64	46	41	150	100	113	47

б) осадки

	Избыточные осадки				Недостающие осадки			
	XII—II	III—V	VI—VIII	IX—XI	XII—II	III—V	VI—VIII	IX—XI
Число случаев	80	75	74	66	132	119	105	116

Таблица 14

Годы замерзания р. Темзы и Боденского озера

(47° с. ш., 8—9° в. д.) (в скобках отмечены годы возможного замерзания)

	Столетия						
	XIII и XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX
Годы замерзания р. Темзы		1408	1506 1514 (1517) 1537 1565 (1590) 1595 (1599)	(1601) (1603) (1605) 1608 1921 (1623) (1624) (1625) (1628) 1635 1649 (1644) (1645) (1646) 1655 1663 1666 1677 1684 1695	1709 1716 1740 1768 1776 1785 1795	1814 (1838) (1895)	(1929) (1940) (1942) (1945) (1956) (1963)
Годы замерзания Боденского озера	1216 1277 1326 1370 1378	1422 1423 1435 1460 1465	1517 1565 1567 1569 1571 1573 1587	1603 1608 1672 1684 1695	1740	1830 1880	

или мягкости климата, позволяющими сопоставить экстремальность современного и прошлого климатов, являются даты замерзания характерных водных объектов.

Так, имеется довольно обширная природоведческая информация о замерзании р. Темзы и Боденского озера (47° с. ш., 8—9° в. д.). Эти водные объекты, как правило, не замерзают или замерзают лишь в экстремально холодные годы.

После строительства моста через Темзу в Лондоне в середине XIX в. и спуска в нее сточных вод река больше не замерзала. По этой причине начиная с 1838 г. отмечены не периоды замерзания, а даты, когда температура воды была около 0°С или ниже (табл. 14).

Из таблицы следует, что максимальная повторяемость экстремально холодных зим приходится на вторую половину XVI, XVII и XVIII вв., т. е. на малый ледниковый период.

В период потепления климата условия, близкие к этому, имели место, но интенсивность этих аномалий была, безусловно, меньше, явно меньше была и их повторяемость.

Остановимся на экстремальных периодах увлажнения климата и его сухости.

Анализ эмпирических данных показывает, что существуют долгопериодные колебания осадков, на которые накладываются высокочастотные компоненты. Хорошо видны очень большие межгодовые колебания осадков в отдельные годы. Так, уменьшались осадки в период 20—40-х гг., наблюдались резкие аномалии осадков в 70-е гг. (1972, 1975 гг.).

Такие колебания осадков для большинства районов мира чреваты крупными экономическими и социальными потрясениями, так как они немедленно отражаются на сельскохозяйственном производстве.

Так, в умеренной зоне, где находится половина всех посевных площадей, производится около $\frac{2}{3}$ мирового количества пшеницы и 75% идет на экспорт. В то же время она в сильной мере подвержена климатическим колебаниям температуры и особенно осадков. В результате экстремальных климатических условий (при минимуме осадков) в отдельных регионах падение урожайности может достигать 50—60%. Точно так же в максимально благоприятные годы повышение урожайности достигает 150 и даже 170—200%.

На рис. 19 приведен график урожайности в России. Хорошо видно, что до революции урожайность была крайне низкой (0,4—0,6 т/га) и колебалась в зависимости от климатических условий. По низкой урожайности легко идентифицировать засухи (например, 1921 г.). Линия тренда указывает на заметный рост урожайности в годы Советской власти. На этом фоне резко выделяется засуха 1975 г., когда урожайность упала и была ниже урожайности довоенных лет.

В Японии и Корее, где урожай основной культуры (риса) очень сильно зависит от колебаний температуры, климатические изменения, сопровождающиеся резкими летними похолоданиями, нередко приводили к серьезным социальным потрясениям.

В сильной степени зависят от наводнений и засух государства на полуострове Индостан. Засухи приносят громадные бедствия в Афри-

кг/га Урожайность

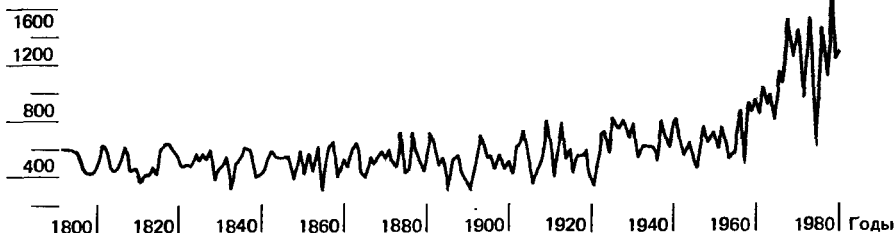


Рис. 19. Колебания средней урожайности в России

ке, поражают экономику Австралии, стран Америки.

В Главной геофизической обсерватории выполнен цикл исследований, посвященных анализу климатических экстремумов над северным полушарием за период инструментальных наблюдений. В качестве показателей экстремальности использовались различные показатели засушливости климата и его увлажненности для летнего и холодного сезонов, а также показатели экстремально холодных и экстремально теплых зон для зимнего сезона.

Рассмотрим, какие периоды резко отклонялись от трендов в сторону экстремального (осадки на большей части районов составляют 110% от нормы и выше) увлажнения или сухости климата (осадки составляют 90% от нормы и ниже) (табл. 15).

Мы видим, что на европейской территории страны в теплую половину года в период потепления преобладал не только положительный тренд осадков, но и положительное отклонение от тренда, т. е. преобладают крупные положительные аномалии осадков. В холодные сезоны в периоды максимума потепления (1927—1936 гг.) преобладали отрицательные отклонения от тренда, т. е. преобладали аномалии, указывающие на сухость климата.

В послевоенные годы положительные аномалии по увлажненности преобладали над Сибирью. Если вновь вернуться к истории климата, то сходное соотношение между трендами температуры и осадков, с одной стороны, и аномалиями осадков — с другой, имело место в период малого климатического оптимума и в период потепления климата в первой половине XVI в.

С целью сопоставления экстремальности различных периодов в

Таблица 15

Экстремально сухие и экстремально влажные периоды для теплого и холодного сезонов (299)

Районы	Периоды увлажнения		Периоды засушливости	
	холодный сезон	теплый сезон	холодный сезон	теплый сезон
Европейская территория СССР	1913—1917 1966—1970	1925—1933 кроме 1929/30	1917—1936	нет
Азиатская территория СССР	1899—1919	1945—1947 1958—1960	1931—1951	нет

различных регионах и в целом полушария нами был проведен анализ экстремальности климата с использованием каталога экстремальности климата за период с 1881 по 1985 г. Согласно принятой методике (344), весь диапазон признаков экстремальности (\mathcal{E}) по увлажненности укладывается в интервал от $+10$ до -10 . Положительный признак означает сухость выше средней, а знак минус означает переувлажнение.

Точно так же по суровости зим диапазон признаков укладывается в интервал ± 10 . Холодные зимы имеют отрицательный критерий экстремальности, теплые лета — положительный критерий экстремальности. Критерий $+10$ характеризует жесточайшую засуху, критерий -10 — экстремально суровую зиму.

Для составления каталога использовались данные более 500 станций наблюдений над северным полушарием.

Примем, что к засушливым годам будут относиться годы со значением критерия $\mathcal{E}+6 \leq \mathcal{E} \leq +10$, а к экстремально засушливым годам будем относить годы, для которых $+8 \leq \mathcal{E} \leq +10$. Годы с критерием \mathcal{E} в интервале ± 5 будем относить к годам, близким к нормальным.

Аналогичным образом к переувлажненным годам будем относить годы, для которых $-10 \leq \mathcal{E} \leq -6$, а к экстремально переувлажненным годам — годы, для которых $-10 \leq \mathcal{E} \leq -8$. Точно так же проводилась классификация экстремальности по температурному режиму.

Все годы, для которых $+6 \leq \mathcal{E} \leq +10$, относятся к теплым, а при $+8 \leq \mathcal{E} \leq +10$ — к экстремально теплым, годы, для которых $-10 \leq \mathcal{E} \leq -6$, относились к холодным, а годы, для которых $-10 \leq \mathcal{E} \leq -8$, — к экстремально холодным.

Хронология экстремально влажных и экстремально засушливых теплых сезонов для различных регионов при принятых критериях приведена в табл. 16.

На основании выполненного анализа можно вывести некоторые закономерности об экстремальности текущего климата.

Так, в период потепления 30—40-х гг. уменьшилось количество зим, близких к норме, и соответственно увеличилась повторяемость теплых и холодных зим (включая экстремальные случаи) с 48—50% в начале столетия до 62—65% в 30—40-е гг. Затем экстремальность уменьшилась, но, судя по первому пятилетию 80-х гг., она вновь резко возросла. В период потепления заметно возросло число теплых зим, но одновременно возросло и число холодных зим. Таким образом, период потепления современного климата 30—40-х гг. нельзя рассматривать как процесс равномерного роста температуры. Это потепление осуществлялось на фоне формирования крупных климатических аномалий, как холодных, так и теплых. При этом мы еще раз обратим внимание на аналогию с периодом потепления первой половины XVI в.

В период потепления климата 30—40-х гг. в среднем по полушарию несколько уменьшилась повторяемость нормальных условий и увеличилась повторяемость экстремальных условий.

Больше половины всех экстремальных случаев (90 из 170) идентифицируются как сильные и жестокие засухи. Это означает, что экстремальные условия переувлажнения (при принятых нами критериях « \mathcal{E} ») встречаются несколько реже, чем засухи.

Таблица 16

Хронология экстремально влажных ($-10 \leq \Sigma \leq -6$) и экстремально засушливых ($+6 \leq \Sigma \leq +10$) теплых сезонов для различных районов северного полушария с 1891 по 1985 г.

	Европейская часть СССР IV—VI	Алтай V—VII	Север Европы VI—VIII	Юг Европы VI—VIII
Экстремально влажные годы $-10 \leq \Sigma \leq -6$	1896, 1900, 1904, 08, 13, 28, 41, 42, 45, 64	1894, 97, 1903, 12, 19, 46, 47, 54, 58, 59, 60, 72	1891, 1903, 10, 12, 22, 24, 27, 31, 48, 56, 58, 60, 65	1900, 01, 06, 14, 15, 40, 59, 75, 79, 83
Общее число экстремально влажных сезонов	10	12	13	10
Экстремально засушливые годы $+6 \leq \Sigma \leq +10$	1901, 06, 20, 21, 24, 48, 51, 57, 67, 75, 84	1893, 1900, 01, 04, 23, 29, 31, 35, 40, 45, 51, 55, 62, 63, 65, 74, 82	1893, 99, 1901, 04, 11, 21, 34, 27, 28, 45, 46, 52, 37, 47, 49, 52, 58, 62, 65, 76, 83, 84	1894, 1902, 04, 22, 27, 28, 45, 46, 52, 58, 62, 65, 77
Общее число экстремально засушливых сезонов	11	17	17	13

Продолжение

	США IV—VI	США VI—VIII	США и Канада IV—VII	Индия VI—VIII	Мексика VII—IX
Экстремально влажные годы $-10 \leq \Sigma \leq -6$	1892, 1908, 44, 45, 57, 83	1891, 1908, 15, 45, 51	1892, 1902, 09, 27, 29, 43, 45, 47, 61, 74, 80, 83	1909, 67, 56, 78	1906, 16, 19, 32, 36, 74, 75, 78
Общее число экстремально влажных сезонов	6	5	12	4	8
Экстремально засушливые годы $+6 \leq \Sigma \leq +10$	1910, 31, 34, 36, 37	1931, 33, 34, 35, 36, 37, 70	1895, 98, 1911, 13, 41, 55, 64, 65, 71	1905, 28, 41	1891, 92, 1930, 40, 56, 62, 64, 77
Общее число экстремально засушливых сезонов		7	9	3	8

Из общего числа засушливых условий несколько больше половины случаев (80 из 152) характеризуются как сильные и жестокие засухи. Из 169 случаев переувлажненных условий 90 характеризуются как экстремальные условия переувлажнения.

В период потепления климата уменьшалась и достигала минимальной величины повторяемость экстремальных условий переувлажнения. И наоборот, число крупных засух в период потепления климата 30—40-х гг. было почти в 2 раза выше средней величины. Особенно много засух в 30-е гг. было на территории США. Последний период

(70-е — начало 80-х гг.) вновь характеризуется относительным повышением повторяемости экстремальных явлений.

Таким образом, приведенный анализ в значительной мере подтверждает рассмотренные выше по данным других источников закономерности изменения экстремальности современного климата.

Характеризуя экстремальность современного климата, нельзя не упомянуть о засухах в Сахеле. Сахельские засухи наблюдались и раньше. Так, известен случай сильной засухи в 1913 г. Известны засухи 1941—1942, 1948—1949 гг., более слабые засухи в 1927, 1934 и 1935 гг. Тем не менее в период 1929—1967 гг. отмечалась сравнительно небольшая изменчивость осадков в этом районе, а повторяемость засух соответственно была также небольшой. Однако начиная с середины 60-х гг. отмечено и постоянное уменьшение количества осадков в этой зоне. Если в период 1897—1967 гг. среднее количество осадков было 640 мм/г, в период 1929—1967 гг. — 649 мм/г, то в 1968—1973 гг. оно составило уже 515 мм/г, в 1972—1977 гг. — 523 мм/г. Практически все эти годы в Сахеле следуют одна за другой жестокие засухи. Губительные последствия этих засух охватили обширный район и очень болезненно сказались на экономике ряда африканских стран, так как период засух наступил после 40-летнего периода оптимального увлажнения.

Остановимся теперь коротко на особенностях циркуляционных условий в атмосфере, главным образом формирующих климатические экстремумы. Результаты исследований показывают, что существует однозначная связь между повторяемостью климатических экстремумов и определенных форм атмосферной циркуляции.

Так, установлено, что в среднем за три зимних месяца в Западной Европе и на европейской территории нашей страны крупные отрицательные аномалии температур в 47 и 46% случаев формировались в результате преобладания процессов меридиональной формы циркуляции. В Азии более чем в 60% случаев устойчивые холода являются результатом развития восточной формы циркуляции. Если в Западной Европе основная роль в формировании значительных аномалий принадлежит процессам меридиональной формы циркуляции, то на европейской части СССР вероятность возникновения холодов практически одинакова при обоих типах циркуляции.

Только на Дальнем Востоке холода в январе формировались при преобладании зональной циркуляции. Над европейской частью нашей страны в это время развивалась восточная форма циркуляции. Более детальный анализ показывает, что на Дальнем Востоке термический режим января определяется циркуляцией над Атлантикой и Европой, а в декабре и феврале — циркуляцией над Тихим океаном и Америкой.

На Американском континенте устойчивая погода в 92—96% случаев определяется преобладанием разновидностей меридионального типа циркуляции.

С циркуляционными процессами связано развитие засух и увлажнений. Для засух европейской части страны характерно развитие определенных форм меридиональной циркуляции. При этом районы Западной и Восточной Сибири, Восточного Казахстана и Алтайского края характеризуются недостаточным увлажнением.

В Восточном Казахстане засухи возникают, как правило, при развитии над Евразией как меридиональных, так и зональных процессов. В этом последнем случае сухой воздух выносится по северной периферии стационарного циклона над Индией с востока, из жарких и сухих районов пустыни Гоби.

Для периодов достаточного увлажнения восточных районов Казахстана характерным также является развитие определенной формы меридиональной циркуляции.

Формирование засух в Индии связано с динамикой Индийского муссона, т. е. с мощным циркуляционным механизмом, характерным для данного региона.

Таким образом, формирование как теплых и холодных эпох, так и экстремально холодных и теплых, экстремально влажных и экстремально сухих периодов однозначно связано с особенностями нарушения зональной циркуляции атмосферы и их конкретными региональными проявлениями. Такая закономерность четко прослеживается на протяжении последнего столетия и достаточно убедительно подтверждается экспериментальными данными. Имеются и исторические подтверждения этих закономерностей. Это позволяет считать циркуляционные процессы решающими при формировании климатических аномалий.

ЕСТЕСТВЕННЫЕ ПРИЧИНЫ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ФОРМИРОВАНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ЭКСТРЕМУМОВ

Изменения и флюктуации климата, как мы отмечали, существенно влияли и влияют на хозяйственную деятельность человека, условия его проживания и непосредственно на здоровье людей. Однако на фоне общих климатических воздействий особенно ощутимо выделяется роль климатических экстремумов, которые с меньшей или большей вероятностью повторялись в периоды как в общем благоприятного, так и неблагоприятного климата. Именно с климатическими экстремумами, как показывают исторические хроники и события последних лет (например, январь зимы 1986/87 г.), связаны наиболее неблагоприятные последствия для человека.

Мы приводили характеристики того ущерба, который приносили некоторые климатические экстремумы в прошлом. Однако и теперь, в эпоху, казалось бы, возросшей независимости человека от стихий природы, климатические экстремумы наносят урон, пропорциональный возросшим масштабам хозяйственной деятельности.

Проиллюстрируем сказанное на примере, связанном с одним из наиболее ярких климатических экстремумов и его последствиями — явлением Эль-Ниньо.

Это явление вызвано сложным взаимодействием тропических пассатных ветров и океанических течений в слое перемещения вдоль экватора в Тихом океане. В целом этот процесс имеет вид некоторого колебательного перемещения из одной части экваториальной зоны Тихого океана в другую, как в атмосфере, так и в океане (своеобразные «качели»), с характерным временным масштабом около пяти лет.

Суммарный эффект Эль-Ниньо заключается в формировании аномально теплых вод (с температурой выше нормальной на 4—5°C) в центральной и восточной частях Тихого океана. Одновременно у западного перуанского побережья Южной Америки обычно поднимаются компенсирующие глубинные холодные воды, бедные питательными веществами. В результате сокращается рыбный промысел, что приносит громадный экономический ущерб странам данного региона. Так, после Эль-Ниньо 1982/83 г. в районе Эквадора исчезли сардины, анчоусы, сократился промысел ставриды, камбалы и др.

В последние годы выяснилось, что с явлением Эль-Ниньо связано нарушение глобальных процессов в климатической системе и формирование крупных климатических аномалий. Экономические и социальные последствия этих аномалий оказались гораздо более ощутимыми, чем потери от сокращения рыбного промысла.

Так, в результате огромного перераспределения масс атмосферы и

океана, большого испарения влаги основной экваториальный дождевой пояс сместился к востоку от центральной и восточной частей Тихого океана. Одним из последствий Эль-Ниньо 1982/83 г. было выпадение интенсивных осадков около 2000 мм, сопровождавшихся разрушительными наводнениями в юго-западной части Эквадора, северо-восточной части Перу и ряде других районов.

В то же время на Филиппинах, в Индонезии, в Австралии, в западной части Тихого океана, в Калифорнии, а также в некоторых районах Африки, Индии, Шри-Ланки наблюдались жесточайшие засухи. Последствия Эль-Ниньо сказались и на формировании интенсивного юго-западного переноса над Европой и европейской частью СССР зимой 1983/84 г. В результате зима 1983/84 г. над этими регионами была аномально теплой.

Уменьшение в некоторых районах устойчивости атмосферы и повышение температуры поверхности центральной и восточной частей Тихого океана после Эль-Ниньо 1982/83 г. привели к изменению траектории тайфунов. В результате французская Полинезия, которая избегала ужасов тихоокеанских тайфунов за предыдущие 75 лет, в течение пяти месяцев периода 1982/83 г. шесть раз подвергалась воздействию тайфунов, а Гавайские острова — дважды, причем один раз с юго-западного направления — явление редкое, которое последний раз наблюдалось во время Эль-Ниньо в 1957 г.

В связи с тем что мы живем в период начавшегося непреднамеренного воздействия результатов хозяйственной деятельности человека на погоду и климат и на частоту формирования крупных климатических аномалий, крайне важно знать не только историческую хронику этих явлений, но и механизмы естественного и антропогенного происхождения, которые вызывали изменения климата и появление климатических экстремумов.

В связи с тем что в рассматриваемый исторический период изменения климата в основном определялись естественными процессами, мы ограничимся здесь анализом естественных факторов изменения климата.

В настоящее время теория климата, несмотря на ее бурное развитие, не достигла такого состояния, чтобы однозначно объяснить причины формирования длительных тенденций изменения климата в сторону потепления или похолодания, сухости или увлажнения. Еще более трудным является предвидение на базе количественных теорий будущих изменений климата и предвычисление климатических экстремумов.

Более ясны, однако (но только на качественном уровне), условия формирования климатических аномалий. Все они или их подавляющее большинство — следствие резкого изменения циркуляционных процессов под действием как внешних, так и внутренних факторов.

Если рассматривать климатическую систему в целом, то внешними климатообразующими факторами считаются, например, солнечное излучение и его вариации в различных участках спектра, изменения параметров земной орбиты под влиянием гравитационного взаимодействия планет Солнечной системы и др.

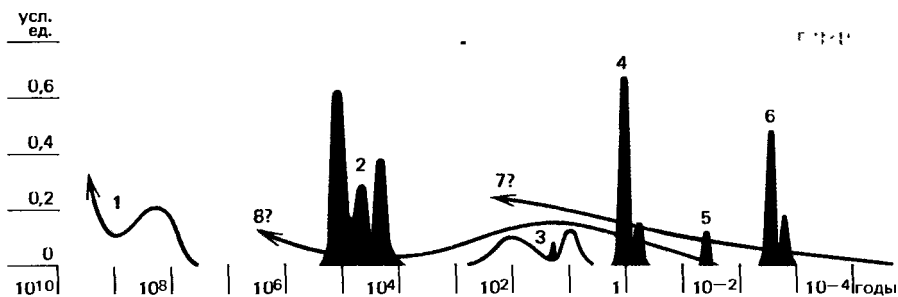


Рис. 20. Вклад различных климатообразующих факторов (установленных и предположительных) в колебания климата различных временных масштабов. По оси абсцисс в логарифмической шкале отложен период (годы), по оси ординат — относительный вклад в спектр колебаний (условные единицы).

- 1 — эволюция Земли и Солнца, тектонические циклы (?), прохождение через галактические пылевые облака (?),
- 2 — изменение параметров земной орбиты,
- 3 — солнечная активность (?), лунные приливы (?),
- 4 — годовой солнечный цикл,
- 5 — лунные приливы, вращение Солнца (?),
- 6 — суточный солнечный цикл,
- 7 — антропогенные факторы (?),
- 8 — вулканические извержения (?)

Они являются внешними по отношению ко всем компонентам климатической системы. Для более короткопериодных изменений климата такой твердой границы между внешними и внутренними факторами нет. Так, отдельные компоненты климатической системы, как правило, более инерционные, могут рассматриваться как внешние не для всей системы, а для отдельных ее компонентов, как правило, менее инерционных. Например, для столетий континентальные льды Антарктиды или Гренландии (основная часть криосферы) могут рассматриваться как внешний климатообразующий фактор по отношению к малоинерционной компоненте системы — атмосфере.

Для энергетической оценки возможных источников климатических изменений используют уравнение баланса термодинамической энергии, из которого следует, что средняя температура атмосферы планеты определяется величиной приходящей солнечной радиации (S_0), отражательной способностью Земли, определяемой альбедо (A), уходящим длинноволновым излучением ($E_{эф}$), турбулентным притоком тепла от подстилающей поверхности ($E_{турб}$).

Часть энергии (G) идет на генерацию кинетической энергии атмосферным движением. Кроме того, энергия циркуляции ($E_{цирк}$) приводит к перераспределению тепловой энергии за счет циркуляционных процессов.

На рис. 20 приведен спектр возможности колебаний климата в условных единицах и внешние причины, которые в какой-то мере объясняют эти колебания (398).

На действие внешних по отношению к климатической системе климатообразующих факторов накладываются внутренние компоненты

климатической системы. Это исключительно сложное сочетание влияния внешних климатообразующих факторов и внутреннего взаимодействия различных компонентов климатической системы и формирует многообразие климатических условий (изменений и изменчивости климата). В будущем картина может только усложниться, так как на естественный процесс все больше будет накладываться влияние антропогенных факторов.

Естественные механизмы, влияющие на климат, условно можно разбить на три группы:

1) астрономические факторы, обусловленные процессами, происходящими на Солнце и в Солнечной системе в целом, а также изменениями геометрии земной орбиты;

2) геофизические факторы, связанные со свойствами Земли как планеты;

3) циркуляционные факторы, связанные с процессами внутри самой атмосферы при взаимодействии с другими компонентами климатической системы, и прежде всего с циркуляцией атмосферы (и в меньшей мере — с циркуляцией в океане). На циркуляционные факторы в значительной мере влияют как астрономические, так и геофизические факторы изменения климата.

АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Астрономические факторы изменения климата, безусловно, решающие среди физических механизмов, ответственных за формирование климата.

В первую очередь это величина (S_0), характеризующая инсоляцию, приходящую на верхнюю границу атмосферы. Помимо широтных и сезонных различий она зависит от светимости самого Солнца — астрономической «солнечной постоянной» и изменений параметров земной орбиты.

Имеются косвенные данные, указывающие на то, что светимость Солнца несколько миллиардов лет назад была примерно на 30% ниже современной (408, 436). Эти длительные изменения, по-видимому, еще продолжаются, но они слишком малы для масштабов времени в сотни и тысячи лет.

Однако вопрос о нестабильности солнечного излучения, имеющий давнюю историю, в настоящее время приобрел новое звучание в связи с возможностями спутниковых измерений.

Впервые солнечная активность начала фиксироваться по количеству солнечных пятен. Хотя в настоящее время имеется много характеристик солнечной активности, солнечные пятна имеют самый длительный ряд наблюдений.

По данным наблюдений за период 1826—1943 гг., Т. Швабе в 1943 г. впервые установил 10-летний цикл в поведении солнечных пятен, но само их существование было замечено значительно раньше. Так, в Китае было засвидетельствовано наличие больших солнечных пятен

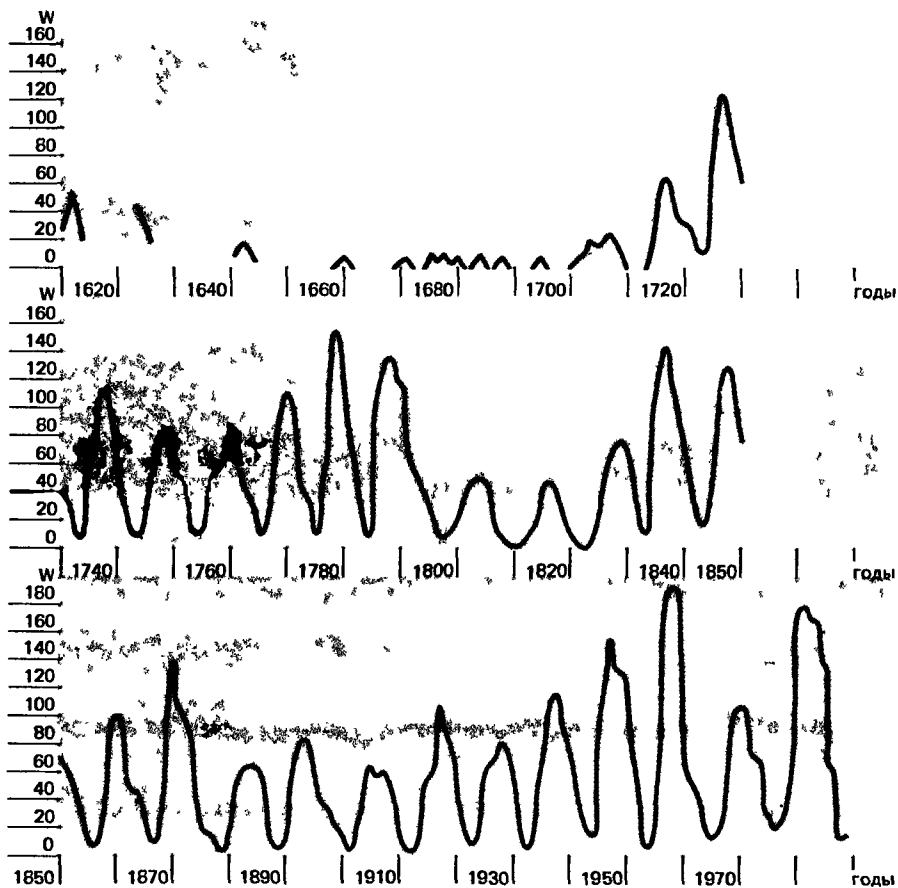


Рис 21 Характеристика циклов солнечной активности, выраженная в числах Вольфа

на Солнце, по крайней мере в XV столетии Г Галилей отметил период отсутствия солнечных пятен на Солнце в 1610 г

В XIX в Р Вольф ввел некоторый комбинированный индекс солнечных пятен, получивший название чисел Вольфа Он построил временной ход этих чисел с 1700 по 1847 г С 1848 г по настоящее время этот ряд пополняется

Используя исторические записи и радиоуглеродный анализ срезов деревьев, числа Вольфа были восстановлены примерно за последнюю тысячу лет Оказалось, что в годы минимума числа Вольфа варьируют между 0 и 10, а в годы максимума — от 50 до 100 и более В годы активных циклов, каким является, например, последний, 21-й цикл, его максимум фиксируется числами Вольфа порядка 180—190 (ежедневные вариации колеблются между 0 и 355 или даже больше)

В среднем длина цикла солнечных пятен оказалась равной 11 годам,

варьируя от 8,5 до 14 лет между соседними минимумами и от 7,3 до 17 лет между соседними максимумами В 1784—1797 и 1843—1856 гг длина цикла была 13 лет Солнечные циклы имеют нумерацию Так, период с минимума 1755 до минимума 1766 г был назван первым циклом, 20-й цикл был с 1964 по 1976 г Сейчас мы находимся в самом конце наиболее активного 21-го цикла

Из рис 21 хорошо видно, что кроме 11-летней цикличности существуют и более длительные периоды Так, группа 1-го, 2-го, 3-го и 4-го циклов сходна с группой 17-го, 18-го, 19-го, 20-го циклов, что дает 18-летнюю периодичность Группы 5-го, 6-го, 7-го и 12-го, 13-го, 14-го циклов также сходны, что дает 80-летний цикл солнечных пятен Их наличие выявляется и более строгими методами статистического анализа

Характерно, что аналогичные периодичности проявляются и в рядах некоторых климатических величин

Если принять во внимание магнитные характеристики солнечных пятен, то на основе этого признака объединяют циклы попарно, т е считается, что каждый нечетный цикл имеет положительную полярность, а каждый четный — отрицательную В сумме нечетная и четная пары циклов дают 22-летний цикл солнечной активности

В работах советских и зарубежных исследователей показано, что содержание радиоуглерода ^{14}C в кольцах деревьев является хорошим показателем солнечной активности, что позволяет восстановить солнечную активность за довольно длительный, порядка нескольких тысяч лет, период в истории Земли

На рис 22 приведены данные о циклах солнечной активности, выраженные в числе солнечных пятен (число Вольфа), примерно за последнюю тысячу лет, восстановленные по данным радиоуглеродного анализа (^{14}C), а также кривая солнечных циклов за период с 1700 г по данным непосредственных наблюдений за солнечными пятнами Здесь же отмечены теплые и холодные периоды, датируемые по индексу суровости зим в Париже, что весьма условно и приближенно характеризует климат соответствующих периодов

Тем не менее хорошо видно, что периоду климатического оптимума в X—XIII вв (1100—1250 гг) соответствовал максимум чисел Вольфа Малому ледниковому периоду, который наиболее ярко был выражен в 1450—1700 гг, соответствовал минимум чисел Вольфа

Те «записи» ^{14}C , которые содержатся в кольцах деревьев, отражают не только солнечную активность, но и изменения геомагнитного поля Земли, которые носят синусоидальный характер За счет этого эффекта некоторый максимум ^{14}C был зарегистрирован примерно 6 тыс лет назад с амплитудой изменений около 8%

В исторических хрониках очень хорошо фиксировалась повторяемость появления полярных (северных) сияний Этот процесс тесно связан с солнечной активностью Так, на рис 23А восстановлена скорость образования радиоуглерода в отклонениях (в процентах) от средней скорости образования радиоуглерода, составляющей за период 700—1450 гг около $1,7 - 1,8 \text{ атома/см}^2 \cdot \text{с}^{-1}$ Можно видеть, что в период малого климатического оптимума, за исключением XI в, сол-

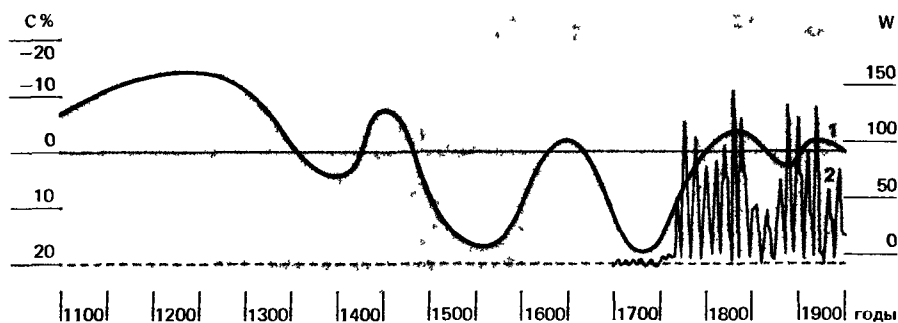


Рис 22 Характеристика солнечной активности (W), восстановленной по данным радиоуглеродного анализа за последнюю 1000 лет

1 — кривая восстановленных значений чисел Вольфа,
2 — числа Вольфа по данным наблюдений

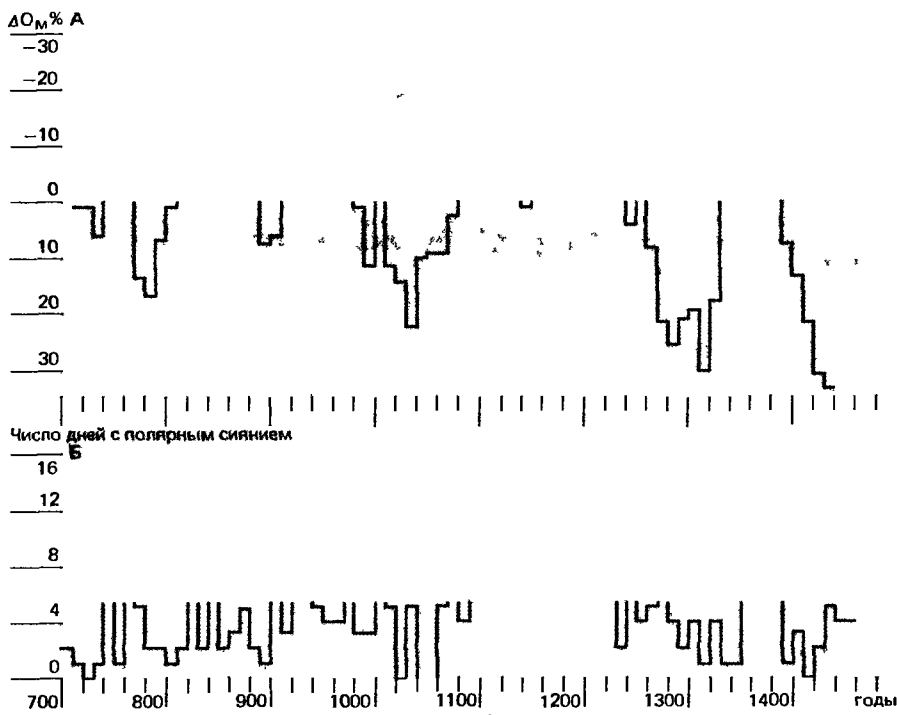


Рис 23 Сравнение скорости образования радиоуглерода (ΔQ , в % от средней скорости за 700—1450 гг.) (шкала перевернута) в кольцах деревьев (А) с повторяемостью полярных сияний (Б)

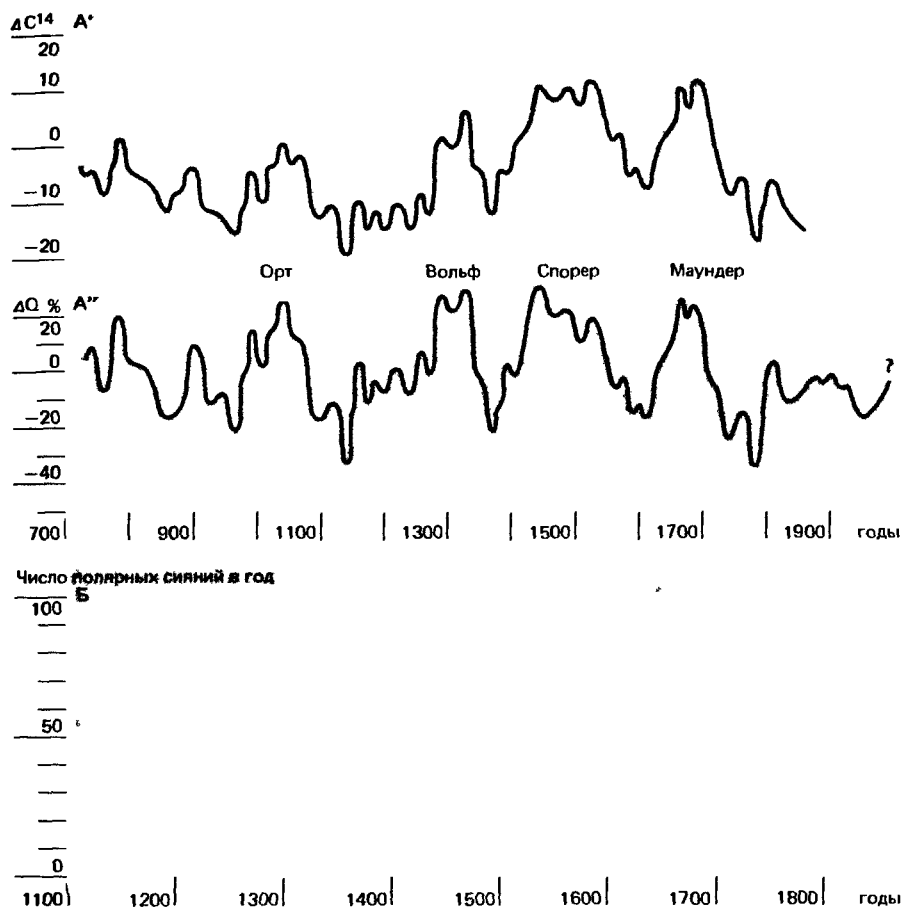


Рис 24 Характеристика солнечной активности по результатам радиоуглеродного анализа (А) и число зарегистрированных полярных сияний (в год) в Европе южнее полярного круга (Б)

A^I — содержание радиоуглерода в атмосфере в отклонениях от стандартных значений ($\Delta C^{14} \text{‰}$),

A^{II} — скорость образования радиоуглеродов (в % от средней скорости ΔQ)

нечная активность была повышена (минимум образования радиоуглерода). На рис. 23Б представлены данные о повторяемости северных сияний (число дней за десятилетие, когда были зафиксированы полярные сияния, в отклонениях от среднего). Минимуму изменения скорости образования радиоуглерода соответствует максимум солнечной активности и максимум полярных сияний. Как видно из рисунков, эти данные хорошо согласуются между собой. Любопытно, что в 1040 и 1060 гг. записи о полярных сияниях отсутствовали: в это время был минимум солнечной активности. В конце XI — начале XII в. (малый

климатический оптимум) наблюдался максимум солнечной активности.

На рис. 24 воспроизведены данные об изменении скорости образования радиоуглерода (ΔQ) и содержании радиоуглерода за период с 700 по 1950 г. и число зарегистрированных полярных сияний в Европе. Здесь, как и на предыдущем рисунке, максимуму скорости образования радиоуглерода соответствует максимум содержания радиоуглерода и как следствие — минимум солнечной активности (минимумы Орта, Вольфа, Спарера, Маундера).

Следует отметить, что периодам минимума солнечной активности соответствует минимум в частоте появления полярных сияний.

