



Фото А. Morel

Откуда столько песка в песчаных пустынях? Что заставляет песок собираться в таком количестве в определенных местах?

**Песок – это скопление несцементированных окатанных и не окатанных обломков горных пород и минералов размером от 1мм до 0,05мм. Частицы размером менее 0,05мм называют алевритом, а менее 0,01мм это пелит или пыль.**

**Пески образуются в основном при физическом выветривании горных пород. Масса горной породы при суточных и сезонных колебаниях температуры воздуха, изменяет свой объем неравномерно, потому что породы почти во всех случаях состоят из зерен нескольких минералов с разными химическими составами. Разные минералы имеют разные коэффициенты расширения и сжатия при изменении температуры – соответственно порода при изменении температуры испытывает внутренние разнонаправленные напряжения и начинает трескаться и рассыпаться. В дополнение к этому в трещины попадает вода, которая при замерзании оказывает сильное давление на породу, а также растворяет породы с выносом солей в свободное состояние, а кристаллизация солей также оказывает давление в порах и трещинах породы.**

Значительное количество песков отлагается при вулканических извержениях. В составе рыхлых вулканических отложений песок может быть основной фракцией.

Пожалуй, большая часть песков, покрывающих равнины, образуется в горных условиях при движении ледников и последующим размывом ледниковых отложений. Во времена

покровных оледенений песчаные пустыни формировались и в зонах, приуроченных к покровным ледникам.

**Песок в наземных условиях транспортируется почти во всех случаях реками, которые отлагают пески в основном на равнинах, где песчаный материал может залежать и в чистом виде и в смеси с другим обломочным материалом – глиной, гравием, дресвой, галечниками и т.д. Поэтому песчаные пустыни в подавляющем числе случаев образуются на равнинах и являются либо бывшими аллювиально-дельтовыми равнинами (равнины, покрытые речными отложениями), либо – песчаным дном пересохших озер.**



**Бывшее песчаное дно Аральского озера. ngmag.ru**

Меньше всего песчаных пустынь имеет морское происхождение. Одна из таких пустынь – Земля Бунге на Новосибирских островах в Северном океане, представляет собой огромную морскую отмель, которая в настоящее время обнажилась в связи с небольшим падением уровня океана.

Пустыни эолового происхождения, то есть пески перемещенные ветром и отложенные на **не песчаную поверхность** также имеют небольшое распространение.

**Скоплению песков в больших количествах способствует их отложение в озерных условиях, где распределение осадков по фракциям имеет широкое развитие.** Зонные отложения озер формируются в сложном взаимодействии с разнообразными природными процессами, но в целом обломочный материал, поступающий в озера с реками, часто отлагается согласно своим размерам – **сначала в прибрежной части откладывается галечник и гравий, дальше от берега – песок, а глинистые частицы откладываются в центральных районах водоемов.** Кроме того озерная абразия – береговой прибой и течения тоже разрушают породы с образованием песка в числе прочего рыхлого материала. В результате волновой деятельности образуются пляжи, косы и бары. Именно в озерах происходит основная сортировка песка по размерам зерен и по минералогическому составу. В зависимости от климата в озерах отлагается

преимущественно тот или иной минералогический вид песка, а чем дольше существует озеро, тем четче формируется зональность его отложений. Однако в подводных условиях озерные отложения при длительном неподвижном залегании подвергаются уплотнению и цементации.

**Пески большей частью состоят из зерен химически устойчивых минералов.** При химическом выветривании происходит естественный отбор: разложение нестойких минералов и пород и накопление самых стойких – кварца, кварцитов и других. Существует залежи чисто кварцевых песков – ценного сырья для стекольной промышленности. Современные кварцевые пески образуются почти всегда за счет размыва осадочных пород, содержащих кварц песков более древнего возраста. Магматические породы, разрушаемые в настоящее время, например граниты, поставляют свой кварц в значительно меньших количествах.

В составе песчаников содержится около 15% химически не устойчивых полевых шпатов. Значит и пески на всем протяжении истории Земли содержали примерно такой же процент шпатов – этой самой распространенной в земной коре минералогической группы.

В вулканических регионах встречаются пески, наполовину состоящие из распространенного минерала черного цвета – пироксена. В Египте существуют довольно обширные участки пустыни с пироксеновыми песками черного или коричневого цвета.

Чем дальше пески находятся на поверхности, тем больше они желтеют, что обусловлено увеличением матовости поверхности зерен и покрытием их пленкой окиси железа.

