

# Ледники



Ледники – это естественное скопление масс движущегося льда, образующихся на суше в результате накопления и последующего преобразования твёрдых атмосферных осадков (снега) при их положительном многолетнем балансе. Наука, изучающая ледники и другие природные системы, свойства и динамика которых определяются льдом, называется гляциологией (от лат. *glacies* — лед).



**Современные ледники покрывают площадь свыше 16 млн км<sup>2</sup>, или около 11 % суши. В них сосредоточено более 25 млн. км<sup>3</sup> льда — почти две трети объёма пресных вод на планете.**

К крупнейшим очагам современного оледенения относятся:

Антарктида —открытая лишь 190 лет назад и ставшая рекордсменом абсолютного минимума температур на Земле:  $-89,4^{\circ}\text{C}$  (1974 г.);

Гренландия, обманчиво названная Зеленой землей, — «ледяное сердце» Северного полушария;

Канадский Арктический архипелаг величественные Кордильеры, где находится один из самых живописных и мощных центров оледенения — Аляска,

самая грандиозная область оледенения Азии — «обитель снегов» Гималаи и Тибет.

Как ни удивительно, ледники есть даже в Мексике, тропической Африке («сверкающая гора» Килиманджаро, гора Кения и горы Рувензори).

Гляциологи выделяют следующие основные типы ледников: ледники горных вершин, ледниковые купола и щиты, ледники склонов, долинные ледники, сетчатые ледниковые системы (где лед полностью заполняет долины, и только вершины гор остаются над поверхностью ледника). Кроме того, в качестве продолжения наземных ледников выделяют морские ледники и шельфовые ледники, которые представляют собой плавающие или опирающиеся на дно плиты площадью до нескольких сотен тысяч квадратных километров (крупнейший шельфовый ледник — Росса в Антарктике — занимает 500 тыс. км<sup>2</sup>, что примерно равно территории Испании).



*Корабли Джеймса Росса у основания крупнейшего шельфового ледника Земли, открытого им в 1841 году. Гравюра, Mary Evans Picture Library, London; adapted from Bailey, 1982*

**Каровые ледники** расположены в карах – чашеобразных углублениях на горном склоне.

**Висячие ледники** – ледник небольших размеров, вытекающий из небольших ниш и углублений на горных склонах.

**Склоновые ледники** занимают слабо расчленённые горные склоны, иногда распространяясь на значительные площади.

**Покровные (материковые) ледники** развиты в полярных областях, где снеговая граница близка к уровню моря. **Ледниковый щит** – обширный плоско-выпуклый ледник покровного типа.

**Ледниковый купол** – ледник, морфологически сходный с ледниковым щитом, но имеющий более выпуклую форму и меньшую площадь.

**Шельфовые ледники** – плавучие или частично опирающиеся на дно ледники.

1. Одной из причин возникновения покровных оледенений в разных широтах, является миграция полюсов. Иными словами, магнитные и связанные с ними географические полюса Земли неоднократно меняли свое положение в ходе геологической истории. Вместе с ними менялось и положение климатических зон.
2. Некоторые связывают возникновение оледенений с изменением состава атмосферы ( изменение процентного содержания углекислоты, например).
3. Изменение рельефа, особенно распределение моря и суши ( уменьшение площади суши вызывает понижение температуры в низких широтах и повышение – в высоких).
4. Солнечная радиация ( колебания).
5. Положение поверхности Земли по отношению к Солнцу ( изменение наклона оси Земли. Происходят периодически через 40 тыс. лет).



Периоды похолодания климата, сопровождающиеся формированием континентальных ледниковых покровов, являются повторяющимися событиями в истории Земли. Интервалы холодного климата, в течение которых образуются обширные материковые ледниковые покровы и отложения длительностью в сотни миллионов лет, именуется *ледниковыми эрами*; в ледниковых эрах выделяются *ледниковые периоды* длительностью в десятки миллионов лет, которые, в свою очередь, состоят из ледниковых эпох — *оледенений* (гляциалов), чередующихся с *межледниковьями* (интергляциалами).