Большое значение для изучения связи солнечной активности с климатом имеют дендроклиматологические исследования. Мы видим, что стволы деревьев несут обширную информацию о солнечной активности. В то же время сам годовой прирост деревьев определяется климатическими параметрами (температурой, осадками, радиационным режимом). Это позволяет восстанавливать историю климата по дендроклиматологическим данным.

В последние годы установлена достаточно надежная связь содержания озона с солнечной активностью. Если в прежние годы такая связь оспаривалась сторонниками исключительно антропогенного воздействия на озон, то теперь природа дала, по-видимому, убедительное подтверждение эффекту связи содержания озона с солнечной активностью. Так, в период с 1979 по 1985 г. над Антарктидой в октябре каждого года (весна южного полушария) образовывалась озоновая дыра площадью порядка 1 млн км². При среднем суммарном содержании озона весной в 300—340 млн⁻¹ (частиц на миллион) в озоновой дыре суммарное содержание озона падало до 200—250 млн⁻¹ (рис. 25А). Этот процесс объясняется тем, что с последним, 21-м, наиболее активным циклом солнечной активности связано образование в зимней антарктической мезосфере окислов азота. Их повышенное содержание и пониженное — озона довольно надежно зарегистрированы с помощью метеорологических спутников Земли. Окислы, вступая в реакцию взаимодействия с озоном, разрушали его. Четырехэтапная схема этого механизма приведена на рис. 25Б.

Советскими учеными была показана связь солнечной активности с типами атмосферной циркуляции и другими характеристиками атмосферы. На этой основе созданы и используются в практической деятельности синоптико-статистические методы прогноза некоторых экстремальных явлений, таких, как засухи.

Таким образом, реальность солнечно-земных атмосферных связей в какой-то мере имеет экспериментальное подтверждение. Но эти связи не однозначны и, по всей вероятности, не могут быть однозначными, по крайней мере в силу того, что климатическая система сугубо нелинейная система и надежды найти очень простые линейные (корреляционные) связи, по-видимому, бесплодны. Кроме того, таких однозначных связей и не должно быть, поскольку на изменение климата влияют и другие факторы, о которых речь пойдет ниже.

По этой причине одной из основных проблем в солнечно-земной

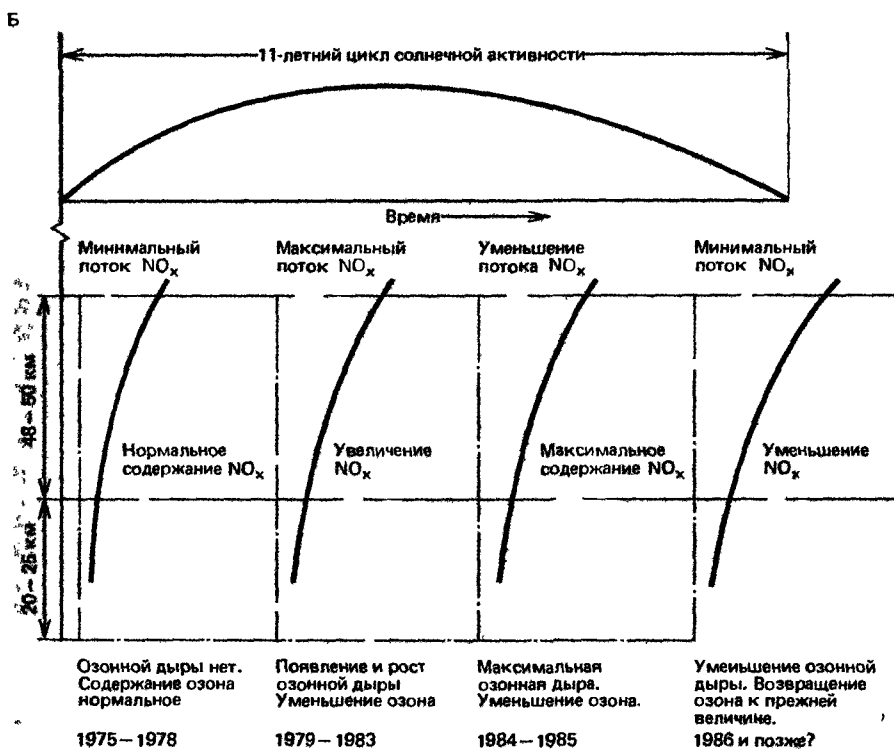
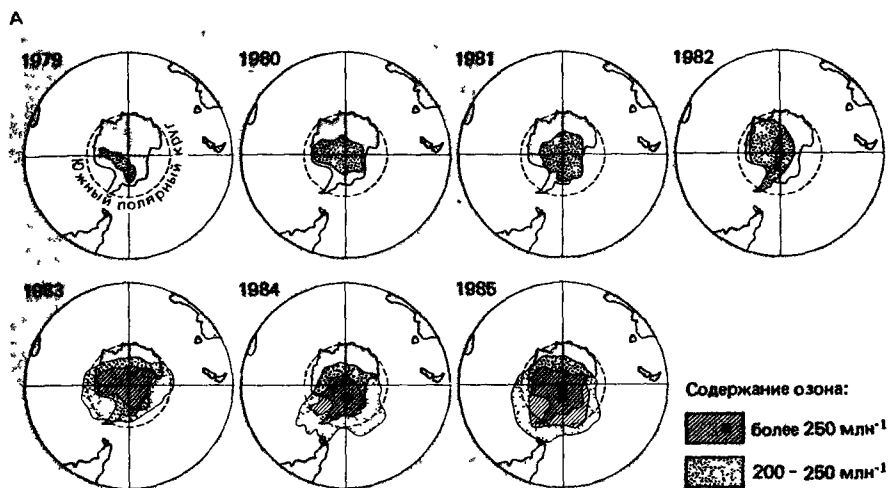


Рис. 25. Схема формирования озонной дыры в период 1979—1984 гг. (октябрь) по данным спутниковых измерений.

А — содержание озона в млн⁻¹,

Б — схема воздействия солнечной активности на образование окислов озона и сокращение озона в 21-м цикле солнечной активности

физике является поиск физических механизмов, позволяющих физически обосновать солнечно-земные связи. В последние годы в этом направлении было сделано немало.

Принципиальным для обоснования солнечно-земных связей является вопрос о постоянстве солнечного излучения. Речь идет о постоянстве величины, которая опрометчиво была названа солнечной постоянной (СП). (Ниже мы будем пользоваться этим термином без кавычек, понимая его условность.)

Можно говорить о постоянстве астрономической солнечной постоянной, т. е. о той энергии, которая характеризует светимость Солнца, и о постоянстве метеорологической солнечной постоянной, т. е. той энергии, которая реально доходит до границы стратосферы, ниже которой сосредоточена основная масса атмосферы. Кроме того, для понимания физических механизмов трансформации солнечного излучения в земной атмосфере крайне важное значение имеет спектральный состав солнечного излучения.

Измерения СП, представляющей собой абсолютное значение энергетической освещенности солнечным излучением на верхней границе атмосферы при среднем расстоянии от Земли до Солнца, были начаты еще в середине прошлого века.

До космических полетов эти измерения производились в горах или с помощью аэростатов. Такие измерения носили характер косвенных, так как на них сказывалось влияние атмосферы. Вследствие этого при измерениях СП, даже выполнявшихся в стратосфере, не удавалось достичь точности менее 1% (менее 14 Вт/м^2). По этой причине абсолютные измерения СП оказывались весьма различными. Так, в первых измерениях СП, выполненных в 1912—1914 гг. в России Н. Н. Калитиным, было получено значение СП 1325 Вт/м^2 , тогда как другой выдающийся русский ученый, В. Г. Фесенков, в 1931 г. получил величину СП 1343 Вт/м^2 . Более 60 лет, начиная с 1902 г., группа известных ученых Смитсонской астрофизической обсерватории США (С. Ланглей, Ч. Аббот, Л. Олбриг, Ф. Фоуль и др.) проводила измерения СП в горах. Средние значения СП, полученные ими, были $1346 \pm 14 \text{ Вт/м}^2$.

С 1961 по 1969 г. в СССР были произведены измерения СП на аэростатах на высотах 30 — 34 км. По этим оценкам СП оказалась еще больше и составила $1371 \pm 7 \text{ Вт/м}^2$.

В последние годы были произведены серии измерений СП на спутниках Земли. По данным измерений СП на советских спутниках, среднее значение СП за день составило $1365,8 \text{ Вт/м}^2$.

По среднегодовым значениям спутниковых измерений СП был получен и затем неоднократно подтвержден спад солнечного излучения со скоростью 0,08% за год. Этот тренд пока еще не получил надежного объяснения. Имеются, однако, указания, что в 80-х гг. он изменил знак на положительный.

На фоне этого тренда появляются колебания СП с периодами от нескольких дней и недель до нескольких лет. Эти колебания — уменьшение СП при появлении солнечных пятен и увеличение СП при появлении факелов на солнечном диске — позволили установить количественную зависимость между характеристиками солнечной активности

(солнечные пятна и активные области на Солнце) и солнечной постоянной.

Спутниковые измерения и восстановленные по их данным величины солнечной постоянной колеблются в диапазоне 0,2—0,4%. Эти значения солнечной постоянной могут объяснить изменение средней глобальной температуры не более 0,2—0,4°C, но не объясняют климатических трендов в несколько градусов, которые имели место в прошлом.

Более того, эти результаты поставили ряд новых вопросов. Так, в период малого климатического оптимума наблюдался максимум солнечной активности и солнечных пятен. Больше их было в период 30—40-х гг. В период малого ледникового периода отмечалась пониженная солнечная активность, минимум числа пятен (за исключением конца XVI — начала XVII в.). Другими словами, чаще всего теплым периодам соответствовали периоды максимума солнечных пятен и соответственно периоды максимума СП, и наоборот: в период малого ледникового периода, т. е. в холодные периоды, интегральная СП была выше, так как количество солнечных пятен было меньше.

Таким образом, изменения интегральной СП хотя и имеют место, но по величине этот эффект недостаточен для объяснения колебаний климата, а качественно этот эффект не совпадает по знаку с наиболее значительными колебаниями климата.

Последние измерения со спутников в периоды минимума и максимума солнечной активности показали, что колебания ультрафиолетового солнечного излучения происходят весьма интенсивно, особенно при минимуме солнечных пятен, т. е. при максимальной светимости Солнца (407, 408).

Известны и другие механизмы влияния солнечной активности на климат. Так, протонные вспышки на Солнце порождают корпускулярные потоки, которые проникают в верхнюю атмосферу, в зону геомагнитных полюсов. Эти частицы помимо ионизации верхних слоев атмосферы поглощаются ею. В результате происходит дополнительное нагревание верхней атмосферы и ее «выпучивание» в зоне полярных шапок, сопровождаемые оттоком массы. Это, по мнению ряда ученых, может приводить к углублению исландского минимума и усилению интенсивности западно-восточного переноса. Подобный же эффект производят космические лучи галактического происхождения.

В последние годы было установлено, что высокоэнергичные солнечные корпускулярные потоки могут проникать до уровня 300 мб поверхности, образуя при этом ионы, который становятся ядрами кристаллизации. На этих ядрах сублимируется водяной пар из окружающего воздуха и появляются облака перистых форм.

Подобный механизм был промоделирован А. А. Дмитриевым в специальных камерах Вильсона, в которых близкий к насыщению воздух облучался ультрафиолетовым светом. При этом в камере образовывался туман.

Обработав большое количество данных наблюдений за перистой облачностью, А. А. Дмитриев и др. показали, что в период с солнечной активностью действительно увеличивается количество перистых

облаков. Всплеск рентгеновского излучения Солнца вызывает увеличение перистой облачности в обоих полушариях на 0,25—0,5 балла. Это может привести к появлению перистой облачности, уменьшению радиационного баланса на 1—2%. После сильных вспышек рентгеновских лучей облачность, по данным А. А. Дмитриева, возрастает на 2—3 балла. Перистая облачность, как показали исследования, приводит к увеличению отражательной способности системы «Земля — атмосфера» и понижению вследствие этого температуры слоев атмосферы, расположенных выше уровня облаков. Перистые облака задерживают уходящее длинноволновое излучение и тем самым вызывают повышение температуры практически всей тропосферы.

Существуют и другие физические механизмы влияния солнечной активности на погоду, на атмосферное электричество и процессы в околоземном космическом пространстве, на здоровье человека и др. Однако большинство из них изучено еще недостаточно и, по-видимому, связано с некоторыми специфическими процессами (например, оптические эффекты), имеющими косвенное отношение к формированию крупных климатических экстремумов.

При оценке влияния активности на погоду и климат нужно иметь в виду, что солнечная активность, определяемая по числу солнечных пятен, — далеко не полная характеристика активности Солнца.

Солнечно-обусловленные механизмы могут объяснить колебания климата при изменениях температуры в 1—3°C, но не более. С их помощью, однако, нельзя объяснить чередование ледниковых эпох, поскольку для таких изменений климата вариаций солнечной радиации в 1—2% явно недостаточно. Тем не менее эти колебания достаточно хорошо могут быть объяснены на основе другой солнечно-обусловленной теории палеоклимата, связанной с учетом изменения параметров земной орбиты под влиянием гравитационного взаимодействия планет Солнечной системы.

Согласно астрономической теории палеоклиматов, долгопериодные колебания геометрии орбиты Земли являются основной причиной последовательной смены ледниковых периодов. Расчеты движения Земли с учетом возмущений, создаваемых действием сил притяжения других планет, производились еще в XVIII столетии Ж. К. Лагранжем, а затем уточнялись другими учеными.

Первое практическое воплощение этих идей для обоснования климатических изменений связано с работами югославского геофизика Миланковича в 1930—1938 гг. И хотя в период жизни Миланковича эта работа не получила достаточного признания, сейчас его теория стала одной из самых популярных при объяснении палеоклиматов.

Основными параметрами орбиты Земли являются эксцентриситет земной орбиты, угол наклона плоскости земного экватора к плоскости орбиты и прецессия орбиты. После Миланковича расчеты параметров земной орбиты производились разными авторами. Так, Берже указывает, что точный прогноз колебаний в настоящее время возможен за последние $5 \cdot 10^6$ лет. Советскими астрономами Ш. Г. Шараф и Н. Э. Будниковой детально рассчитаны параметры земной орбиты на $30 \cdot 10^6$ лет в прошлое и на $1 \cdot 10^6$ лет в будущее (386).

При этом оказалось, что угол наклона земной оси к эклиптике, составляющий в настоящее время $23^{\circ}5'$, медленно меняется между 22 и 25° с устойчивым циклом в 41 тыс. лет, вызывая аналогичное циклическое колебание степени контраста между сезонами. На этот контраст также влияет прецессия, в спектре которой доминируют компоненты с периодом 23 тыс. и 19 тыс. лет (в среднем 21 тыс. лет).

Эксцентриситет, характеризующий эллиптичность орбиты в виде разности большой и малой полуосей или их отношения, колеблется в пределах $0,0007$ — $0,0658$. В настоящее время он составляет $0,017$. Наиболее существенным периодом его последовательного изменения является период в 413 тыс. лет, который непосредственно следует за периодами от 95 тыс. до 136 тыс. лет. Это создает представление о пике, на который часто ссылаются как на стотысячелетний цикл эксцентриситета. Цикл меняет общее количество солнечного излучения, попадающего на Землю, максимально на $0,2\%$, но главным образом он меняет степень влияния прецессии на инсоляцию.

Все эти астрономические пертурбации могут вызывать повышение величины приходящей радиации во время летнего солнцестояния почти на 13% . Такие колебания весьма существенны для климата Земли.

Если предположить, что эллиптичность, характеризуемая эксцентриситетом, — единственный климатообразующий фактор, то полушарие, находящееся в перигелии зимой (как сейчас северное полушарие), должно иметь более длинные и прохладные летние сезоны. В противоположном полушарии — в апогее зимой — более короткие теплые летние сезоны и более продолжительные холодные зимы. Сезонные контрасты должны быть увеличены в период максимальной эллиптичности орбиты, как примерно 20 тыс. лет назад, когда наблюдался один из наибольших максимумов этого параметра. Период таких изменений, как мы уже отметили, в среднем составляет около 100 тыс. лет. В настоящее время мы медленно приближаемся к периоду наименьшей эллиптичности, когда сезонные контрасты должны уменьшаться.

Временной ход эксцентриситета за последние 500 тыс. лет приведен на рис. 26. Анализ этого фактора указывает на приближение к новой ледниковой эпохе.

В период максимальных углов наклона ледники должны отступить, а интенсивность циркуляции атмосферы — увеличиться; при уменьшении угла наклона — наоборот. В ближайшем будущем (ближайшие 8—10 тыс. лет) следует ожидать уменьшения угла наклона, что приведет к наступанию ледников, уменьшению контрастов между сезонами и ослаблению интенсивности циркуляции атмосферы.

Третий параметр, который влияет на величину приходящей солнечной радиации и климат, — прецессия орбиты. Эффект влияния данного фактора с периодом порядка 21 тыс. лет проявляется в одной фазе в северном и южном полушариях и не зависит от широты. В настоящее время Земля и Солнце ближе всего друг к другу находятся в январе (лето южного полушария). Но 10 тыс. лет назад это происходило в июле. Следовательно, еще через 10—11 тыс. лет картина станет обратной: летом южного полушария Земля будет дальше от Солнца, а летом

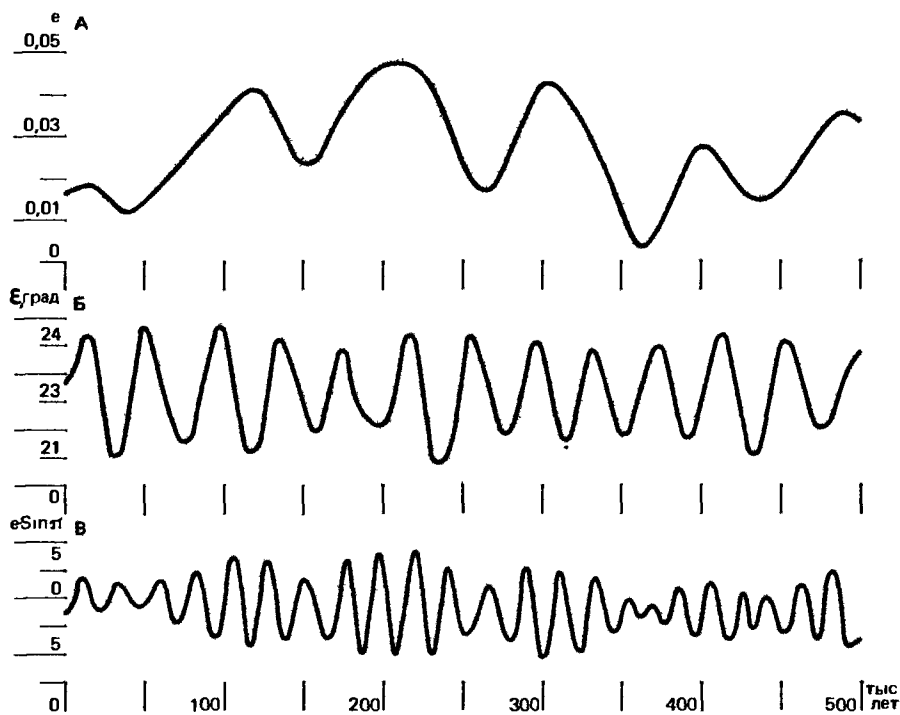


Рис. 26. Изменение геометрии земной орбиты за последние 500 тыс. лет.

- А — изменение эксцентриситета (e),
- Б — изменение угла наклона (ϵ),
- В — изменение прецессии ($\gamma = e \sin \pi$)

северного — ближе. В результате лето южного полушария и зима северного полушария станут еще холоднее, а зима южного полушария и лето северного — несколько теплее.

Временной ход суммарной инсоляции был вычислен Бреккером и Ван Докком в 1970 г. для трех широтных кругов (45, 55 и 65° с. ш.) за последние 500 тыс. лет с учетом всех трех параметров. Сопоставление временного хода инсоляции с периодами оледенений позволяет заключить, что чередование ледниковых-межледниковых эпох хорошо согласуется с периодами колебания параметров земной орбиты. При учете всех трех факторов амплитуды изменения инсоляции в среднем составили около 5% относительно средних летних значений, а на некоторых широтах существенно больше. Для климата это весьма существенно, поскольку такие изменения равноценны изменению солнечной постоянной примерно на 5% и более. Изменение инсоляции такой величины вполне могут объяснить колебания климата в течение последних 500 тыс. — 1 млн лет.

Одновременно с исследованиями по поиску механизмов солнечно-атмосферных связей были представлены убедительные доказательства

того, что примерно $60 \pm 10\%$ климатической изменчивости в диапазоне от 10 тыс. до 100 тыс. лет за последний миллион лет связано с орбитальными колебаниями, влияющими на приходящую инсоляцию. Так, были восстановлены ландшафты, температура поверхности воды, орografia за последние 450 тыс. лет и более подробно — за последний ледниковый период плейстоцена. Методом спектрального анализа проб были установлены три периодичности колебания климата.

Первый период, равный 100 тыс. годам, связан практически с таким же средним периодом колебания эксцентриситета земной орбиты. Второй период, приблизительно в 40—43 тыс. лет, согласуется с периодическими изменениями угла наклона плоскости экватора к плоскости орбиты Земли. Третий период, порядка 19—23 тыс. лет, связан с прецессией земной орбиты.

На Международном симпозиуме «Миланкович и климат» было убедительно продемонстрировано, что климатические модели с ледовым покровом, учитывающие меняющуюся инсоляцию за счет орбитальных параметров, усиливают сотысячелетний цикл в образовании льда.

Такие модели дают реалистичную картину образования ледового панциря главным образом над северной частью Канады и Скандинавии.

Все эти механизмы, либо усиливающие образование ледового покрова, либо способствующие его таянию в результате изменения орбитальных параметров, можно сейчас считать достаточно надежно доказанными.

Имеются численные эксперименты с моделями ледяных щитов, в которых вместо изменения орбитальных параметров существенно меняется солнечная постоянная до 20% и более.

На основе одной из таких моделей М. Я. Вербицким и Д. В. Чаликовым показано, что для современного покрова материков и океанов режим безледниковой Земли может быть достигнут устойчивым увеличением солнечной постоянной на 20% и более.

При уменьшении солнечной постоянной на 20% материковые и морские льды распространяются к экватору, но даже при таких изменениях они не достигают его, что, по-видимому, опровергает представление о возможности существования «белой земли».

Однако ни в прошлом, ни в будущем такого изменения инсоляции, по всей вероятности, не происходило и не произойдет. Некоторый аналог может быть достигнут в случае «ядерной зимы».

Детальные расчеты вариаций приходящей на верхнюю границу радиации за счет изменения орбитальных параметров за последние 100 тыс. лет и на 100 тыс. лет вперед с использованием данных о геометрии орбиты Земли показывают, что 6—8 тыс. лет назад Земля действительно находилась в максимально благоприятных условиях с точки зрения поступления солнечной радиации. Сейчас мы находимся в стадии естественного похолодания климата, ближайший максимум которого для высоких широт и умеренной зоны наступит примерно через 10 тыс. лет. В низких широтах северного полушария летом будет наблюдаться тенденция к некоторому увеличению инсоляции, что должно

способствовать одновременному увеличению межширотных контрастов температуры и усилению зональной циркуляции.

Советскими учеными были выполнены расчеты по совместному учету влияния изменений инсоляции за счет изменений солнечной постоянной и орбитальных параметров для последних нескольких сот лет по ежегодным данным (386). Оценки изменений инсоляций только за счет орбитальных параметров указывают, что максимальные колебания инсоляции в этом случае не превышают нескольких десятых долей процента.

Одновременный учет орбитальных параметров и изменений солнечной постоянной дает максимальную величину этого вклада не более 0,4%.

Таким образом, из возможных солнечно-обусловленных механизмов для объяснения длительных и весьма существенных колебаний климата наиболее предпочтительной является теория Миланковича и ее модификации. Для объяснения короткопериодных изменений климата наиболее предпочтительными являются механизмы влияния неоднородности солнечного излучения в коротковолновом участке спектра, его воздействие на фотохимические процессы в верхней атмосфере и изменение метеорологической солнечной постоянной. Возможны и некоторые другие механизмы, которые требуют более детальной проверки и обоснования.

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

К геофизическим факторам климата следует отнести форму, размеры и массу планеты, ее строение и внутренние процессы в недрах, свойства поверхности, скорость вращения, гравитационное и магнитное поля, тектоническую и вулканическую деятельность, внутренние источники тепла, состав атмосферы в процессе ее эволюции.

Мы привыкли считать, что Земля имеет форму сплюснутого у полюсов шара — эллипсоида вращения. Однако более удобно представить фигуру Земли в виде геоида. Под поверхностью геоида понимается поверхность, которая совпадает с невозмущенной поверхностью воды в океане при условии, что вся поверхность состояла бы из океана. Геоид — это следующее приближение после земного эллипсоида к истинной фигуре Земли. Как эллипсоид, так и геоид расходятся с истинной фигурой Земли на десятки (до 100) метров.

Но и геоид дает не совсем полное представление о форме Земли. Как отмечает В. Е. Хаин (374), в результате последних лазерных измерений высоты уровня океана с искусственных спутников Земли оказалось, что уровень океана, который ближе всего должен соответствовать поверхности геоида, на самом деле имеет волнистую структуру и что она в значительной мере повторяет неровности ложа океана.

По последним данным, Земля представляет собой нечто вроде перевернутой широкой стороной вниз груши, что дает серьезное расхождение между истинной фигурой Земли и тем или иным эталоном, которым мы пользуемся для ее описания.

Указанные особенности имеют по крайней мере два следствия. Первое связано с некоторой условностью описания происходящих процессов в системе уравнений гидротермодинамики в общепринятой сферической системе координат. Второе, более существенное связано с тем, что этот эффект и другие неоднородности внутреннего строения Земли создают дополнительные аномалии силы тяжести, которые до сих пор, как правило, не учитываются в динамических моделях.

Масса — главная характеристика планеты. Массой и размерами, распределением массы внутри планеты прежде всего определяется гравитационное поле. Оно характеризует способность климата удерживать газовую оболочку и в некоторой мере влиять на газовый состав атмосферы. Чем больше масса планеты, тем легче ей сдерживать газовую оболочку, и наоборот. Так, например, Луна и Земля находятся примерно на одинаковом расстоянии от Солнца, но на Луне нет атмосферы, а на Земле она есть.

На гравитационное поле также воздействует угловая скорость вращения Земли, которая создает центробежные силы, уменьшающие силу притяжения и зависящие от расстояния между поверхностью Земли и осью вращения. В результате центробежная сила на экваторе больше, а ускорение силы тяжести меньше, чем на полюсе (соответственно 9,78 и 9,83 м/с²).

Однако неоднородность силы тяжести в различных районах земного шара связана также с внутренним строением Земли и в меньшей мере (для коротких временных интервалов) с гравитационным воздействием планет и Луны.

Роль гравитационных аномалий для метеорологии изучена недостаточно. В то же время наиболее катастрофические тропические циклоны возникают, как правило, как раз в зонах гравитационных аномалий. По-видимому, при определенных сочетаниях атмосферных условий именно гравитационные аномалии могут способствовать формированию в зоне их действия и таких опасных явлений, как смерчи, шквалы и т. п.

Угловая скорость вращения Земли оказывает решающее влияние на циркуляцию атмосферы и океана, отклоняя воздушные и океанические течения вправо от линии градиента давления в северном и влево — в южном полушарии. Этим эффектом в основном и определяются зональность климата, скорость распространения длинных и ультрадлинных волн, формирование струйных течений с инерционно-сдвиговыми волнами, пассатная циркуляция, циркуляция Мирового океана и др.

Рост скорости вращения Земли должен увеличивать зональность климата, т. е. контрасты между высокими и низкими широтами. Однако при этом должна учитываться и роль меридиональных процессов, приводящих к выравниванию межширотных контрастов.

Расчеты показывают, что в далеком прошлом скорость вращения Земли была больше, а зональность климата выражена более ярко, чем теперь.

Экспериментально обнаруженная тенденция к уменьшению скорости вращения Земли соответствует изменению периода вращения

нашей планеты на 1 с примерно за 10—50 тыс. лет. При такой тенденции период вращения Земли может стать равным месяцу вместо суток через 4,9 млрд лет. Это может создать такие климатические условия на Земле, при которых практически невозможно будет существование жизни в современных ее формах. Однако указанная тенденция осуществляется слишком медленно, чтобы ее принимать в расчет при оценке изменений климата последнего и будущего тысячелетий.

Одним из решающих факторов формирования климатических аномалий являются свойства подстилающей поверхности планеты, в особенности наличие материков и океанов, обладающих различными тепловыми свойствами.

Рассмотрим некоторые данные об изоаномалах (отклонениях среднемесячной температуры данной точки от соответствующей среднемесячной температуры, осредненной вдоль данной широты). Так, в январе в районе Северной Атлантики проходит изоаномала $+24^{\circ}$, в районе Верхоянска на той же широте -20°C . Над Тихим океаном проходит изоаномала $+12^{\circ}$, а на той же широте над Северной Америкой -14°C . Контрасты на одной и той же широте достигают 44 и 26° .

Такие контрасты определяют существенно различный климат морских акваторий и континентов, пограничных зон. Они накладывают отпечаток на общую циркуляцию атмосферы.

Внутреннее и геотермальное тепло Земли является следствием того, что температура в земной толще возрастает на глубине со средней скоростью примерно $30^{\circ}\text{C}/\text{км}$.

В недрах Земли теплообмен за счет возникающих контрастов осуществляется на молекулярном уровне при среднем коэффициенте теплопроводности $0,005 \text{ кал}/\text{см}^2$. В результате от Земли в атмосферу и океан поступает поток тепла, который составляет около $10^{-4} \text{ кал}/\text{мин}$, или $6 \cdot 10^{-2} \text{ Вт}/\text{м}^2$.

В то же время турбулентные потоки тепла над океаном в атмосферу на 3—3,5 порядка больше. Даже над ледяной поверхностью потоки тепла в атмосферу в несколько раз больше этой величины. Если же сопоставить эти потоки с горизонтальными потоками тепла в системе атмосферной и океанической циркуляции, достигающие соответственно 70—100 и $5,3 \text{ Вт}/\text{м}^2$, то можно заключить, что потоки геотермального тепла оказывают очень малое влияние.

Роль магнитного поля Земли в формировании климата, а тем более его аномалий еще недостаточно исследована. Тем не менее ряд аспектов этой проблемы заслуживает самого пристального внимания.

Существуют еще по крайней мере два довода в пользу связи процессов, происходящих в недрах Земли и являющихся, возможно, результатом гравитационного взаимодействия планет Солнечной системы с климатом.

Так, Э. Э. Фотиади и Г. А. Поспелова (1982) привели данные о повторяемости палеомагнитных аномалий (ПМА) за последние 700 тыс. лет. По результатам этой работы палеомагнитные данные почти на 70% территории позволили обнаружить четыре довольно четких максимума в спектре колебаний ПМА.

Первый пик обнаружен во временном интервале 11—13,5 тыс. лет,

второй — в интервале 23—25 тыс. лет, третий небольшой пик приходится на интервал 40—41 тыс. лет и четвертый — на интервал 105—120 тыс. лет. Имеется еще слабая периодичность с периодом около 2 тыс. лет.

Три из отмеченных выше четырех пиков (второй, третий и четвертый) достаточно близко соответствуют периодам, связанным с прецессией орбиты, углом наклона и эксцентриситетом земной орбиты. Период 2 тыс. лет близко соответствует периоду 1,8 тыс. лет в гравитационном взаимодействии планет.

За период в 700 тыс. лет обнаружено не менее 13 колебаний геомагнитного поля в интервале частот до 50 тыс. лет.

Природа этого механизма не выявлена. Однако не исключено, что этот эффект связан с гравитационным взаимодействием планет Солнечной системы.

Второй довод связан с анализом векового дрейфа магнитных полюсов Земли.

В работах чехословацкого геофизика В. Буха и советского геофизика Н. Д. Медведева показано, что геомагнитные и магнитные полюсы смещаются (145, 152, 295). Так, по данным В. Буха, в конце последнего ледникового периода (12—15 тыс. лет назад) Северный геомагнитный полюс располагался не на северо-западе Гренландии, где он находится сейчас, а на востоке Северного Ледовитого океана. Около 200 г. до н. э. полюс находился значительно ближе к Европе, чем на рубеже нашей эры и несколько позже, около 300 г. н. э., когда он снова передвинулся к Европе. Около 1600 г. геомагнитный полюс сместился в Баренцево море, а между 1650 и 1850 гг. он передвинулся к Гренландии. Существуют, по-видимому, по крайней мере два пока еще гипотетических механизма, связывающих эти явления с изменениями климата. Некоторые гипотезы указывают на то, что положение геомагнитных полюсов регулируют механизмы влияния солнечной активности на атмосферные процессы через изменение активности квазипостоянных центров действия атмосферы, в частности исландского минимума. Так, в период солнечной активности солнечные корпускулы более интенсивно вторгаются вдоль силовых линий в область геомагнитных полюсов. Помимо фотодиссоциации молекул кислорода и образования озона и окислов азота в этих районах может наблюдаться еще один эффект. Он связан с тем, что кинетическая энергия вторгающихся частиц трансформируется в тепловую энергию, что приводит к нагреванию верхней атмосферы. Кроме того, нагреву верхней атмосферы на высотах 20—30 км и выше способствует генерация в зоне полярных сияний над геомагнитными полюсами электрических вихревых токов. В результате эти слои разогреваются, происходит подъем атмосферы, а затем отток воздуха и углубление формирующегося под влиянием других процессов в этом районе исландского минимума.

Далее вступают в действие внутриагмосферные циркуляционные факторы, а именно увеличение интенсивности циклонической деятельности и, как следствие, потепление в Европе.

В соответствии с этой концепцией в те периоды, когда геомагнит-

ный полюс был ближе к Европе, климат Западной Европы должен был быть несколько холоднее и неустойчивее. В то же время в Восточной Европе, в Арктике климат должен быть теплее. Та информация, которой мы располагаем о климате накануне нашей эры в Европе, в какой-то степени подтверждает такой вывод.

В то время, когда полюс был в восточной части Северного Ледовитого океана, на Европу, включая ее восточную часть, более интенсивно должны были вторгаться холодные воздушные массы. Над Америкой и северной частью Тихого океана при этом должно было наблюдаться потепление климата в связи с преобладающим переносом юго-западных потоков.

Вторая гипотеза связана с тем, что смещение геомагнитных полюсов, по-видимому, является отражением сложных динамических процессов, происходящих в недрах Земли.

Эти процессы могут менять нестационарную компоненту аномалии гравитационного поля Земли, которая, как мы отмечали выше, в свою очередь может влиять на динамику системы «атмосфера—океан».

Пока эти два механизма находятся на уровне научных гипотез, требующих дальнейших серьезных научных обоснований и экспериментальной проверки. Однако еще один факт в пользу этих гипотез заслуживает внимания.

Так, Н. Д. Медведевым был исследован вопрос о вековом дрейфе Северного и Южного магнитных полюсов. Им определено положение полюсов в прошлом и их смещение в будущем (295).

Используя результаты наблюдений кругосветных экспедиций прошлых столетий, и в первую очередь Русской Антарктической экспедиции Ф. Ф. Беллинсгаузена — М. П. Лазарева, а также экспедиций Дж. Кука, И. Ф. Крузенштерна, Ю. Ф. Лисянского, О. Е. Коцебу, В. М. Головина и др., результаты наблюдений Антарктической германской экспедиции «Гаусс» 1902—1903 гг. и собственные наблюдения в 1957, 1959, 1961 гг., автор исследовал определения магнитного склонения и его вариации.

При этом выявилась стабильность нулевых вековых вариаций, т. е. нулевых изопор, замкнутых в своем планетарном распространении.

На основе анализа распределения вековых вариаций Н. Д. Медведевым сделан принципиальный вывод о существовании такой геофизической закономерности, как смещение магнитных полюсов (Северного и Южного) Земли вдоль замкнутых нулевых изопор глобального распространения. На этой основе построены карты дрейфа магнитных полюсов.

Периоды дрейфа или траекторного смещения полюсов составляют 3710 лет для Антарктического (условно—Южного) полюса и 4620 лет для Арктического (условно—Северного) магнитного полюса. Скорость траекторных смещений в год составляет 12,2 км для Южного и около 8 км для Северного магнитных полюсов. Отмечается тенденция к взаимному сближению полюсов, ближайшее из которых произойдет в XXVIII столетии.

Периодичность таких «критических» ситуаций составляет около 18 500 лет. С этим, по-видимому, была связана в прошлом и проявится

в будущем необычная геодинамическая активность.

Так, например, в 9030—9060 гг. текущей эры произойдет максимальное сближение обоих полюсов в южном полушарии. При этом условный Северный полюс будет находиться в южном полушарии. Сходная ситуация была примерно в 9485 г. до н. э.

В северном полушарии такое сближение произойдет в двух районах. Ближайшее из них произойдет в 2800 г., а затем примерно через 18 500 лет, т. е. в 21 315 г.

Второй район сближения в северном полушарии находится в районе Канады. Оно происходило примерно 7275 лет назад и вновь произойдет через 11 290 лет.

Подобный дрейф магнитных полюсов зависит от положения центра масс системы «Луна — Земля — Солнце» и, возможно, других планет Солнечной системы.

Наличие дрейфа магнитных полюсов указывает на весьма сложную динамику внутренней структуры нашей планеты. В результате смещения магнитных и соответственно геомагнитных полюсов, отражающих перемещение центра массы планеты, вполне вероятно, что им сопутствуют и соответствующие вековые изменения полей гравитационных аномалий нашей планеты. Точно так же не исключены соответствующие вековые изменения в проявлениях солнечной активности в зонах расположения геомагнитных полюсов и их влияния на центры действия атмосфер.

Важным геофизическим фактором климата является вулканизм. Последний следует рассматривать как одно из проявлений сложных геодинамических процессов, происходящих в нашей планете.

Главным источником внутреннего тепла нашей планеты следует считать потенциальную энергию планеты, которая увеличивается в результате увеличения концентрации массы планеты к центру тяжести, и энергию расхода долгоживущих изотопов U, Th и K, поддерживающих реакции внутри ядра планеты. За всю историю Земли эти источники выделили соответственно $1,6 \cdot 10^{38}$ и $0,9 \cdot 10^{38}$ эрг тепла. Потери энергии за счет теплоотдачи планеты в космическое пространство за всю историю Земли составили $0,5 \cdot 10^{38}$ эрг ($\sim 10^{28}$ эрг/год). Таким образом, внутри планеты накопилось порядка $2 \cdot 10^{38}$ эрг тепла, которое шло на разогрев и частичное плавление ее недр.

В глубинах Земли в связи с этим происходят сложные конвективные процессы, одним из следствий которых является вулканическая деятельность и дрейф континентов.

Если нанести на карту положение всех вулканов, то они удивительно кучно располагаются в определенных поясах — подвижных зонах, разделяющих литосферные плиты. Последние практически не сейсмичны. Основная же масса действующих вулканов находится в подвижных зонах: Евразийской, Индо-Австралийской, Тихоокеанской, Американской, Антарктической и Африканской. В геологическом прошлом положение литосферных плит, а следовательно, океанов и материков существенно отличалось от нынешнего. По-видимому, 15—20 млн лет назад континенты располагались так, как теперь. С движением континентов и вулканической деятельностью главным

образом связана эволюция земной коры, океана, атмосферы и в целом климата нашей планеты.

За всю историю Земли извержения дали около $(2,85-4,7) \cdot 10^{25}$ г вулканических продуктов, что соответствует массе земной коры толщиной порядка 33 км. В них содержалось около $2,5 \cdot 10^{23}$ г газов, что примерно в 50 раз больше массы современной атмосферы и в 2 раза больше массы океана. Около 70—80% этого количества (около $1,8 \cdot 10^{29}$ г) составляет водяной пар. Остальные газы — это H_2S , SO_2 , HCl , HF , HBr , H , Ag и др. Большая часть образовавшейся вследствие извержений атмосферы конденсировалась, сформировав в конце концов массу атмосферы и океана. Масса океана в его современных границах составляет $1,37 \cdot 10^{23}$ г. Таким образом, с самого начала и океан и атмосфера были продуктом вулканической деятельности.