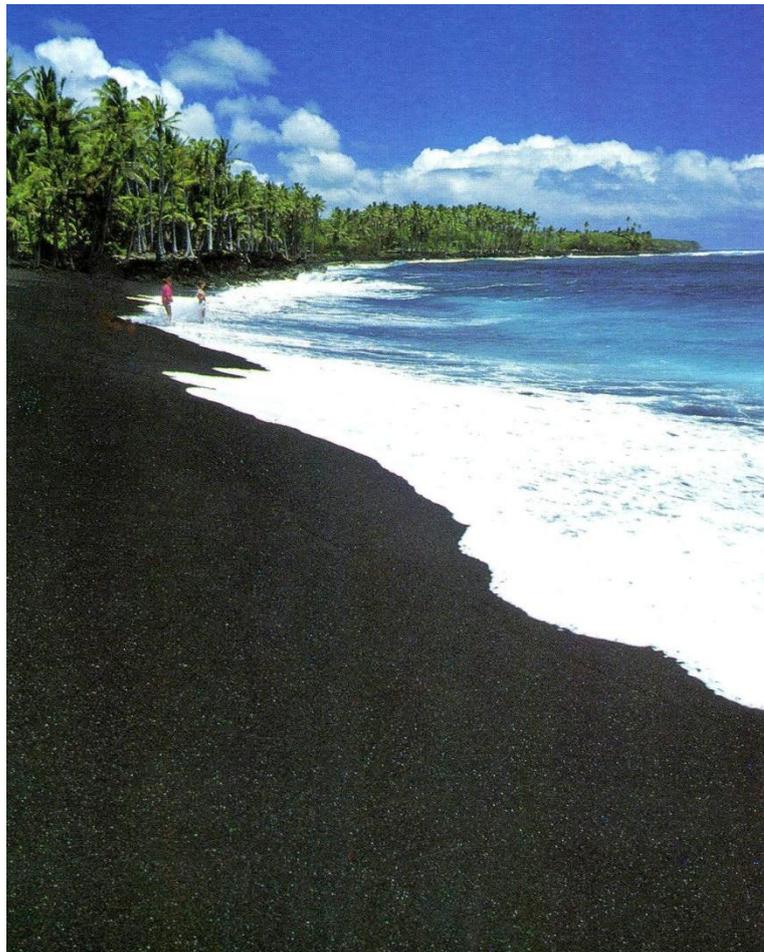
Весьма значительная аккумуляция песчаного материала происходит и в устьях рек и больше всего в речных дельтах при впадении рек в озера и моря.



Бархан в Юго-Восточном Казахстане



**Зеленый пляж на Гавайских островах. [holestories.com](http://holestories.com)**



**Черный пляж на Гавайях. [sbhawaii.com](http://sbhawaii.com)**



Белые пески в штате Нью-Мексико. [wordpress.com](https://www.wordpress.com)

**Возникновению песчаной пустыни на месте бывших озер, дельт и других частей равнин, способствует аридизация климата, то есть формирование сухого и жаркого климата. Сухость климата при этом является необходимым условием, а высокая температура не является обязательной для процессов иссушения – существуют барханные пустыни в холодных климатических зонах как, например, тибетская пустыня Чарклык, лежащая на высоте выше 4 км. Песчаные формы рельефа образуются и во внепустынных областях – прибрежных зонах океанов, морей, озер, долинах рек со слабым развитием растительности.**

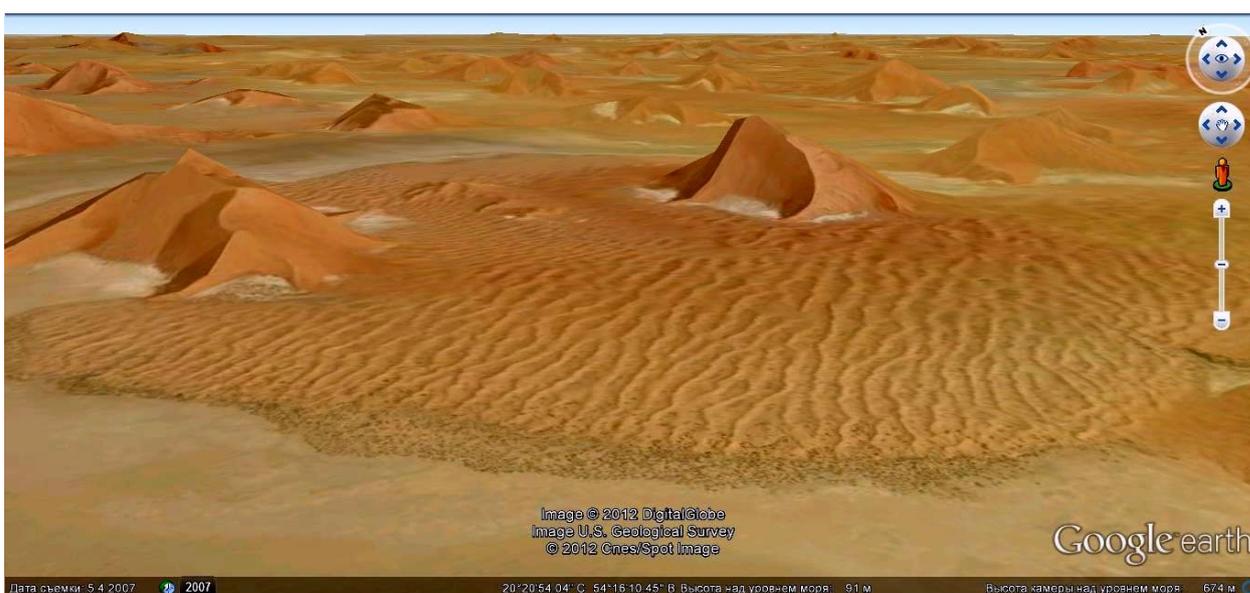
**Первично накопленные пустынные пески могут быть переотложены ветрами и реками. По окружающей физико-географической обстановке можно выяснить в каких условиях пески образованы – в морских, озерных, речных, или эоловых.**