В истории Земли выделяются следующие ледниковые эры:

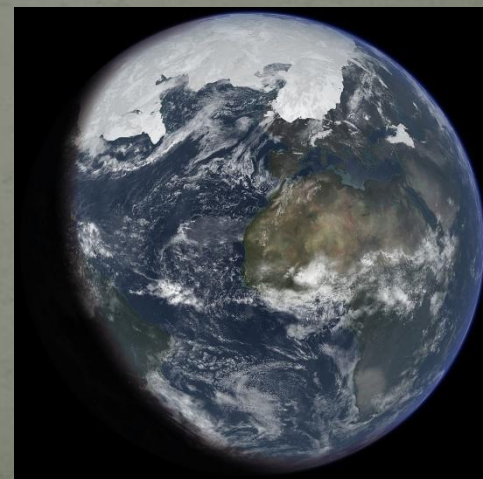
Раннепротерозойская — 2,5—2 млрд. лет назад

Позднепротерозойская — 900—630 млн. лет назад

Палеозойская — 460—230 млн. лет назад

Кайнозойская — 65 млн. лет назад — настоящее время

**На фотографии: Земля во время ледникового периода**



«Земля-снежный ком» — гипотеза, предполагающая, что Земля была полностью покрыта льдом в части криогенийского и эдиакарского периодов неопротерозойской эры, а также, возможно, в другие геологические эпохи. Гипотеза призвана объяснить отложения ледниковых осадков в тропических широтах во время криогения (850—630 млн лет назад). Главной его причиной считается резкое ослабление парникового эффекта из-за падения концентрации углекислого газа (который стал главным парниковым газом после того, как кислород «съел» почти весь метан).

Криогений (др.-греч. κρύος — ледяной холод, мороз и γένεσις — рождение) — второй геохронологический период неопротерозойской эры. Начался 720 млн лет назад и закончился около 635 млн лет назад. Продолжался, таким образом, около 85 млн лет.

Эдиакарий — является последним периодом всего надэона Докембрий и зона Протерозой. Длился примерно с 635 по  $541 \pm 1$  миллионов лет назад





О живой природе криогения известно мало. Климат тогда на всей Земле был, по нынешним меркам, антарктическим. Большую часть Мирового океана покрывал километровый слой льда, так что интенсивность фотосинтеза не могла быть высокой. Свет, неожиданно ставший ценнейшим ресурсом, попадал в океан только местами, сквозь трещины, полыньи или небольшие участки тонкого льда. Удивительно, что некоторые многоклеточные организмы сумели пережить криогений, совершенно не изменившись, — например, красные водоросли. Они и сейчас приспособлены к тому, чтобы использовать очень слабый свет, проникающий на такую глубину, где уже не живут никакие другие фотосинтезирующие существа. Никуда не делся и одноклеточный планктон. Содержание кислорода в криогениевом океане сильно упало, поэтому жизнь на его дне, скорее всего, была в основном анаэробной, но подробности этого от нас пока скрыты.