В дальнейшем в процессе сложной геохимической эволюции из азотсодержащих компонентов, углекислого газа, которым была богата первоначальная атмосфера, и воды под воздействием солнечной радиации образовалась с участием растительности нынешняя азотно-кислородная атмосфера. Она включала, кроме того, малые примеси в виде углекислого газа, водяного пара, озона, обладающих, в частности, тепличным эффектом, и других компонентов, определяющих тепловой режим атмосферы. Естественная эволюция атмосферы и океана продолжается и поныне. В этой связи вулканизм и теперь один из решающих факторов формирования климата.

Вулканическая деятельность способствует поступлению в атмосферу не только газовых компонентов, но и аэрозоля, который существенно влияет на условия прохождения и поглощения ультрафиолетовой и инфракрасной радиации, а следовательно, влияет и на климат. Аэрозоль обладает двумя главными климатическими эффектами. Он поглощает солнечную радиацию, нагревая воздух на высотах, и уменьшает поступление солнечной радиации к поверхности Земли.

Кроме того, мелкодисперсный аэрозоль рассеивает коротковолновую радиацию, особенно когда он попадает в стратосферу (что равносильно увеличению отражательной способности атмосферы), и способствует ее охлаждению (происходит увеличение альбедо). По этой причине сказать однозначно, что аэрозоль приводит только к потеплению или только к похолоданию климата, нельзя. Все зависит от свойств аэрозоля и совокупного воздействия других факторов, на которые накладывается действие аэрозоля.

Как видно из рис. 27, в XV—XVI и в начале XIX в., т. е. в период малого ледникового периода, наблюдалась повышенная вулканическая деятельность.

Однако после 1912 г. и до начала 40-х гг. сильных вулканических извержений не происходило, и атмосфера в это время была более прозрачной. В 1900—1940 гг., т. е. в период роста температуры, увеличивалась в среднем и прямая солнечная радиация. Ее положительное отклонение от средних значений достигло к началу 40-х гг. около 2%. Однако именно в этот период, в период минимума вулканической деятельности, началось похолодание климата после максимума температур в 30—40-х гг.

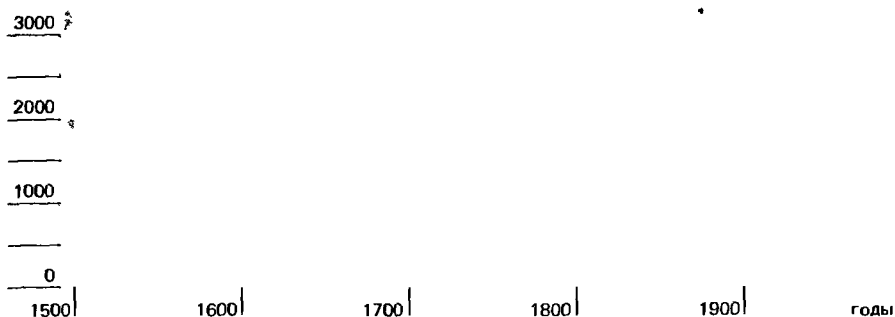


Рис. 27. Характеристика вулканической деятельности (индекс Лэмба, определяемый количеством извержений и выброшенной массой)

Средняя температура в конце XIX — начале XX в. была самой низкой, а индекс вулканической активности очень высокий. Однако именно в это время, в период вулканической деятельности, а не после него началось повышение температуры воздуха северного полушария. После извержения вулкана Агунг (1963 г.) в конце 60-х гг. произошло не похолодание, а потепление климата. Похолодание же в самом начале 60-х гг. началось раньше извержения Агунга. Это похолодание было, по-видимому, связано с антропогенной деятельностью.

В начале апреля 1982 г. в Мексике, в точке с координатами $17^{\circ}33'$ с. ш. и $92^{\circ}2'$ з. д., произошло мощное извержение вулкана Эль-Чичон. Через несколько дней после извержения было обнаружено снижение прямой солнечной радиации до 20%, небо, даже по визуальным наблюдениям, было молочно-белым, что является подтверждением сильного рассеяния света аэрозолем в стратосфере. Позднее стали поступать сообщения из многих районов земного шара о живописных алых восходах и заходах Солнца.

Полученные измерения показали, что аэрозольное облако после выбросов вулкана распространялось довольно быстро, сформировав в течение нескольких недель аэрозольный пояс между 10° ю. ш. и 30° с. ш. в нескольких слоях на высотах 20—30 км.

Некоторые из этих слоев аэрозоля распространились в умеренные зоны обоих полушарий.

Позднее имело место боковое рассеяние в более высокие широты северного полушария. Некоторая часть вещества распространилась на другие районы земного шара. Основная же масса продолжала циркулировать в стратосфере тропического пояса.

Тем не менее никакого катастрофического похолодания климата, которое предвещали сторонники аэрозольного воздействия, в природе не произошло. Наоборот, последовавшая после извержения зима 1983/84 г. была аномально теплой практически над всем северным полушарием.

Таким образом, признавая важную климатообразующую роль вулканического аэрозоля, не следует упрощать его воздействие на климат.

Говоря о газовом составе атмосферы, нельзя не сказать о роли малых газовых компонентов, создающих тепличный эффект. В естественных условиях к ним прежде всего относятся водяной пар и углекислый газ. Суммарный тепличный эффект этих газов таков, что в отсутствии водяного пара при прочих равных условиях температура атмосферы была бы почти на 32°C ниже современной, при отсутствии CO_2 температура была бы примерно на 6°C ниже.

В настоящее время в атмосфере содержится 0,034% CO_2 , что соответствует примерно 2 631 млрд т CO_2 или, в пересчете на углерод, порядка 717 млрд т углерода. В современную эпоху на фотосинтез расходуется из атмосферы около 100 млрд т CO_2 , в пересчете на углерод в год, и столько же примерно его выделяется в атмосферу в процессе дыхания живых организмов. При этом чистая продуктивность экосистем суши порядка 57 млрд т C / год, а морская продуктивность 43,5 млрд т C / год. Поступление же CO_2 из недр Земли за счет вулканизма составляет не более 0,1 Гт C / год, а по некоторым данным — гораздо меньше. Это на один-два порядка меньше антропогенного поступления CO_2 в атмосферу. Общий антропогенный источник оценивается в 5—10 млрд т C / год, из которого около 5 млрд т C / год дает сжигание ископаемого топлива.

Скорость полного обмена CO_2 в естественном цикле составляет в системе «атмосфера — земная биосфера» около 20 лет, а в системе «земная биосфера — атмосфера» — около 20—40 лет. Соответственно в системах «атмосфера — океан» и «океан — атмосфера» скорость полного обмена около 5 лет.

Характерной особенностью обмена CO_2 между атмосферой и океаном является зависимость этого обмена от температуры воды. По различным оценкам, изменение температуры в деятельном слое океана толщиной 50 м на 1°C вызывает изменение концентрации CO_2 в атмосфере на 0,4%.

В истории Земли были периоды, когда содержание CO_2 было существенно больше, чем теперь.

Данные о содержании углекислого газа в прошлом, определенные инструментально различными методами анализа пузырьков воздуха в кернах ледников и другими методами радиоизотопного анализа, показывают, что накануне периода индустриализации содержание CO_2 составляло около 280 млн^{-1} . В начале нашего века оно быстроросло за счет антропогенных факторов. Однако в прошлые периоды такое же повышение содержания было в период микулинского оптимума около 120 тыс. лет назад, накануне последнего оледенения, в период климатического оптимума голоцена. Ледниковые периоды характеризуются низким содержанием CO_2 , достигавшим 200 млн^{-1} . Однако на этом основании нельзя делать вывод, что климат теплых эпох определялся увеличением содержания CO_2 , а климат холодных эпох — его малым содержанием.

В соответствии с численными оценками в период микулинского оптимума и оптимума голоцена температура должна была бы быть всего на несколько десятых градуса выше, а в период ледникового периода — на несколько десятых градуса ниже. В действительности

диапазон изменения температур при переходе от ледникового периода к климатическому оптимуму составляет 6—8° и даже более.

Ясно, что изменение температурного режима в основном было связано с изменением орбитальных параметров. Изменения же концентрации CO_2 в эти периоды только отражали изменение скорости обмена CO_2 с океаном в зависимости от температурного режима и аналогичную зависимость скорости обмена CO_2 с биосферой, зависящей от температурного и влажностного режима атмосферы.

В некоторой мере содержание CO_2 модулирует дополнительное потепление в период общего потепления климата и похолодание в период его похолодания.

В заключение подчеркнем, что бытующая в некоторых научных публикациях и даже зачастую «навязываемая» очень упрощенная оценка изменений климата, заключающаяся в том, что рост углекислого газа приводит к потеплению, а рост аэрозоля — к похолоданию и что в зависимости от преобладания того или иного эффекта будет определяться знак и величина климатических изменений, далека от действительности.

ЦИРКУЛЯЦИОННЫЕ ФАКТОРЫ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Циркуляционные факторы изменения климата определяются внутренней природой взаимодействия различных компонентов климатической системы. Роль этих факторов очень мала для твердой оболочки Земли, для глубинного океана, для процессов внутри материковых льдов. Однако для подвижных оболочек планет, какими являются атмосфера планет и Солнца и деятельный слой океана, этот фактор оказывает решающее значение.

Выше мы отмечали, что циркуляционный механизм в основном характеризует перераспределение энергии как в горизонтальной плоскости, так и по вертикали. В целом для атмосферы он практически равен нулю. Но благодаря этому механизму происходит весьма ощутимое региональное перераспределение энергии, что приводит к существенным климатическим аномалиям определенного вида в одних районах и к совершенно иным — в других.

Уже отмечалось, что в историческом прошлом экстремальные изменения климата всегда носили региональный и весьма разнообразный характер. В будущем роль климатических экстремумов в жизни общества будет только возрастать. Прежде всего это связано с тем, что в эпоху антропогенного воздействия ее главным проявлением будет не столько тренд потепления или похолодания, сколько однозначный тренд увеличения неустойчивости климата и повторяемости экстремальных климатических явлений.

Следует признать, что в прошлые десятилетия наиболее слабо изучались физические механизмы формирования климата и методы математического моделирования климата. Однако этот пробел в какой-то мере восполнялся довольно серьезными исследованиями по циркуля-

ции атмосферы и циркуляционным факторам климата. В настоящее время этому вопросу уделяется явно недостаточное внимание, а многие закономерности циркуляционного режима атмосферы, полученные в прошлом, преданы забвению. Между тем исторический анализ, исторические хроники и тем более анализ условий формирования климатических экстремумов в современную эпоху убеждает, что этот фактор требует более глубокого внимания.

Довольно детально циркуляционные факторы климата прошлого были исследованы Лэмбом (419). На основе анализа барико-циркуляционного режима в Европе он показал, что самые мягкие зимы соответствуют периоду западных и юго-западных ветров (1920—1929 гг.), теплые сезоны и засухи характеризуются хорошо выраженными антициклоническими типами циркуляции (1940—1949, 1976 гг. и др.).

Десятилетия с более холодными зимами соответствуют относительно слабой циркуляции атмосферы. Холода над Европой, как правило, связаны либо с холодными арктическими вторжениями, либо с формированием над континентом зимнего антициклона.

Частые восточные и северо-восточные ветры при наличии антициклонического режима циркуляции в Арктике приводят к формированию погодных климатических условий в Европе. Суровые зимы с господствующими восточными ветрами отмечались в 1560—1569, 1690—1699, 1820—1829, 1890—1899 гг.

По данным исследований, выполненных в Главной геофизической обсерватории, засухи над Индией образуются при слабом развитии муссона и в большинстве случаев совпадают со слабой зональной циркуляцией в умеренной зоне. По этой же причине засухи над европейской частью страны более чем в 70% случаев связаны со слабым Индийским муссоном. Однако около $\frac{1}{3}$ засух, в том числе и сильных и продолжительных, например засухи 1972, 1975 гг., образуются при повышенной зональной циркуляции.

В последнее десятилетие резко возросли экстремальные условия. Так, зима 1962/63 г. была самой холодной в Англии (после 1740 г.), а зима 1963/64 г. самой сухой (после 1743 г.). В эти зимы морозы распространились на берег Персидского залива. Суровейшая зима 1965/66 г. привела к замерзанию Балтийского моря. Впервые льды Северного Ледовитого океана достигли Мурманска. Холодная зима 1978/79 г. стояла над европейской территорией СССР. В то же время зимы 1973—1975 гг. были очень теплыми. Балтийское море вообще не замерзло, а в Копенгагене до конца января цвели розы.

Одной из характерных черт общей циркуляции атмосферы с периода наиболее интенсивной зональной циркуляции в первой половине XX в. является степень схождения областей аномально высокого и низкого давлений во все времена года (теплые и холодные). Это указывает на развитие новых циркуляционных условий, отличных от тех, которые были в прошлом. Для этих условий характерно и повышение повторяемости экстремальных явлений.

В период потепления климата 30—40-х гг. резко возросло количество как общего числа экстремумов, так и положительных и отрица-

тельных экстремумов в январе. Такая картина характерна как для полушария в целом, так и для отдельных континентов.

После некоторого спада в 70—80-е гг. вновь начался и продолжается рост числа экстремальных явлений в январе, особенно экстремумов отрицательного знака. Такая же закономерность была получена нами и по приземным данным.

Причины таких закономерностей до конца не выяснены. Однако есть основание думать, что определенную роль в этом помимо безусловного влияния естественных процессов начали играть антропогенные факторы.

В заключение этого раздела отметим, что атмосфера является сугубо нелинейной системой и описывается нелинейными уравнениями геофизической гидродинамики. Это затрудняет, если не исключает полностью, установление простых линейных корреляционных связей между действующими факторами и региональными последствиями, которые они вызывают. Но тем не менее эту задачу предстоит решить науке.



III РУССКИЕ ЛЕТОПИСИ КАК ВАЖНЕЙШИЙ ИСТОЧНИК СВЕДЕНИЙ О НЕОБЫЧАЙНЫХ ЯВЛЕНИЯХ ПРИРОДЫ





В давние времена основным хранителем знаний была людская память. Но этот исторический источник, передаваемый от поколения к поколению, очень хрупок, уязвим и часто исчезает вместе со старожилами. Гораздо надежнее материальные и письменные источники.

Для понимания истоков русского природоведения очень важно археологическое открытие академика Б. А. Рыбакова. Он установил, что уже праславянские племена, обитавшие в междуречье Среднего Днепра и Буга, принимали меры по защите своих жилищ от ударов молний. Расшифровывая аграрный календарь IV в., найденный при раскопках в окрестностях Киева, исследователь среди «четырех особо отмеченных дней» обнаружил день бога грозы, обозначенный специальным «громовым знаком», точно таким же, какой совсем недавно вырезали на причелинах изб русского Севера. Дальнейшие поиски позволили Б. А. Рыбакову обнаружить «громовой знак» в орнаменте, относящемся «к первой половине II тысячелетия до н. э.» (340, 40). Это важное археологическое открытие свидетельствует о том, что наши далекие предки пытались найти способ сберець свои жилища от ударов молнии. По свидетельству античных писателей, славяне считали главным только одного бога — «творца молний», который являлся «владыкой над всеми».

«Племена славян и антов, — писал император Маврикий, — многочисленны, выносливы, легко переносят жар, холод, дождь, наготу, недостаток в пище» (цит. по: 341, 5). Тот же автор отмечал непревзойденность искусства славян в устройстве переправ через реки. В VI в. н. э. славянские племена, нередко объединявшиеся во временные союзы, предпринимали многочисленные походы на Византию и, естественно, знакомились с природными особенностями Причерноморья и Балкан, с условиями плавания по Черному морю. Эти походы приняли еще больший размах после того, как к началу IX в. во главе с Киевом образовалось древнерусское государство — Русь. Хорошее знание навигационных и природных условий древними русскими мореходами неоднократно отмечается в исторических источниках.

В частности, известно, что по русско-византийскому договору 911 г. русская сторона приняла на себя обязательство оказывать помощь византийским судам, если «вывержена лодья будет ветром великим на землю чужую». Русские, согласно этому договору, должны были снабдить судно, потерпевшее бедствие, всем необходимым и отослать в Византию; при этом проводить «сквозь всяко страшно место, дондеже придет в бесстрашно место». Этот факт свидетельствует о том,

что русичи хорошо были знакомы с природными условиями плавания в Черном море. Со времени зарождения Русского государства развитие метеорологических представлений и становление отечественной метеорологии на протяжении многих веков шли в тесном взаимодействии с развитием русского флота. Русские моряки, по признанию зарубежных исследователей, за целое столетие до того, как в Англии были построены первые военные корабли, «участвовали в ожесточенных морских сражениях, и тысячу лет назад именно русские были наиболее передовыми моряками своего времени» (237, 12. Слова принадлежат английскому историку Ф. Джону).

Дальние походы по Черному, Азовскому, Каспийскому, Балтийскому, Белому и Баренцеву морям дали обильный материал о различии климатов разных областей не только древнерусского государства, но и соседних стран, включая Византию и Сирию. Русским, участвовавшим в военных походах еще в X—XI вв., в некоторой степени были знакомы Пиренейский и Апеннинский полуострова, Сицилия, Крит и другие острова Средиземного моря. Письменные источники соседних с Русью народов, с которыми древние руссы чаще дружили, чем воевали, донесли известия о том, что еще в VI—VIII вв. руссы вместе с византийцами плавали к берегам Италии, бороздили воды Каспия и время от времени осаждали Царьград (Константинополь).

Новая эпоха русской географии начинается во время княжения в Киеве Владимира. Намереваясь покончить с язычеством, он в 985 г. послал за рубеж доверенных людей собрать сведения о латинской, иудейской, мусульманской и греческой (православной) верах.

Но Владимира интересовала не только религия соседних народов. Свидетельством тому является одна из самых обширных русских летописей — Никоновская. В ней имеется запись о том, что в первый год нынешнего тысячелетия Владимир под видом гостей послал путешественников в Вавилон, Египет, Иерусалим, Рим и другие города и страны Европы и Ближнего Востока для изучения нравов и порядков в различных государствах.

О том, какие результаты дало это обширное по тем временам путешествие, никому не ведомо. Но о том, что изучение русскими заморских стран дало ценные результаты, свидетельствует последовавшее вслед за ним широкое развитие династических связей во время княжения сына Владимира Ярослава Мудрого. Русские князья и их дети роднились с могущественными династиями Европы, включая Польшу, Венгрию, Византию и в особенности Англию. В начале 2-го тысячелетия новгородцы уже не только плавали в различные города Прибалтийских государств, но и торговали в Англии, Фландрии, Франции.

Россияне не только собирали географические сведения о странах Западной Европы, но и проникали далеко в Заполярье.

В «Повести временных лет» сохранились свидетельства о том, что уже в XI в. северные страны были знакомы древним новгородцам.

Под 1096 г. автор «Повести временных лет» поместил рассказ новгородца Юраты Роговича. Последний поведал летописцу, что посылал своего отрока в поход в Югру. Жители этой области Руси, живущие по соседству с ненцами, сообщили новгородцам, что в полуночных (се-

верных) странах находятся горы, упирающиеся в море. «Путь же к тем горам непроходим из-за крепостей, снега и леса... Этот путь идет и дальше на север. Жители Югры сказывали, что до этих гор они никогда не доходили».

В «Повести временных лет» имеется свидетельство жителей города Ладоги о том, что «живы еще старики», которые ходили «за Югру и за Самоядь» и видели сами в северных странах, «как спустится туча и из той тучи выпадут белки молоденькие, будто что родившиеся, и выросши расходятся по земле, а в другой раз бывает другая туча, и из нее выпадают оленьцы маленькие и выросши расходятся по земле». Это летописное свидетельство очень важно. Благодаря скуным словам древнерусской исторической повести становится очевидным, что уже в XI в. русским были известны как области «Печоры» (Коми) и ненцев («Самоядь»), так и районы, лежащие за полуночными странами. По мнению исследователей, в результате проникновения славян на север там «сложилось постоянное русское население, и весь этот огромный край вошел в состав государственной территории Руси» (289, 115).

В XI—XII вв. русские обложили данью не только жителей Печорского Севера, но и народы Кольского полуострова до границ с Норвегией. К этому времени новгородцы на своих судах уже бороздили воды как Белого, так и Баренцева моря и основали на их побережье постоянные промысловые становища. В наши дни на острове Вайгач, который отделяет от Новой Земли лишь пролив Карские (Железные) Ворота, было обнаружено славянское поселение, датируемое X в. Вероятно, именно в начале нынешнего тысячелетия русскими была открыта Новая Земля. В Новгородской третьей и Софийской первой летописях есть однозначные записи: «В лето 1032 великий князь Ярослав поча города ставити по Руси. И тогда же Улеб изыде из Новагорода на Железная врата и опять мало их приде».

«Железные врата» — это не что иное, как пролив между Новой Землей и островом Вайгач.

Название Новая Земля прежде всего свидетельствует о том, что ее первооткрыватели были уверены, что обрели для Руси грандиозную сушу, возможно не менее великую, чем та, на которой они обитали. Во всяком случае так считали древние новгородцы, освоившие путь от Белого моря до Царьграда и начавшие промыслы на берегах и в водах Новой Земли.

В X в. славянская письменность по многим каналам проникает на Русь, а вместе с нею в русском народе пробуждается интерес к знанию, книгам, жизни соседних стран и народов. Появляются записи о важнейших исторических событиях и необычайных природных явлениях. Тем самым закладывается фундамент русского летописания.

Русские летописи — важнейшие исторические свидетельства о политической, общественной, духовной жизни Руси и бесценные источники по истории русской природы. Летописание на Руси на протяжении X—XVII вв. велось почти во всех ее землях и областях. Важнейшими центрами летописания были Киев, Новгород, Псков, Галич, Чернигов, Суздаль, Ростов Великий, Владимир, Рязань, Тверь, Москва, Переяславль Южный и Переяславль Северный, Смоленск,

Холмогоры, Архангельск, Нижний Новгород, Устюг Великий, Пермь, Кирилло-Белозерский и Соловецкий монастыри, Вологда, Казань, Астрахань, Тобольск, Иркутск. Всего известно 1500 списков летописных сводов. Уникальные из них опубликованы в ПСРЛ. Где бы ни велись летописи, где бы ни составлялись своды, порой краткие, порой обширнейшие, вроде Никоновского, они содержали информацию не только о жизни и событиях отдельных городов, но и о всей Русской земле. Чувство национального единства, неразрывной связи всех городов и областей проходит через все летописи.

Между центрами летописания велся, выражаясь современным языком, взаимный обмен информацией о важнейших событиях в городах и землях. Информация о необычайных природных явлениях занимала весьма важное, а порой и ведущее место.

Исторические заметки, сказания, памятные записи, различные «слова» (типа современных публицистических статей), договорные грамоты появились на Руси в X в. Большинство исследователей придерживаются гипотезы, что начало работы над летописными сводами относится ко временам княжения Ярослава Мудрого в Киеве. По мнению академика Д. С. Лихачева, в 1037—1038 гг. была составлена первая русская летопись — Древнейший Киевский свод. В 40-х гг. XI в. был создан целый цикл исторических повествований, который Д. С. Лихачев объединил в единый комплекс под названием «Сказание о принятии христианства на Руси» (287, 72). Одновременно был создан «Хронограф по великому изложению» на основании византийских хроник, повествующий о важнейших событиях мировой истории, в том числе и необычайных природных явлениях, и в частности о землетрясениях в Византии и сильных бурях на Черном море вблизи Царьграда.

В 60-х — начале 70-х гг. XI в. игумен Киево-Печерского монастыря Никон Тмутараканский составил второй летописный свод. Наконец, в 1093—1095 гг. в том же монастыре была завершена работа над третьей летописью, условно именуемой в литературе Начальным сводом.

Но прежде чем началась на Руси систематическая, исполненная подвижничества работа над созданием летописных сводов, уже десятилетиями велась запись о важнейших событиях в жизни Русской земли и населяющих ее народов. Одновременно первые хронисты фиксировали и необычайные природные явления. Некоторые из них были использованы при создании Начального свода, «Повести временных лет», Новгородской первой летописи, Архангельского (Устюжского) летописца. Некоторые из подобных записей дошли до начала XVI в. и были включены в состав обширнейшего Никоновского свода, в котором исследователями обнаружены многие уникальные известия. Именно Никоновский свод донес до нашего времени свидетельство о том, что летом 979 г. на Руси наблюдались великие (страшные) грозы и сильные ветры с «вихром», которые «много пакости» причинили «людям, скоту и зверям как лесным, так и степным». Первые хронисты отметили в 991 г. великое наводнение, которое «много зла сотворило» в русских землях, а спустя три года на Русь обрушилась засуха. Одни летописцы отметили «кары весьма тяжкие», а другие зарегистрировали «сухмень великую», необычайный зной, от которых во многих

местах погибли «жита». Под 1000 г. в Никоновском своде отмечено, что «бысть поводь велика». Это свидетельствует о том, что уже в последние десятилетия X в. началась регистрация русскими хронистами экстремальных природных явлений.

В начале XI в. эта деятельность продолжалась. Вскоре природоведческие записи вошли в состав первых киевских сводов.

Природоведческие данные, привязанные к точным датам, по нашему мнению, являются еще одним свидетельством, что славянская письменность проникла на Русь раньше принятия христианства. Во всяком случае записи о комете Галлея в 912 г., о великих бурях летом 979 г. были сделаны очевидцем (366, 65).

Наличие в летописных сводах данных о наводнении в 1000 г., о засухах в 1008 и 1024 гг., о небесных знамениях и явлениях свидетельствует о том, что в это время продолжался сбор записей о важнейших событиях в жизни Киевской Руси, включая и данные о необычайных природных явлениях. История сохранила некоторые имена первых летописцев русской жизни и русской природы. Это в первую очередь монах Киево-Печерского монастыря Никон, с именем которого исследователи связывают придание летописям формы записей, характеризующих жизнь Руси из года в год (погодных записей).

Привязка социально-экономических явлений и стихийных бедствий к определенным хронологическим датам придает особую ценность природоведческим записям русских летописцев.

Вероятно, именно Никону принадлежат сведения о необычайных природных явлениях в 60—70-х гг. XI в., в том числе и «Слово о вѣдре и казнях божьих», посвященное засухе 1060-х гг. Эта особенность русского летописания находит дальнейшее развитие в трудах Нестора и Сильвестра, перу которых принадлежит первая и вторая редакции «Повести временных лет».

При этом считать, что «черноризец Федосьева монастыря Печорского» Нестор закончил свой труд около 1113 г.

«Нестор, — отмечает академик Д. С. Лихачев, — связал русскую историю с мировой, придал ей центральное значение в истории европейских стран...» (287, 152).

В «Повести временных лет» ведется историческое повествование от «всемирного потопа» до начала XII в. В ней сообщается множество географических, этнографических, культурно-исторических сведений и сведений о катастрофических метеорологических явлениях, небесных «знамениях», включая кометы, солнечные и лунные затмения, полярные сияния и т. п. Часть природоведческих данных, относящихся к последней четверти XI и первому десятилетию XII в., принадлежит самому Нестору.

После вступления в 1113 г. на киевский престол Владимира Мономаха летописание в Печерском монастыре прерывается на многие годы. Игумен и его черноризцы оказываются в опале.

Роль официального княжеского историографа возлагается на Выдубицкий монастырь. Его игумен Сильвестр в 1116 г. закончил переработку «Повести временных лет». Значительному пересмотру подверглись события с 1073 по 1113 г. Например, было отмечено, что

**ПОЛНОЕ СОБРАНИЕ
РУССКИХЪ ЛѢТОПИСЕЙ,**

ИЗДАНИЕ

ПО ВЫСЧАЙШЕМУ ПОВЕЛѢНІЮ

АРХЕОГРАФИЧЕСКОЮ КОММИССІЕЮ.

ТОМЪ ДЕВЯТЫИ

**VIII. ЛѢТОПИСНЫЙ СБОРНИКЪ, ИМЕНУЕМЫЙ ПАТРИАРШЕЮ
ИЛИ НИКОНОВСКОЮ ЛѢТОПИСЬЮ.**

Санктпетербургъ.

ВЪ ТИПОГРАФИИ ЭДВАРДА ПРАЦА.

1862.



Обложка Никоновского свода

во время битвы русских князей 27 марта 1111 г. на реке Салнице с половцами наблюдалось полярное сияние и его всполохи половцы приняли за всадников, которые носились в воздухе и помогали русским. Когда спросили пленного («колодника»), как «многое множество» половцев не могло устоять против малочисленной русской рати и вскоре обратилось в бегство, тот отвечал: «Как можно битися с Вами? А дружки ездяху верху Вас в оружии светли и страшны, иже помогаху Вам» (2, 2). Под тем же годом отмечено «виденное виденье»: над трапезной Печерского монастыря, которую в 1230 г. разрушит землетрясение, стоял «столп огненный», который постепенно смещался над Киевом. В 1113 г. Сильвестр отметил, что 19 марта, в час дня, было знамение в Солнце, которое было видно всем людям: «Остася солнца мало аки месяца долов рогама», и далее добавлено: «...а луны круг в 9» (там же, 3). Заметив, что подобные знамения бывают не к добру, летописец затем сообщил, что затмение Солнца предвещало смерть Ярополка.

Отметил Сильвестр и затмение Солнца в 1115 г.: «Погибе солнце и бысть яко месяц, его же глаголют невегласи: снедаемое солнце» (там же, 7).

Анализ древнейших летописных сводов свидетельствует о том, что отмеченные в них сведения об экстремальных природных явлениях, как правило, либо основаны на наблюдениях самого летописца, либо получены от своих коллег из других земель. Почти исключением являются свидетельства, основанные на припоминаниях «памятуков» или рассказах очевидцев. Все явления зафиксированы «по горячим следам» или во всяком случае по истечении небольшого отрезка времени. И, что особенно важно, по мере развития летописания в летописях отмечается не только его год, но и более точная дата, нередко с указанием месяца, дня и часа, когда оно началось и когда закончилось: «В лето 6603 (1095)... придоша в Русь пружи (саранча) августа в 28» (86, 19).

«В лето 6625 (1117)... бысть знамение Новгороде в святой Софии от грома месяца мая в 14 день, в час 10; вечерню поющим един от дьяк заражен бысть от грома, а клирос весь с людьми падоша ниц, но живы была. А на вечер бысть знамение в луне» (там же, 20).

Необычайная точность и добросовестность русских летописцев подтверждаются их наблюдениями за солнечными и лунными затмениями. Летописцы Новгорода, Киева, Пскова, Владимира, Галича фиксируют их в одни и те же дни.

Так, солнечное затмение 19 мая 1230 г. было одновременно зарегистрировано в Киеве, Новгороде и Владимире. Подобных примеров в сводах имеется множество. Надежность наблюдений летописцев или отмеченных ими явлений подтверждается также сопоставлением летописных записей о небесных знамениях с астрономическими данными, которое показывает их почти полное совпадение.

Исключительно надежная регистрация солнечных затмений используется советскими историками для уточнения хронологии важнейших исторических явлений.

В XII в., с началом междоусобных войн и борьбы за овладение киевским престолом, киевское летописание, как и вообще литература

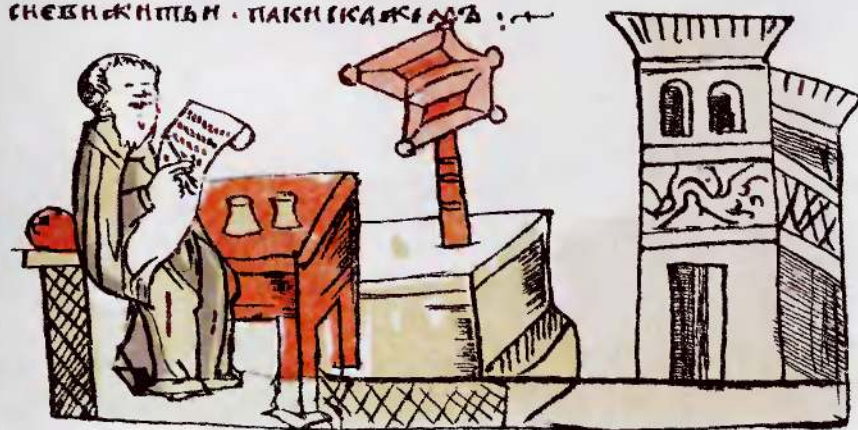
РАДЗИВИЛЛОВСКОЕ

Прозвешь в рѣмѣны аѣтъ. чирпорица фѣдо
 ева мога пѣра пѣтерьскаго, шкочу да еѣ пошла
 рѣу екаѣ зѣмля. нѣкто вѣнѣ по уаѣ пѣрѣ еѣ кѣнѣнѣ.
 рѣпа уѣнѣ по вѣкѣ стѣ снѣ. по пѣтоѣ пѣ. тѣ снѣ еѣ по еѣ
 рѣхѣ дѣнѣ зѣмля. ш. хѣ. аѣ фѣтѣ. нѣ сѣлѣ жѣ стѣ
 снѣ моѣнѣ. пѣрѣнѣ дѣ. вѣтѣ рѣ до жѣ нѣ дѣнѣ нѣ кѣнѣ. вѣ
 лѣ гѣтѣ оѣнѣ шѣнѣ рѣнѣ. нѣ дѣнѣ рѣ оѣнѣ жѣнѣ. нѣ кѣ рѣ нѣнѣ
 вѣтѣ оѣнѣ дѣ. жѣнѣ дѣтѣ оѣнѣ дѣнѣ. нѣ сѣ рѣнѣнѣ.
 нѣ фѣ рѣнѣ сѣ. нѣ кѣ нѣ сѣ кѣ рѣ оѣнѣ. аѣ сѣ рѣнѣнѣ. мѣ сѣ
 тѣ мѣнѣ. аѣ рѣнѣнѣ сѣ рѣнѣнѣ. аѣ оѣнѣ мѣнѣ. нѣнѣ рѣнѣ
 нѣ сѣ мѣнѣ. кѣ оѣнѣнѣ. кѣ оѣнѣнѣ. фѣнѣнѣнѣ. хѣ мѣнѣ
 нѣ сѣ мѣнѣ. пѣтѣ оѣнѣнѣ. аѣ сѣнѣнѣ. еѣ фѣнѣнѣ. нѣ
 нѣнѣ сѣ оѣнѣ рѣнѣ сѣ рѣнѣнѣ. нѣ рѣнѣнѣ сѣ оѣнѣнѣ. нѣ
 чѣ сѣ оѣнѣнѣ. нѣ вѣнѣнѣнѣнѣ. нѣ сѣнѣнѣ. дѣ жѣ кѣ оѣнѣнѣ
 нѣ рѣнѣнѣ. сѣ оѣнѣнѣнѣнѣ. нѣ оѣнѣнѣнѣ. мѣ сѣ рѣнѣ
 нѣ кѣ рѣнѣнѣ. нѣ оѣнѣнѣнѣ. сѣ оѣнѣнѣнѣ. нѣ оѣнѣнѣ
 нѣ оѣнѣнѣ. нѣ мѣнѣнѣнѣнѣ. нѣ фѣнѣнѣ. нѣ сѣнѣнѣ.



Олег поставил корабли на колеса и под парусами двинулся на Царьград по суше

быти мона стѣ рѣ. нѣчѣ оѣнѣнѣнѣнѣ. аѣ оѣнѣ
 снѣнѣнѣнѣ. пѣкѣнѣнѣнѣнѣ.



Летописец



Н^а згнѣшѣхъ прѣсоу ѿ мѣстѣхъ нѣмѣхъ твоихъ . и мѣстоу тво-
му . ахъ боура скѣпѣ роу аста . и нѣмѣхъ не нѣ
кѣмъ кѣмъ нѣмѣхъ хъ хъ . нѣ хъ боура скѣ роу . нѣ корѣмъ
мамѣхъ нѣ корѣмъ нѣ корѣмъ нѣ хъ . ахъ мѣмъ нѣ
кѣмъ нѣмъ хъ хъ . нѣ хъ боура скѣ роу . нѣ корѣмъ

[illegible]

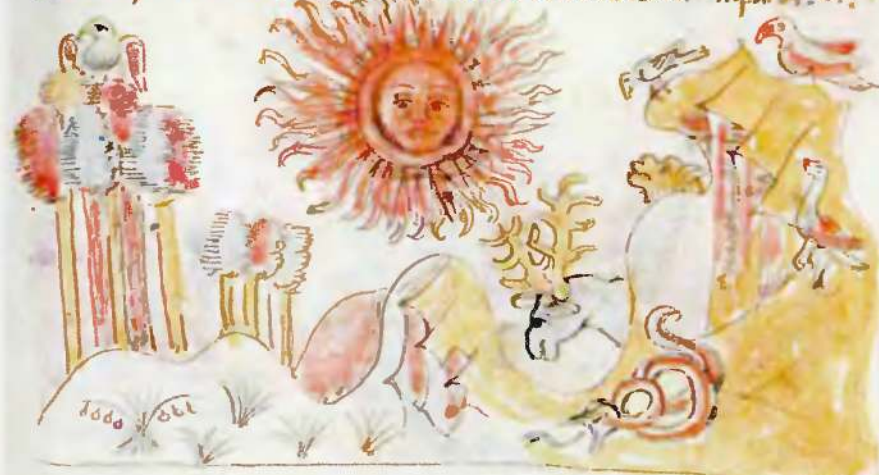
Буря у стен Царыграда во время похода Аскольда и Дира в 860 г.

достигла въ аѣтѣ рше. въ сѣмъ глѣбѣ. и при глѣбѣ въ сѣмъ
 достигла въ сѣмъ глѣбѣ. въ сѣмъ глѣбѣ. въ сѣмъ глѣбѣ. въ сѣмъ глѣбѣ.
 на бы сѣмъ глѣбѣ. въ сѣмъ глѣбѣ. въ сѣмъ глѣбѣ. въ сѣмъ глѣбѣ.
 въ сѣмъ глѣбѣ. въ сѣмъ глѣбѣ. въ сѣмъ глѣбѣ. въ сѣмъ глѣбѣ.