**При отсутствии достаточного увлажнения, цементация (литофикация) песков и другого обломочного материала с образованием песчаников и других консолидированных пород, весьма затруднена. Значит при высыхании озер и рек в сухом климате озерные (лимнические) и речные (аллювиальные) отложения могут долго находиться в рыхлом состоянии и подвергаться воздействию ветра. Ввиду того, что климат по геологическим масштабам не обладает длительной устойчивостью, возраст песчаных пустынь, не превышает 5 миллионов лет. Песок имеет высокую способность цементироваться и поэтому достаточно длительное увлажнение климата приводит сначала к зарастанию**

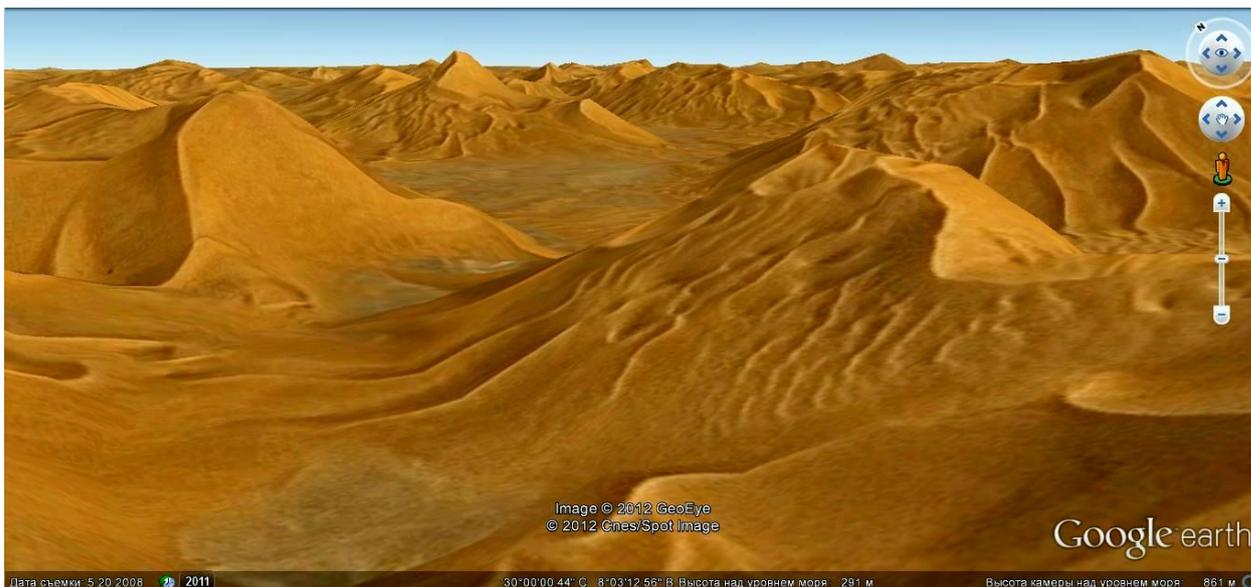
песков, а затем к их цементации или затоплению. Нередки прослои песчаников среди песков, отложенных сотни, а то и десятки лет назад. Большинство песков имеют четвертичный возраст – до 2,6 миллионов лет, реже плиоценовый возраст – до 5 млн лет. Среди песков плиоценового возраста большая часть крупнейшей песчаной пустыни мира – Руб-эль-Хали на Аравийском полуострове, пески Ливии, значительная часть Кызылкума, пустыня Мойынкум в Южном Казахстане. Все более древние пески превратились в песчаники различной твердости и претерпевают дальнейшие физические и минералогические изменения.



**Свежесцементированные пески в Астраханской области**



**Руб-эль-Хали**



### Ливийская пустыня



Барханные цепи в Йемене. Фото George Steinmetz

Ветер является заключительным фактором формирования крупных залежей песка отделенного от других обломочных фракций.