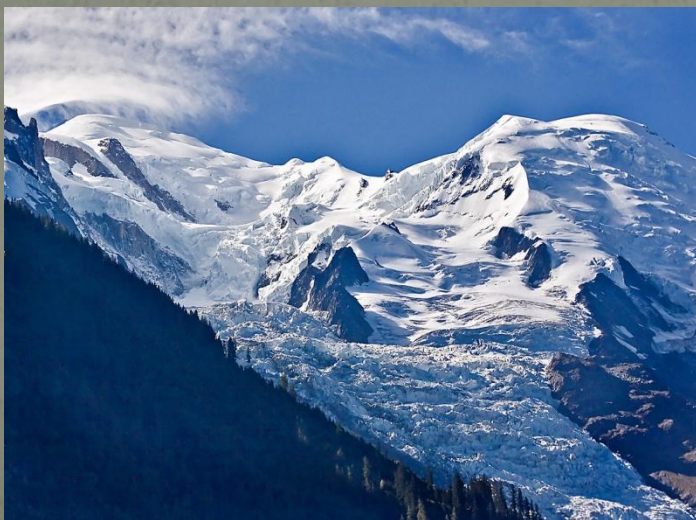


Окончания эпизодов «Земли-снежка» тоже по-своему драматичны. Во время всепланетных оледенений все процессы, связанные с поглощением больших объемов углекислого газа, в буквальном смысле замораживались. А между тем вулканы (работу которых никто не останавливал) выбрасывали и выбрасывали  $\text{CO}_2$  в атмосферу, постепенно доводя его концентрацию до огромных величин. В какой-то момент ледяной щит уже не мог сопротивляться парниковому эффекту, и тогда начинался лавинообразный процесс разогрева планеты. Буквально за несколько тысяч лет — то есть геологически за мгновение — весь лед таял, освободившаяся вода заливала значительную часть суши мелкими окраинными морями, а температура земной поверхности, судя по расчетам, подскакивала до  $50^\circ\text{C}$ . И только после этого начинался постепенный возврат Земли к «нормальному» внеледниковому состоянию. За время криогения весь этот цикл был пройден минимум дважды.



# Как образуются ледники

Для накопления снега нужна низкая температура и большое количество осадков (снега). По мере накопления снега при содействии образующейся под солнечными лучами талой воды, снег превращается в фирн ( крупный льдистый снег), а потом в лед. Это происходит выше снеговой линии, то есть высоты, на которой устанавливается равновесие между количеством выпавшего и тающего снега. Находясь под большим давлением лед на глубине приобретает пластические свойства и начинает двигаться. Горные ледники движутся по горной долине, а материковые растекаются по радиусам от центра ледника.



Скорость движения ледника может составлять от нескольких сантиметров до, примерно, 10 километров в год. Так, в 1719 году наступление ледников в Альпах происходило столь быстро, что жители были вынуждены обратиться к властям с просьбой принять меры и заставить ледники уйти обратно.

Жалобы на ледники писали королю и норвежские крестьяне, фермы которых разрушались надвигающимся льдом. Известно, что в 1684 году два норвежских крестьянина предстали пред местным судом за неуплату арендной пошлины. На вопрос, почему они отказываются платить, крестьяне ответили, что их летние пастбища покрыты надвигающимся льдом. Властям, чтобы убедиться в том, что ледники действительно наступают, пришлось производить наблюдения — и в результате у нас теперь есть исторические данные о колебаниях этих ледников!

Самым быстрым ледником Земли считался ледник Колумбия на Аляске (15 километров в год), но совсем недавно на первое место вышел ледник Якобсхавнв Гренландии. Движение этого ледника можно ощутить, стоя на его поверхности. В 2007 году эта гигантская река льда, шириной 6 километров и толщиной более 300 метров, ежегодно производящая около 35 млрд тонн самых высоких айсбергов в мире, двигалась со скоростью 42,5 метра в день (15,5 километров в год)!

Разрушительная деятельность ледника начинается на месте его образования. Под влиянием замерзающей воды породы начинают разрушаться. При движении ледник оказывает огромное давление на породы, разрушая их. Легко разрушаются рыхлые и трещиноватые породы. Процесс разрушения горных пород ледником называется экзарацией.



*Скалы, отполированные ледником; по ориентации борозд можно судить о направлении движения прошлого ледника.  
(Памир, Таджикистан)*

Встречая выступы твердых скальных пород, ледник сглаживает их, образуя бараньи лбы (удлиненные сглаженные выступы). Склон бараньего лба, обращенный навстречу движения ледника – пологий, а тыльный склон – крутой, ступенчатый. Нередко возникает комплекс сближенных бараньих лбов – это курчавые скалы.