«Знамение небесное. Кровавая луна восходила с севера»

ВОЛОКОУ. И МНОГА ЛАПАЗА ТВАША. ПОУБѢМ. ПРА. МА:



Засуха

сѣлъ то приидоша прѣзън. и покрывша землю. и бѣ въ
тисирашно. и дадохъ полюмоушыи странамъ. и якоже
днѣишнѣ идоуше траво. и проса:



Нашествие саранчи

мѣѣ. фѣ. д. г. ѿ вѣдѣ. по г. днѣ. и вѣдѣ. и вѣдѣ. по г. нѣи



Три солнца

и мѣзѣи тоу плѣнѣмъ. и мѣзѣи тоу родителю. со
храмѣмъ. въ зѣраны:



Несобыкновенные звери и птицы

кара. и. ѿ вѣдѣ. ѿ. трагѣи земля. прѣздорамѣи:



и ѿ х. ѿ. зѣло скѣпѣи и тоу мѣхѣи. зѣло

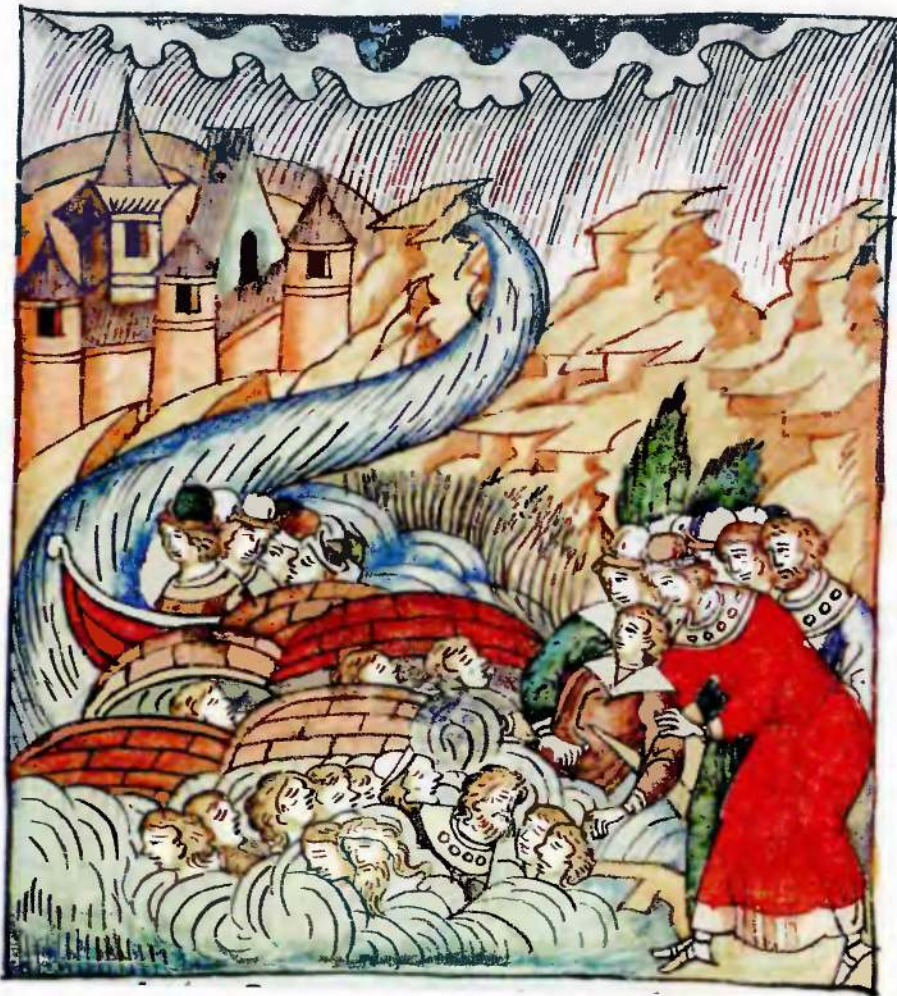
«Трясется земля»

ПРЕДНЕСЛОВНѢ ЛѢТОПИСЦА КИѢНІА ТФѢ

того Бѣго въ рѣцѣхъ вѣнцѣхъ Кисѣи пѣрѣхъ смѣхъ

[illegible]

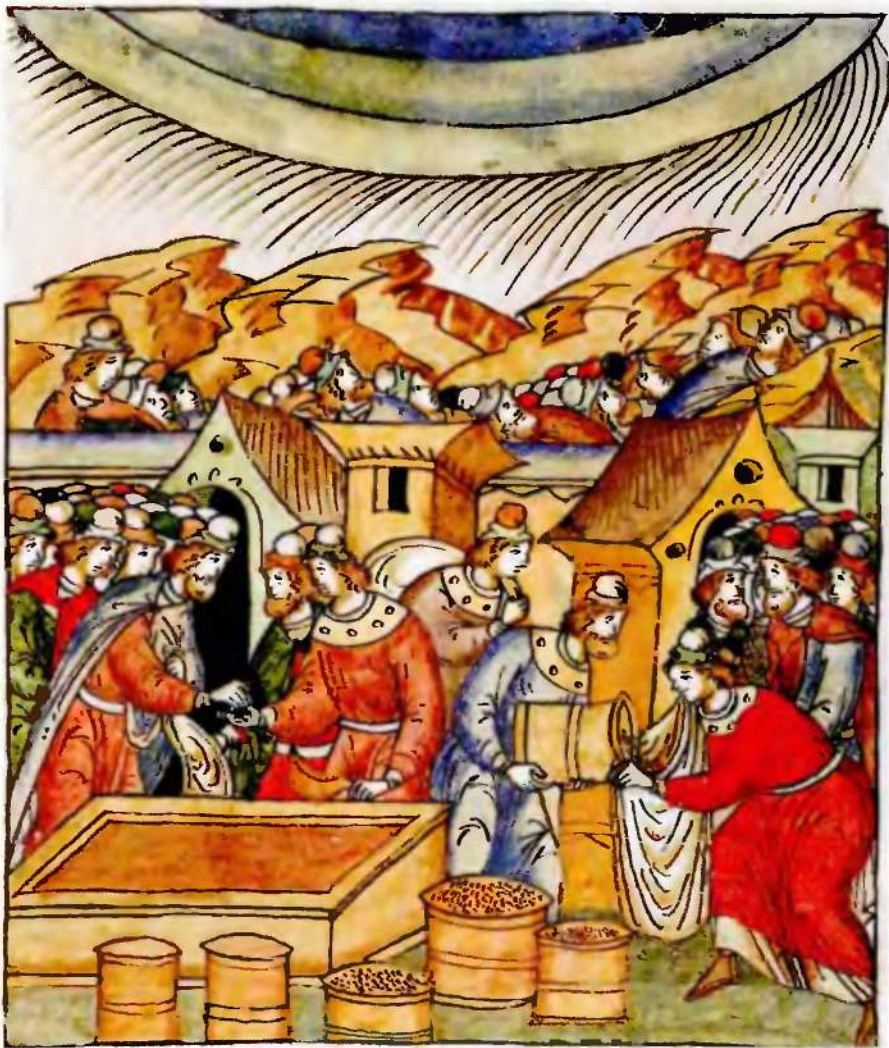
«Знамение страшно»



«Рски вышли из берегов и много потоши. Дороговь велика»



«Знамение во луне страшно»



«На осень настала мразы, виалицы зело. Зима бысть теплой и дождь великий.
Дороговизна»



«Дожди мнози»



Стража морская

древнего Киева, переживает кризис, утрачивая общерусский взгляд на события современности, присущий «Повести временных лет». Киевская летопись за 1118—1199 гг., дошедшая до наших дней в составе Ипатьевской летописи, не богата сюжетными историческими повествованиями, но вместе с тем содержит большое число не только информации общесторического характера, но и записей о необычайных природных явлениях в Южной Руси.

С началом политического дробления Руси и обособлением ряда земель и княжеств возникают самостоятельные политические центры со своей самобытной культурой и самостоятельным летописанием, которое академик Д. С. Лихачев характеризует как новую форму, а именно «личные летописцы князей» (287, 180).

Начало этому было положено при Владимире Мономахе, который предпринял попытку превратить такое грандиозное общерусское историческое произведение, как «Повесть временных лет», «в личное княжеское летописание». Особенно это проявилось в третьей редакции «Повести временных лет», которая «легла в начало летописания Великого Новгорода, Переяславля Русского (Южного), откуда, вероятно, не без помощи Сильвестра передалась на северо-восток, во Владимиро-Суздальскую землю, где впоследствии отразилась в летописании Москвы» (там же).

Летописание в Великом Новгороде началось, как и в Киеве, не позже XI в. и велось до начала XVIII в. Здесь, в Новгороде, по мнению А. А. Шахматова, была создана третья редакция «Повести временных лет». Новгородские летописи являются важнейшим источником по истории Новгородской земли, Прибалтики и Руси в целом. Они содержат не только самые древние, но и самые обширные сведения об экстремальных природных явлениях от Балтики до Северного Урала, от Черного моря до берегов Ледовитого океана. В создании летописных сводов участвует такой выдающийся ученый, как Кирик Новгородец, автор уникального «Учения им же ведати человеку числа всех лет», основоположник русской научной теории календаря и возможный создатель «Софийского временника». История сохранила имя необыкновенно внимательного наблюдателя, выдающегося новгородского летописца попа Германа Вояты. Это придает природоведческим записям новгородских летописных сводов в первой половине XII в. особую реалистичность, достоверность и высокую научную ценность, что отмечалось исследователями, заметившими наличие в них заметок дневникового характера (287, 214).

Демократический язык и полуофициальный характер Новгородских летописей, их насыщенность сведениями «о погоде, о сене, о дровах, об урожае, о состоянии воды в Волхове, о поломках и починках моста через Волхов, о раннем громе и поздно стоящей дождливой погоде» делают их самым надежным и самым богатым историческим источником об экстремальных природных явлениях в Новгородской земле. В XII в. новгородские летописцы тщательно фиксируют как политические события, так и природные явления главным образом в Новгородской земле (от Торжка и Старой Руссы до Ладоги, Северной Двины и Северного Урала и от Волги до Пскова, Юрьева и Колывани

(Таллина)). «Даже о небесных знамениях, стихийных бедствиях, голоде, событиях и явлениях, как правило, дававших средневековым хронистам повод к мистическим рассуждениям, — новгородская летопись пишет по-деловому, сухо, избегая рассуждений и толкований» (244, 11). При этом исследователи в качестве примера приводят записи о великой буре в 1125 г. и наступлениях ранних морозов осенью 1127 г., что вызвало гибель ярового хлеба и большой голод.

Именно эта деловитость, простота и безыскусственность придают особую ценность природоведческой информации, содержащейся в Новгородской первой летописи старшего и младшего изводов. Только в начале XVIII в. записи о необычайных природных явлениях почти исчезнут из Новгородских летописей.

Самый древний из всех сохранившихся русских летописных сводов — Новгородская первая летопись старшего извода (по Синодальному списку) до наших дней дошла не полностью. Утрачены начальные 16 тетрадей этого труда, состоявшего из 37 тетрадей. Сохранившаяся часть Синодального списка открывается 1016 г. и заканчивается 1352 г. В летописи события до татарского нашествия, судя по почерку, были описаны в XIII в. и в этом виде дошли до наших дней, без редакторских поправок последующих переписчиков, нередко подвергавших прежние летописи значительным сокращениям. При этом порой исчезали и сведения о природных явлениях. Так, если в Новгородской первой летописи подробно описаны стихийные бедствия 1230 г., то в Новгородской четвертой о них нет ни одного слова. Отмечен лишь великий голод.

Даже в Новгородской первой летописи младшего извода (по Комиссионному списку) некоторые сведения поданы более скупой, чем в более древнем Синодальном списке. Однако этот список имеет исключительное значение, особенно для характеристики необычайных метеорологических явлений во второй половине XIV и первой половине XV в. (он обрывается 1447 г.).

С середины XII в. начинается летописание во Владимиро-Суздальском княжестве, содержание которого известно из Владимирских сводов 1175, 1189—1193 и 1212 гг., они сохранились в составе Лаврентьевской, Радзивилловской и Московско-Академической летописей, составляющих 1-й том Полного собрания русских летописей.

Лаврентьевская летопись открывается «Повестью временных лет». С 1111 по 1205 г. внимание ее создателя обращено на события как в Южной, так и в Северо-Восточной Руси (Переяславль Русский, Чернигов, Киев). Затем в основном фиксируются события в Ростове Великом, Владимире и Твери. В составе сводов, отразившихся в Лаврентьевской летописи, много сведений об экстремальных природных явлениях и небесных знамениях. В середине XII в. возникает летописание в Ростове Великом, которое продолжалось и в последующие столетия. В том же веке зарождается летописание во Владимире, а затем и в Суздале. И владимирское и ростовское летописания, насыщенные также сведениями о событиях в других землях Руси, являются важнейшими источниками для реконструкции климата как в XII, так и в XIII в.

Природоведческие зарисовки содержатся на страницах Летописца

Переяславля Суздальского. Составленный между 1214—1218 гг., этот древнейший русский свод интересен уникальными сведениями о природных явлениях в Северо-Восточной Руси с середины XII в. по 1213 г. В 1143 г. в нем отмечены солнечное затмение и полярные сияния. Под 1214 г. составитель Летописца поместил сообщение о «гладе великом» во всей Суздальской земле и подчеркнул при этом, что по причине неурожая «много зла сотворися» (77, 112). Летопись Переяславля Суздальского содержит природоведческую информацию не только о Северо-Восточной Руси, но и о Киеве.

Содержание этого свода перекликается с Радзивилловской летописью. Радзивилловская летопись названа по имени владельца этого списка Януша Радзивилла, от которого она поступила в Кёнигсбергскую библиотеку. В 1758 г., во время семилетней войны, летопись была возвращена в Россию и поступила в Петербургскую Академию наук. Летопись украшена 617 миниатюрами, многие из которых изображают необычайные природные явления, включая засухи (л. 124), нашествие саранчи (л. 132), землетрясения (л. 153), ложные солнца (л. 152), лунные и солнечные затмения и другие небесные явления (огненный змей, огненные столпы).

Красочные, яркие миниатюры Радзивилловской летописи особенно привлекательны тем, что в основе их лежат более древние сюжеты, украшавшие Владимирский свод 1212 г. и другие летописи, не дошедшие до наших дней.

Для характеристики особенностей климата XII—XIII вв. в Юго-Западной Руси особенную ценность представляют Киевский свод 1198—1199 гг., Летописец Даниила Галицкого и Галицко-Волынская летопись, которые вошли в состав Ипатьевской летописи (т. 2 ПСРЛ). Этот уникальный свод дошел в списке XV в., составленном, вероятно, в Пскове. Он принадлежал Ипатьевскому монастырю в Костроме и был открыт Н. М. Карамзиным в годы работы над «Историей государства Российского» (287, 431—432).

Кстати, этот капитальный труд, как и «История Российская с самых древнейших времен» В. Н. Татищева, привлекаются в данном исследовании как первоисточники, поскольку они содержат сведения из не дошедших до наших дней древнейших летописей и других исторических документов. В частности, Татищев при создании своего исследования использовал Летопись Нифонта, которую М. Н. Тихомиров относит к XII в., а также Раскольничий пергаментный летописец, оканчивавшийся 1197 г. и, возможно, предшествовавший Ипатьевскому своду. Кроме того, существовала Иаокимовская летопись, написанная на «новгородском наречии» (366, 73—83). Все это делает «Историю Российскую» важным дополнительным источником сведений об экстремальных природных явлениях и обусловленных ими голодных годах на Руси.

Не следует забывать, что до наших дней дошло всего лишь несколько сотых процента книжного, а точнее, рукописного наследия Древней Руси. В огне вражеских нашествий погибли многие драгоценные летописные своды и тысячи рукописных книг, как переводных, так и оригинальных. Знание книг на Руси считалось важнейшей чело-

веческой добродетелью. Одна из русских заповедей XI в. гласила: «Продай все самое дорогое имущество и купи книги». Книги рекомендовалось читать «прилежно», внимая всем сердцем и прочитывая «словеса» двукратно. Книги рассматривались древними летописцами как носители «незабытной» памяти о прошлом страны и ее народа, как одно из главнейших средств познания мира и окружающей жизни. Чтение книг должно было научить наших далеких предков «жить в правде и делать добро». В «Слове о книжном почитании» говорилось: «Книги же читай со вниманием, чтобы научиться обличать противящихся истине и научить непонимающих, не славохотия ради » (цит. по: 243, 158).

Русские летописцы всех веков служили высоким идеалом человечности и любви к Отечеству. Они не приняли междоусобиц войны времен феодальной раздробленности, создали цикл обличительных произведений о княжеских преступлениях (287, 215—247).

Заботясь «о незабытной памяти» русского народа, они берегли свои записи больше, чем жизнь, и слали исторические наблюдения коллегам из других земель Руси. Служа прежде всего истине, они обрекали себя на мученичество, изгнание и порой платили самой жизнью, как игумен Печорского монастыря Корнелий, создатель одного из Псковских сводов.

По словам одного из создателей Новгородской четвертой летописи, русские летописцы всех времен не боялись «показаться неугодными» власть имущим и со времен начала русского летописания описывали, ничего не тая, «все бренное, земное», «все происходящее, доброе и худое, что и другим после них образцом будет». Священный долг летописцы видели в мужестве писать историю «без прикрас».

«И мы этому учимся, — отмечает автор Новгородской четвертой летописи, — не проходить мимо того, что случилось в наши дни, чтобы властители наши, узнав об этом, внимали бы таким делам: пусть молодые почитают старцев, и одни, без опытейших старцев, ни в каком земском правлении не самочинствуют, ибо красота града есть старчество» (3, 211).

Беззаветное служение идеалам человечности, добра, любви к ближнему, любви к Отечеству являлось высочайшей нравственной задачей русской истории и литературы от первых летописцев до Татищева, Карамзина, Соловьева, Ключевского, Толстого, Чехова, Горького...

Древнерусские документальные источники ценны не только записями о погоде, но и сведениями об уровне естественнонаучных знаний наших далеких предков. Крещение Руси (988 г.), сыгравшее известную положительную роль в деле сближения с византийской культурой, открыло путь церковной литературе. Широкое распространение получила грамотность среди русских людей, которые кроме пергамента писали на бересте и досках. В исторических исследованиях имеются сведения о том, что в Киевской Руси велись «погодные хроники».

Летописцы и книжники оставили целый комплекс сведений об астрономических, геофизических, атмосферных явлениях. Опираясь на народные представления о природе и на некоторые античные идеи,

проникшие на Русь с переводной литературой, они пытались осмыслить окружающий мир. Так, авторам книги «Еноха» мир представлялся состоящим из семи небес, первое из которых являлось своего рода «метеорологической кладовой», где сосредоточены облака, дожди, снега и льды.

В «Толковой палее» делается попытка объяснить механизм возникновения некоторых метеорологических явлений (испарение, гроза, дождь). В славянском переводе богословских сочинений Иоанна Дамаскина дается характеристика четырех времен года. В «Шестоднев» Иоанна Экзарха объясняется механизм образования дождя. В частности, отмечается, что солнце испаряет с поверхности моря воду, которая, поднимаясь вывись в виде пара, преобразуется в капли. Бури и ветры раздробляют тучи и заставляют извергаться осадки на землю. В том же сочинении дается представление о пяти климатических зонах, в том числе о полярных, где из-за жестоких морозов люди не живут, и о тропической зоне, необитаемой из-за жары. К югу и северу от тропической зоны находятся зоны умеренного климата, где «ни зело студне, ни зело топле». Обращают на себя внимание мысли автора о том, что температура воздуха с высотой понижается и что вода в морях перемещается под воздействием ветров.

Бурно развившаяся на Западе в средние века астрометеорология не оказала существенного влияния на развитие древнерусских представлений об атмосферных явлениях. Вместе с тем известно, что русский ученый Георгий Дрогобыч, получивший университетское образование в Болонье, опубликовал предсказание погоды на март — октябрь 1483 г., составленное по астрологическим данным. Этот «прогноз» вышел отдельной брошюрой в Риме и, по мнению немецкого метеоролога Г. Гельмана, являлся документом, весьма важным и интересным для истории метеорологии в России.

Следует заметить, что для книжного знания, развивавшегося в привилегированной части общества, характерна подчиненность его задач прославления догматов церкви и ее авторитета. Оно коренным образом отличалось от экспериментальных знаний о явлениях природы, из века в век накапливавшихся простым русским народом.

Русский крестьянин, всей своей жизнью связанный с землей, с древних времен учился наблюдать за природой и с каждым веком накапливал все больше знаний, научился сопоставлять накопленные наблюдения, находил «корреляционные связи» между погодой зимой и летом («если зимой мало снега — мало будет дождей и летом»), между метеорологическими явлениями осенью и весной, пытался по приметам (а точнее, на основании более или менее длинного ряда собственных наблюдений за окружающим миром) предвидеть погоду как на малый, так и на большой срок.

По мнению В. К. Кузакова, еще в языческой Руси возникла «служба погодовещания», отражавшая результаты многовекового накопления русским крестьянином наблюдений за природой и содержащая первые попытки предвидения погоды. Эта народная «служба погодоведения», развиваясь и обогащаясь, существовала на протяжении многих столетий.

Однако возвратимся к начальной эпохе русского летописания. Анализируя его становление, нельзя не обратить внимание на то, что век от века своды несут все более и более подробную информацию природоведческого характера. Если в сводах XI в., которые в основном создавались в Киеве, отмечено 25 экстремальных природных явлений, то в XII в. их число возросло в 5 раз. Если в XI в. было всего два летописных центра — Киев и Новгород, то в XII — первой половине XIII в. началось летописание во Владимире, Переяславле Южном, Переяславле Залесском, Чернигове, Суздале, Смоленске, Рязани, Галиче, Пскове, Твери, Ростове Великом, Владимире-Волынском. Эти природоведческие записи вошли в состав многих сводов и дают возможность судить об особенностях погоды во многих землях Руси. Этот рост центров русского летописания был приостановлен татаро-монгольским нашествием на русские земли. Были стерты с лица земли или опустошены Рязань, Владимир, Торжок, Киев, Чернигов. Но летописание не заглохло. Именно своды, созданные в Новгороде, Пскове, Ростове Великом, Галиче, Твери, донесли до потомков волнующие известия о временах чужеземного вторжения и о тех бедствиях, которые усугублялись экстремальными природными явлениями.

В XIII в. по сравнению с предшествующим столетием в летописях отмечено несколько меньше экстремальных природных явлений. Однако вряд ли следует объяснять это только разгромом ряда летописных центров, в том числе Киева и Владимира. Ни на юго-западе, ни на северо-востоке Руси нити летописания не прерывались. Наблюдениями летописцев была по-прежнему охвачена огромная территория Древней Руси — от Днестра до Волги и от Киева до Карелии и Белого моря. Уменьшение числа экстремальных природных явлений, отмеченных летописями, объясняется в первую очередь тем, что после катастрофического 1230 г. два следующих десятилетия в климатическом отношении, вероятно, были близки к норме. Стабилизация атмосферных процессов в 30—40-х гг. зафиксирована не только на Руси, но и в Западной Европе.

Более благоприятной была в климатическом отношении и вторая половина XIII в. В это время в летописях и западноевропейских хрониках не отмечено особо опасной концентрации экстремальных природных явлений и связанных с ними голодных лет, в частности подобных тем, какие имели место в XII в. (1124, 1125, 1127, 1128, 1143, 1145, 1146, 1154, 1155, 1158, 1161, 1162, 1164, 1187, 1188, 1193—1196 гг.). Это свидетельствует о том, что не следует недооценивать природоведческую информацию русского летописания во второй половине XIII — начале XIV в. Бесспорно, что разгром ряда главных городов Руси, являвшихся летописными центрами, нанес огромный ущерб русской культуре и науке. Но русская общественная и историческая мысль не утратила сознания великой ответственности за судьбу русского народа и русских земель. Об этом свидетельствует прежде всего Новгородская первая летопись старшего извода, повествующая как о выдающихся событиях в жизни Северо-Западной и Северной Руси (Невская битва, Ледовое побоище, походы Александра Невского в Поморье и т. д.), так и о необычайных природных явлениях, таких, как, например, раннее

наступление морозов в 1251 и 1291 г., засухи 1298 г., и многочисленных голодовках и необычайной дороговизне на хлеб.

Именно во второй половине XIII в. создаются такие жемчужины русского летописания, как Лаврентьевская и Ипатьевская летописи, составители (сводники) которых подарили потомкам лучшие списки «Повести временных лет» всех трех редакций. Это великое историческое произведение не только напоминало соотечественникам о былой славе великой Руси, но и звало «народ русский» к единству, к сопротивлению поработителям и угнетателям русских земель. И Новгородская первая, и Лаврентьевская, и Ипатьевская, и Густынская, и Псковские летописи особенно подробно останавливаются на сопротивлении русских городов поработителям, при этом не забывая сообщать о природных явлениях той поры.

В Новгородской первой летописи весьма подробно описывается мятеж новгородцев против переписи населения иноземцами — «окаянными татарове сыроядцами» в 1259 г. Затем летописец, очевидец событий, отмечает: «Того же лета канун Бориша был бысть мраз велик по волости, но господь не хотя места сего святой Софии оставить пуста, отврати ярость свою от нас и призре оком милосердия своего, кажа нас на покаяние, но мы грешныи аки псы обращаемся на свои бльвотины, не помышляюще казни божия, яже на ны приходить за грехи наша» (86, 83).

Итак, даже в эти трагические, тяжкие для Руси годы природа наряду с людьми остается живым действующим лицом истории. Вспоминая о землетрясении, возврате холодов и голоде 1230 г., составитель одной из псковских летописей добавляет, что от этих «потрясений до взятия Рязанского и Володимирского от татар 8 лет» (115, 2, 78—79).

Под 1261 г. Софийская первая летопись подробно живописует о том, как жители Ростовской земли избавились от «лютого томления» басурманского, изгнав «поганых» татар из Владимира, Суздаля, Ярославля и Переяславля. О том, что за этим восстанием последовала расправа, повествует и Софийская первая и Густынская летописи. В последней летописи под 1261 г. отмечено, что «татаре много зла тогда русской земле сотвориша и вся грады русские разметаша, а иные пожгоша» (2, 343). Под 1284 г. Ипатьевская летопись отмечает, что не только на Руси был мор, «но и в вляхах тое же зимы, но и в татарах тоя же зимы изомре все кони и скоты, и овце, все изомре, не остана ничего же» (там же, 213).

Ипатьевская летопись под 1279 г. открывается сообщением о том, что голод был во всей земле — и на Руси, и в Польше, и в Литве, и «в Ятвязах». Та же летопись сообщает о катастрофических природных явлениях не только на Руси, но и в Западной Европе, и в частности, что в 1285 г. в «немцах» вышло море и затопило землю. От наводнения погибло 60 тыс. человек, было разрушено 111 каменных церквей, «опрочь деревянных». Летописцы XIII в., повествуя о восстании против иноземцев, о набегах татарских войск, о борьбе с немецкой и шведской агрессией, о строении церквей, важнейших политических, экономических, культурных событиях в жизни земель, не забывают при этом рассказывать о великих бурях, затяжных дождях, необычных

грозах, ранних морозах, засухах, эпидемиях и голоде, периодически постигающем жителей Новгорода Великого, Пскова, Старой Руссы, Ладоги, Владимира, Ростова Великого, Смоленска, Ярославля, Твери, Рязани, Галича, Кракова и различных земель Руси. Лучшие традиции общерусского летописания нашли дальнейшее развитие в летописании Москвы, где эта работа началась в начале XIV в.

Для характеристики экстремальных природных явлений в XIV в. весьма важен первый общерусский летописный свод 1408 г., который известный русский историк Н. М. Карамзин назвал Троицкой летописью. При создании этого важного исторического произведения были использованы летописи Ростова Великого, Твери, Рязани, Смоленска, Москвы, часть из которых не дошла до нашего времени. Судьба самой Троицкой летописи оказалась трагической. Она сгорела в 1812 г. в Москве вместе с драгоценным собранием рукописей Московского общества истории и древностей российских. Однако к этому времени многие ее разделы и фрагменты были введены в научный оборот, что позволило выдающемуся советскому историку М. Д. Присёлкову реконструировать этот бесценный исторический памятник. Для целей нашего исследования особенно важно, что история русской жизни, включая экстремальные природные явления с XIV в. (с 1305 по 1408 г.), освещена, по мнению исследователей, «в записях почти современных на всем протяжении этого отрезка времени и, безусловно, современных для конца XIV и начала XV в. без последующих сокращений и редакционных обработок» (331,5). Это придает особое значение содержащимся в летописи метеорологическим записям, которые М. Д. Присёлковым были восстановлены по сохранившимся выпискам в трудах Н. М. Карамзина, изданиях Черепанова, Чеботырева и Тимковского (там же). Дополненные данными Симеоновской, Тверской и Воскресенской летописей, они дают возможность восстановить в общих чертах ход погоды в XIV в. в Северо-Восточной Руси. В заключительной части летописи (1301—1408 гг.) содержится около 60 записей о наводнениях, бурях, пожарах, жестоких зимах и других природных явлениях. Многие из них особенно замечательны своей подробностью, яркостью, живописностью природоведческих зарисовок. Под 1371 г. в Троицкой летописи повествуется о климатических явлениях, во многих чертах напоминающих засуху 1972 г.

Летописец сообщает, что летом 1372 г. на солнце были видны места черные, как гвозди, и около двух месяцев стояла столь великая мгла, что за «две сажени перед собою не видети было человека в лицо, а птицы по воздуху не видяти летати, но падаху с воздуха на землю, и тако по земли пеши хожашу». В то лето стояла великая сушь. В результате «жито посохло», а леса, дубравы, болота «погораху, и иде же и земля горяше» (там же, 392).

Троицкая летопись содержит уникальные сведения о поздней весне 1383 г., когда «снег лежал до 20 чисел апреля, а люди ездили до этого времени на саях» (там же, 426). Не менее замечательные сведения о «зело» студеной зиме 1393 г., когда «многие человеки... измерзали и издыхали... внезапно обретися мертву от мраза на пути» (там же, 444). И несколькими строками ниже сообщение о том, что весной 1394 г.

была «поводь (наводнение) велика повсюду», о чем, по словам М. Д. Присёлкова, нет упоминания в других летописях.

Интересные сведения Троицкой летописи о необычайных природных явлениях XIII—XIV вв. на северо-востоке Руси дополняются записями, содержащимися в Тверском собрании и Рогожском летописце, составляющих 15-й том ПСРЛ. Летописание в Твери началось в конце XIII в. и не замыкалось на событиях только в своей области, но и включало информацию о жизни Рязани, Новгорода, Ярославля и других земель Руси. Сведения об экстремальных природных явлениях в XIV в. имеются и в Псковских первой и второй летописях. Псковское летописание началось в XIII в., велось оно при храме «живоначалной» Троицы, в котором хранился ларь с историческими документами Псковской земли и там же «базировалась» канцелярия Псковского веча. Когда с присоединением к Московскому княжеству вече в 1510 г. было уничтожено, летописание продолжалось в Печорском монастыре, расположенном не в дальнейшем расстоянии от Пскова. Первые записи в псковских летописях лаконичны. Так, под 1303 г. отмечается лишь, что была «зима тепла без снега, а на лето был хлеб дорог весны» (115, I, 27). Много сведений о солнечных и лунных затмениях, пожарах, эпидемиях. Описания небесных знамений отличаются большей подробностью, чем сведения метеорологического характера, которые чрезвычайно кратки. В XV в. они становятся более подробными. В Псковской первой летописи в 1404 г. отмечается, что летом было много дождя и реки наполнились, как весной, «а хлеба бог умножил» (там же). Спустя 17 лет летописец дает более обстоятельное описание необычных климатических условий 1421 г.: «Бысть мор велик во Пскове... Того же лета бысть зима снежна вельми и много паде снегу и потом на весну бысть вода велика и сильна зело, наполнишася источницы водные и озера» (там же, 34). Далее летопись сообщает о том, что половодье затопило значительные части городов Пскова и Новгорода и снесло великий мост через Волхов. Кроме того, вода затопила много церквей и монастырей, при этом погибли многие старинные иконы и книги. «И в домах своих, — по словам летописи, — много людей истопоша и много зла сотворилося в Великом Новгороде, и бысть та вода чрез все лето велика вельми» (там же, 27).

Эта запись дает точное представление об одном из стихийных бедствий, которое обрушилось на жителей Псковской и Новгородской земель.

Один из поздних Псковских сводов был создан игуменом Печорского монастыря Корнелием. После гибели Корнелия (он был казнен по приказу Ивана Грозного, которого упрекал в том, что тот многих новгородцев погубил и побил «множество» православных христиан) свод был продолжен до 40-х гг. XVII в. Природоведческие записи печорского летописца Корнелия необычайно рельефны, содержательны и дают яркое представление о катастрофически опасных метеорологических явлениях. Вот его свидетельство о зиме и весне 1560 г.: «А зима тогда была бесснежна, только семь недель было со снегом, а на весне вода была мала: сухота по всем рекам, а на Великой реке подо Псковом и мосту не выводили, лед сверху мосту в реке раста-

ял» (там же, 2, 238, 240). Более скупое, но не менее убедительно сказано о засухе 1560 г. Далее под тем же годом отмечена великая дождевая туча с громом в июле и затем еще более важное свидетельство: «Лето было сухо, яровой хлеб не родился, присох бездождем и кушиша от того слетяя рожь, по 16 денег, овес по 12 денег, а жито по 20 денег, а пшеницу по 11 алтын». Не менее красноречиво описание неустойчивой зимы 1564 г., когда небывалые зимние наводнения причинили «многие пакости псковичам и новгородцам» (там же, 244—245).

Интересные наблюдения за природными явлениями в XIV и XV вв. имеются в составе Ермолинской летописи, в основе которой лежит Ростовский свод, дополненный сведениями из общерусских сводов. Исследователи уже отмечали, что в летопись включены «местные записи, относящиеся к событиям на территории ростовской епархии» (310, 111). Эти сведения являются уникальными и не содержатся в других летописных сводах. Действительно, летопись, получившая свое название по имени В. Д. Ермолина¹, по наказу которого она была составлена в 80-х гг. XV в., содержит уникальные записи. Заметки, относящиеся к XIV в., открываются записью о великой буре 2 июня 1301 г., во время которой в Ростове четыре церкви «из основания вывернуше, а со многих верхи срывало». Не менее важно сообщение о том, что в 1309 г. был «великий мор на люди и на кони и всякий скот, а жито всякое мышь поела, и бысть голод по всей земле сей».

Нашествие грызунов засвидетельствовано многими летописцами. Запись в Ермолинской летописи уточняет границы этого бедствия. В 1319 г. отмечено появление ночью огненных столпов от небес до земли и дуги небесной (радуги), которую видели лишь некоторые (иные еще узрели «коней с фонарями по воздуху ездящих»). Наряду с ростовскими в состав летописи включены и общерусские известия, например о пожаре в Юрьеве (в 1328 г.), в Московском Кремле 3 мая 1331 г., «о великой меженине (засухе) во всей Руси» в 1332 г., о походах на Новгородские земли шведского короля Магнуша и о том, что в 1348 г. шведские корабли были застигнуты великой бурей около Усть-Нарвы и большая часть из них погибла вместе с ратью, о последовавших затем потопах, голоде, эпидемии и смутах в Швеции. В Ермолинской летописи отмечено, что зимой 1360 г. «солнце на чистом небе, в Филипово говенье, аки темною кровью покровено створися, а в великое говенье огненные зори явились и ходили через небо от востока до запада». О засухе 1371 г. сказано очень скупое. Отмечена буря летом 1377 г., которая застигла русских паломников на пути к Царьграду. Лютая зима 1393 г. описана не менее подробно, чем в Троицкой летописи.

Более подробны и порой уникальны метеорологические заметки, относящиеся к XIV в., например запись о том, что в 1435 г. «весна была тепла, а лето студено, да и мокро, и никакое жито не родилось с тех лет». Далее летописец добавил, что была «меженина после мору». Подобных наблюдений в других сводах не встречается.

¹ В. Д. Ермолин — выдающийся русский скульптор и архитектор. Обновлял кремлевские стены, перестраивал Спасские ворота, строил Георгиевский собор в Юрьеве-Польском и др.

В Ермолинской летописи содержатся уникальные подробности о голоде 1443 г. в Можайске, наступившем в Русской земле после необычайно холодной зимы и меженины: «И пришло в Можайск голодников много, и князь велел их кормити, они же хотели и пристава самого съести и с тех пор мест начали от голоду мерети и наклали их 3 скудельницы, да хлебника мужика сожгли, и он люди ел, душ пятьдесят и малых и великих потерял». В Ермолинской летописи также зафиксированы многие из природных явлений, отмеченных в Троицкой, Новгородских, Псковских, Тверских и других летописях. Эти записи позволяют уточнить границы, а порой и интенсивность экстремальных природных явлений.

Наметившийся к концу XIII в. новый подъем русского летописания достиг к концу XIV — началу XVI в. необычайного расцвета.

Нам представляется, что Русь знала не только Предвозрождение, но и подлинное Возрождение. Возрождение это меньше всего было связано с европейским Ренессансом. Русское Возрождение возникло, возможно, раньше европейского и на совершенно иной социально-экономической основе. Великий смысл его состоял во всенародной пропаганде всеми видами искусства физического и духовного «освобождения от татаро-монгольского рабства». Татаро-монгольское нашествие действительно «сковало творческие силы на Руси».

Как справедливо отмечал академик Д. С. Лихачев, в эпоху борьбы с Ордой «восстановление старых традиций было явлением прогрессивного порядка» (100, 3, 9). Более того, знаменем русского национального подъема было сохранение традиционных стилей во всех видах творческой деятельности в области культуры Древней Руси. Особенностью Возрождения, которое знала Русь, наряду с «открытием ценности отдельной человеческой личности» было проявление глубокого интереса к прошлому своего народа, Отечества и всего мира. Через обращение к прошлому летописцы осмысливают настоящее.

Русское Возрождение, всецело возникшее на родной почве и подчиненное задачам борьбы с лютыми врагами Отечества, вместе с тем лишено национальной замкнутости. Русь в самые тяжкие годы своей истории поддерживала и проявляла живой интерес к жизни стран Западной Европы, Балкан, Ближнего Востока, Индостана. Русскими людьми было предпринято большое число путешествий.

Великие социальные и внешние политические события в жизни Руси, центром которой становилась Москва, оказали влияние на развитие многих сторон жизни России, на ее культуру, литературу, науку.

В XV в. создаются выдающиеся летописные памятники: Софийская первая летопись, Летопись Авраамки, Летописец Павла, Новгородская четвертая, Хронографическая Новгородская (пятая), Симеоновская летописи, Московский свод конца XV в. Происходит своего рода соперничество между летописанием Новгорода и Москвы. И хотя Иван III наносит удар политической самостоятельности Новгорода, новгородское и вместе с ним и псковское летописание не утрачивают своей самостоятельности, своей исконной, пронесенной через несколько столетий демократичности и зоркой наблюдательности,

которая и придает записям новгородских и псковских летописей уникальность и ценность.

Важным дополнением к Новгородской первой летописи являются отрывки из бесследно исчезнувших других новгородских сводов, которые, вероятно, погибли в огне пожаров либо были утрачены не ранее XVII в. Эти отрывки более известны под названием Новгородская вторая (Архивская) летопись, получившая свое название от Архивского списка, хранящегося в Московском государственном архиве МИД № 62 / 85. (Другой список носит название Ленинградского и находится в Государственной публичной библиотеке им. М. Е. Салтыкова-Щедрина.) Имеются сведения о том, что Новгородская вторая летопись была составлена иеродиаконем Георгием в 1550 г. «из разных древних рукописей», хранившихся в монастыре на Лисьей горе, и затем «неизвестными бытописателями» продолжена сначала до 1571 г., а затем до 1587 г. включительно. Заметки, охватывающие новгородские и общерусские события за 911—1587 гг., расположены без соблюдения хронологической последовательности. Некоторые события, в том числе и метеорологические явления, описываются по несколько раз и притом с различными подробностями. Новгородская вторая летопись содержит большое число сведений о засухах, возвратах холодов, необычайных дождях, великих наводнениях и других необычайных природных явлениях, включая солнечные и лунные затмения, полярные сияния и т. п. Нередко они в различных вариациях дублируют друг друга. Это особенно ценно, так как дает возможность получить более широкую информацию о том или ином экстремальном природном явлении.

Не менее важным является и привлечение Владимирского летописца, который открывается событиями IX в. и заканчивается 1523 г. Владимирский летописец впервые был опубликован в 1965 г. в составе 30-го тома ПСРЛ. В нем содержатся сведения об экстремальных природных явлениях, не отмеченных в других летописях.

В XVI в. создаются Никоновский свод, Софийская вторая, Воскресенская, Львовская, Вологодско-Пермская летописи, Степенная книга, несколько редакций Хронографов, Казанский и Устюжский летописцы и др.

Особенный интерес представляет Никоновский свод, получивший свое название от списка этой летописи, принадлежавшей патриарху Никону. Этот грандиозный исторический памятник, по мнению Б. И. Клосса, был создан в 20-х гг. XVI в. По словам этого исследователя, «он представляет наиболее полный свод сведений по русской истории, донесший в своем составе целый комплекс известий, неизвестных по другим источникам» (257, 3).

Уникальны сведения Никоновского свода и об явлениях природы (339, 182—187), в том числе в IX—X вв., которые очень скупо освещены по другим источникам.

Весьма важен Устюжский летописный свод (Архангелгородский летописец), который был составлен в первой четверти XVI в. в Устюге Великом. Этот свод содержит ценнейшие сведения об экстремальных природных явлениях на русском Севере, в Приуралье и Поволжье с

начала XIII и до конца XVI в., а также в Киевской Руси в XI—XII вв. Именно в его составе находится неизвестная и необычайно интересная древнейшая летопись, первая часть которой содержит древнюю редакцию Начального свода, текст Начального свода и «Повести временных лет». Особенный интерес представляют известия о засухах, наводнениях, голодных годах, которые обрушивались на северные области России в XV—XVI вв.