**Ветер отделяет песок и пыль от гравия.** Песок, естественно, отлагается раньше пыли, а пылеватые частицы уносятся дальше. Таким вот простым способом образуются большие скопления чистого песка. Однако при эоловой деятельности ветра размерность и минеральный состав песчинок редко бывают однородными. Ветер не только сортирует песок по размерности, но и смешивает разные фракции.

**Ветер – основной фактор формирования песчаного рельефа.** Рельеф песков имеет четыре основных динамических типа: 1. пассатный, образующийся при ветрах близкой ориентации; 2. муссонно-бризный, образующийся при сезонной смене ветров противоположных направлений; 3. инверсионный, возникающий в районах с устойчивой и равномерной розой ветров; 4. интерференционный, возникающий при отражении ветра от горных сооружений.

Зависимость между режимом ветров и рельефом песков очень тесна. По рельефу песков, можно делать выводы о режиме ветров. Зависимость эта заключается в следующем:

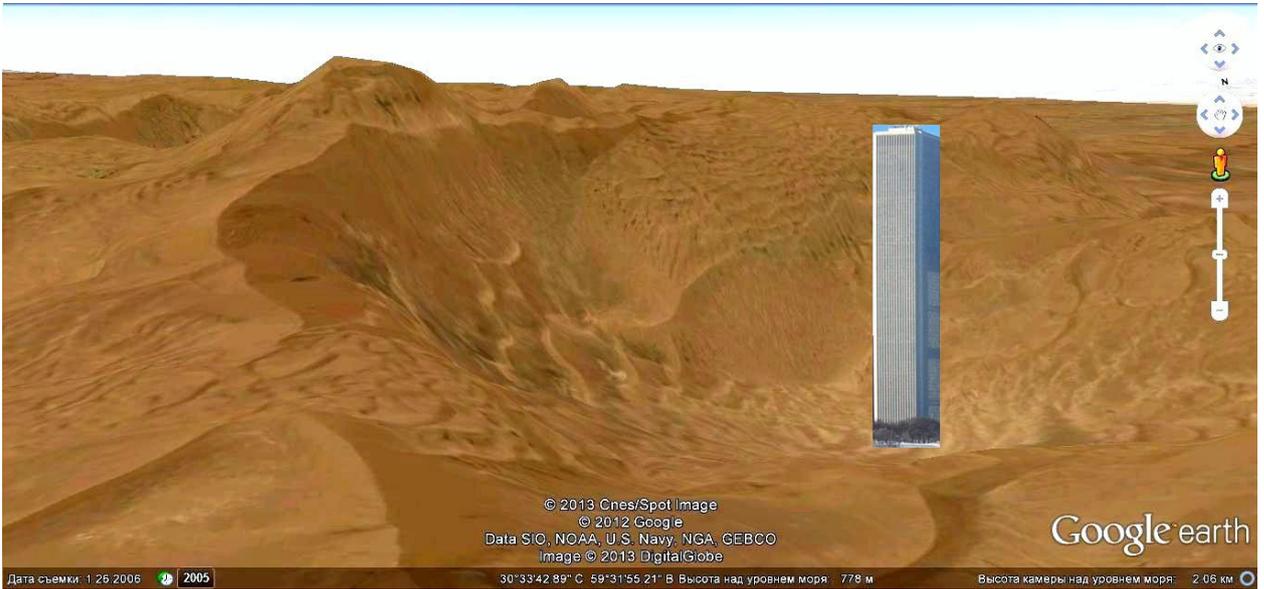
1. Системы постоянных ветров одного или близких направлений сносят пески в направлении этих ветров, но песок вследствие вихревого движения воздушных потоков образует продольные ветру *гряды навевания и межгрядовые понижения развевания*. Такие гряды характерны для районов антициклональных пассатных ветров.

2. Система противоположных по направлениям ветров (муссоны, горные бризы или межгорные ветры) образует песчаный рельеф поперечный ветрам – серповидные барханы, барханные цепи и комплексные барханные образования в десятки километров длиной, шириной до нескольких километров и до 400 метров высотой и повторяющиеся через 2 – 4 км. Такие формы возникают в районах торможения ветра при встрече двух различных воздушных потоков. Простые серповидные барханы, могут образоваться и при одном направлении ветра, в местах торможения и завихрения воздушного потока при контакте с песчаной поверхностью.

**Эоловый песчаный рельеф составляют, главным образом, барханы самых разнообразных форм и размеров, а также эоловая рябь.** Классический бархан – это песчаный холм в форме полумесяца, концы которого направлены по направлению постоянно дующего ветра. Наветренный склон бархана, направленный навстречу преимущественно дующего ветра пологий (до 15 град.), а противоположный подветренный – более крутой (до 40 град.). Дюнами обычно называют барханы, боковые концы которого закреплены растительностью и поэтому они направлены против направления ветра, при этом центральная вершинная часть дюны свободна от растительности и потому перемещается свободнее под действием ветра. Обычная высота барханов составляет первые метры и первые десятки метров, но может достигать высоты свыше 400м. Высочайшие барханы нашей планеты расположены в иранской пустыне Лут (до 407 м) и в китайской пустыне Алашань (до 405 м).



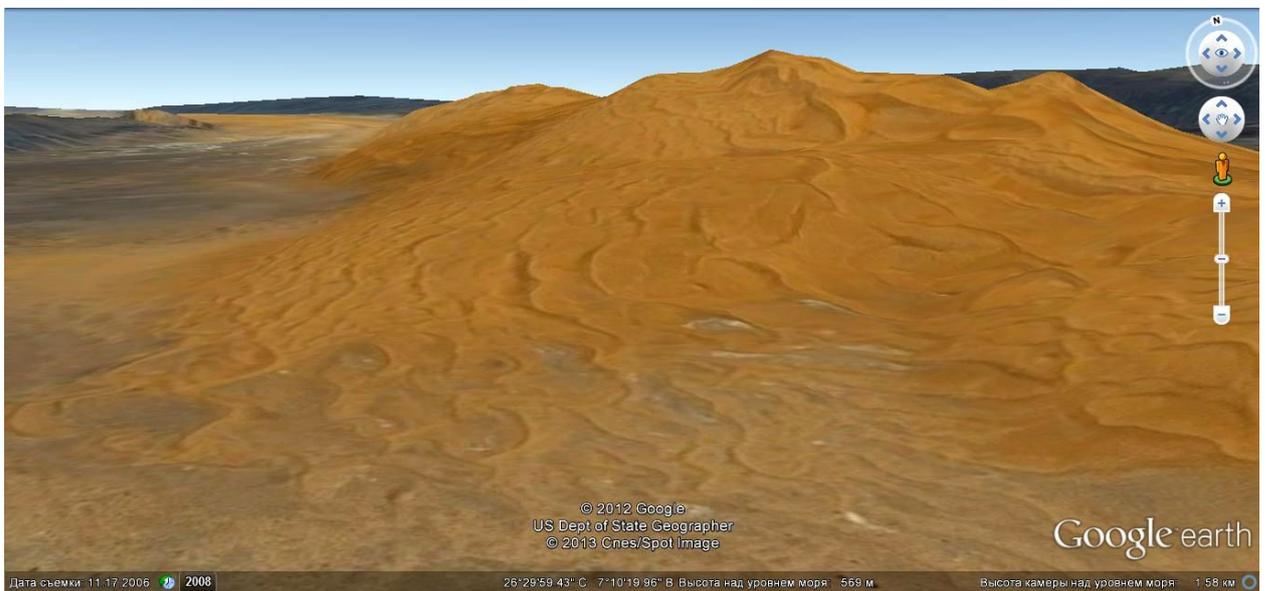
Пустыня Лут. Иран



Высочайший бархан пустыни Лут и всей планеты высотой 407м и 83-этажный чикагский небоскреб Аон-центр высотой 346м в сравнении



**Высочайшие барханы пустыни Алашань (до 405м). Фото George Steinmetz**



**Высочайший бархан Сахары высотой 366м в песках Тиффернин. Алжир**

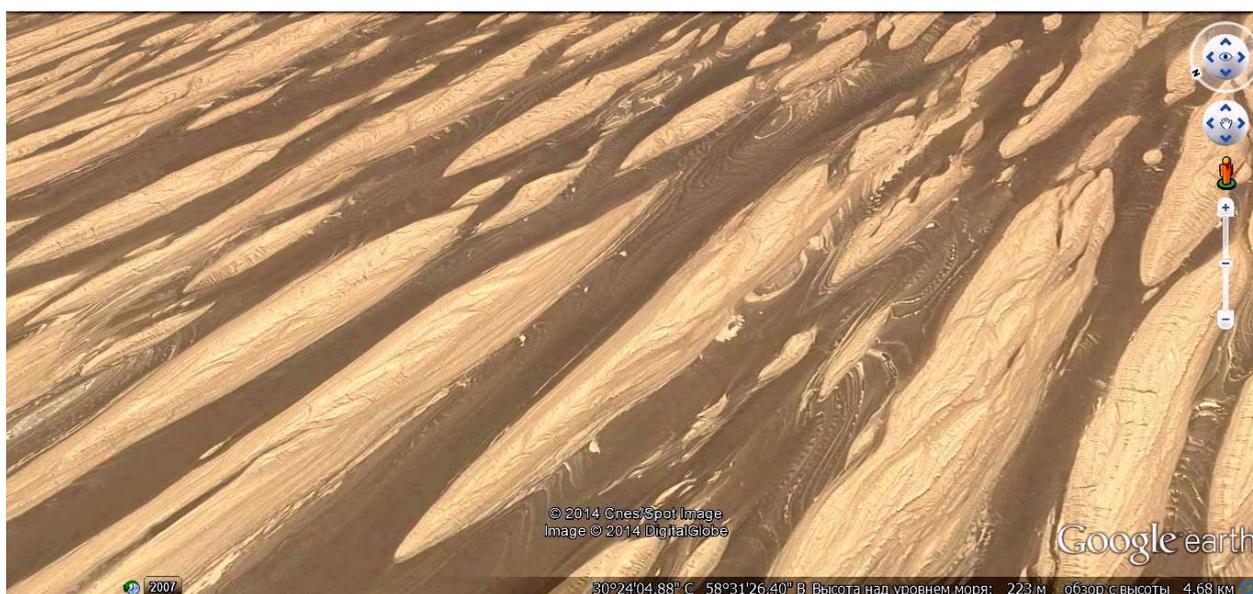
Вопрос сосуществования в одном районе в схожих климатических условиях песчаных барханных гряд перпендикулярных, и продольных к преобладающему направлению ветра до настоящего времени остается дискуссионным.