В конце XV в. Русью предпринимаются важные походы и путешествия. Устюжский летописный свод донес до наших дней запись о походе в Сибирь войска Федора Курбского и Ивана Травина, которые выступили из Великого Устюга 9 мая 1483 г., перевалили через Урал, спустились до города Сибири, а затем направились по Иртышу на Обь и Югорскую землю.

Судя по тому что летописные известия не содержат данных о необычайных метеорологических явлениях во время похода, закончившегося 1 октября 1483 г., можно предполагать, что климатические условия лета и начала осени на русском, Уральском и Обском Севере, а также в Западной Сибири были близки к норме.

География русского летописания в XV в. расширяется. Это приводит к значительному возрастанию метеорологических записей. Во второй половине XVI в. русское летописание постепенно начинает приходить в упадок, хотя по-прежнему оно ведется в Москве, Новгороде, Пскове, в северных и сибирских городах, городах Юго-Западной России.

Большое число записей природоведческого характера донес до наших дней Новгородский хронограф XVII в., Острожский летописец, Двинская летопись, Летопись Самовидца, Галицко-Волынская летопись и многочисленные недавно опубликованные краткие хроники, которые велись в различных городах Европейской России. Необычайно бедны метеорологическими сведениями сибирские летописи, повествующие о начальных годах присоединения Сибири к России.

Относительно небольшое число природоведческих записей, относящихся к XVII в., содержится в Мазуринском летописце, опубликованном в 31-м томе ПСРЛ. Еще меньше их в Летописце 1619—1691 гг., опубликованном в том же томе. Собственно, сведения об экстремальных метеорологических явлениях появляются лишь на его последних страницах, где красочно описаны «великий» светлый круг, появившийся вокруг Солнца в 4 часа дня 17 января 1683 г., и необычайно теплая, сухая, с малым числом дождей погода, когда во второй раз цвели деревья. Затем отмечена мягкая, голая зима, которая сменилась с 25 декабря многими снегами и «зело великими» морозами, от которых в дороге «люди помирали» (30, 203). В том же 31-м томе в «Летописном сказании Петра Золотарева» содержатся сведения о нескольких знамениях, о холодном дождливом лете, землетрясениях в Астрахани, Средней Азии и Турции.

Летописи и хроники, содержащиеся в 35-м томе (Супросальская, Румянцевская, Никифоровская, Виленская, Слуцкая, Волынская краткая, Ольшевская, Академическая, Евреиновская и др.) дополняют картину экстремальных природных явлений, отмечавшихся в Белоруссии

и Литве, и ярко рисуют картину великого голода, который из-за непрерывных летних дождей обрушился на Литву и Русскую землю во второй четверти XV в. Там же содержатся сведения о лютой многоснежной зиме 1447 г. и последовавших за ней наводнениях, о нашествии саранчи на Литовские, Белорусские и Польские земли в первой половине XVI в. (1542).

Одна из замечательных особенностей отечественного летописания — это его общерусский характер и глубокий интерес к важнейшим событиям мировой истории и к необычайным природным явлениям в государствах Западной Европы, Передней и Средней Азии. В русских летописях охарактеризованы черты климата Закавказья, Ирана, Афганистана, Индии, Сирии, Египта, Турции. Летописцы сохранили для науки драгоценные свидетельства очевидцев, предпринимавших дальние путешествия.

Напомним, что в 1001 г. Владимир отправил своих послов под видом купцов («гостей») в Рим, Иерусалим, Египет и Вавилон, поручив им описать другие страны, их главнейшие города, «порядки правления» и обычаи народов.

В составе Львовской и Софийской второй летописей дошел до нас уникальный исторический памятник «Хождение за три моря Афанасия Никитина». В нем содержатся интересные сведения о климате Кавказа, Ирана, Афганистана, Пакистана, Индии, о палящем зное в Ормузе, о зиме «в индийской земле», которая «стала с Троицына дни», о дождях, ливших день и ночь 4 месяца. В это время, когда «всюду вода да грязь», здесь пашут и сеют пшеницу.

Затем Никитин описывает весну, лето, осень и делится своими наблюдениями за климатом посещенных городов и стран: «В Индостане сильного зноя нет; сильный зной в Ормузе да в Бахрени, где родится жемчуг, да в Джиде, да в Баку, да в Египте, да в Арабстане, да в Ларе. Знойно и в Хорасанской земле, да не так. А в Чагатае очень знойно. В Ширазе же да в Йезде и в Кашане знойно, но бывает ветер. А в Гиляни очень душно и сильно парит, да и в Шемахе сильный пар. В Василоне (Багдаде) знойно, тоже в Хумсе и Дамаске. В Аленко же не так знойно. А в Севастей губе и в Грузинской земле на все большое обилие. И Турецкая земля очень обильна. В Волошской земле так же обильно и дешево все съестное. Обильна всем и Подольская земля. Русская земля да будет богом хранима... На этом свете нет страны подобной ей...» (137, 84—85).

Никитин описывает бурю на Каспии, которая разбила «малое судно» путешественника в самом начале путешествия. Еще более подробно он рассказывает о штормовом северном ветре на Черном море, который вынудил путешественников вернуться к Трапезунду. Здесь они были задержаны на 15 дней ветром великим и злым. Плавание возобновилось, когда шторм еще продолжался. Злым ветром отнесло судно к Балаклаве, а оттуда к Гурзуфу, где стояли пять дней.

За десять дней до Филиппова заговенья Никитин прибыл в Кафу, откуда направился в Русскую землю и умер в Смоленске, так и не дойдя до родной Твери.

Многочисленные походы, поездки русских послов, «хождения» купцов и паломников, часть из которых была засвидетельствована в исторических источниках, обусловили значительное увеличение сведений о необычных природных явлениях XV—XVI вв. как на Руси, так и в странах Западной Европы, Ближнего Востока, Средней Азии и даже Индостанского полуострова. Большая часть этих сведений является свидетельством очевидцев. Другая часть получена либо во время путешествий по зарубежным странам, либо через послов.

Летописцы отмечали выдающиеся путешествия не только россиян, но и других народов. Великие географические открытия XV—XVI вв. были замечены многими летописцами, книжниками и образованными людьми Руси. О том свидетельствуют и Хронограф юго-западной редакции, и рассуждения Максима Грека об открытии Америки португальцами, и перевод небольшой книги о плавании Магеллана и «о Молукитцких островах и иных многих дивных...».

В Русском хронографе и Хронографе юго-западной редакции содержится немало свидетельств об экстремальных природных явлениях в Византии, Чехии, Польше, в Крыму. Летописцы не прошли мимо такого факта, как отправка Португалией экспедиции Христофора Колумба. По словам Хронографа юго-западной редакции, король Португалии посылал «на великое море окиян» двух ученых, сведущих в «звездном хождении». Экспедиция была снабжена трехлетними запасами провизии. Путешественники, как свидетельствует летопись, «изобретоша многие острова и в них люди дивны, тако же и звери и птицы». Эти острова «назвали Новый Свет» (21, 226).

Следует иметь в виду, что во второй половине XVI и первой половине XVII в. происходит необычайное расширение территории Русского государства. Вслед за воссоединением Казани и Астрахани начинается не имеющий себе равных во всемирной истории процесс открытия и освоения Сибири, включая Арктику и побережье Тихого океана. Именно в этот период русское летописание начинает приходить в упадок. «По мере приближения к новой эпохе Московского государства, — писал М. А. Боголепов, — все реже слышится из летописей голос народа, а с ним вместе гложут записи о явлениях в природе, совершенно исчезая в первой половине XVII века, где летописи переходят в разрядные книги» (160, 64—65).

Действительно, сведения о погоде во второй половине XVI и первой половине XVII в. в летописных источниках представлены скуднее, да и сами летописи утрачивают прежнее значение.

Однако положение не столь драматично, как это представляется на первый взгляд. Завершившийся в XVI в. процесс объединения русских земель в централизованное государство потребовал создания сильного государственного аппарата. В конце XV в. сложилась система приказов, ведавших отдельными областями России.

Документальные материалы правительственных учреждений сохраняли не только информацию о хозяйственной и внешнеполитической жизни Русского государства, но и сведения о неблагоприятных атмосферных явлениях. В разрядных книгах за 1475—1605 гг. также содержатся данные об экстремальных природных явлениях. Правда,

сказано о них более скупое, чем в летописях. Но они являются еще одним подтверждением исключительной надежности наблюдений русских летописцев.

В исторических документах государственных учреждений, сосредоточенных в Московском архиве министерства юстиции, отмечаются дождливые периоды и засухи в Нижнем Новгороде и Суздальской земле в конце XVI — начале XVII в., градобитие в Чугуеве (1643), бури в Волхове, Севске, Белгороде, Брянске (1653, 1667, 1668, 1676), недороды от дождей в Севской, Брянской и Воронежской областях (1672, 1674, 1692), нашествие саранчи в районе Белгорода и Верхосенцев (1688, 1690) и т. д.

Среди бумаг Сибирского приказа, судя по росписи Н. Н. Оглоблина, имеются документы о сильной засухе в Западной Сибири, в частности в Тобольском и Верхотурском уездах, где в 1623—1627 гг. выгорели леса и погибли посевы, что вызвало большой голод. Недород имел место в Тобольском уезде в 1661 г., а в 1656—1660 гг. дождями и морозами были вызваны недороды в Вятке, Устюге и на Архангельском Севере.

Вместе с тем в документах Сибирского приказа за XVII в. нет жалоб на гибель урожая от возвратов холодов и ранних заморозков. Это еще одно свидетельство того, что климатические условия в XVII в. в Сибири были более благоприятны, чем, например, в первой половине XVIII в., в течение которой наблюдались случаи, когда поля неснятого хлеба засыпало снегом.

Имеется возможность восстановить ход погоды в Москве в третьей четверти XVII в. Дело в том, что 25 мая 1650 г. царь Алексей Михайлович дал следующий указ одному из своих приближенных, стольнику А. И. Матюшкину, находившемуся в это время на потешном дворе в селе Семеновском под Москвой: «От царя и великого князя Алексея Михайловича всеа Руси стольнику нашему Афанасию Ивановичу Матюшкину. Как к тебе ся наша грамота придет и ты б записывал, в которой день и которого числа дождь будет, да отписать бы тебе о птицах, как их носят и как летят, и что на Москве и у вас (в Семеновском. — *Авт.*) делается, при все подлинно и кто Карпушкину птицу носит и встал ли Карпушка, да на нашем стану в селе Танинском новый сокольник Мишка Семенов сидел у огня, да вздремав упал в огонь, и его из огня вытощили — немного не згорел, а как в огонь упал и того он не слышал; да однолишно по нашему указу кречетами и чилигами промышлять неоплошно за одно, и выпуск им давать сколько бог помощи подаст; да прислать бы тебе квасов жженных с стадным конюхом с Мишкою Мартыновым, который к тебе с сею нашею грамотою придет. Писано в нашем стану на реке Клязме в деревне Тарасовке лета 7158 мая в 25 день» (39, 23—24).

Вероятно, следует отметить, что А. И. Матюшкин, сын думного дьяка И. П. Матюшкина, принадлежал к числу «совоспитываников» Алексея Михайловича. Судя по откровенному и дружескому характеру писем и поручений царя своему московскому ловчему, начальнику соколиной государевой охоты, А. И. Матюшкин пользовался его особым доверием. Он сопровождал царя в военных походах против поля-

ков и шведов. В 1672 г. Матюшкин был определен думным дворянином. Умер он 4 мая 1676 г., будучи воеводой Архангельска. Мы намеренно приводим некоторые биографические данные о А. И. Матюшкине в надежде, что они могут послужить нитью в поисках русских записей о погоде, относящихся к середине XVII в.

Историки, обратившие в начале XX в. внимание на записи о погоде в середине XVII в., считают, что А. И. Матюшкин не мог не исполнить «указ» царя и, вероятно, заносил в свой журнал сведения как о погоде, так и о различных событиях из жизни в Москве и Семеновском. И. Я. Гурлянд в исследовании «Приказ великого государя тайных дел» пытался проследить судьбу этого важного распоряжения. «Очевидно, — писал Гурлянд, — что Матюшкин должен был исполнить царский указ, но мы не знаем ни того, в какой мере регулярно вел свои записи Матюшкин, ни того, вел ли он их всегда или только до известного времени» (58, 223). Вместе с тем Гурлянд обратил внимание на существование дневника Приказа тайных дел, в котором изо дня в день делались записи о погоде.

Приказ тайных дел был создан царем Алексеем Михайловичем в начале 50-х гг. XVII в. Не останавливаясь на весьма обширном и сложном круге деятельности этого государственного учреждения, отметим лишь, что к нему перешли функции собственной канцелярии царя, управление соколиной охотой, отправка партий для поисков новых земель и «открытия серебряных, медных и прочих руд». В Приказе тайных дел велись «Дневальные записки». Они содержали записи о погоде, о событиях в Москве, а также сведения о приемах, поездках и походах царя. Порой записи сводились к заметкам метеорологического характера. При этом обращает на себя внимание подробное описание характера осадков и указание точного времени их выпадения. Все это дает основание предполагать, что с переходом соколиной охоты в ведение Приказа тайных дел к последнему перешло и ведение записок о погоде и о том, «что делаетца» в Москве (и особенно в Кремле).

«Дневальные записки» 7165 г. (1657 г.) содержат заметки с 15 января по 31 августа с некоторыми пропусками (например, с 17 по 28 января), образовавшимися в результате утраты отдельных листов. Первые регулярные записи о погоде были весьма скудными: «Генваря в 15 день в четверток... И в тот день и в ночи был мороз»; «Февраля в 1 день в неделю... И тот день был тепл и ветер, и шол снег с утра до обеда; а в ночи ветер был же».

Почти полностью сохранились «Дневальные записки» за 7168 г. (сентябрь 1659 — август 1660 г.). В них утрачены начальные девять листов. Заметки о погоде сходны с заметками предыдущего журнала, имеются записи о вскрытии реки Москвы и первые наблюдения за подъемом уровня воды в реке во время половодья. В записях, относящихся к летним месяцам, отмечается выпадение обильной росы, дается описание грозы 8 июня, когда «была буря велика и шол дождь велик и был гром и молнии блистания до 16-го часу в полы» (42, 91). Как видно из Записок, первая половина лета 1660 г. была весьма ненастной. Почти ежедневно делаются заметки о том, что шел дождь то «с перемешкою», то «бес перемешки». Только с середины июля установились

«ведренные и красные дни», которые держались до конца августа.

Наиболее полным является журнал 7170 г. (с 1 сентября 1661 по 31 августа 1662 г.). Известен его заглавный лист «Книга Приказу тайных дел», а в ней — «Записка дневанью 170-го году». Журнал открывается записью о праздновании нового года.

Необходимо напомнить, что до петровской реформы календаря новый год в России начинался 1 сентября. Именно с этой даты и начинаются те дневники Приказа тайных дел, которые дошли до нас полностью. Следует отметить, что записи велись различными людьми, которые нередко сводили их к заметкам о погоде и указаниям начальника караула.

В «Дневальных записках» 7170 г., как и в предыдущих журналах, ежедневно отмечается состояние погоды и ее изменение в течение дня и ночи. Появившиеся в «Записках» 7168 г. заметки о подъемах воды в реке Москве исчезают. Весьма интересна запись о погоде 24 мая, когда «в 1-м, 2-м, 3-м часах шол дождь не мал и был гром велик, а до 11-го часа пасмурно, а в 11-м и по 12-м часех шол дождь велик и град в орех, а с 13-го часу было красно, а за час до вечера находили тучи и дождик накрапывал, а в ночи было тепло» (там же, 140). Столь обстоятельные записи о погоде не единичны.

«Дневальные записки» 7171 г. также содержат полный годичный цикл записей о погоде. Журнал начинается 1 сентября 1662 г. и заканчивается 31 августа 1663 г.

«Дневальные записки» за 7172 и 7173 гг. (сентябрь 1663 — август 1665 г.), вероятно, утрачены. Журналы за 7174—7176 гг. (сентябрь 1665 — август 1668 г.) уцелели.

«Дневальные записки» за 7177—7180 гг. не сохранились, хотя они, безусловно, существовали и в них тоже велись записи о погоде.

Характер ведения «Дневальных записок» 7181 г. не изменился. Как и прежде, журнал открывается описанием «действия нового года», а далее отмечалось: «И в тот день шол дождь с перемешкою и ночью потому ж». Журнал 7181 г. принадлежит к числу наиболее полных, и, что особенно важно, основное его содержание составляют метеорологические заметки.

«Дневальные записки» 7182 г. утрачены. От дворцового журнала за 7183 г. уцелели лишь отдельные листы.

С. А. Белокуров опубликовал «Дневальные записки» за 7165, 7168, 7170, 7171, 7174—7176, 7181, 7183 гг. Отрывки из «Дневальных записок» за промежуточные годы публиковались другими исследователями. Это свидетельствует о том, что, вероятно, «Дневальные записки» велись из года в год.

Нами было предпринято исследование некоторых документов Приказа тайных дел. Были обнаружены «Дворцовые записки» времен самозванцев и царя Михаила Федоровича (1596—1645 гг.), содержащие некоторые, правда очень скудные, сведения о погоде в первой половине XVII в. (ЦГАДА, ф. 27 Госархива, д. 26, л. 1—181). Были просмотрены «Дворцовые записки о выходах и приемах, путешествиях и проч. царя Алексея Михайловича с 5 сентября 1659 по сентябрь 1660 года», содержащие заметки о погоде в Москве (там же, д. 144). Одновре-

менно исследовались «Дневальные записки Приказа тайных дел» и «Поденные записки о событиях при дворе царя Алексея Михайловича», начинающиеся с 25 декабря и предположительно относящиеся к 1660 г. (там же, д. 546).

Выяснилось, что часть «Дневальных записок», которые были опубликованы Белокуровым, бесследно исчезла, а сохранившиеся подлинники записей пришли в столь ветхое состояние, что ими до реставрации невозможно было воспользоваться.

Утрата части «Дневальных записок» уже в XX столетии заставляет предполагать, что такие утраты имели место и раньше. В этом еще больше убеждает наличие дела «Подмоченные и слипшиеся бумаги Приказа тайных дел» (там же, д. 512). Не исключено, что именно такая же участь постигла исчезнувшую часть «Дневальных записок».

Всего в опубликованных «Дневальных записках Приказа тайных дел» содержится более 2000 записей о погоде, относящихся к 1657—1675 гг. Они менее красочны, чем летописные сведения о засухах, наводнениях, градобитиях, ливнях, грозах и других метеорологических явлениях, но представляют еще более важный материал для изучения истории климата нашей столицы в третьей четверти XVII в. Благодаря регулярному характеру ведения метеорологических записей можно составить представление о количестве солнечных дней, дней с осадками, о количестве гроз, о случаях выпадения града, о ночах с обильными росами и проследить особенности некоторых метеорологических явлений в отдельные сезоны за целый ряд лет. Безусловно, содержащиеся в «Дневальных записках» заметки о погоде найдут широкое использование при изучении истории климата.

После смерти царя Алексея Михайловича (1676 г.) Приказ тайных дел был ликвидирован, а его дела еще при Петре I были переданы в другие приказы и государственные учреждения. Не исключено, что и в последующие годы дворцовая стража Кремля продолжала «Дневальные записки» или вела близкий по типу дневник жизни в Кремле с заметками о погоде. Предположение о том, что нить визуальных наблюдений не прерывалась, может найти подтверждение в «Походных журналах Петра Великого», которые были изданы в середине прошлого века, и в придворных журналах 40-х гг. XVIII в., хранящихся в ЦГАДА (Фонд морских дел, ф. 21, д. 39, ч. I, л. 204—224, 252—255). По своему содержанию, характеру и стилю они весьма напоминают «Дневальные записки Приказа тайных дел». Например, отмечается, что 5 октября 1723 г. «с перемешкою было солнечное сияние и дождичек... Ветр был немалой, а ночью еще более прибавлялся» (111, 25).

Любопытно, что первые известные нам «Походные журналы» велись при бомбардирской роте Преображенского полка, на которой, как и на караулах Приказа тайных дел, лежали обязанности по охране царя. Как видно из архивных материалов, Петр I еще в ранней юности (в 15-летнем возрасте) познакомился с дневниковыми записями времен своего отца и, вероятно, распорядился вести поденные записи. Во всяком случае уже в 1695 г., когда Петру было немногим более 20 лет, при походе на Азов велся обстоятельный журнал, состоявший в значитель-

ной части из записей о погоде¹. Важно также отметить, что именно во второй половине XVII в. в Россию были привезены из-за границы метеорологические приборы и астрономические инструменты и, что еще важнее, были созданы предпосылки для дальнейшего развития наук.

Развитие регулярных метеорологических наблюдений в третьей четверти XVII в. связано с усилением Русского государства и расширением деятельности, способствовавшей познанию не только окраинных земель России, но и сопредельных с ней государств. Многочисленные посольства и поездки русских людей в Среднюю Азию, Индию, Монголию, Китай, Персию, Турцию и ряд европейских стран давали науке новые сведения по географии и климату Евразийского континента, включая всю Сибирь.

До нашего времени дошла рукопись «Изображения и объяснения знаков, явившихся на небе в Венгерской земле в 1672 году, разных гадов и червей, явившихся с выпавшим в большом количестве снегом в той же стране». Эта рукопись была составлена «ректором Киевской братии Варламом Ясинским, который был в этом звании в 1665—1673 годах» (ЦГАДА, ф. 27 Госархива, д. 312, л. 1—4).

Русское правительство, интересовавшееся во второй половине XVII в. торговыми путями на Восток, приказало составить «Описание пути для проезда из России в Индию». Одновременно было сделано «Описание о невозможности проехать морем из Архангельска в Китай и о приключениях двух голландских кораблей, плававших около Новой Земли в 1597 году», на полях которого имеются заметки царя Алексея Михайловича (там же, д. 333).

Известно также, что Алексей Михайлович поручал приглашать на русскую службу иностранных «мастеров золотых и серебряных руд», инженеров и ученых «для развития в России промышленности и искусств» и доставлять из-за границы оружие, «разный скот, пшеницу, деревья и семена» (там же, д. 118, 559).

В конце XVII в. в Москве открылись первые гимназии. Киево-Могилянская коллегия была преобразована в Академию, действовала Славяно-греко-латинская академия, где первоначальное образование получили два великих русских ученых — М. В. Ломоносов и С. П. Крашенинников.

Изучение некоторых исторических источников, относящихся к Петровской эпохе, позволило выявить обширную группу документов, содержащих важную информацию о необычайных природных явлениях за 1695—1725 гг. Основное место среди них занимают так называемые «Походные журналы Петра Великого».

В значительной части они содержат визуальные метеорологические наблюдения, которые велись во многих районах России и Европы в первую очередь офицерами, сопровождавшими Петра I в его воен-

¹ Д. О. Святский обратил внимание на то, что более поздние наблюдения, производившиеся адмиралом К. И. Крюсом в 1722 г., «по своему характеру очень напоминают те... которые велись в Приказе тайных дел» (Метеорологический вестник, 1934, № 4—7, с. 186). Исследователь упустил из виду, что имеются более ранние записи в «Походных журналах Петра Великого».

ных походах, поездках по России и европейским государствам и оставившими интересные журналы.

«Журнал (поденная записка) 1695 г.» (ЦГАДА, ф. 6, оп. 6, д. 102, л. 1—23) содержит подробности Первого Азовского похода. Журнал был начат 6 мая 1696 г., когда флотилия во главе с Петром I миновала Переяславль-Рязанский (ныне Рязань), и закончен 29 октября, когда войска после неудачного штурма Азова находились в Воронежской губернии.

Как в первой, так и в последней записи содержатся данные о визуальных наблюдениях за погодой. Собственно журнал заключает в себе перечисление пройденных городов, сел, деревень, монастырей, рек и общую характеристику метеорологических условий похода. Иногда записи о погоде занимают наибольшее место, особенно в тех случаях, когда погода отличалась необычным характером. Экстремальные природные явления отмечаются и в последующие годы.

Из «Походного журнала» за 1710 г. стало известно, что в тот год в Финском заливе впервые была осуществлена разведка льдов. В журнале отмечается, что в 6 часов вечера 29 апреля «сквозь небольшой лед» флот прошел к Кроншлоту, и Крюйс выслал к Березовым островам на разведку неприятельских сил шнявы «Дегас» и «Феникс», которым также было поручено изведать, «есть ли к тем островам безопасный ото льду проход».

В журнале описано состояние льдов в восточной части Финского залива, зафиксированы изменения в направлении ветра, который отнес в море провиантские суда и галеры, где они были окружены поясом льдов. Для спасения провиантских судов и галер Петр I приказал двум фрегатам пробиваться к ним сквозь лед. 8 мая Петру I сообщили, что «галеры, бригантины, также и прочие суда с артиллериею, провиантом от льду, чрез помянутые посланные к ним на сикурс два фрегата высвободились». В этот день весь флот подошел к району Выборга, где его ожидали сухопутные войска, у которых провианта оставалось всего на два дня.

Приведенные выписки из «Походного журнала» интересны как наблюдениями за ветром, так и особенно свидетельствами о том, что уже в начале XVIII в. русские моряки осуществляли разведку ледовой обстановки, с исключительной дерзостью пробивались сквозь льды и умели учитывать особенности гидрометеорологических условий на море.

Петр I проявлял большой интерес к наблюдениям за атмосферными явлениями, в частности за ветром. В журнале, относящемся к морской кампании 1715 г. (6 июля — 22 августа), записи о ветре и его изменениях занимают большое место.

Начиная с 1719 г. число журналов, содержащих визуальные наблюдения за атмосферными явлениями, резко возрастает. Кроме опубликованных в составе «Походных журналов Петра Великого» 20 дневников, которые вели различные лица в 1719—1725 гг., сохранилось 84 шканечных журнала, относящихся к этому периоду (ЦГАВМФ, ф. 870, оп. 1, д. 1—84). Их основное содержание составляют метеорологические записи.

Наблюдения за погодой велись не только судами Военно-Морского флота, не только окружением Петра I, но и многими его современниками. Остается неопубликованным целый ряд материалов с записями о погоде, которые хранятся в Центральном государственном архиве древних актов (ЦГАДА).

Визуальные наблюдения с 50-х гг. XVII в. до конца первой четверти XVIII в. пережили определенную эволюцию. Если в первых регулярных записях большое внимание уделяется характеристике осадков, особенно времени выпадения дождя, то в наблюдениях Петровской эпохи главное место отводится ветру, его изменениям, описаниям штормовой погоды. В первой половине XVIII в. гидрометеорологические сведения используются при подготовке и осуществлении крупных военных операций. В частности, в 1721 г. Петр I потребовал доставлять в Ригу записи о погоде в Петербурге для того, чтобы «снести различием климата» и на основании этого принять определенные решения по проведению военно-морских операций против шведского флота. По словам М. В. Ломоносова, Петр понимал, что развитие мореплавания невозможно «без помощи наук» (81, 3, 19).

Петр I был внимательным наблюдателем погоды. Особенно замечательны наблюдения, которые он записывал на листах печатного календаря, когда весной 1721 г. находился в Риге и занимался подготовкой военных операций против Швеции:

«31-го марта. Было мрачно и тепло с дождем; с полудни временем был зюйд-ост, и зюйд, и зюйд-вест; морозу не было ни ночью, ни в день, но дождики перепали с теплом. С приезде нашего морозы когда были только с утра, а в полдни всегда таяло, как холодно от норда и норд-веста ни было, а в вечеру никогда мороза не было, также норд-вест, хотя и холоден был» (ЦГАВМФ, ф. 234, оп. 1, д. 14, л. 91—93 и др.).

Петр I почти ежедневно вел наблюдения за погодой во время двухмесячного пребывания в Риге и сравнивал их со сведениями о погоде в Петербурге, которые присылал ему Крюйс. Сам факт, что такой государственный деятель, как Петр I, вел наблюдения за метеорологическими явлениями, весьма интересен для истории русской метеорологии. Но еще важнее, что Петр I первым задался целью сопоставить климаты Петербурга и Риги на основе одновременных наблюдений в этих городах. Рижские погодные записи Петра I и петербургские метеорологические сведения были сведены в специальные ведомости, две из которых сохранились в подлиннике «Походного журнала» за 1721 г., которые вел сам Петр. По этой ведомости сравнены метеорологические явления в Петербурге и Риге с 15 по 28 апреля. Кроме того, имеется еще одна ведомость, в которой рассмотрены особенности погоды за 21—24 апреля 1721 г.

Вопрос о различии климатов разных городов привлекал внимание Петра и в последующее время. Так, в 1722 г. ему присылались в Москву наблюдения из Петербурга, а в 1724 г. высылались донесения о погоде из Москвы в Петербург. Впоследствии это стало традицией. Судя по архивным данным, сведения о погоде в XVIII в. составляли одну из важных частей донесений главнокомандующему Москвы и дру-

гих городов и портов России (ЦГАДА, ф. 16 Госархива, д. 578, ч. I и VI; ф. 21, д. 39, ч. I и др.).

Проводившиеся Петром экономические и культурные преобразования способствовали развитию производительных сил, что в свою очередь требовало неотложного внимания к развитию науки. Были основаны Школа математических и навигацких наук в Москве, Морская академия, медицинские, инженерные, артиллерийские школы; приступили к открытию цифирных школ в губернских городах. Были организованы экспедиции для исследования Каспийского моря, Сибири, Камчатки и северной части Тихого океана. Успешно развивались астрономические, картографические, гидрографические исследования. В Петербурге была создана Кунсткамера и обширная библиотека. Началось издание газет («Ведомостей»). Именно «Ведомости» и донесли до нашего времени большое число сведений о необычных природных явлениях.

28 января 1724 г. указом сената была учреждена Петербургская Академия наук. Академия еще до своего официального открытия приступила к инструментальным метеорологическим наблюдениям, подлинные записи которых хранятся в Метеорологическом музее Главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова. Эти наблюдения были начаты 1 декабря 1725 г. академиком Ф. Х. Майером и знаменовали начало научной деятельности Петербургской Академии наук.

Вскоре в Петербурге по инициативе Академии наук была создана городская сеть метеорологических станций. Однако наблюдения этой сети не сохранились.

С основанием Академии наук метеорологические наблюдения становятся инструментальными. Предпринимаются попытки теоретически обобщить полученные материалы. В этом отношении весьма плодотворна деятельность физика Г. В. Крафта, к которому вскоре перешло ведение метеорологических наблюдений.

«Обсервации метеорологические, — писал Крафт, — отправлял с 1729 года, через которые не без великого беспрестанного старания и труда много нового мною изобретено, что надлежит до состояния погод здешнего климата, и еще все можно усмотреть из поданных мною в Академию надлежащих писем» (275, 305).

В статье «Краткое описание наидостоинейших примечания погод и разных воздушных перемен, бывших здесь в Санктпетербурге с начала 1726 до конца 1736 году» Крафт обосновал мысль о необходимости создания в России метеорологической сети из 12 обсерваторий. По его мнению, метеорологические и магнитные наблюдения следовало бы организовать на всем земном шаре. Он призывал ученых принять участие в этом «великом предприятии».

В 1740 г. Крафт высказал мысль о возможности предвидения опасных атмосферных явлений (275, 305). Основываясь на исторических источниках, он предпринял попытку выявить цикличность в наступлении сильных холодов в Европе и на основе этого предсказать чрезвычайно жестокие морозы, подобные тем, что имели место в Западной Европе и России в 1709 и 1740 гг. (276, 11).

Начиная с 1726 г. Академия наук приступила к публикации наблюдений. Их готовили к печати ученые, чьи имена являются гордостью отечественной науки.

Большое влияние на развитие метеорологии в Европе оказали наблюдения Второй Камчатской экспедиции (1733—1743), которая является одним из самых великих географических предприятий дореволюционной России.

Академический отряд этой экспедиции создал первую русскую инструментальную метеорологическую сеть от Казани до Охотска, Большерецка и Нижне-Камчатска. Метеорологические наблюдения велись и на судах экспедиции. В частности, в архивах Академии наук и Военно-Морского флота сохранились вахтенные журналы отряда, плававшего к северо-западным берегам Америки (ЦГАВМФ, ф. 913, оп. 1, д. 50, л. 30—31). В них содержатся сведения о метеорологических явлениях за весь период плавания. Наряду с наблюдениями, которые примерно в тот же период проводились в Охотске, Большерецке и Нижне-Камчатске, а также на судах «Архангел Михаил» (там же, ф. 870, оп. 1, д. 257а, л. 1—133; д. 257б, л. 1—161), «Надежда», «Гавриил», плававших в 1738—1739 гг. из Охотска к Японии, эти сведения представляют определенный интерес для реконструкции атмосферных процессов в северной части Тихого океана в 1738—1742 гг. Не меньшее значение имеют записи о температуре, ветре и изменениях погоды в журналах северных отрядов, представлявших собой самостоятельную Великую Северную экспедицию. В журналах дается характеристика необычайных природных условий плавания в Белом, Баренцевом, Карском, Восточно-Сибирском морях и море Лаптевых, в устьях крупнейших рек. Кроме того, в журналах имеются сведения о погодных условиях походов по полуострову Таймыр, во время которых была достигнута самая северная точка Азии — мыс Челюскин (там же, ф. 913, оп. 1, д. 7—26).

Создание Академическим отрядом 24 наблюдательных пунктов от Волги до Камчатки представляет собой первый опыт организации метеорологической сети на обширной территории России.

Метеорологические наблюдения Академического отряда Второй Камчатской экспедиции, которая продолжалась с 1733 по 1743 г., послужили импульсом к постановке вопроса о создании постоянно действующих станций не только в России, но и на всем земном шаре и содействовали обмену мнениями между учеными Европы о природе катастрофических погодных явлений и возможности поисков путей предсказания погоды. Вслед за Г. В. Крафтом эта мысль была высказана академиком С. П. Крашенинниковым.

В «Речи о пользе наук и художеств», произнесенной в сентябре 1750 г. на публичном заседании Академии, Крашенинников говорил о великом значении исследовательской деятельности человека, и в частности об изучении необычных природных явлений и о поисках путей их предсказания. Предсказание погоды, и в первую очередь экстремальных явлений, Крашенинников связывает с практической деятельностью человека, с необходимостью предостеречь его от тяжелых последствий особо опасных метеорологических явлений.

В первые десятилетия существования Академии ее учеными было выполнено значительное число исследований метеорологического характера.

Целая эпоха в развитии отечественной геофизики связана с именем М. В. Ломоносова. Его мысли об атмосферном электричестве, исследовании высоких слоев атмосферы, об атмосферной циркуляции, о климатических особенностях различных зон земного шара на протяжении многих десятилетий привлекают внимание ученых.

В «Рассуждении о большой точности морского пути» Ломоносов специальный раздел посвятил вопросу о научной основе мореплавания. Он предлагал силами морских держав учредить академию, которая занималась бы проблемами мореплавания на просторах Мирового океана. «По обширности сего дела, — писал Ломоносов, — в различных местах по всему свету живущие ученые во единомыслии бы соединились, и, что каждый предуспел, представлял бы к одному начальству, от коего содержится» (81, 4, 162).

Академии предстояло собрать во всех странах корабельные журналы и выбрать из книг «все, что в пользу мореплавания до ныне написано», и на этой основе составить труд, содержащий описание всех достижений мореходной науки. Собрание академии должно было определить важнейшие и актуальные направления дальнейших исследований. «Главное дело» мореходной академии Ломоносов видел в организации «знатных к мореплаванию предприятий» и поддержке ученых, принимающих в них участие.

По проекту Ломоносова была снаряжена экспедиция для поисков морского прохода из Атлантики в Тихий океан. Экспедиция, которой руководил В. Я. Чичагов, была великолепно по тому времени снабжена научными приборами, включая «особливые» и глубоководные термометры, барометры, «магнитные стрелки», астрономические инструменты, изготовленные или заказанные Академией наук. Судя по черновикам, Ломоносов занимался разработкой формы журнала морских метеорологических наблюдений (81, 6, 517—518).

Одновременно метеорологическими инструментами была снабжена упоминаемая М. В. Ломоносовым экспедиция П. К. Креницына для исследования Алеутских островов в северной части Тихого океана. Этими двумя экспедициями было положено начало инструментальным геофизическим измерениям в русском флоте, которые с этого времени стали вытеснять визуальные наблюдения, в основном сводившиеся к записям об изменении ветра.

Идеи М. В. Ломоносова о необходимости изучения экстремальных метеорологических явлений нашли отражение в задачах, которые были поставлены Академией наук перед «физическими» экспедициями, отправленными в различные области России, включая Сибирь, Европейский Север, Урал, Поволжье, Каспий, Кавказ. По своему размаху «физические» экспедиции явились крупнейшим комплексным научным предприятием Академии наук в дооктябрьский период.

Наряду с изучением физико-географических и экономико-географических условий академические экспедиции собрали богатые материалы о необычайных природных явлениях, часть которых увидела

свет в «Полном собрании путешествий по России» (тома 1—6, 1804—1824 гг.) и в трудах И. Лепёхина, Н. Озерецковского, П. Палласа, Э. Лаксмана.

Во второй половине XVIII в. Россия принимала участие в метеорологических наблюдениях по программе Французского королевского медицинского и Мангеймского обществ, причем сведения о погоде сочетались с данными о распространении болезней.

На протяжении XVIII в. Россия не только приступила к инструментальным наблюдениям, не только создала самую обширную метеорологическую сеть в мире, которая действовала целое десятилетие и наблюдения которой опровергли многие прежние смелые гипотезы, но и первой показала миру пример в использовании метеорологических данных для обеспечения хозяйственных и военных нужд страны.

Так, Россия в начале последней четверти XVIII в. создала службу «предуведомления» жителей Петербурга об опасных подъемах воды. Известно, что 22 сентября 1777 г. был опубликован подготовленный Адмиралтейств-коллегией указ Екатерины II, на основании которого создавалась служба извещений о невских наводнениях (ЦГАВМФ, ф. 172, оп. I, д. 302, л. 73).

Предусматривалась следующая система предупреждений: «Когда в Коломнах и по оконечности Васильевского острова (то есть в слободах Галерной гавани) вода на берега сходить начнется, то дан будет сигнал для Коломен из Подзорного дому, а для Васильевского острова в Галерной гавани тремя выстрелами из пушек и в обоих сих местах поднят будет на шпичах днем красный флаг, а ночью по три фонаря. Для жителей в Коломнах учрежден будет пикет у Калинкина мосту, от которого по первой пушке пойдет барабанщик до Алатченина мосту и обойдет Коломну, бив в барабан, то же будет сделано и в Галерной гавани от стоящей близ оной гаубвахты, от коей барабанщик по слободе ходить будет и в барабан бить будет не для того, чтоб от сей прибылой воды и в других частях города опасность от наводнения была, но токмо чтоб обыватели в оных про то знали, и в Коломне и по оконечности Васильевского острова живущие в дома возвращались, зделан будет сигнал и с адмиралтейства поднятием на шпиче со всех четырех сторон по красному флагу, а ночью по фонарю. В случае возвышения воды до такого градуса, что может пролиться и внутрь города, тогда для всех в оном жителей зделан будет сигнал с Адмиралтейской крепости пятью выстрелами из пушек и выставлены будут на адмиралтейской шпиче со всех четырех сторон днем белые флаги, а ночью по два фонаря, по сей стрельбе к побуждению жителей и впредь осторожности будут бить в адмиралтействе в колокол, но только не набатным, но продолжительным звоном. К вящему спасению людей содержаны быть имеют при Коломнах в двух местах довольно число гребных больших судов, а именно у Алатченина мосту и на реке Пряжке, которым в случае наводнения, где нужда требовать будет, подъезжать и всякое вспоможение чинить повелено, что зделано будет и от партикулярной верфи» (ЦГАВМФ, ф. 172, оп. I, д. 302, л. 74/61).