Потоки ветра в песчаных пустынях имеют винтообразный вид. При ослаблении потока ветер часто принимает вертикальное положение в виде смерча. Основой винтообразного движения ветра является нагрев песков вызывающих конвективное движение нисходящих и восходящих струй воздуха в сочетании с перемещением воздушных масс из области максимального давления в область минимального давления. При такой структуре ветер выдувает песок из межрядовых впадин и откладывает его на вершины гряд. В этих случаях образуются барханы и барханные цепи, параллельные направлению ветра.

Если ветровой поток тормозиться, то образуются завихрения перпендикулярные потоку, формирующие перпендикулярные ветру формы песчаного рельефа – от эоловой ряби до барханов.

Пирамидальные, округлые и бесформенные барханы формируются разнонаправленными ветрами.

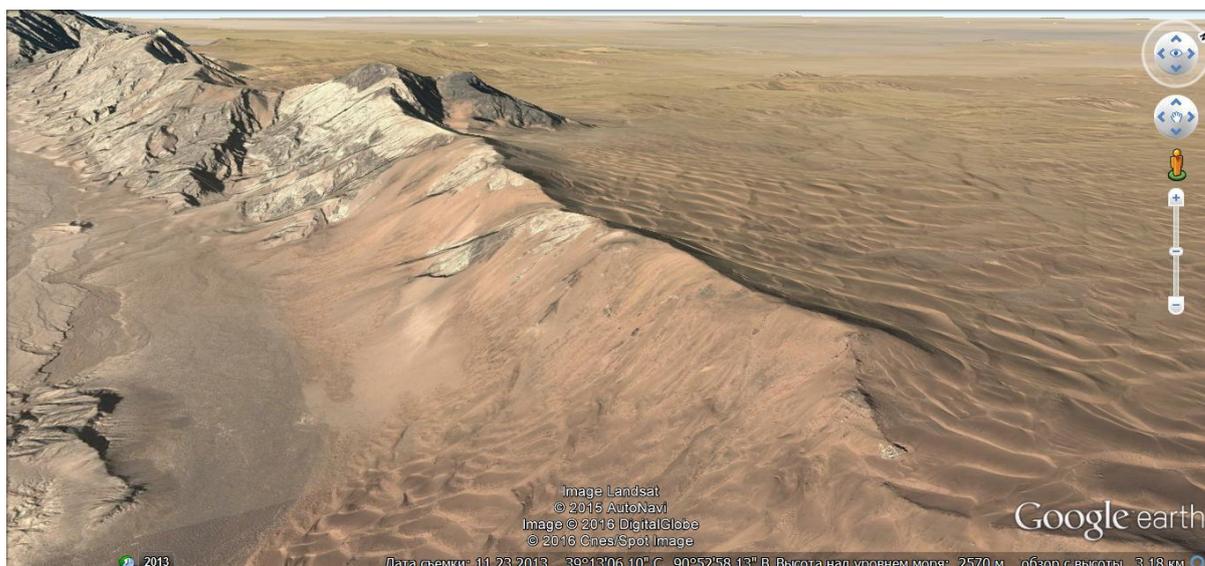
Если ветра получают значительное ускорение за счет орографических преград, то нередко образуются выровненные площади песков или желоба выдувания.



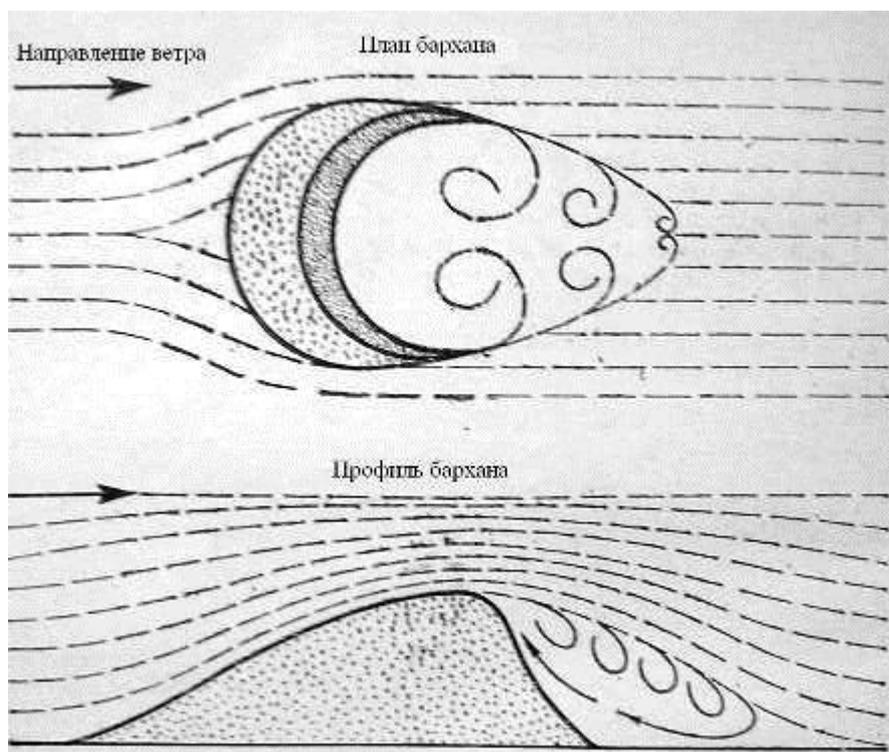
### **Желоба выдувания в пустыне Керман. Иран**

Барханы – это динамичные формы рельефа, меняющие свою форму и направление движения в зависимости от силы и направления ветровых потоков. Движение песка в разных частях бархана неодинаково.

Характерной особенностью бархана является образование вихря за гребнем с потоком воздуха обратного направлению ветра. Песок, сносимый ветром или осыпавшийся с гребня бархана, попадая в этот вихрь, осаждается на склоне. Такая аэродинамическая особенность формирует асимметричное строение бархана.



Пески пустыни Кумтаг перекатываются через отроги гор Кунь-Лунь. Западный Китай.



Наиболее распространенными формами рельефа песков являются: барханные параболические; барханные полукруглые; пирамидальные; ячеисто-грядовые; лунковые пески, при наличии системы равномерных ветров, дующих во всех направлениях; кольцевые при равномерной системе ветров; копьевидные, вытягивающиеся вперед по ветру.

**Эоловая рябь образуется** между двумя параллельно движущимися средами – песком и воздухом имеющими резко различную плотность и подвижность. Волнообразность движения песка приводит к образованию на его поверхности движущейся ряби. Высота валиков ряби от миллиметров до десятков сантиметров; валики ассиметричны – наветренные склоны более пологие. Движение ряби происходит за счёт осыпания подветренного склона валиков.



**Эоловая рябь в пустыне Таукум. Юго-Восточный Казахстан. Фото Александр Бабкин**



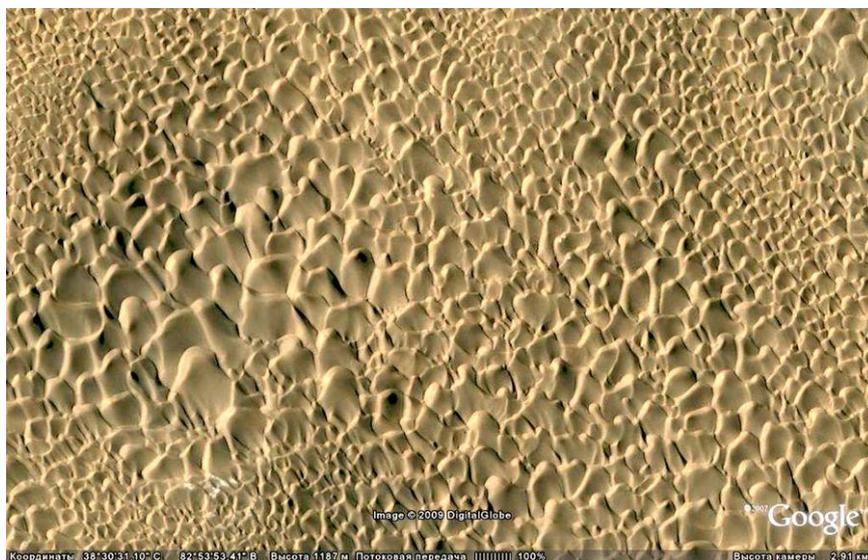
Для песков пустынь характерна хорошая сортированность зерен с преобладанием частиц размером 0,1-0,25 мм. То есть пески без алевритовых и пылеватых примесей встречаются редко, а крупнозернистые пески из-за слабой способности перемещаться под действием ветра быстро зарастают, покрываются другими осадками и литифицируются.