Были организованы наблюдения за уровнем воды в ряде пунктов Петербурга (у Подзорного дома, в Галерной гавани, у Адмиралтей-

ства, у Калинкина моста), где были установлены футштоки.

Организация службы оповещения о наводнениях в Петербурге явилась своего рода первой попыткой создать службу предостережения об опасных стихийных бедствиях. Вслед за тем возникла служба эстафетных сообщений о погоде в различных губерниях России. Об этом свидетельствуют документы государственных учреждений второй половины XVIII в., в которых содержится большое число сведений об ущербе, причиненном ураганами, наводнениями, ливнями, градом, засухами и другими опасными метеорологическими явлениями.

Главкомандующие Москвы (в частности, Я. В. Брюс и П. М. Еропкин) еженедельно сообщали Екатерине II о состоянии погоды, ценах на хлеб, видах на урожай, о различных происшествиях в городе. Сохранилась часть донесений Брюса и Еропкина. Так, Брюс 5 января 1786 г. сообщал: «Продолжавшиеся жестокие морозы переменились на теплую погоду, так что чрез всю почти истекшую неделю было от 2-х до 4-х градусов теплоты».

Донесения Брюса интересны описанием сильных оттепелей, половодий, проливных дождей (ЦГАДА, ф. 16 Госархива, д. 576, л. 184, 186, 187, 296, 309 и др.). Весьма любопытны сообщения о гибели озимых из-за неблагоприятных метеорологических условий: «Посеянный озимой хлеб во всей Московской губернии, начав от Калуги, Тулы и так далее во круге, почти совсем пропал, так что ныне весною из тех полей многие были перепажаны и сеяны овсом, но и тот всходы имеет самые дурные, а во многих местах и совсем нет по причине, что с исхода апреля месяца продолжаются великие дожди и стужи, и на низких местах от тех совсем яровое вымокло» (там же, д. 576, л. 292).

Таким образом, введенные еще Петром I в 1721 г. донесения о погоде, преследовавшие не только государственные, но и научные цели, время от времени вступали в действие, а с 1786 по 1917 г. носили регулярный характер. Все это говорит о том, что в XVIII в. в России возникла служба эстафетных сообщений о погоде сначала между Петербургом и Ригой, затем между Петербургом и Москвой и Петербургом и Кронштадтом. Эти сообщения стали предшественниками метеорологических телеграмм и послужили фундаментом для создания обширнейшего свода необычных природных явлений в конце XVIII в. и на протяжении всего XIX в.

Введение эстафетных сообщений диктовалось не любознательностью «монарших особ», а экономическими и политическими соображениями. Судя по «метеорологической переписке» между Екатериной II и главкомандующими Москвы, государственный аппарат, опираясь на донесения о погоде, давал указания о принятии экстренных мер по защите сооружений Москвы от ожидаемых наводнений, о подвозе и закупках хлеба.

В XVIII столетии русскими учеными были намечены пути как организационных форм, так и научных поисков развития метеорологии, включая создание центрального метеорологического учреждения с регулярной сетью и службой для обеспечения нужд мореплавания и сельского хозяйства заблаговременного предупреждения о необычных природных явлениях.

Метеорологические наблюдения XVIII в. содержат количественные данные о климатических экстремумах, которые кроме Г. В. Крафта и М. В. Ломоносова использовались К. С. Веселовским, А. И. Воейковым и другими выдающимися геофизиками.

Интересная информация о неблагоприятных метеорологических явлениях и их последствиях содержится в «Трудах Вольного экономического общества» (ВЭО), основанного в 1765 г. к поощрению в России земледелия и домостроительства. Первоначально в них печатались в основном переводные статьи о способах и культуре земледелия в зарубежных странах. Но постепенно все большее место на страницах издания стали занимать труды отечественных ученых, государственных деятелей, земледельцев и наблюдателей природы. Уже в пятой части «Трудов ВЭО» (1767) была опубликована статья А. Олешева «О неурожае ржи, особливо 1766 года», в которой были детально рассмотрены необычайные природные явления минувшего лета. В последующих томах «Трудов ВЭО» приводятся сведения о падежах скота как в Европе, так и в России, в частности эпизоотии в Голландии в 1744 и 1745 гг. (1771, ч. 17, с. 8; 1784, ч. 5—35, с. 126, 170; 1789, ч. 9—39, с. 184 и др.), болезней хлебов (1772, ч. 20, с. 109; 1773, ч. 23, с. 174). Исключительную важность представляют исследование А. Т. Болотова «Замечание о погодах и плодородии» (1793, ч. 17—47, с. 229), гипотеза В. Левшина «О предузнавании погод и воздушных перемен» (1801, ч. 53, с. 322) и «Известие о побитой градом прошлого 1800 г. ржи и проч.» (1801, ч. 53, с. 168).

Интересная природоведческая информация содержится в некоторых других летописных источниках. Среди них особо следует отметить Сборник летописей, относящихся к истории Южной и Западной Руси, Двинский летописец, Соликамский летописец В. Н. Берха, Летописец Украинский, Саратовскую летопись.

Ценные сведения о необычайных природных явлениях в XVIII в. содержатся в «Санкт-Петербургских ведомостях», «Месяцесловах», в Полном собрании законов Российской империи, а также в многочисленных трудах о развитии сельского хозяйства, о голоде в России, колебаниях цен на «жизненные припасы».

Определенную ценность имеют записки и дневники современников, которые оставили свидетельства о катастрофических явлениях и их последствиях.

Прежде чем дать характеристику исторических источников, содержащих информацию о необычайных природных явлениях в XIX — начале XX в., кратко остановимся на дальнейшем развитии метеорологических наблюдений в России, благодаря которым открывается возможность решить проблему количественной оценки чрезвычайно опасных климатических экстремумов.

Уже в 1803—1806 гг. Первой Русской кругосветной экспедицией велись метеорологические наблюдения как в плавании, так и во время продолжительных стоянок в Нагасаки и Петропавловске-Камчатском. Труды участников экспедиции по метеорологии были опубликованы Академией наук, а затем включены в третий том «Путешествий вокруг света» И. Ф. Крузенштерна. В них, в частности, рассматривался

вопрос о создании более совершенных метеорологических приборов, введении единой методики наблюдений и устройстве станций на океанических островах, что должно было принести «необозримую пользу, имеющую происходить от метеорологии земного шара».

Большинство кругосветных и полярных экспедиций занималось изучением необычайных природных явлений. Результаты наблюдений, выполненных В. М. Головниным, Ф. П. Литке, Ф. П. Врангелем, М. Ф. Рейнеке, П. К. Пахтусовым, А. К. Циволькой, А. Ф. Миддендорфом, впоследствии были использованы в трудах многих метеорологов России. Изучением климата Сибири занимались декабристы Н. А. и М. А. Бестужевы, А. И. и П. И. Борисовы, М. К. Кюхельбекер, М. Ф. Митьков, А. И. Якубович, И. Д. Якушкин. Позднее наиболее ценная часть их наблюдений была опубликована в «Своде наблюдений ГФО» и использована в капитальных исследованиях ученых обсерватории, в том числе в труде Г. И. Вильда «О температуре воздуха в Российской империи» и в целом ряде работ А. И. Воейкова.

Ученые России и Западной Европы в 20-х гг. XIX в. приступили к совместным геофизическим наблюдениям, в которых принимали участие А. Гумбольдт, А. Я. Купфер, И. М. Симонов, Э. Х. Ленц. Были созданы географические обсерватории в Казани, Николаеве, при русской миссии в Пекине, при горных заводах в Нерчинске и Колывани. Ф. П. Врангель взялся за выполнение метеорологических и магнитных наблюдений на острове Ситха у берегов Аляски, М. Ф. Рейнеке — в Архангельске и Коле. В Петербурге Академия наук построила у Петропавловской крепости временную обсерваторию.

Организацию магнитных и метеорологических наблюдений в России возглавил профессор Казанского университета А. Я. Купфер. Став директором Минералогического музея академии, он установил тесный контакт с горным ведомством. В 1833 г. Купфер представил в штаб корпуса горных инженеров «Проект учреждения системы метеорологических и магнитных наблюдений в местностях, находящихся в зависимости от горного департамента» и обширную объяснительную записку к нему.

По мысли Купфера, «польза, проистекающая от изучения метеорологических и магнитных явлений, не ограничивается одними приложениями к общему благосостоянию; изучение сих явлений занимает важное место в изучении природы вообще». Особенно важным он считал изучение изменений состояния атмосферы и их катастрофических последствий. Он надеялся, что устройство сети метеорологических наблюдений со временем позволит предсказывать особо опасные явления природы, в частности бури и наводнения в Петербурге.

А. Я. Купфер предложил создать Нормальную обсерваторию в Петербурге, обсерваторию первого разряда в Нерчинске и Златоусте, обсерваторию второго разряда — в Колывани и метеорологические обсерватории в Богословске, Екатеринбурге и Лугани, где имелись горные заводы.

Проект Купфера был поддержан штабом корпуса горных инженеров. 13 апреля 1834 г. русское правительство приняло решение об учре-

ждении магнитных и метеорологических наблюдений.

Спустя два года магнитные и метеорологические обсерватории уже вели наблюдения, в их числе Нормальная обсерватория при Институте корпуса горных инженеров. От этой обсерватории ведет свою родословную Главная геофизическая обсерватория им. А. И. Воейкова.

Основание Россией сети обсерваторий послужило импульсом к дальнейшему развитию геофизических наблюдений на земном шаре и привело в 40-х гг. XIX в. к международному сотрудничеству в области геофизических измерений.

С 1837 г. в России начали регулярно издаваться материалы метеорологических и магнитных наблюдений.

1 (13) апреля 1849 г. было утверждено «Положение для Главной физической обсерватории». На ее содержание ассигновалось 9 тыс. руб., штат состоял из семи человек.

Согласно «Положению», задачей обсерватории являлось «познание Российской империи в физическом отношении»; под этим понималось широкое исследование геофизических проблем. Однако для их решений ГФО не имела достаточных сил и средств, поэтому свою деятельность обсерватория сосредоточила прежде всего на развитии наблюдений с целью сбора данных для фундаментальных исследований по метеорологии, подготовив таким образом базу для создания капитальных трудов «О климате России» К. С. Веселовского, «О температуре воздуха в Российской империи» Г. И. Вильда, «О вскрытии и замерзании рек Российской империи» М. А. Рыкачёва и др.

С первых же лет своего существования обсерватория искала пути к расширению сети метеорологических наблюдений не только в России, но и за ее пределами. В 1850 г. на конгрессе ученых в Эдинбурге Купфер, ставший первым директором ГФО, поднял вопрос о расширении метеорологических наблюдений в Европе и о придании «этим трудам сколь возможно большего единства».

В начале весны 1856 г. по просьбе департамента внешней торговли обсерватория начала посылать телеграфные сообщения в Гамбург с целью информации местных судовладельцев о погоде в Петербурге и Ревеле. По инициативе Купфера и известного французского ученого У. Ж. Ж. Леверье между двумя странами был организован обмен метеорологическими сводками. Гидрографический департамент морского министерства поддерживал это начинание и по проекту Купфера приступил к реорганизации метеорологических наблюдений в важнейших морских портах с целью создания в России системы телеграфных предупреждений о состоянии погоды и ожидаемом развитии атмосферных процессов в районе Балтийского моря. Министерство народного просвещения добилось выделения из казны средств на создание 30 станций в России. Одновременно морское министерство финансировало расширение сети приморских метеорологических станций и издание метеорологического бюллетеня. Тем самым была создана материальная база для дальнейшего развития сети и организации службы погоды. Обсерватория договорилась почти со всеми европейскими метеорологическими учреждениями об обмене телеграфными метеорологическими сводками.

В 1866 г. ГФО была передана Академии наук, которая избрала на пост директора обсерватории известного метеоролога Г. И. Вильда, возглавлявшего ее 27 лет (1868—1895).

С 1 января 1872 г. при поддержке гидрографического департамента обсерватория приступила к изданию литографированного метеорологического бюллетеня и составлению ежедневной синоптической карты Европы. В них использовались телеграфные метеорологические сводки 26 отечественных и двух зарубежных станций.

С октября 1874 г. обсерватория начала посылать штормовые предупреждения в порты Балтики. Служба погоды получила прочную базу, когда в 1876 г. во главе с М. А. Рыкачёвым было учреждено отделение морской метеорологии, телеграфных сообщений о погоде и штормовых предостережений. Впервые в штабе обсерватории появились должности физиков и адъюнктов. Служба погоды России опиралась на теоретические исследования Э. В. Майделя, И. Б. Шпиндлера, П. И. Броунова, М. А. Рыкачёва, Б. И. Срезневского и других ученых. В 1886 г. штормовые предупреждения были распространены на Черное и Азовское моря. Через несколько лет была организована служба предупреждения о метелях для железных дорог.

В 1888 г. в обсерваторию поступали материалы наблюдений с 386 метеорологических и 602 дождемерных станций, в то время как 20 лет назад метеорологическая сеть России состояла из 31 станции. В ежегодном метеорологическом бюллетене использовались данные 62 зарубежных и 108 отечественных станций.

Климатологические труды ГФО в основном были посвящены изучению отдельных метеорологических элементов. Г. И. Вильдом, М. А. Рыкачёвым, Э. В. Штелином, А. М. Шенроком, П. И. Ваннари, С. И. Небольсиным были созданы монографии по температуре и влажности воздуха, атмосферному давлению, ветру, осадкам, облачности, испарению, солнечному сиянию, температуре почвы и т. д.

ГФО стала инициатором созыва Международного конгресса метеорологов. На конгрессе в Вене (1873) была создана Международная метеорологическая организация (ММО), впоследствии (в 1947 г.) преобразованная во Всемирную метеорологическую организацию (ВМО), которая систематически публикует сведения о необычайных засухах, бурях, наводнениях, ливнях и других метеорологических явлениях.

С 1879 по 1896 г. Г. И. Вильд возглавлял Международный метеорологический комитет (ММК). Избрание директора ГФО на пост президента ММК явилось международным признанием выдающегося вклада России в развитие метеорологических исследований, высокого авторитета русской метеорологии.

Г. И. Вильд был также президентом Комиссии по проведению Первого Международного полярного года (август 1882 — август 1883 г.). 1 августа 1881 г. в Петербурге состоялось заседание этой комиссии, на котором была выработана «общая программа для всех полярных экспедиций». Совместно с Русским географическим обществом ГФО создала две полярные станции: основную — на острове Сагастыр (устье Лены) и филиальную — в Малых Кармакулах (Новая Земля). Обсерватория была выбрана международным центром, где хранились

неопубликованные материалы наблюдений, собранные во время Первого Международного полярного года.

В 1895 г. на пост директора обсерватории Академия наук избрала академика М. А. Рыкачёва, который поставил вопрос о реорганизации метеорологических наблюдений и службы погоды в Сибири и на Дальнем Востоке; решением этого вопроса М. А. Рыкачёв занимался на протяжении всего периода пребывания на посту директора обсерватории.

Свое 50-летие обсерватория ознаменовала изданием «Климатологического атласа Российской империи». При его составлении были использованы все метеорологические наблюдения по 1895 г. включительно.

ГФО поддержала инициативу Русского географического общества об издании «Метеорологического вестника», где печатались бы ежемесячные обзоры экстремальных природных явлений, составляемые на основе метеорологических бюллетеней ГФО, газетных публикаций и сообщений с мест метеорологических корреспондентов, число которых колебалось от 100 до 200 человек.

В климатической программе, разработанной обсерваторией, особое внимание уделялось изучению необычайных природных явлений. Реализация этой программы началась в 1914 г., которым и заканчивается тысячелетняя летопись необычных природных явлений.

Переходя к характеристике природоведческой информации в исторических источниках XIX в., напомним, что в 1786 г. в России была создана система эстафетных сообщений о погоде, видах на урожай и ценах на жизненные припасы.

Особое распространение она получила, когда в начале 1802 г. были созданы министерства. Министерству внутренних дел, например, было поручено собирать сведения о погоде во всех губерниях России, состоянии посевов и обеспечении «народного продовольствия».

В Центральном Государственном историческом архиве сохранились отчеты губернаторов за 1802—1900 гг. и отчеты министра внутренних дел (ЦГИА, ф. 1284, оп. 1, д. 1—162). В их составе имеется раздел о «народном продовольствии». Именно в нем давалась общая метеорологическая характеристика года, когда необычайные погодные явления губительно сказывались на урожае.

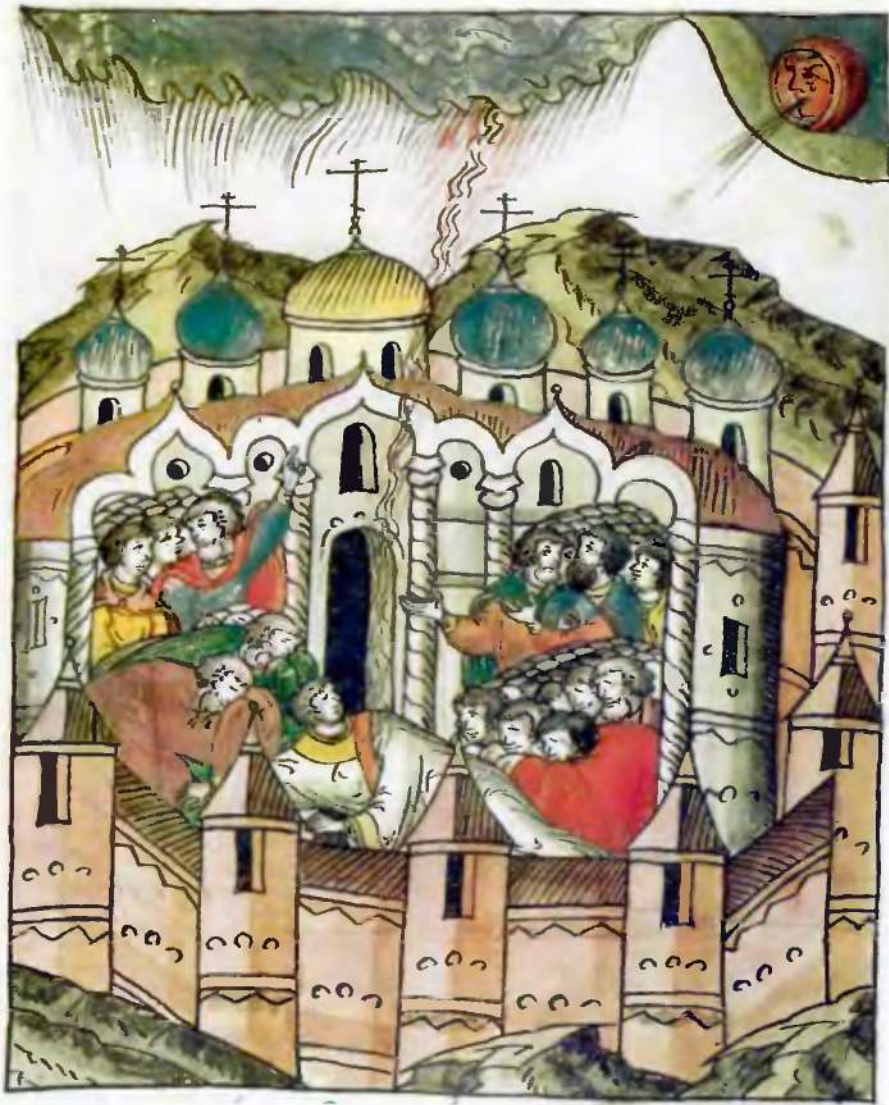
При этом надо подчеркнуть, что сведения о состоянии «народного продовольствия» весьма противоречивы и нередко искажают действительную картину народных бедствий, на что обращал внимание еще Н. Н. Варандинов, автор очень интересного, богатого природоведческими сведениями труда по истории МВД. Он писал о голодном 1840 г.:

«Хотя в официальных донесениях и показано, что урожай этого года в одних губерниях очень хороший, в других довольно хороший, в иных посредственный, скудный и очень скудный, однако из других также официальных сведений, несомненно, видно, что 1840 год был очень неурожайным, можно даже сказать столь неурожайный, каких давно не было в России» (188, 521).

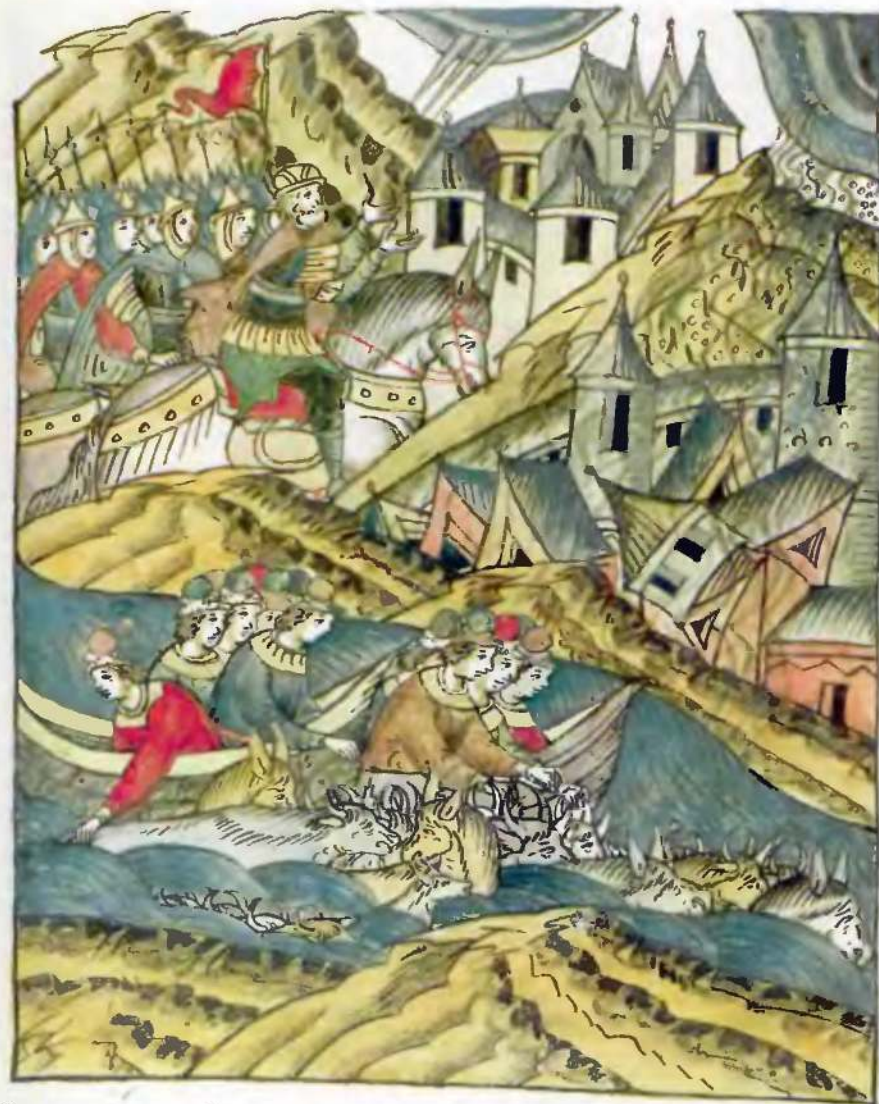
По мнению Н. Н. Варандинова, обширность Российского государства и разнообразие климатических поясов являются основными при-



«Знамение в солнце»



Вечерняя гроза и затмение Луны



Страшный град и буря великая с градом «хоромы раздра»



Снежная буря. «Ветры силыны, виалицы страшны»



Землетрясение в Киеве в 1230 г.



Дожливое лето



Комста Галлея



Голод. Дороговизна •



Засуха. «Сухмень бысть велика» •



«Мраз побил жито»



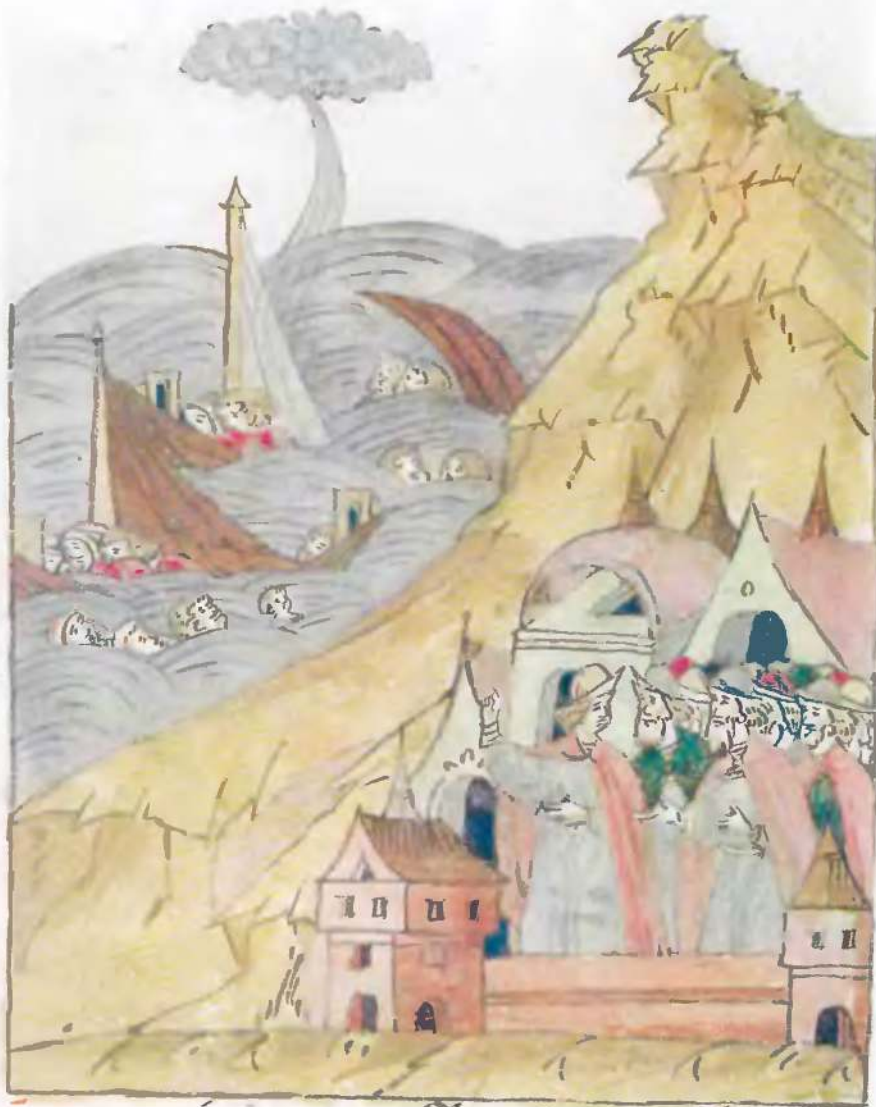
«Снег велик... и быша мраз и мнози»



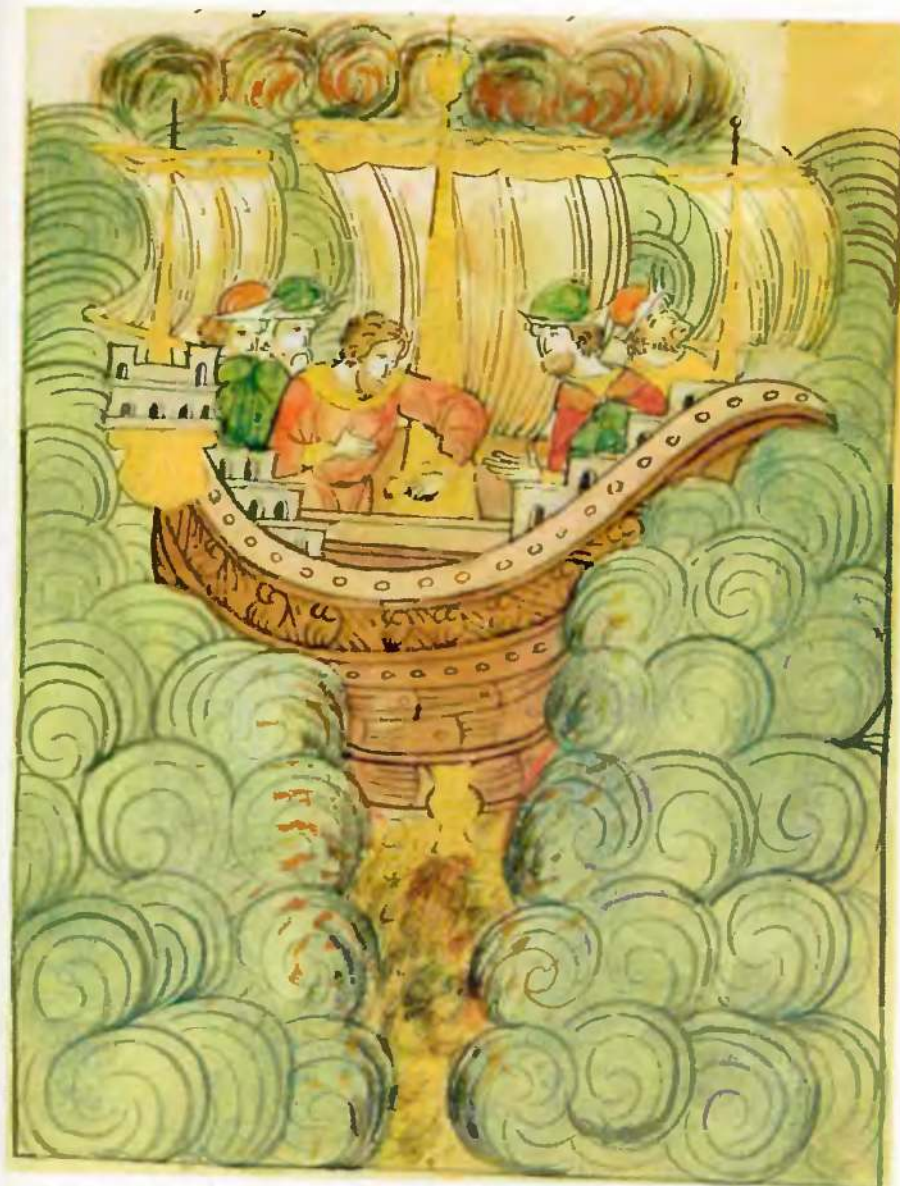
«Бысть мор во Пскове»



Землетрясение в Ростовском озере



Шторм «потопи суды», и, кажется, никто не спасся



Шторм

Ноев ковчег. «При Ное навелъ богъ потопъ на Землю и потопи человеки водою» ►
Высадка Ноя на землю ►



чинами, по которым даже в самые благоприятные в климатическом отношении годы то в одной, то в другой местности имел место неурожай, который приводил к «недостатку продовольствия и даже голоду». Рассматривая деятельность МВД за первую четверть века (1803—1825) по обеспечению населения продовольствием, автор отмечал, что за это время «повсеместных урожаев у нас никогда не бывало». Далее подчеркивалось, что «недостаток хлеба проявлялся беспрерывно, особенно в губерниях Архангельской, Литовских и Сибирских». К голодным годам отнесены 1802, 1803, 1805—1810, 1812—1815, 1817, 1820, 1821, 1822, 1823, 1824 и 1825-й.

Другие источники свидетельствуют, что в указанные годы голод был почти повсеместным. И картина голода была гораздо страшнее.

В том же труде отмечается, что из 23 лет только пять были «удовлетворительные для продовольствия»: 1804, 1811, 1816, 1818 и 1819 гг. В остальные 18 лет МВД вынуждено было «предпринимать разные чрезвычайные меры», чтобы «отвратить голод или не допустить к нему жителей».

Поскольку эти «чрезвычайные меры» нередко ограничивались лишь обширной перепиской с местными властями и посылкой чиновников для выяснения положения на местах, то они не могли предотвратить голод. В истории МВД отмечается, что начальники губерний нередко выставляли «продовольственную часть в удовлетворительном состоянии, когда на самом деле в казенных магазинах не было запасов хлеба и царил голод».

Голодные годы первой четверти XIX в. были усугублены опустошениями и бедствиями Отечественной войны 1812 г.

В течение первой четверти XIX в. не было ни одного года, когда не был бы отмечен падеж скота. Ежегодные эпидемии иногда принимали ужасающие размеры и приводили к гибели многих сотен тысяч голов различного скота. Особенную опасность представляли чума и сибирская язва. «Предотвращение болезней животных... оставалось в первобытном положении» (188, 10—33).

В истории МВД содержатся интересные, порой весьма подробные характеристики необычайных явлений природы, дословно заимствованные из министерских отчетов. Тот факт, что эти материалы без оговорок привлекал К. С. Веселовский, свидетельствуют об их надежности. Действительно, достоверность природоведческой информации подтверждается многими другими источниками, и в первую очередь периодической печатью, как столичной, так и местной. В частности, богатая природоведческая информация содержится в газете «Северная почта», которая выходила с 1806 по 1819 г., в «Санкт-Петербургских ведомостях», «Московских ведомостях», «Записках Государственного Адмиралтейского департамента».

Необычайно богат природоведческой информацией «Журнал Министерства внутренних дел», который выходил ежемесячно с 1829 по 1861 г.

В конце каждого номера журнала имелся раздел «Смесь». В нем, как правило, весьма оперативно помещались обзоры «Состояние погоды в Империи». Например, в октябрьской книжке 1848 г. сообща-

лись сведения о погоде в июле, августе и даже в первой половине сентября. Дальше шел раздел «Наводнения от дождя». Затем следовал раздел «Бури». Четвертый раздел был посвящен градобитиям с подробным описанием каждого градобития в различных уездах и губерниях всей России, в основном Европейской. Следует отметить, что с начала 40-х гг. журнал стал помещать очень интересные обзоры «Статистика градобитий» (за год). Журнал печатал подробные сведения о сильных пожарах, которые являлись косвенным свидетельством засух в давние времена.

В разделе «Смесь» помещались сведения о болезнях растений («картофельная болезнь»), о появлении саранчи, земляных червей, мышей и других вредителей.

В заключение каждой книги помещались сведения о продаже скота в Петербурге, о сложных ценах за фунт говядины, о ценах на главные жизненные потребности в империи (рожь, ржаная мука, пшеница, гречневая крупа, овес, сено) по губерниям и областям.

Кроме того, публиковались сводные помесечные таблицы «Несчастья» (по губерниям), включавшие и экстремальные природные явления, в том числе бури, градобития, землетрясения, появление вредных насекомых, падежи скота (эпизоотии), повальные болезни (эпидемии).

Трудно переоценить значение статистики градобитий за 1843—1852 гг. Поводом к открытию этого раздела (по словам К. С. Веселовского) явилось беспрецедентное и, «быть может, единственное в своем роде градобитие 1843 г., разразившееся почти одновременно в 17 губерниях». Вероятно, этот раздел журнала редактировался К. С. Веселовским, который опубликовал в нем серию климатологических статей.

В «Журнале МВД» выступали со статьями известный русский историк М. П. Погодин и академик П. И. Кеппен. Известный географ К. И. Арсеньев редактировал основной раздел журнала — отдел статистики, где печатались сведения о градобитиях, бурях, ураганах и других необычайных природных явлениях.

Необходимо отметить, что именно в «Журнале МВД» были напечатаны некоторые географические и исторические труды декабристов. В 1836 г., например, в 5-й книжке было напечатано извлечение из писем Ф. Н. Глинки к П. И. Кеппену под заглавием «О древностях в Тверской Карелии», изданное затем отдельной брошюрой. При этом, публикуя письмо декабриста, П. И. Кеппен призывал читателей сообщать ему в Петербург наблюдения и заметки, относящиеся к древней русской географии и истории.

«Журнал МВД» содержит обширную информацию о необычайных явлениях, которую присылали не только официальные лица, но и ученые, жители сел и городов различных областей России.

В 1853 г. структура и направление «Журнала МВД» изменились. Был введен новый отдел: «Официальные распоряжения». Если раньше журнал являлся по сути географическим изданием, то теперь с каждым номером географических и метеорологических статей становится все меньше. Исчезают ежемесячные обзоры погоды России. Не публикуется больше ежегодная статистика градобитий.

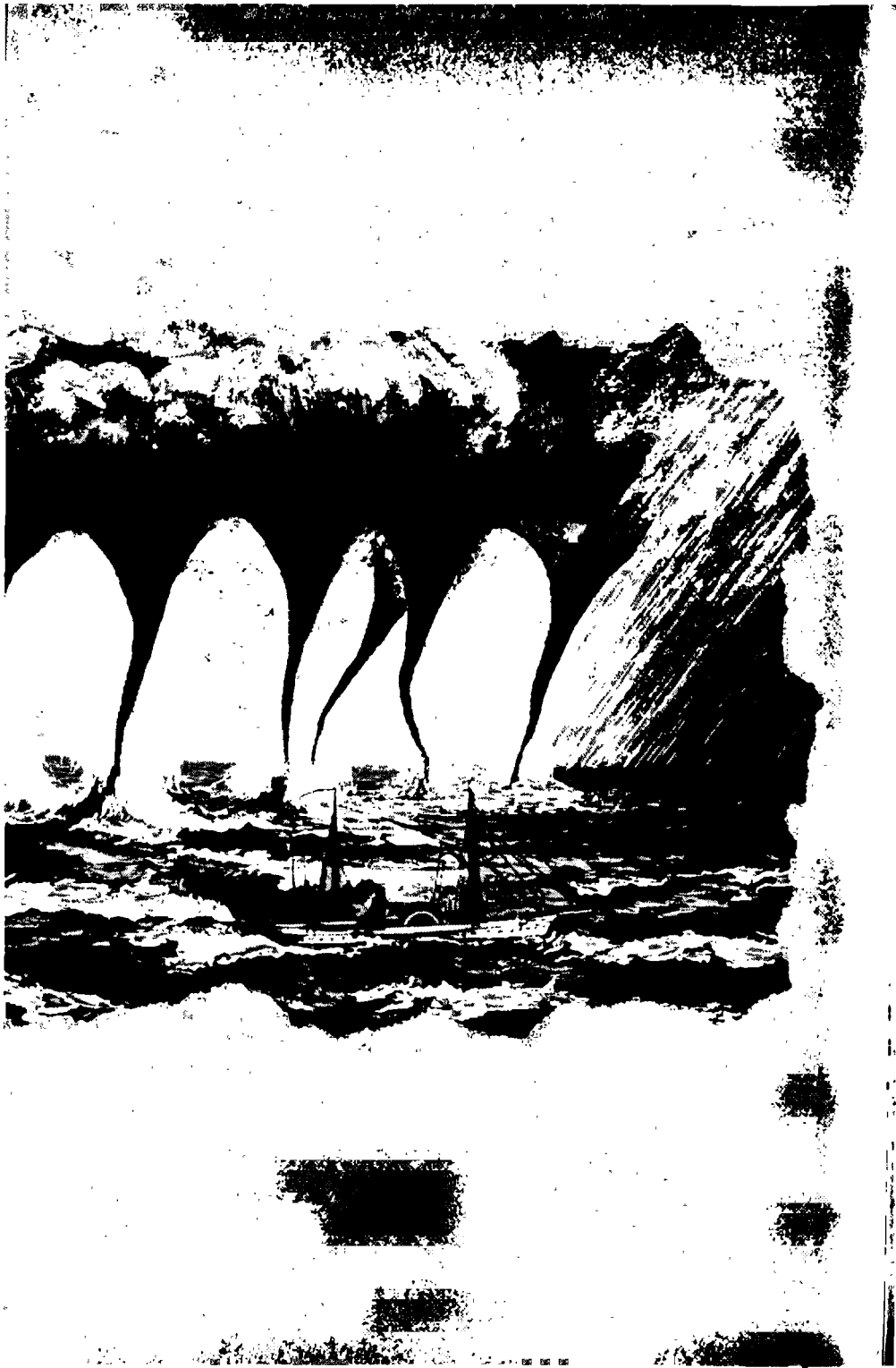
После того как «Журнал МВД» был упразднен в 1861 г., сведения о необычайных природных явлениях стали печататься в газете «Северная почта», а затем в «Правительственном вестнике». Достоверность природоведческой информации этих изданий подтверждается как данными инструментальных наблюдений, так и свидетельствами очевидцев. Кроме того, большинство климатических экстремумов второй половины XIX в. вслед за К. С. Веселовским анализировалось известными геофизиками того времени. Кроме МВД сбором сведений о необычайных природных явлениях занималось Министерство финансов в лице сначала Нормальной обсерватории, а затем — ГФО. Исключительно большое внимание сбору сведений о необычайных природных явлениях уделяла Петербургская Академия наук.