Поверхность зерен пустынного песка обычно матовая и покрыта пустынным загаром – пленкой окиси марганца или железа. Часто для зерен пустынных песков характерны двух-, трёх-, четырёхгранные формы, возникающие вследствие шлифующего действия песка, переносимого ветром.

Легкая плавучесть и сыпучесть песков вызвана их высокой пористостью, которая изменяется от 26% до 87%. Пески обладают высокой теплоемкостью и быстрой теплоотдачей в связи с чем в песчаных пустынях суточные перепады температуры весьма высокие и резкие.



**Барханы пустыни Намиб. Южная Африка. oxyphoto.ru**



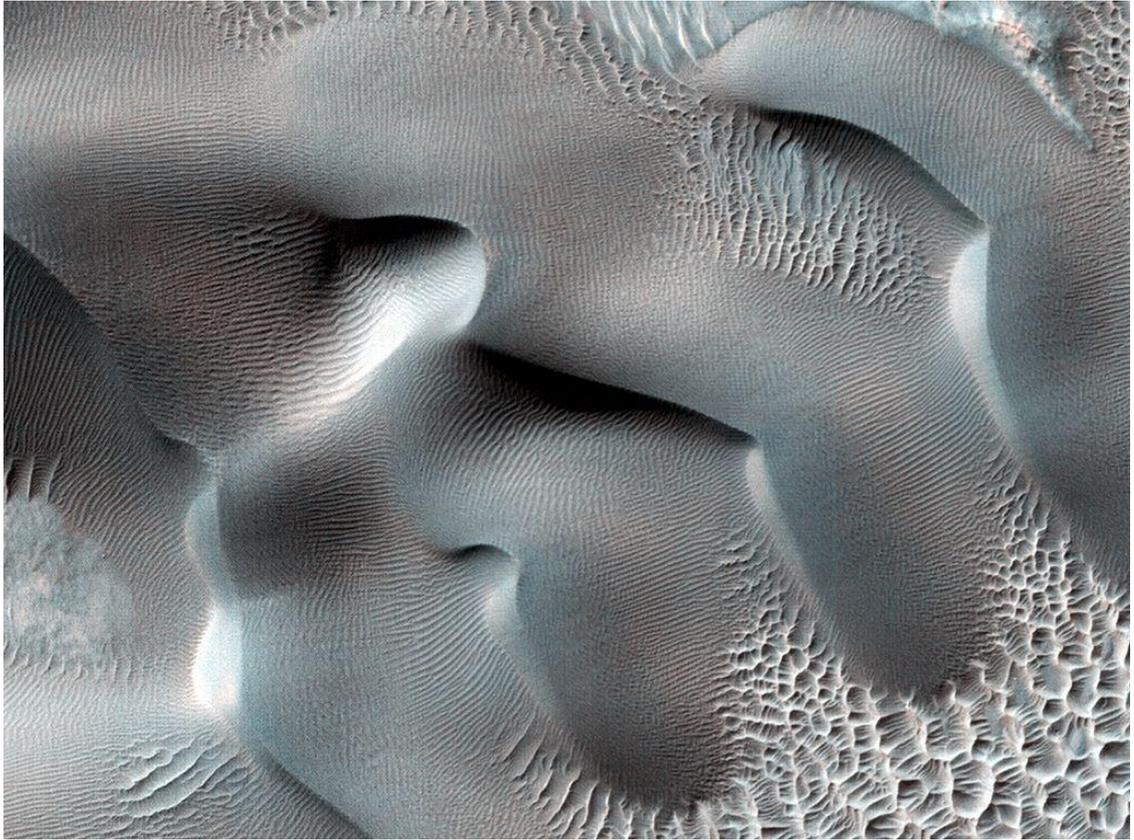
**Такла Макан. Западный Китай**



**Белая пустыня. Египет. В песчаных пустынях имеет распространение корразийные формы рельефа, образованные под воздействием ударов песчинок переносимых ветром. Так как песок перемещается главным образом в 1-2м от поверхности, то скальные выступы над песками истачиваются большей частью в своем основании. Так получают классические корразийные пустынные «грибы».**



**Приокеанские пески в Бразилии. Фото М. Anderson**



**Барханы на Марсе. NASA**



**Марс. NASA**