Сведения о «природных происшествиях» поступали также в Министерство государственных имуществ, которое частично публиковало их в своем журнале, преобразованном затем в журнал «Сельское хозяйство и лесоводство». Данные о бурях, смерчах, ураганах собирало морское ведомство. Наиболее интересные данные печатались в «Записках Государственного Адмиралтейского департамента», «Записках Гидрографического департамента», «Морском сборнике», «Записках по гидрографии». В конце XIX — начале XX в. особенно большую работу по сбору сведений о необычайных природных явлениях вело Русское географическое общество, основанное в 1845 г. Оно имело большую сеть корреспондентов на местах и с 1891 по 1914 г. регулярно публиковало ежемесячную «Хронику погоды» в «Метеорологическом вестнике», тем самым возродив замечательную традицию «Журнала МВД».

«Метеорологический вестник» в отличие от «Журнала МВД» в ежемесячных обзорах погоды в основном использовал материалы метеорологической сети России, и в первую очередь метеорологические бюллетени ГФО, дополняя инструментальные данные сообщениями с мест своих корреспондентов и сообщениями газет о необычайных природных явлениях и видах на урожай.

IV НЕОБЫЧАЙНЫЕ ПРИРОДНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В VII- НАЧАЛЕ XX ВЕКА





Систематическая регистрация экстремальных явлений природы началась на Руси в последней четверти X в. Глубокий интерес к природе, ее необычайным проявлениям — характерная черта почти всех без исключения русских летописцев. Даже те из них, кто обращался к далеким временам, считал своим долгом при описании исторических событий отмечать землетрясения, бури, засухи, голодные годы. Так, в Хронографе западно-русской редакции отмечено, что в 34 г. «бсть глад велик по всей Вселенной» (21, 57, 70). Согласно той же летописи, в 208 г. в Риме был великий голод, «яко и человека масо ясти». В 250 г. имел место повсеместный неурожай. Голодала не только Западная Европа, но даже Эфиопия (там же, 76). Через три года отмечено необычайное природное явление, которое сопровождалось очень сильной эпидемией:

«...Из земля бо и из моря и из рек и из озер ветром нужным износи-мо дыхание смрадно, яко гной мертвых телес, и от сего тяжкие и неисцелные болезни... погибель человеком... Бежаше человеци недуга, пометаху болны други и сродники, а умерших не погребяху» (там же, 87).

Весьма важно свидетельство о необычайно суровой зиме на территории Южной России (Скифии), где, по данным, собранным академиком Е. В. Оппоковым, в 355 г. снег покрыл землю слоем в семь локтей. Морозы были столь лютые, что вино в сосудах замерзло. Холода повторились через 11 лет. Рейн замерз, и лед был столь толст и крепок, что по нему переходили колонны войск. Суровая зима отмечена и в 370 г., вслед за которой стояло знойное сухое лето. Особенно катастрофические последствия имели засухи в Западной Европе во второй половине V столетия, когда от бездождия засыхали деревья и виноградники, а реки обмелели, пруды и ручьи высохли.

Летописцами отмечена и необычайная засуха 438 г., когда по небу 40 дней «ходили пыльные тучи и огненные облака». Затем начались необычайные дожди, которые состояли из вулканического пепла. «И паде на земли и на кущных стрехах вящие пяди и также вся прозябающая на земли. И потом во много время дождем едва смыся от земля таковый прах» (там же, 105).

Зимы 441/42—442/43 гг. были необычайно холодными и продолжительными.

На рубеже IV и V столетий на Византию обрушились лютые холода. Все Черное море замерзло. По данным Е. В. Оппокова, лед в течение 30 дней «горами шел» по улицам Царьграда.

Начало VI столетия ознаменовалось великим мором в Византии в течение июля и августа 510 г. Этим же летом, по данным Русского хронографа, наблюдались «громы велицы и молния, попадающе человеке», но не менее страшным бедствием был «трус велик по всей вселенной». В Византии, Аравии, Междуречье, Палестине, Антиохии имели место сильные разрушения и гибель «мнози человецы и скоти». По словам летописца, «земля разоришася, и многи земли и гради разоришася, яко не познавати их». В VI столетии отмечено шесть необычайно холодных зим. Птицы замерзали на лету (508, 524, 548, 554). В 565 г. снег на протяжении пяти месяцев покрывал землю. В 70-х и 80-х гг. часто шли дожди, вызывая наводнения. В 586 г. в Западной Европе стояло необычайно холодное и дождливое лето, напоминающее зиму. В Италии в это время реки затопили поля столь сильно, что люди считали, что наступил новый потоп. Наводнения продолжались до 590 г. Затем наступил период засух. Летние месяцы 591, 593, 594, 598 гг. были необыкновенно теплые. Европа страдала от бездождия. Аналогичная картина имела место и в начале VII в. В 606 и 607 гг. стояла большая жара. «Бысть тогда, — отмечено в Русском хронографе, — глад крепок и мор велик. Солнце омрачися, и одожди вместо дождя пепл» (там же, 119). Несколькими строками ниже в Русском хронографе дано описание шторма на Черном море у стен Царьграда, в общих чертах напоминающее описание погоды во время похода Аскольда и Дира (860 г.): «И убо дохну ветр свирепо дыханием и буря воздвиже превращения многомутная и вси погрязоша. Яко олово, в воде моретей и от сего просыпашася» (там же, 119). Бесчисленные корабли и лодки врагов, в том числе скифов таврических, были разметаны и разбиты у византийских берегов.

Известно, что в 627 г. во Франции стояла необыкновенно жаркая погода. Снова обмелели реки. Пруды, ручьи, источники высохли. И снова был голод. Примечательно и другое известие, взятое из исторических источников: в 676—683 гг. отмечено несколько засух. При этом одна из них продолжалась три года подряд, и, вероятно, кроме Западной Европы от этого бедствия пострадали и славянские земли. Согласно тем же данным, и в 70-х, и в 80-х гг. VII в. отмечались и необычайные дожди и холода в летнее время. В 676 г. из-за ливней и холодов не созрели ни хлеба, ни фрукты.

Исключительные холода обрушились на Европу в 717—718 гг. Они охватили и юг России, и Балканы, и Малую Азию. В Царьграде 100 дней лежал снег. Жестокие зимы имели место и в 739 г., когда замерзал Босфор, и в 761 г., когда снега местами завалили Европу, и в 763—764 гг., когда Черное море и Дарданеллы покрылись 75-сантиметровым слоем льда. А в мае 787 г. в Европе стояли холода, шел снег и птицы замерзали на лету и падали на землю.

Пожалуй, одна из самых жестоких зим для юга России и Византии была в 742 г. Вот как она охарактеризована в «Русском хронографе»: «И зима бысть люта: Понтьское море померзе на 30 локоть, а снег паде на нем 20 локоть» (там же, 131).

Летом «бездождие велико, яко изсякнуты рекам и источником, и глад велий бысть: мера ячмени по 12 златиц...».

Подобная запись имеется в «Летописи Авраамки»: «...царствова Костянтим Говияч (741—775), сын его, лет 34. А се паки по временах нечестивого мотыльника наиде на Костянтъград болезнь железная, яко многим делом затворимым быти; при том мраз велик бысть, восточному морю Понтейскому окаменится поприщь 100, а лактей 30, въ выше 20 лактей, яко вся животы изомроша от студена. Тогда трусу бывшу велию в Асурии, многи грады погибоша и земли расседшиися за три поприща, изыде из нее пречюдюи мѣска и въспи человеческим глазом, глаголющи: языком воевать» (14, 21).

Несколькими строками ниже записи о необычных природных явлениях в годы царствования Льва Армянина: «При том явися звезда превозъходяняя в образ двою луну съвокупльшюся и на многи образы разделяшеся: тогда трусь быша, и глад и бездожие и усобицы градом и знамения страшная на небеси».

Сообщив далее о переводе с греческого на славянский язык «святым Кирилом философом» святых книг, летописец сообщает, что в 855 г. крестились болгаре по Дунаю и что в то время «зима бысть тяжка, студена велми зело, за 100 и 20 дней одержаше гололед землю и глад велий зело...» (21, 135).

ПЕРИОД МАЛОГО КЛИМАТИЧЕСКОГО ОПТИМУМА

При описании исторических событий жизни Руси в IX в., основанных, вероятно, на преданиях и припоминаниях, первоначально почти нет упоминаний о катастрофических природных явлениях. Имеется лишь свидетельство о буре на Черном море в 860 г. Вряд ли народная память не сохранила бы сведений о великих стихийных бедствиях, если бы они принесли тяжелые испытания жителям Древней Руси. Тем более что летописцы отметили голод «в болгарях» под 863 г., землетрясения в Византии в 869 и 876 гг., когда, согласно Никоновскому своду, было разрушено множество «палат» и даже городов. При этом засвидетельствовано, что каждое из землетрясений продолжалось 40 дней. Можно допустить, что IX в. был на Руси весьма благоприятным в климатическом отношении. Вероятно, засухи, дожди и возвраты холодов не губили плоды трудов земледельца. Земля родила обильно. Люди жили богато. Факты свидетельствуют, что отнюдь не всегда причиной тех или иных политических событий были необычайные природные явления.

Сохранилось немало сведений об исторических событиях первой — третьей четверти X в., но при этом не отмечено ни одного экстремального метеорологического явления в землях Руси. Не исключено, что таких явлений и не было. Об этом можно судить по тому, что появление кометы Галлея в 912 г. не осталось незамеченным. Отмечена в летописях и буря на Черном море во время осады Олегом Царьграда.

«И поиде Олег на конях и кораблях ко Царьграду и бе числом кораблей 2000. И пришедши же ко Царьграду греки замкнули суду и град затворили; а Олег изшед на берег начал воевать по земли и мно-

гие убивства около града грекам учинил, церкви и дома разорил и пожег, многих в плен побрал, а некои побивали и в море метали, и ина много злая грекам учинил, яко воинству обычай творить. Посем хотя Олег далее от брега идти, но за неимением лошадей велел лодки свои поставить на колеса, зделав к тому способные парусы. И улуча ветер способный, подняв парусы, пошли прямо ко граду чрез поле. Греки же, видев сию хитрость не слыханную, велми ужаслись и, выслав послы, стали просить Олега, дабы не разоряд более около града, и взял окуп надлежасчей и мир учинил. И повел Олег вельможным учинить договор».

Однако о стихийных бедствиях на Руси или вызванных ими экономических потрясениях до 979 г. летописи хранят молчание. Вероятно, это обстоятельство можно объяснить тем, что катастрофических природных явлений на Руси в IX в. и в 901—978 гг. не было вовсе или они случались крайне редко, и информация о них была утрачена. Регистрация экстремальных природных явлений началась вместе с зарождением русского летописания, которое носило характер ежегодных (погодных) записей о важнейших исторических событиях, часть которых дошла в оригинальном виде до начала XVI в. и была использована при создании Никоновского и других летописных сводов.

В 979 г. русскими летописцами были впервые отмечены сильные ветры «с вихрем» и великие страшные грозы. Пронесшиеся над Русью ураганы причинили много «пакости» людям, скоту, зверям, как в лесах, так и в степях. В том же году отмечены «знаменья в луне, и в солнце и звездах» (9, 9, 39).

Спустя 12 лет (991 г.) на Русь обрушилась еще более грозная стихия: великое наводнение, которое «много зла» принесло людям. В чем именно это зло выразилось, в Никоновском летописном своде не говорится. Но вероятно, следствием небывалой паводки была гибель части посевов, что повлекло за собой дороговизну хлеба, а возможно, и голод. Через три года население Руси страдает от другого экстремального природного явления: на этот раз от засухи «весьма тяжкой». В Никоновском своде отмечено, что в 994 г. была «сухмень велика и знойно добре». Во многих местах от бездождия погибли посевы («жига»). Летопись не упоминает о дороговизне и нужде. Но историки считают, что вслед за засухой на Руси был голодный год (324, 65). От этого стихийного бедствия пострадала не только Русь, но и Западная Европа, где два года подряд (993 и 994 гг.) стояла сушь и от зноя высыхали реки.

И наконец, в 1000 г. снова на Руси отмечается «поводь велика», а на Францию и Германию обрушиваются столь сильная засуха и жара, что высыхают все источники, а в водоемах гибнет рыба. В литературе высказывается предположение, что 1000, 1001 и 1002 гг. были на Руси также засушливыми, на том основании, что под 1003 г. летописец поместил запись: «...умножение плодов всяческих». Но при этом осталась незамеченной запись в том же Никоновском своде о том, что в 1002 г. было дождливое лето. «Дожди мнози» наблюдались не только на Руси, но и в Чехии, где они вызвали наводнения. Это стихийное бедствие вызвало недород и голод. Вероятно, неурожай имел место и в

предшествующие годы, и возможно, что 1001 г. был на Руси таким же засушливым и знойным, как и в Западной Европе, где засуха продолжалась пять лет и вызвала длительный тяжелый голод и эпидемию.

Таким образом, в последней четверти X в. русские наблюдения за экстремальными природными явлениями приобретают регулярный характер. И хотя ведутся они практически в одном Киеве, природоведческие записи первых русских летописных сводов по своему числу немногим уступают западноевропейским хроникам, которые велись во Франции, Германии, Чехии, Италии. Согласно Никоновскому своду, в 1008 г. Русь впервые подверглась нашествию вредителей. Этим знойным засушливым летом множество «прузи», как древние летописцы называли саранчу, пришло на Русскую землю. Впоследствии летописцы более обстоятельно опишут это стихийное бедствие, когда вредители поедали не только посевы, но даже и траву.

1008—1009 гг. исследователи относят к числу голодных лет. Великий зной обрушивается на южнорусские земли в 1017 г. В один из жарких дней Киев вспыхивает как свеча. В огне пожара гибнет множество хором и около 700 церквей. Через семь лет засуха повторяется в Суздальской земле, которую охватывают сильный голод и мятеж. Узнав, что жители Суздальской земли привезли хлеб из волжской Болгарии, Ярослав Мудрый, вместо того чтобы оказать поддержку населению Северо-Восточной Руси, учинил расправу, молвив, что засуху, голод, мор бог посылает за грехи.

Затем на протяжении более чем трех десятилетий, судя по летописям, наши земли не потрясают стихийные бедствия, хотя в Западной Европе (Германии и Византии) за это время (1025—1058 гг.) отмечались тяжелые засухи (1025—1028, 1035, 1037 гг.), сильные дожди, наводнения и холода летом (1031, 1034, 1043 гг.), суровые зимы (1035, 1044, 1048, 1057, 1058 гг.).

Возможно, что необычные метеорологические явления захватывали и Русь, но информация о них оказалась утраченной, поскольку летописные своды этого времени дошли до нас лишь в составе летописей более позднего времени. Не исключено, что при последующей переработке киевских сводов XI в. некоторые записи о природных явлениях, не принявших характера великих бедствий, были исключены. Зато можно уверенно говорить о том, что все дошедшие до нашего времени сведения природоведческого характера достоверны, поскольку они сделаны их очевидцами — летописцами Никоном, Иваном, Нестором и Сильвестром, создателями первых летописных произведений, в том числе древнейшего Начального свода и других, а также «Повести временных лет».

Лето 1060 г. на Руси было холодным и засушливым. Летописцы упоминают об этом в связи с походом русских князей на торков, которых они обратили в бегство и которые «перемерли от жажды и голода», и наступившей затем «предельной стужи».

В третьей четверти XI в. летописцы впервые отметили необычайно суровую снежную зиму (1067 г.), во время которой Изяслав, Святослав и Всеволод предприняли поход на западные русские земли.

Исследователи считают, что большой голод, который наблюдался

на Руси в 1070 г., был вызван засухой, охватившей весьма значительную территорию.

В последней четверти XI в. впервые отмечена эпидемия: «мор на людей во всей русской земле» (1083 г.), первое землетрясение (1091 г.) и великий «змей от небес» (1091 г.), под которым, вероятно, подразумевался метеорит. И хотя в течение двух десятилетий после голода 1070 г. в русских летописях не отмечаются экстремальные метеорологические явления, этот отрезок времени не следует рассматривать как необычайно благоприятный в климатическом отношении. Об этом свидетельствует запись под 1091 г., когда отмечается великое плодородие («умножение плодов всячески»), словно напоминание о том, что в предшествующие годы были на Руси недороды, хотя они и не причиняли большого ущерба. При этом следует иметь в виду, что за эти два десятилетия страны Западной Европы также не испытали особенно больших потрясений, вызванных колебаниями климата. Лишь в апреле 1092 г. в Германии были отмечены необычайно сильные морозы, каких не было даже зимой. Русские летописи не упоминают о весенних холодах и подробно останавливаются на необычайной засухе 1092 г. Лето стояло безоблачное, от «бездождия» и зноя сами собой загорались не только леса, но и болота (торфяники), и от жары земля выгорела. Это бедствие охватило Киевскую и западные русские земли. Русь постиг тяжелый голод, началась эпидемия. В одном Киеве, в котором в XI в. проживало около 50 тыс. жителей, с середины ноября 1092 до февраля 1093 г. было продано 7 тыс. гробов, иными словами, от голода и различных недугов за четыре месяца погибло около 15% населения города. Вероятно, потери от голода и в соседних землях были не менее значительными. Вспыхнувшая одновременно с голодом эпидемия унесла много жизней в Полоцке, Друцке и других городах и областях Руси.

Спустя два года засуха повторилась. Беду народную усугубило нашествие саранчи, которая поела «всякую траву и много хлеба». По словам летописца, «и это не слыхано было с первых дней в землю русскую». В следующем году бедствие повторилось. «Пришла саранча 28 августа, — отмечено в «Повести временных лет», — и покрыла землю и было смотреть страшно, шла она в северные страны, пожирая траву и просо» (106, 351).

Русь пережила еще один голодный год. Таким образом, в XI в. в основном преобладали теплые засушливые годы. Земли так страдали от зноя, что сердобольный затворник Киево-Печерского монастыря св. Никита «вызвал дождь» с неба во время великого зноя (210, 22).

Всего за XI в. в русских летописях отмечено 25 экстремальных природных явлений. В их числе: восемь засух, одно дождливое лето, одна ураганная буря, четыре жестокие зимы, одно высокое наводнение, одно землетрясение. Это примерно в пять раз меньше, чем записей в XII в. Сравнивая первые два столетия в климатическом отношении, XI в. можно считать весьма благоприятным по сравнению как с XII в., так и в особенности с последующими столетиями. Постепенное похолодание климата в Европе весьма рельефно отражено в русских летописях.

В 1103 г. снова Русская земля подвергается нашествию саранчи, появление которой всегда совпадает с засухами. Спустя два лета повторяется «бездождие». Почти дотла сгорают Киев, Новгород, Чернигов, Смоленск. Одно за другим следуют землетрясения (1107, 1109 гг.), сведения о которых содержатся в «Повести временных лет», в Новгородской первой и Никоновской летописях.

В 1110 г. в час ночи над Киевом и Новгородом появляется «столп огненный». В то же время молния освещает всю землю, и в небе раздается великий гром. Это необычайное явление, по словам летописца, «все видели». Интересно, что аналогичное явление одновременно имело место в Армении, где «среди ночи с неба хлынула масса пламени на озеро Ван, волны которого издали ужасный рев и бросились на берег. Вода и земля задрожали. Образовались трещины ужасающей глубины» (308, 117).

Описания подобных необычайных физических явлений встречаются в русских летописях на протяжении многих веков. Но первое место среди природоведческих записей иноков принадлежит наблюдениям за экстремальной погодой. Особенно много их в Ипатьевской, Лаврентьевской, новгородских и псковских летописях, продолжающих в различных вариантах историческое повествование о жизни Древней Руси.

Во время этих сводов отмечено, что в 1124 г. «все лето бысть бездожье». Во время этой засухи пострадали посевы и почти полностью сгорел Киев. В пожаре погибло «без числа людей и всякой живности». В следующем году «великая буря» пронеслась над Новгородской землей, «истопив стада скотины в Волхове» и вызвав сильный голод. Не прошло и двух лет, как еще одно бедствие постигло новгородцев. На этот раз выдалась очень холодная, затяжная весна. Снег лежал до последнего дня апреля («Якова дня»). Сеяли поздно. Лето, вероятно, было очень сухое: отмечено нашествие вредителей. Осенью, прежде чем успели закончить жатву, «мраз» убил все яровые и озимые хлеба. Следствием был голод. Жители Новгородской земли ели березовую кору, лист липы и клена, мох, конину; в муку примешивали солому. А в следующем 1128 г., по словам летописи, «бысть вода велика, потопи люди и жита и хоромы снесе» (86, 22). Летом, когда цвели яровые и наливались озимые, ударил мороз. В итоге погибли все хлеба, что и было причиной великого голода. Аналогичных явлений в летописях до этого времени не зарегистрировано. Возможно, они являются предвестником постепенного похолодания климата.

В 1143 г. на южнорусские земли приходит «буря великая», подобной которой никогда не было. По словам Ипатьевской летописи, буря «разносила хоромы, товары, клетки и жито изъ гумен». Ураган ломал «просто рощи, яко рать взяла». В середине августа начались сильные дожди, продолжавшиеся до середины декабря и вызвавшие очень большие наводнения в Новгородской земле. В результате были унесены запасы сена и дров на пожнях. Столь же обстоятельно охарактеризована погода в 1145 г., когда сначала стояло жаркое лето, а перед жатвой полили непрерывные дожди, и люди «не видехом ясна дни» до самой зимы. Зима была бесснежной и сырой. Летом в южнорусских

землях не уродились хлеба, следствием чего был голод. Голод отмечался также в Германии и Австрии. К еще большим катастрофическим последствиям привела неустойчивость погоды в 1161 г., когда наблюдалось «ведро и жары велицы и сухмень чрез все лето». По словам летописи, «при горе всякое жито и всякое обилие, и озера и реки засохша, болота же выгорели, леса и земли горели». А затем мороз «убил всю ярь». Осенью установились сильные морозы. Зимой же начались оттепели с грозами и «дождями великими». По свидетельству Новгородской первой летописи, голод охватил всю Русь.

В 1163 г. осенью снова ударили сильные морозы, а зимой, напротив, отмечались дожди с громом и молниями. Зимой 1177 г. лед на реках появлялся только в феврале. Мягкие зимы во второй половине XII в. чередуются с чрезвычайно холодными, которые занесены в летописи под 1165 и 1168 гг. «Зима зла велми» была в 1187 г. Таких морозов прежде на Руси не бывало. В это время вспыхнула эпидемия. В каждом доме были больные. Нередко некому было «воды подати».

Впервые в XII в. на Руси трижды наблюдаются возвраты холодов. Один из них отмечен в «Житии Варлаама Хутынского» и относится к 80-м гг. XII в. В «Житии» отмечается, что в конце мая или в первой половине июня («в первую неделю Петрова поста») выпал снег, а затем растаял, но не побил посевов. По мнению советских ученых, занимающихся исследованиями северо-русских житий, в основе легенды лежат реальные природные явления. Правда, по-видимому, чтобы усилить чудесный характер явления, в легенде гиперболизируется изображение этой непогоды: «Снег выпал в пояс человека и больше» (65, 11).

В «Житии» отмечается, что заморозки и снег в конце мая — начале июня случались и в последующие времена, что действительно подтверждается многими летописными сводами за XIII—XVI вв.

Всего за XII в. в русских летописях отмечено около 120 экстремальных природных явлений. В их числе: 12 засух, 5 необычайных снегопадов, 7 ураганных бурь, 7 сырых и 6 жестоких зим, 11 высоких половодий и наводнений, наблюдавшихся не только весной, но и летом.

Число необычных метеорологических явлений в XII в. возрастает более чем в 6 раз. Безусловно, это свидетельствует о том, что в XII в. происходили значительные колебания климата. Однако в общем климатические условия следует рассматривать как благоприятные (в особенности по сравнению с XIV—XVII вв.). Они характерны не только для Руси, но и для всей Западной Европы. Следует заметить, что процесс потепления на рубеже двух тысячелетий имел место не только в Гренландии, где викинги основали свои поселения, не только в Норвегии, где таяли ледники, но и в русской Арктике, на берега которой новгородцы вышли в X в. и продвинулись к западу до Варангер-фьорда, а на восток — сначала до Печоры, затем до Оби и Енисея. Имеется свидетельство, что в 1032 г. новгородец Улеб ходил к Железным Воротам, под которыми некоторые исследователи подразумевают Карские Ворота между Новой Землей и островом Вайгач (5, 116). Появившиеся в XIII в. сведения о большом острове, лежащем за страной самоедов, вероятно, достигли Западной Европы через посредство русских, кото-

рые и были его первооткрывателями. Впоследствии этот остров был назван Новой Землей.

Кроме наблюдений за экстремальными метеорологическими явлениями в летописях содержится большое число записей о необычайных физических явлениях на небесном своде: лунных и солнечных затмениях, полярных сияниях («огненных столпах»), кометах («звезда хвостата») и т. д.

ПЕРЕХОД
ОТ КЛИМАТИЧЕСКОГО
ОПТИМУМА К МАЛОМУ
ЛЕДНИКОВОМУ
ПЕРИОДУ

Русские летописи дают возможность проследить, как на Руси в целом и в ее отдельных землях проявилось постепенное похолодание, начавшееся в Европе после 1200 г.

Судя по новгородским летописям, XIII столетие началось дождями, которые непрерывно шли в течение всего лета. В Новгородской земле был голод. В 1203 г. наступили жестокие морозы («зима бысть люта»). В следующем году вспыхнула эпидемия: «...изомроша кони в Новгороде и по селам, яко нелзе быше поити смрады никуда же». Спустя восемь лет засуха охватила Ливонию, Эстонию и Северо-Восточную Русь. Бушевали пожары, гибли посевы. Только в Новгороде сгорело 4300 дворов. Ростов Великий пострадал еще сильнее. В нем почти не уцелело ни хором, ни церквей. И как следствие — «глад был велик» не только на Руси, но и во всей Прибалтике. Хлеб необычайно вздорожал. Люди ели собак, многие умирали от голода. Засуха имела место в 1214 г. Судя по Летописцу Переяславля Суздальского, она привела к великому голоду в Северо-Восточной Руси, где «много зла сотворися». Далее отмечается, что люди ели дубовую кору, мох, толкли солому, а «мяса и конину едяху и в великое говение, и много людин тогда изомроша от голода». По мнению М. А. Боголепова, голод продолжался в течение двух лет подряд и охватывал как центральные, так и северные земли Руси, включая владения Новгорода Великого. В 1224 г. на всей Руси от Киева до Новгорода установилась знойная, ведренная погода. Горели леса и торфяники. По словам летописи, «бысть страх и ужас на всех». Неурожаи отмечались повсеместно. После трех сухих лет наступил год чрезвычайной увлаженности. Весной всюду отмечалось высокое половодье. В начале августа начались сильные дожди, которые продолжались до середины октября. Все это время «не видяхом свете дни. Рожь не родилася». Люди не могли ни добыть сена, ни обработать нив.

Сразу несколько экстремальных природных явлений наблюдали иноки в 1230 г.: 3 мая «потрясая земля» в Киеве, Переяславле, Владимире, Новгороде. В Киево-Печерской лавре церковь св. Богородицы распалась на четыре части. Одновременно рухнула трапезная, где были приготовлены на обед «яства и питие». В Переяславле Русском «разсидеся на двое» церковь св. Михаила. Через неделю отмечены

«знамения в солнце», а 14 мая солнце «погибло», а с неба сошло огненное облако и опустилось «над ручьем Лыбдь» в Киеве. Но гораздо ощутимее для жителей Руси было ненастье. Лето было очень холодным, а 14 сентября мороз «изби обилье» по всем русским землям, «кроме Киева». От голода погибло в Новгороде более 3 тыс. человек, а в Смоленске в братских могилах было похоронено 32 тыс. человек. «Великое горе» продолжалось около четырех лет.

В первую треть XIII в., таким образом, наблюдается одна из самых продолжительных группировок особо опасных природных явлений, обусловивших 17 голодных лет. Из них два голода продолжались по несколько лет. В 1214—1216 гг. и особенно в 1230—1233 гг., т. е. перед самым татарским нашествием, численность населения Руси резко сократилась. Население некоторых городов почти полностью вымерло (Смоленск). Большие потери в людях понесли от голода города Северо-Восточной Руси, особенно Владимир и Суздаль. Меньше всех пострадали Киев и Новгород Великий.

Повышенная экстремальность метеорологических явлений в первые 30 лет XIII в. на первый взгляд подтверждает выводы о постепенном ухудшении климатических условий. Однако в природе, вероятно, все обстояло гораздо сложнее. После катастрофического 1230 г. на протяжении почти 20 лет русские летописцы отмечают только солнечные и лунные затмения и умалчивают о необычайных метеорологических явлениях. Очень мало их отмечено и в западноевропейских хрониках.

В середине XIII в. новые бури и вместе с ними новые невзгоды обрушиваются на Русь, земля которой стонет и огнем горит от набегов татарских полчищ.

В 1251 г. на Новгородскую землю и, вероятно, в другие области страны пришли летом необычайно обильные дожди и потопили весь хлеб и все сено на пожнях. Наводнением снесло Великий мост в Новгороде. Затем еще одна беда: осенью «поби мраз все обилье».

Потом следует передышка в несколько лет. Особенно благоприятным в природном отношении был 1254 г., когда летописец отметил: «Добро бяше христьянам». После того как летом 1259 г. имел место заморозок, летописцы на протяжении более десяти лет не отмечают никаких экстремальных явлений, кроме затмения луны и солнца, полярных сияний. В начале 70-х гг. из-за дождей голод охватывает всю Европу и Русь, о чем известно из летописей, западных хроник и «Слова Серапиона Владимирского». В 1279 г., по словам Ипатьевской летописи, был голод по «всей земле», в том числе и «в Руси, и в Ляхох, и в Литве, и в Ятвязях».

В последнюю четверть XIII в. число экстремальных метеорологических явлений значительно возрастает. Бушуют бури, во время которых гибнет множество людей и скота (1280, 1299, 1300 гг.). Ураганные порывы ветра поднимают в воздух многие дворы и уносят их «вместе с людьми и всем бытом». Лютуют зимние холода (1281, 1283, 1284 гг.), весной и летом реки выходят из берегов (1290, 1291, 1300 гг.). В конце лета или в начале осени морозы «побивают все обилье» (1291 г.). В 1298 г. на Руси снова горят леса и поля. Вместе с засухой начинается

эпизоотия («мор на скот»), а затем «великая нужда в народе».

Таков ход русской погоды в XIII столетии. В этом веке число экстремальных природных явлений несколько сокращается. Особенно стабильными погодные условия были в начальные годы татарского нашествия.

XIV столетие началось «зело великими» бурями. Ураганными порывами ветра «драло дубье», сносило с основания храмы и дворы. От дождей великих страдали посевы и сенокосы. Вероятно, теплой беснежной зимой 1303 г. погибли озимые посевы. «Не добыша люди хлеба», — отмечено в новгородских, псковских и других летописях. Была необычайная дороговизна, «туга велика и печаль».

В 1306 г. шли великие дожди на Руси, а следующим летом, как отмечено в Русском хронографе, был великий голод в Чехии от «великия засухи». Голод и эпидемия имели место в Русской земле в 1308 г., когда отмечались обильные дожди. Об этом свидетельствует Троицкая летопись, где под 1309 г. имеется запись о том, что после шести лет великих дождей наступила знойная погода и вместе с ней засуха (331, 353). К тому же на людей обрушилась «другая казнь — пришла мышь и поела и рожь, и пшеницу, и овес, и всякое жито» (29, 30). Цены на хлеб резко подскочили, и был «глад крепок по всей земле русской», который продолжался не менее трех лет и сопровождался эпидемией, и поэтому вряд ли можно согласиться с историком В. Лешковым, утверждавшим, что стихийное бедствие, обрушившееся на русский народ, «не было слишком значительно» (285, 24). Тем более что в летописях особо подчеркнуто, что голод «был крепок по всей Русской земле». Следовательно, речь идет не только о Московской, но и о Новгородской и Псковской землях, где отмечены грабежи «на почве сильного голода». Нападения на «чужие имения» продолжались два года.

Столь же роковые последствия повлек за собой возврат холодов летом 1314 г., когда мороз «изби всяко жито». Цены на хлеб резко подскочили. Зобница жита стоила 5 гривен, что равнялось примерно 50 серебряным рублям середины XIX в. Лютая дороговизна продолжалась несколько лет («много время»). Великий голод в те же годы отмечен в Эстонии, Латвии и Литве.

Западнорусские летописи сохранили свидетельство о немилостивом лете 1320 г. (вероятно, чрезвычайные дожди) и о великом двухлетнем голоде, который охватил Польшу, Литву и Русскую землю. Отмечены многочисленные случаи людоедства и гибель множества народа. В Новгороде в это время свирепствовала эпидемия, возможно вызванная тем, «что люди ели коренья и другие малоседобные произрастания». Для Смоленской земли очень тяжелым выдалось лето 1322 г., когда шли дожди и держались холода. Погиб урожай овощей и плодов. Вероятно, имел место и недород «жита». Наступившая вслед за ненастьем зима оказалась необычайно суровой, с великими морозами. Согласно западноевропейским источникам, замерзало не только Балтийское, но и Адриатическое море. Следующей зимой сильные холода повторились. Стихийные бедствия почти непрерывно потрясали Западную Европу с 1310 по 1328 г.

В первую четверть XIV в. преобладали дожди, имели место воз-

враты холодов. Лишь в самом конце этой четверти, как и в три предыдущих столетия, имела место засуха. В летописях отмечена «великая сухмень» в 1325 г. Выгорели леса и торфяники. Погибли посевы и сено на пожнях. Иссохли многие водные источники. Начался голод, который продолжался и в следующее лето. В Новгороде вспыхнул мятёж.

Спустя пять лет засуха повторилась. Она сопровождалась пожарами. Затем вспыхнула эпидемия, которая, вероятно, была следствием голода.

Необычайная дороговизна и «глад хлебный» отмечены в 1332 г. По мнению Н. М. Карамзина, «скудота всякого жита» была обусловлена тем, что по причине необычайных дождей люди не могли убрать рожь и она проросла в копнах («рослая рожь»).

Однако в летописях отмечено, что была «меженина велика» во всей Русской земле. Слово «меженина», согласно словарю Даля, означает «засуха». В таком понимании слово «меженина» употребляют и летописцы. Но не исключено, что в отдельных случаях «меженина» означает великие трудности и общенародные лишения, обусловленные, как правило, природными явлениями.

На протяжении второй и третьей четверти XIV в. летописцы зарегистрировали 12 засух, из которых 8 поразили всю Русь. Во время «зной и жар великих» погорели Москва, Новгород, Псков, Юрьев (Тарту), Вологда, Витебск, Торопец, Владимир, Смоленск, Тверь, Кашин, Суздаль, Торжок, Нижний Новгород. Особенно сильный пожар отмечен в Новгороде в 1340 г. во время урагана. Сгорело 50 церквей и 70 человек. Люди «мнили», что наступил конец света. Много людей утонуло в Волхове. Засухи наблюдались и в два следующих лета и сопровождалась эпидемиями и эпизоотиями.

Необычайная жара, стоявшая на Руси в 1364 г., привела к гибели посевов. Еще более тяжелым оказалось следующее лето. По словам Никоновской летописи, «солнце бысть аки кровь, и по нем места черны, и мгла стояла. С полета и зной и жары бяху велицы, лесы и болота и земля горяше, и реки пересохша, иные же водные места до конца иссохша и бысть страх велик и ужас на всех человецех и скорбь великая» (9, 11, 4). Знойная погода стояла фактически с 1363 по 1368 г. В последний год «мгла стояла 3 месяца». Было так жарко, что рыба гнила в реках.

В 1371 г. отмечена еще более великая сухмень. Землю окутал дым горевших лесов и пожарищ. Люди «за едину сажень» не видели друг друга. Медведи, волки и лисицы искали убежища в городах и селениях. Спустя три года засуха повторилась. «Дожди сверху не едина капля не бывала все лето» (там же, 15—16). Засухе сопутствовали эпизоотия и эпидемия, особенно в Орде у Мамаю.

Таким образом, середина XIV столетия характеризуется преобладанием сухой, знойной погоды летом, умеренными и мягкими зимами. Засухи имели место и в последней четверти этого века. В Новгородской первой и Николаевской летописях под 1384 г. отмечены «мгла и помрачение», которые продолжались многие дни. Люди не могли ездить по Ильмень-озеру, а птицы не могли летать.

Сильные морозы, холодные осени и поздние весны начинаются в

последней четверти XIV в. В 1378 г. вымерзли болота, реки и озера. Особенно жестокие зимы наблюдались в 1390/91 и 1393 гг., когда от лютых морозов погибло «множество» людей и скота, пострадали посевы, и в итоге на Русь обрушился длительный голод.

Всего в XIV в. в летописях отмечено более 100 экстремальных природных явлений. Они обусловили 30 голодных лет. Из них четыре года имели не только общерусский, но и общеевропейский характер. Материалы свода экстремальных явлений, относящихся к XI—XIV вв., были сопоставлены с данными о годичном приросте деревьев в древнерусских городах: Новгороде, Пскове, Смоленске, Полоцке, Торопце, Мстиславле, Орешке, Корелах, Белоозере, опубликованными Б. А. Колчиным и Н. Б. Черных в работе «Дендрохронология Восточной Европы» (1977).

Отмеченные в летописях сведения о великих жарах, нашествиях саранчи, пожарах, как правило, совпадают с данными о резком падении годичного прироста деревьев в 1008, 1060, 1094 гг. и вообще в 90-е гг. XI в. и в 1111 г., отмеченном многими пожарами. Падение прироста в конце 10-х — начале 20-х гг. дает основание предполагать, что отмеченная в 1120 г. засуха в Западной Европе захватила и территорию Руси. Такая же картина, вероятно, имела место и в 1130 г. Отмеченные в летописях засухи в 60-х, 70 и 90-х гг. XII в. совпадают с периодами резкого уменьшения годичного прироста деревьев, как в Новгородской, так и в других землях Руси. Такое же совпадение характерно как для начала XIII в., когда в 1211, 1212, 1214 гг. наблюдались засухи и крупные пожары, а все русские земли охватил голод, так и для конца этого столетия, когда имели место засухи в 1282, 1284, 1298, 1299 гг.

Циклы угнетений годичного прироста деревьев Колчина—Черных для XIV в. в большинстве своем совпадают с засухами. Это имеет место в 1309, 1311, 1312 гг. (угнетения 1310—1312 гг.), в 1329 г. (только Псков), а также в 30, 40, 60 и 70-х гг. этого столетия. Период угнетений, относимый к 1392—1393 гг., совпадает с данными о пожарах и голодных годах. Для XV в. отмечен только один период угнетения (1406—1407 гг.), приходящийся на первое десятилетие. Он в основном совпадает со свидетельствами летописцев, писавших о засухах и пожарах в 1401, 1403, 1406, 1407, 1408 гг. Засуха 1424 г. характеризуется также резким уменьшением прироста деревьев. Вместе с тем следует отметить, что некоторые годы малого прироста деревьев совпадают не с засухами, а с необычайно дождливыми прохладными летними периодами (в 1155, 1219—1220, 1259 гг.), что связано с тем, что в умеренных широтах факторами, снижающими радиальный прирост деревьев, является не только дефицит осадков, но и понижение температуры в вегетационный период.

МАЛЫЙ ЛЕДНИКОВЫЙ ПЕРИОД

В эпоху малого ледникового периода русские исторические источники все чаще фиксируют резкие колебания климата. В течение XV в. летописцами отмечено более 150 экстремальных природных явлений.

Правда, при этом большинство из необычных метеорологических явлений носило региональный характер. И великие дожди, и великая сухость, и великие морозы, как правило, имели место то в Псковской, то в Новгородской, то в Московской землях. Они обусловили более 40 голодных лет, из которых 15 были особенно тяжелыми. Большинство из них было вызвано продолжительными дождями, которые 21 раз за столетие причиняли ущерб озимым и яровым посевам.

В первый год XV столетия летописцы отметили великую бурю и ранние полярные сияния, появившиеся в августовскую ночь. Верхние концы «огненных столпов» были кроваво-красными, и их было «страшно видети». Лето было, вероятно, сухим, так как были пожары в Москве и Смоленске. В Смоленске осенью отмечен мор, который, возможно, явился следствием голода, вызванного недородом. Следует, однако, иметь в виду, что в Западной Европе 1401 год отмечался необычайной увлажненностью. Дожди начались 12 марта и продолжались до середины сентября. В середине следующего лета дожди повторились и вызвали наводнения в Венгрии, Австрии, Южной Германии.

Зима в России в 1402 г. наступила необычайно рано. Уже 18 октября начали ездить на лошадях по льду Волхова. Вероятно, на Руси, как и в Западной Европе, стояли необычайные морозы.

Во всей Русской земле весна 1403 г. была засушливой. Уровень воды в реках был весьма низким. По словам Новгородской второй летописи, «в Волхове вода суха, и все реки сухи быша». Аналогичное свидетельство имеется и в Никоновском своде. В Псковских летописях уточнено, что весьма сухим было и лето. Однако урожай был хорошим («...а хлеба много бог дал»). Засуха имела место и в Западной Европе, где она вызвала недород и необычайную дороговизну на хлеб и другие припасы. По данным В. П. Оппокова, это был подряд четвертый неурожайный год (319, 18).

Вслед за засухой на всю Европу, включая русские земли, обрушилось ненастное лето. «Бысть дождя много, аки весне». Наводнения отмечались от Пскова до Парижа. Затем наступила «худая зима», подобной которой не знали люди. Она была «голой», бесснежной. Весна наступила необычайно рано. Лето было непогожим. Летописцы отмечают великие грозы и необычайные дожди, которые начались в последних числах июня и продолжались до начала августа. Уровень воды на реках и в озерах был столь же высоким, как весной. Наступивший голод сопровождался эпидемией. Мор пришел в Псков из Эстонии, а также из Юрьева (Тарту) и распространился на все русские земли. В Пскове эпидемия отмечена и в следующем году, когда лето, вероятно, было сухим (судя по пожарам и малому приросту колец деревьев). Отмечены частые грозы. В Троицкой и других летописях под 1406 г. описана необычайная буря и «вихорь страшен». В Нижнем Новгороде смерчем подняло в воздух упряжку «вместе с лошастью и человеком так высоко и далеко, что они стали невидимы». И на следующий день телегу нашли на другой стороне Волги. Она повисла на высоком дереве, лошадь была мертва, а человек исчез. Лето 1407 г. было очень дождливым и пасмурным («паморочно зело»). Всюду имели место летние наводнения. К этим бедствиям добавилось нашествие «крылатого

белого червя», который в течение трех лет переходил реки, леса, поля, посеvy. Особенно пострадали еловые деревья. В лесах погибли все белки.

Зима 1408 г., по данным Троицкой летописи, была весьма тяжелой, очень морозной и «преизлишне снежной». Множество людей, захваченных в плен татарами, погибли от морозов и голода. Весна была очень многоводной. Подобного наводнения старики («памятуки») не помнили за последние 20 лет. Лето было засушливое, с великими бурями. Необычайным штормом «человек с тысячу в озере истопе» (вероятно, в Ильмене). Во время засухи вспыхнул пожар в Ростове Великом, где сгорело более 1000 человек и «множество» строений. На русских и польских землях имел место сильный недород. «Бысть дорогоvizне житу по всей русской земле», — отмечено в Летописи Авраамки (14, 157).

Следующий год был тяжелым. Всюду была необычайная дороговизна. По словам летописцев, от голода погибло множество людей, а «жито продавцы обогатеша». В то время как в Западной Европе не было зимы, на Руси стояли жестокие морозы и «виалицы и ветры велицы».

Такой же голод Русь пережила в 1412 г. вследствие неурожая, вызванного, по-видимому, засухой, сменившейся в августе проливными дождями. Летописи отмечают необычайный подъем воды во всех реках в конце лета. Наступившая зима была многоснежной, очень холодной и весьма продолжительной. От морозов погибло множество народа в Литве.

Но особенно опасная эпидемия пришла на русские земли после необычайно холодной зимы 1417 г., во время которой «мнози людие от мраза изомроша». Затем начался тяжкий мор, который продолжался лето и следующую зиму. Новгородский летописец горестно восклицал: «И како могу сказати ту беду страшную и грозную, бывшую в весь мор, како туга живым по мертвых, понеже умно и шася умерших в градах и селах, тем же едва успеваху, живни мертвых опрятывати, на всяк день умераху только, яко не успеваху погребати их, а дворов много затвориша без люди» (86, 411).

Кроме Новгорода эпидемия распространилась на Старую Руссу, Псков, Порхов, Ладогу, Торжок, Тверь, Дмитров. Сведения об этой эпидемии занесены почти во все летописи. В них подчеркивается, что во многих домах осталось либо по одному «детищу», либо вымерли все поголовно. Многие дворы были пусты.

Еще более тяжелые последствия для Руси имела эпидемия 1420 г., начавшаяся во время необычайно теплой зимы и продолжавшаяся во время засухи. Холода в этом году наступили необычайно рано. 15 сентября («на Никитин день») начался снегопад, который продолжался трое суток. Снег покрыл землю слоем в четыре пяди (около 1 м). Ударил морозы. За великой стужей наступила оттепель. По словам Пискаревского летописца, «всякие жито под снег полегло, некому жати, все померли». В других летописях отмечается, что мало кто из людей смог убрать урожай. Наряду с эпидемией начался голод, который продолжался три года.

Этот «великий глад во всей земле Русской» был вызван тем, что после раннего наступления морозов в 1420 г. следующее лето было очень дождливым (после мягкой многоснежной зимы и великого половодья весной). В Новгородской земле вода снесла все мосты и многие строения «от основания испровергла», погибли сады, деревья которых были срезаны ледоходом. Необычайное наводнение, которое новгородцы сравнивали с потопом, сопровождалось необычайными бурями. 19 мая необычайная гроза сотрясла Новгород. Из черной тучи посыпались камни и град больших размеров. Осенью началась эпидемия («коркота»), а зимой — голод. Под 1422 г. во всех летописях, кроме псковских, отмечен «глад велик» во всей Русской земле. В Москве оков (бочка) ржи стоил рубль, а в Костроме — два рубля. В Нижнем Новгороде оков ржи продавали за 200 алтын (6 руб.). Люди ели мертвый скот, коней, собак, кошек. Отмечены случаи каннибализма («люди людей ядоша»). Особенно пострадал Новгород, где мертвых «наметаша три скудельницы» (братские могилы).

Некоторые жители Руси ушли в Литву, но в пути умерли от голода и необычайных морозов, так как зима была «велми студеной». Лето 1422 г. было засушливым («меженина»). Менее всего первоначально пострадал Псков, где со старых лет «клетн были засыпаны всяким обилием». «И, — по словам летописца, — поидоша ко Пскову Новгород, Корела, Подь, Вожани и Тверцы, и Москвичи и просто рещи со всей Русской Земли, и бысть нахождение их во Пскове много множество. И начаша по волостям и по пригородам и во Пскове купяще рожь, возите за рубеж и в Пскове тогда бяше зобница ржи по 70 ногат, а жита зобница по 50 ногат, а овса по 30 ногат, а на полтыну ржи полтретьи зобницы» (115, 2, 39).

В связи с резким ростом дороговизны на припасы псковичи «запаведоша не продавати зарубеж ржи и никакого обилия». Эта мера не спасла голодающих. В Пскове погибло множество пришедших людей, которых похоронили в четырех скудельницах.

1423 и 1424 гг. были засушливыми. По словам летописца, стояла «скорбь великая по всей земле». В 1425 г. цены на хлеб несколько упали. Затем началась эпидемия, которая пришла «из немцев» и захватила все русские земли. Эпидемия продолжалась в течение 1425—1426 гг., а в следующем году наступил мор «злее первого».

Затем наступило улучшение климатических условий. По псковским летописям, в 1427 г. имело место «умножение плодов всяческих». Дороговизна прекратилась, но передышка оказалась непродолжительной. В 1430 г. в конце лета и начале осени не выпало ни капли дождя. Начали гореть леса и торфяники. Землю окутал дым «много вельми». Смерд от пожаров был столь силен, что от дыма гибли птицы. Судя по Новгородской первой летописи, столь сильная засуха имела место и в следующем году. Это подтвердилось и многими другими летописями, в том числе Воскресенской, Никоновской. В 1431 г. была великая засуха, и шесть недель стояла такая мгла от пожаров, что люди не видели солнца. Начался великий голод во всей Русской земле.

Затем в течение трех лет в летописях отсутствуют записи о необычайных природных явлениях, не считая великих гроз и небесных знаме-

ний. Более того, в псковских летописях под 1434 г. имеется запись о том, что в «немцах» был голод и дороговизна, а в Пскове был хороший урожай и много хлеба. По Евреиновской летописи, голод имел место и в Белоруссии, и в Литве.

В 1435 г. многие летописцы засвидетельствовали возврат холодов в начале лета. В Псковской земле в Петрово говенье (конец июля) мороз побил «всякое обилие житие». Студеной была весна и в Московской земле. Лето было холодным и мокрым. В результате «никакое жито не родилось». Столь же студеным было и следующее лето. Во время жатвы 1436 г. «мраз побил во всей Русской земле жито». Во время очень тяжелого голода многие жители Новгородской земли ушли в Эстонию и Латвию. В то же самое время в Смоленской земле шли необычайные дожди, вызвавшие большой недород. Великий голод продолжался в течение 1436—1438 гг.: «По селам и по городам звери людей ядали, а в городе Смоленске и по лесам и по улицам псы людей ядали, головы по улицам волочили и руки и ноги челоуечьи, матки деток своих ели от великого голоду, а в великий пост мясо ядали» (34, 59—60, 164—211). По словам безвестного летописца, «много горя учинилось как в Русской, так и в Литовской земле». Случалось, что брат своего родного брата убивал. Такой лихой поры старые люди не припоминали. Эти свидетельства Румянцевской летописи и Летописи Рачинского весьма напоминают лихие годы Новгорода Великого (1127 г.), всей Русской земли (1230, 1422 гг.). Затем несколько лет русские летописцы умалчивают о бедствиях, причиненных природными явлениями до 1442 г. Нет сведений ни о голоде, ни об эпидемиях. Этой зимой наступают великие, нестерпимые морозы. Гибнут многие люди, и еще больше замерзает скота. Весной наблюдаются бури. Затем наступило отзимье, выпал глубокий снег, а когда растаял, начались сильные ветры и морозы великие. Это, вероятно, привело к гибели посевов, так как в том же году «жито всякое» стоило необыкновенно дорого. В Твери в 1442 г. цена ржи поднялась до 16 алтын, а в Москве — до 12 алтын. Зима 1443 г., по сведениям Ермолинской летописи, была также очень студеной и необычайно снежной, что еще больше усилило бедствия голода. В Можайске «наметали» мертвых 3 скудельницы (22, 153). По дорогам от великой студени погибло множество людей и скота. Цены на хлеб возросли почти вдвое по сравнению с предыдущим голодным годом. В Твери оков ржи уже стоил 26 алтын, овса — 10 алтын. Дорого было и сено. Под 1445 г. в Новгородской первой летописи имеется запись о том, что в Новгороде хлеб был дорог и дороговизна имела место не только один год, «но всю десять лет». Там же отмечается, что хлеба иногда негде было купить, и «бысть туга и скорбь христианам велми» (86, 425). Это свидетельствует о том, что в десятилетие 1436—1445 гг. имели место неблагоприятные метеорологические условия, которые привели к длительному недороду, необычайной дороговизне и хроническому десятилетнему голоду. «Только слышали, — отмечал летописец, — плачь и рыданье по улицам и по торгу, и мнози от глада падающе умираху, дети пред родителями своими, отца и матери пред детьми своими, и много разодошася, инии в Литву, а инии в Латвию и с хлебом дахуся гостем. А в то же время не

бе в Новгороде правде и правого суда, и всташа ябетницы... и начаша грабити по селам и по волостям и по городу...» (14, 186).

Таким образом, стихийные бедствия приводили как к гибели людей, так и к расстройству экономики, к обострению социальных отношений, выражавшемуся в мятежах и восстаниях.

Голодная зима 1445 г. была необычайно холодной. От жестоких морозов множество русских воинов погибло во время похода великого князя Василия на татарского князя Ахмета. Следующая зима была многоснежной. Снеговой покров в Московской земле достигал 2 м (9 пядей). Столь же великий снег был зимой 1446 г. При этом стояли лютые морозы. По словам Евреиновской летописи, в Смоленске «за многие годы таковой зимы не бывало». От «великой скудени», под которой, вероятно, следует понимать голод, погибло множество людей. Бедствия необычайно холодной зимы были усугублены великим половодьем в Смоленской земле. Еще более тяжелый голод был впереди. 1 сентября 1448 г. выпал снег. Как известно, даже более поздние снегопады (14, 15, 20 сентября) приводили к значительным потерям хлеба. Поэтому неудивительно сообщение Литовской хроники о том, что «в Польше, Литве, Русской земле наступил великий голод», а вслед за ним эпизоотия и эпидемия: был «мор на конец и всякую животину». Особенно тяжелым голод был в западнорусских землях, Литве, где живые не успевали хоронить мертвых. Во многих местах появились разбойники, которые не брали «ни сукон, ни грошей, а забирали только хлеб, масло, пшено, солонину».

Зима 1450 г. была многоснежной. Глубокий снег так завалил дороги, что татарам, предпринявшим поход в Подолию, было трудно уходить от объединенных сил «подолян, руси и казаков», от рук которых погибло более 10 тыс. врагов. Наступившее затем лето было горячим, засушливым. Засухе сопутствовали пожары. Сильно погорели Москва и Псков. Однако в исторических источниках нет упоминаний о голоде и дороговизне. Если недород и имел место, то он не имел катастрофических последствий для русских земель. Гораздо большим бедствием были годы с необычайно высокой увлажненностью. Так, зима 1453 г. была бесснежной («голой»). Летом и осенью шли столь сильные дожди, что жители Псковской земли не смогли посеять озимых. 5 сентября 1453 г. «мраз много обилия побил». Дожди летом, вызывавшие наводнения «ак весной», продолжались четыре года подряд и привели к голоду.

Начиная с 1457 г. в течение четырех лет метеорологические условия на Руси не отличались особой экстремальностью. Только в 1460 г. почти во всех летописях отмечена необычайная буря в Москве. Особенно подробно это необычное явление описано в Софийской второй и Воскресенской летописях. В них отмечается, что сначала с юга к востоку над Москвой шли облака, где они соединялись и собирали, «как в мех», «воды морские». Затем грозная и «велми великая» туча начала «шествование свое от востока к западу». Ударил молния, и дождь пролился «на град Москву, на многие села и места далече от града». Над землей проносились вихри. Ветром необычайной силы снесло много хором и церквей, разломало многие дома и многие «твердо укреплен-

ные человеческие здания расшибаше». Бурей поломало множество деревьев, «иных верха сломало, других до половины, иных до трети и по самый корень». Многие древние «великие дубы» вырвало из земли с корнями.

Начало 60-х гг. XV в. ознаменовалось холодными веснами. 7 мая 1461 г. выпал снег и ударил мороз, от чего «лист на дереве позяб». Следующая весна была «бурной, студеной и бестравной». Небывало холодная погода стояла до Троицы, которая в том году приходилась на 6 июня. Во время штормов в Ильмень-озере погибло много людей. Такая погода, по свидетельству Летописи Авраамки, имела тяжелые последствия для жителей Новгородской земли. Бурной и холодной была осень 1463 г. Во время бурь в Ильмень-озере, как и весной предшествующего года, «истопло» множество людей.

Еще одна холодная весна была в 1466 г., когда 14 мая выпал снег и, покрыв землю слоем около 20 см, лежал двое суток. Спустя 12 дней бедствие повторилось. Выпавший 26 мая снег лежал весь день. Еще большим несчастьем для русских земель было раннее наступление морозов. 18 августа летописцы отметили мороз, а «другой мраз был того же месяца 27 и ярь побил». В результате по всей Русской земле «хлеб призяб». По словам Устюжского летописного свода, «ржи иные ушли, иные призябли, а яровое жито все призябло, опричь ячменя». И хотя о голоде не говорится, он, безусловно, имел место. Наступившая зима была чрезвычайно суровой. 14 января 1467 г. был столь сильный мороз, что множество людей погибло как в Москве, так и в других городах и землях. Весна 1467 г. была также холодной. 5 мая выпал снег. Его толщина достигала «полголени». Снег лежал трое суток. Вероятно, значительно большие неприятности доставил земледельцам мороз, который имел место 2 июня. Осенью шли непрерывные дожди, которые затем сменились необычайными морозами. В том же году в Ростове Великом отмечено сильное землетрясение.

Весна 1468 г. была засушливой. Сгорела Москва. Волхов шел вспять. В Новгородской и Псковской землях с июля до октября шли дожди, вызвавшие необыкновенный подъем воды в реках. Затопило луга, сжатые хлеба погнили на полях. Рожь не смогли посеять. По словам Псковской летописи, была среди народа «нужда великая». Голод отмечен и в южнорусских землях, которые пострадали не от дождей, а от засухи и нашествия мышей, которые «все поядоша не только в копле, но и в гумнах».

Еще одна холодная весна в середине XV в. имела место в 1470 г., когда 26 мая ночью в Москве выпал снег. В других летописях, кроме Типографской, это явление не отмечается. Напротив, псковские летописцы отмечают великое половодье, во время которого «много хором подрало и запасов снесло». Далее подчеркивается, что пострадали и посевы: «И земли и нивы иные льдом подрало, а иные водою подмыло» (115, 2, 170—171). Вероятно, в начале весны стояла теплая дождливая погода, а в мае похолодало.

Таким образом, 60-е гг. XV в. характеризуются как холодными зимами и веснами, так и повышенной увлажненностью.

В начале 70-х гг., как и в прежние века, имела место засуха. Осо-

бенно сильной она была в Новгородской земле. Реки и болота высохли. В Новгороде очень вздорожал хлеб. Сказалась на продовольственном положении Великого Новгорода и гибель во время необычайно снежной и бурной зимы и великих морозов в апреле и мае посевов в соседней Псковской земле. Осень 1471 г. была бурной. В Ильмень-озере погибло около 140 судов и несколько тысяч новгородцев и «рушан» (жителей Старой Руссы).

Засуха повторилась в 1472 г., когда стояла необыкновенная сушь. Погорели многие города, в том числе Москва. Беду усугубило нашествие «бесчисленного множества» грызунов. Мыши поели все не только на гумнах, но и в поле. Все это привело, судя по Воскресенской летописи, к великому голоду.

В 1473 г. озимые и яровые хлеба от засухи погибли в Польше, Литве и, вероятно, в западнорусских землях. Засушливым в Польше было и лето 1475 г., когда, согласно Густынской летописи, пришла «великая саранча» и учинила «велики шкоды». Между тем в Псковской земле была столь дождливая осень, что жители многих сел рожь не жали. Правда, это сообщение летописи находится в противоречии с записью: «а хлеб был дешев». Ни один исторический источник этого времени не вносит ясности в этот вопрос. В «Летописном своде 1518 года» отмечено, что «месяца сентября в 19, а небесного в 8, в 6 час дня нашла слота да потом и снег много шел, а на ночь и мороз и на другую, да потом сшел, а в 6 ноября на мерзлую землю пошел снег и река стала в 8 ноября» (27, 308—309). Но это, по-видимому, относится к осени 1474 г., а 1475 г. в Московской земле отличался многими необычайными явлениями. Москва-река вскрылась 2 апреля. 23 апреля «взошла туча», была великая гроза и ливень, а «морозы и студень до 2-го мая и от того дня пошли дожди на всяк день». Судя по известиям этого летописца, осенью «засуха велми велика была». В последний день октября выпал снег. 1 ноября «мороз велик был». Во второй половине декабря отмечены сильные дожди (оттепель), а с Крещения (6 января) «морозы и снега великие, виялицы страшны, много и людей по дорогам зябло» (66, 95).

Вслед за бесснежной, необычайно холодной зимой 1477 г. в последний день весны имел место возврат холодов. 31 мая «мороз вельми велик был, яко и лужам померзнути и всяк овощь побил огородний и садовый и все обилие». Это явление отмечено как в Иоасафовской летописи, так и в «Летописном своде 1518 года». Правда, в последнем оговорено, что овощи огородные погибли не все.

В 1480 г. во время знаменитого, памятного в летописях российских «стояния на Угре» рано наступили холода. 26 октября замерзла река Угра. Хан Ахмат не осмелился перейти по льду и напасть на русское войско, изготовившееся к отражению татаро-монгольских полчищ. Между тем начались «великие мразы», и вместе с ними вспыхнула эпидемия во вражеском стане. 11 ноября Ахмат повернул на юг, когда уже стояли «мразы великие». Необычайная стужа продолжалась до весны. Зима была многоснежной: снега было «человеку по пазуху».

Необыкновенно благоприятным было лето 1483 г., когда после Петрова дня поспели озимые хлеба и 30 июня начали жать рожь, а спу-

стя месяц, с Ильина дня, начали убирать яровые. Любопытно, что в этом же году в Риге имела место нехватка хлеба: купцы Полоцка отправили тогда 40 стругов с провизией.

Следующие два лета были неблагоприятными в климатическом отношении для земледельцев Руси. Во второй половине июня 1484 г. в Псковской земле начались ливневые дожди, от которых реки наполнились водой, как в половодье. Ненастье началось именно в то время, когда цвели озимые. Много ржи «превратилось в метлу». 24 июля во время страшной бури вместе с ливнем выпал град, и «много пакости учинило и ржи и яри и много леса поломило и много хоромов подрало». Вблизи Опочки порывами ветра снесло до основания 5 дворов.

Особенно подскочила в цене рожь. Начавшийся голод был усилен последующими экстремальными метеорологическими явлениями. Осенью снег пал на талую землю, зима была мягкая, и ржаной корень подопрел под снегом, а весной 1485 г. началась засуха, которую сменили дожди и холода («мокрослот с морозом»). Озимь померзла так, что земля была черна. Затем снова началось бездорожье. Яровые сеяли в сухую землю. Это привело к тому, что ржи собрали столько, сколько сеяли. Яровые уродились плохо, и людям было «вельми притужно о хлебе». Хлеб резко подскочил в цене. Голод был также и в Орде.

Русские летописи молчат о великих засухах в конце XV в., хотя в предыдущие столетия они непременно наблюдались в 90-х гг. И хотя в летописях имеются записи о пожарах летом 1493 и 1494 гг., в течение которых, вероятно, преобладала сухая погода, для последнего десятилетия наиболее характерны необычайно холодные зимы. Так, в 1491 г. стояли лютые морозы и выпали великие снега, таяние которых вызвало небывалое половодье весной. Напротив, зима 1492 / 93 г. была необыкновенно теплой. Судя по Литовской хронике, зимой зацвели сады и зазеленели «рели и пожни», но 15 марта так сильно ударил мороз, «и ж що ся зеленело, все посхло и внивечь обернулося». Зато следующая зима была необычайно холодной. Особенно тяжелой она была в Вологодской и Пермской землях. Реки там «стали» 6 октября 1493 г. «Та же зима и студена была добре, — отмечено в Вологодско-Пермской летописи, — двадцать морозов было по ряду страшных великих без ветра, на ясне. И птицы мерли, и оттепель не бывала ни мала до марта месяца. А весна протяжна и студена и ветрена и реки прошли апреля 23, ночемержи (заморозки) были до Петрова заговенья (конец мая). А людям было очень тяжело. Многие изомроша».

Столь же холодная зима отмечена в 1496 г., когда стояли великие морозы и выпали глубокие снега. Безмерную зиму и снега отметила Густынская летопись в 1498 г. По мнению М. А. Боголепова, вероятно, от лютых морозов пострадали посевы в Русской земле, что было причиной голода следующим летом. «А на весну поводь велика была, подобную которой не помнят старожилы» (27, 327).

Эта повышенная экстремальность природных явлений характерна и для XVI в. В самом начале этого столетия, а именно в 1502 г., по словам Типографской летописи, стояло лето «все непогоже». Непрестанно отмечались бури великие, во время которых и «хоромы сноси-

ло, и деревья из корня рвало». Осень также была вся «непогожа». Вследствие этих экстремальных явлений «хлебу был недород и ржем и ярем, многие люди и семян не собираша, а то непогодие стояло и до Николина дни (6 декабря) и потом замерзло и снег пал и людин учили ездити» (23, 215).

В 1506 г. началась эпидемия в Пскове, которая охватила многие русские земли. Три осени подряд люди умирали «железою». Осенью 1508 г., согласно Новгородской третьей летописи, в одном Великом Новгороде умерло 15 396 человек. Тем летом стояла необычайно сухая солнечная погода. Как отмечено в Софийской первой летописи, во время этой «великой засухи» сгорело много городов, сел, лесов, покосов, посевов. Особенно пострадал Новгород, где сгорело «без числа животов».

1510 год был дождливым. Летние разливы рек отмечены как в Московской земле, так и в южнорусских землях, где к тому же было землетрясение. Затем пришло моровое поветрие (эпидемия). Во многих летописях имеется указание о том, что в 1512 г. имел место неурожай, следствием которого была дороговизна на жито по всей «земле Русской, и многие люди с голоду умирали». Однако ни один летописец не отмечает, какое экстремальное метеорологическое явление было причиной сильного недорода. Современными исследователями высказываются предположения, что в 1512 г. в Средней и Южной России, а также в Прибалтике была засуха (389, 50).

Особенно сильная засуха повторилась в 1525 г., когда в течение всего лета («от Троицы до Успенья») не было дождей. Дым от горевших лесов и торфяников был столь густой, что в течение четырех недель не видели ни солнца, ни луны. На Руси был большой недород («ярового хлеба и сена было скудно»). Хлеб по городам сильно вздорожал. В Москве четверть стоила 6 алтын, а в других местах — 20 алтын. В 1533 г. «великое бездожие» снова обрушилось на Новгородскую землю. Исыякли источники и ручьи, болота и колодцы. Множество скота погибло по селам от «жажды водной». Жители Новгорода страдали от «смраду дымного». По Ильмень-озеру невозможно было плавать на судах, поскольку из-за дыма и мрака «неведомо камо плыти». Засуха повторилась в следующем году. В западных землях России она сопровождалась нашествием саранчи, которая «поела жито, ярь и траву». Сухое лето было и в Польше, и в Западной Европе. Нашествие саранчи повторилось в 1541 и 1542 гг., что привело к сильному голоду как в русских землях, так и в западноевропейских странах. «Хлеб дорог по всем городам, а во Пскове рожь четверть 25 денег, а жито 20 денег четверть, а по иным городам также, в немцах наиначе», — отмечено в псковских летописях. В 1560 г. из-за бездождия не родился яровой хлеб. В 1571 г. с конца июня начинается долгое бездождие в Новгородской земле. Жителям Новгорода было приказано ставить на крышах своих домов «бочки с водою да веники на шестах». Было запрещено топить очаги. Жители соорудили печи на огородах, где пекли хлебы и калачи. Вместе с голодом началась эпидемия. В Новгороде погибло 10 тыс. человек, в Великом Устюге умерло 12 тыс., не считая «прихожих». По словам летописи, «многие грады и селы запустели» (29, 160).

В следующем году засуха повторилась. Ей сопутствовал мор на лошадей и рогатый скот. Еще большее бедствие обрушилось в 1585 г. на западнорусские земли и Литву, когда после необычайно холодной и снежной зимы летом, по словам Баркулобовской летописи, наступил «великий жар», сопровождавшийся заморозками. На полях, пожнях и огородах все погорело или посохло. По причине неурожая многие «молодцы, девки и жонки» ушли в центральные земли России и на Украину.

Рассматривая ход русской погоды в XVI в., следует отметить, что наиболее благоприятными в климатическом отношении были первые два десятилетия. Начиная с 1524 г. количество экстремальных явлений резко возрастает. На протяжении более 40 лет (1524—1570) редкий год на Руси не отмечается опасных метеорологических явлений. Затем наступают более благоприятные условия. Целое десятилетие (1573—1582) ни одно значительное явление не потрясает Русь и ее соседей. С 1583 г. картина резко меняется. Из года в год наблюдаются то необычайно холодные, то мягкие, то весьма снежные, то голые зимы, за которыми нередко следуют затяжные весны. Нередки возвраты холодов весной, в начале лета или ранней осенью, что вместе с засухами и великими дождями приводило к недородам, к частым «голодовкам» как в отдельных землях, так и во всем Русском государстве. Великими бедами для земель Руси оборачивались годы повышенной увлажненности. На протяжении XVI в. великие дожди 17 раз наблюдались летом и 6 раз осенью. Первое непогожее лето приходится на 1501 г., когда днем и ночью шли дожди и часто проносились бури. В 1518 г. от непрерывных дождей реки вышли из берегов, потопив «много жита и обилия». В 1523 г. в Новгородской земле 24 мая выпал снег. Погибло большое число людей, коров, птиц. Следующим летом после холодной зимы и поздней весны наступила пора проливных дождей, от которых реки разлились сильнее, чем весной. Такая же картина наблюдалась не только на Руси, но и в Западной Европе. Сильные дожди отмечались ранней осенью 1528 и летом 1529 г.

Особенно большой недород был вызван обильными дождями во время жатвы летом 1557 г. Наиболее сильно пострадало Заволжье, где «мороз весь хлеб побил». В то время, по словам летописей, «множество людей изомроша по всем городам» (28, 253). В Великом Устюге «пихту ели и траву и стерво». Спустя пять лет в Новгородской и Псковской землях после очень снежной зимы и многоводной весны наступило холодное, дождливое лето с северными ветрами и заморозками. Рожь и яровые не могли убрать, как не смогли посеять озимые. В последующем 1563 г. ненастье повторилось. Вслед за дождями, мешавшими уборке, выпал снег в ту пору, когда «хлеб в поле не пожат и не обряжен быть».

Великие дожди отмечались и в последней трети XVI в. Не меньшими бедами для населения Руси являлись экстремальные зимы.

Первая в XVI в. необычайно холодная зима отмечается в 1524 г. Согласно Типографской летописи, зима была очень студеной и весьма продолжительной. В Троицын день еще снег не полностью растаял. Только в конце мая («Петрово заговенье») стали выпускать в поле

скот и пахать землю. Через год холода повторились. Особенно жестокие морозы отмечались на Средней Волге.

Великие снега и морозы причинили много бед русским воинам во время похода на Литву зимой 1535 г. Жестокие морозы отмечены и в Западной Европе, особенно в Германии.

Под 1540 г. в псковских летописях отмечена снежная зима, за которой наступила очень холодная весна. В довершение всех бед «рожь вызябла», а летом начались дожди. Пожни оказались под водой. Яровой хлеб сгнил у кого на поле, у кого на гумнах. Все это привело к голоду. Следующая зима также была неблагоприятной, долгой. Реки вскрылись необычайно поздно. В 1543 г. во всех русских городах отмечена дороговизна хлеба.

Стихийное бедствие следовало одно за другим. Дожди сменялись засухами, а засухи — грандиозными ненастьями. К концу 60-х гг. XVI в. «цены на хлеб подскочили в 10 раз» (354, 143). На рубеже 60-х и 70-х гг. в Московском государстве по причине чрезвычайно неблагоприятных метеорологических условий наступило «великое разоренье». Бедствия народные усугублялись усилением помещичьей эксплуатации, увеличением податного гнета, и в особенности террором опричнины. Особенно пострадали Тверская, Псковская и Новгородская земли, несправедливо заподозренные Иваном Грозным в измене и разгромленные его опричниками. Много людей было истреблено в Великом Новгороде. С разгулом опричнины совпали голод и эпидемии. Вслед за голодом в стране началась чума, занесенная с запада. К осени 1570 г. мор был отмечен в 28 городах. В Москве эпидемия уносила ежедневно до 600—1000 человеческих жизней (там же). Особенно катастрофический характер необычайные метеорологические явления имели в самом начале XVII в. В мягкую зиму 1600/01 г. под снегом в некоторых областях подопрели озимые. Летом 1631 г. в течение 12 недель непрерывно шел дождь. Затем «рано в лете стали великие морозы». Так засвидетельствовано в псковских летописях. В других летописях названы даты летних морозов: 28 июля, 15 и 29 августа. Многие летописцы отметили, что 1 сентября выпал снег. Погибли озимые и яровые хлеба и «весь овощ». В первой половине 1402 г. цены на рожь подскочили в 6 раз. Летом 1602 г. снова ударил мороз и погубил посевы. В 1603 г. по сравнению с 1601 г. цены на хлеб подскочили в 18 раз. По свидетельству современников, в одной только Москве в 1601—1603 гг. от голода погибло 120 тыс. человек (270, 118—119). Очевидцы великого голода считали, что в 1601—1603 гг. вымерла «треть царства Московского». От голода страдали отдельные области России и в 1604—1608 гг., когда наблюдались и возвраты холодов в начале лета, и дождливые летние периоды. («На Москве среди лета выпал снег великий и мороз был, в санях ездили».) Возвраты холодов, губившие посевы, имели место и в последующие десятилетия. Особенно опасный характер они носили в 1619 г., когда бедствиехватило как Европейскую Россию, так и Западную Европу. 5 мая в «самый цвет» выпал снег и ударил мороз в западнорусских землях. О размерах бедствия очень ярко повествует Псковская летопись, в которой отмечено, что «в Западной стороне по многим землям хлеб побило мразом и градом и был голод великий». В

Риге и Гданьске бочка хлеба стоила от 20 до 30 руб. В пищу употребляли всякую животину («лошади и вся скверная»). Имели место случаи людоедства («и человеци плоти коснутися»). Некоторые города разрушились от землетрясений, а иные — от воды. Необычайная дороговизна отмечена в 1621 г. в западнорусских землях и в Польше. В 1623 г. в «западных странах» снова имел место возврат холодов летом, когда «мразом побилло хлеб». Последовал голод, а вместе с ним и эпидемия, которая особенно свирепствовала в Белоруссии. Спустя два года (1625 г.) на земли к западу от Москвы обрушилась необычайная, «велми великая» буря.

«А взошла та буря с западные страны из Литвы, и в Литовских городах хоромы поломало без остатков. А в Луцком и Торопецком уездах лес ломило большой и малой, и с коренья и поперек и храмы божия и хоромы разносило до подошвы. А поперек шириною тою бурею версты на две и на три и больше, и не пропустило никакого дерева не ломя. И пошла та буря из Торопецкого уезду в Большой и Ржевской уезды ломя» (33, 267).

Летом 1629 г. в Москве и на землях, расположенных к югу от нее, вплоть до Северной Украины, шли беспросветные дожди, которые сопровождались бурями и страшными грозами. И хотя летопись хранит молчание о недороде и голоде, в действительности погибла значительная часть урожая. Недород имел место и в следующем году.

Затем на протяжении восьми лет сведений о каких-либо экстремальных природных явлениях в летописях не было. Нет даже данных о солнечных и лунных затмениях и небесных знамениях, которые в прежние годы ревностно отмечали иноки. Либо действительно 30-е гг. XVII в., особенно вначале, были по своим климатическим условиям близки к норме, либо летописцы прошли и мимо народных бедствий, обусловленных природными явлениями. При этом следует учитывать, что в это время русское летописание постепенно угасает, утрачивая прежнее значение.

Для восстановления истории климата XVII столетия, которое также характеризуется значительной изменчивостью климатических условий, одних летописных сведений недостаточно, необходимо использовать документальные материалы правительственных учреждений, которые хранят информацию не только о хозяйственной и внешнеполитической жизни Русского государства, но и сведения о неблагоприятных метеорологических явлениях.

В Московском Кремле в 1650 г. были начаты ежедневные визуальные наблюдения за погодой. Часть из них дошла до нашего времени. Первые сохранившиеся метеорологические записи относятся к январю — августу 1657 г. Они содержат характеристику погоды каждого дня и ночи такого примерно характера: «Января 30 в пятницу был день до обеда холоден, а после обеда оттепелен, а в ночи было ветрено» (42, 201).

Из этих записей известно, что первая половина лета 1660 г. была дождливой и только с середины июля установились «солнечные красивые дни», которые продолжались до конца августа. Все это привело к недороду, который вызвал дороговизну. По указу Алексея Михайло-

вича в 1660 г. было собрано совещание бояр и купцов, чтобы выяснить, «от чего учинилась на Москве и в городах против прежнего дорогая цена, от чего всякое съестное и скот против прежнего многим учало быть дороже» (108, 2, № 286).

В 1661 г. недород в Москве был вызван, вероятно, ранним наступлением холодов и выпадением снега. Цены на хлеб и без того высокие еще больше поднялись. Весна 1662 г. была холодной, 19 июня был мороз и снег. В следующем году «хлеб позяб» на Двине и в Поморье. Сильная засуха была в 1664 г., а спустя два года в середине лета ударил мороз. Это засвидетельствовано в «Дневальных записках приказа тайных дел». На основе этих записей восстановим ход погоды в Москве с июня до августа 1666 г. В начале лета отмечалась солнечная теплая погода. Первую десятидневку июня 1666 г. днем было «ведрено и красно, а ночью тепло», 12 июня шел «дождь с перемешкою». Потом опять стояло ведро. Теплой ночью с 14 на 15 июня снова был «дождь с перемешкою, и гром велик». Дождь продолжался двое суток, а затем снова наступила солнечная погода. Правда, с 18 июня ночи были холодными. Но уже в пятницу 22 июня в записках отмечено: «В тот день ведрено, а ночью тепло». Записал это голова Ермолай Баскаков.

Такая погода продолжалась до конца месяца. Лишь 30 июня, как отметил голова Федор Александров, после полудня «находила туча, и в вечерни был дождь з градом, и был гром велик, и до вечера был дождь с перемешкою, а ночью потому и шел дождь и был гром». Дождь с грозой отмечен и во второй половине дня 1 июля и 2 июля. 3—7 июля дни стояли ясные, сухие, а ночи теплые. 8 июля было пасмурно, временами шел дождь. 9 июля голова Семен Челюсткин отметил: «С утра была мгла велика, а в полдни дождь небольшой, и было ведренно и пасмурно, а ночью тепло». Потом снова установилась теплая сухая погода. Как долго она продолжалась, сказать трудно. Записи за 11—17 июля отсутствуют. 18 июля полуголова Александр Корондеев отметил пасмурную, дождливую погоду. Ночь была холодной. 18 июля было ведренно, а ночью холодно. 20 июля снова пасмурно и дождливо, а ночью холодно. 21 июля потеплело. День был солнечный, ночь теплая. 22 июля днем — дождь, а ночью — холодно. 23 июля день ведренный, а ночь снова холодная. 24 июля о погоде ночью не упоминается. День был солнечный.

Затем снова трехдневный перерыв в записях. 28 июля записи возобновляются. Отмечено, что с утра было солнечно, а после полудня «ходили тучи и шел дождь с перемешкою». О погоде ночью не сказано. В записи от 29 июля сведения о погоде опущены. 30 июля было ведренно, а ночью холодно.

Вероятно, во второй половине июля в Москве имело место значительное похолодание. Ночи, как правило, были холодными, дожди перемежались с прояснениями. Вслед за ведренным днем 31 июля ударил мороз. 1 августа заморозки повторились (опять после ведренного дня), 2 августа погода не изменилась. Голова Микифор Колобов записал: «В тот день было ведренно, а ночью холодно и мороз» (42, 220, 222). Это стихийное бедствие принесло серьезные испытания жителям не только Руси, но и сопредельных с нею стран.