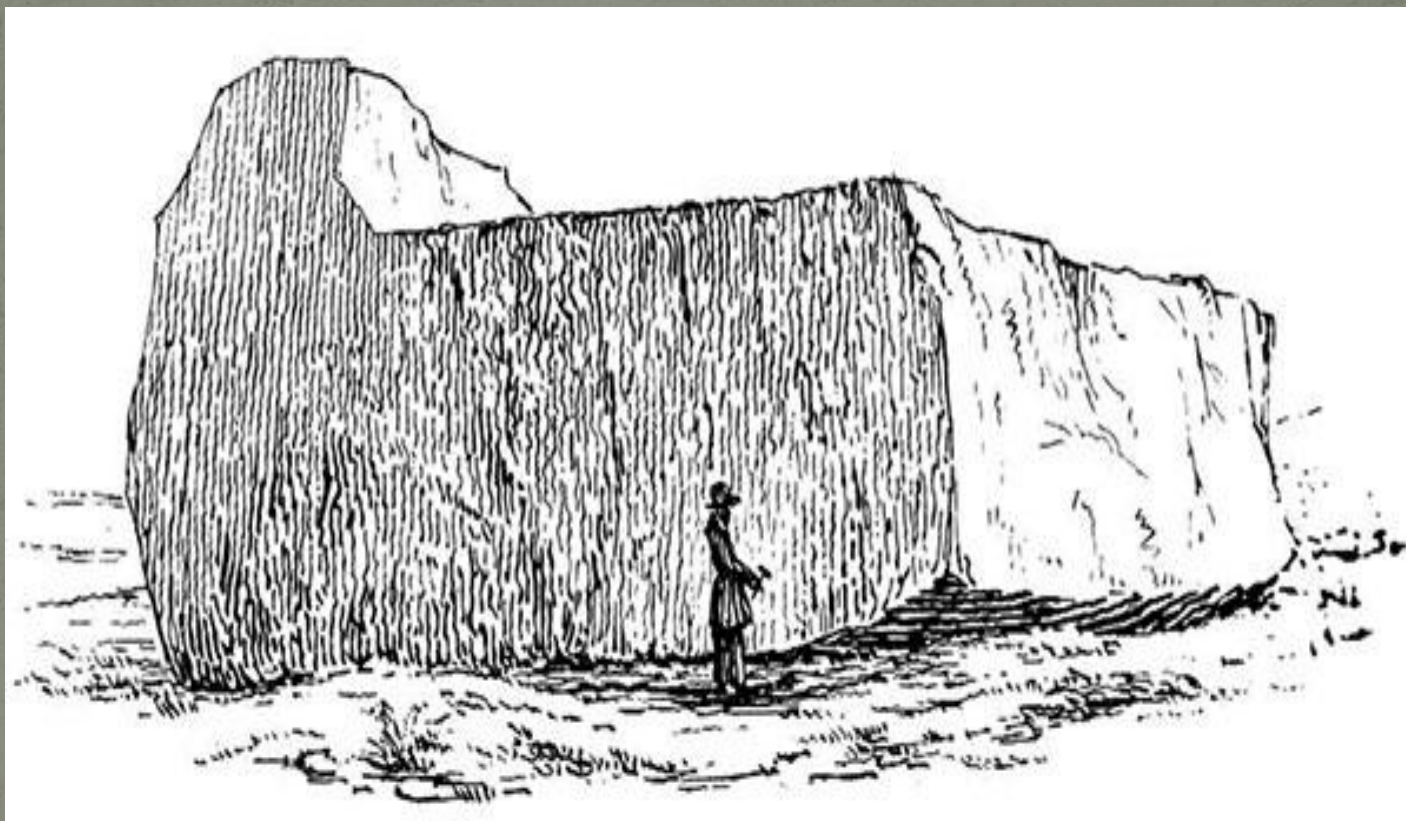


Сама идея о том, что ледники движутся, родилась благодаря спору о происхождении разбросанных по Европе огромных эрратических валунов. Так геологи называют крупные каменные глыбы («блуждающие камни»), совершенно не похожие по минеральному составу на свое окружение («гранитный валун на известняке для тренированных глаз выглядит столь же странно, как и белый медведь на тротуаре», любил повторять один исследователь). Один из таких валунов (знаменитый «Гром-камень») стал пьедесталом для Медного Всадника в Петербурге. В Швеции известен известняковый валун длиной 850 метров, в Дании — гигантская глыба глин и песков длиной 4 километра. В Англии, в графстве Хантингдоншир, в 80 км к северу от Лондона, на одной из эрратических плит была даже построена целая деревня.

*Гигантский валун на ножке льда, сохранившегося в тени. Унтераарский ледник, Швейцария. (Library of Congress; adapted from Bailey, 1982)*

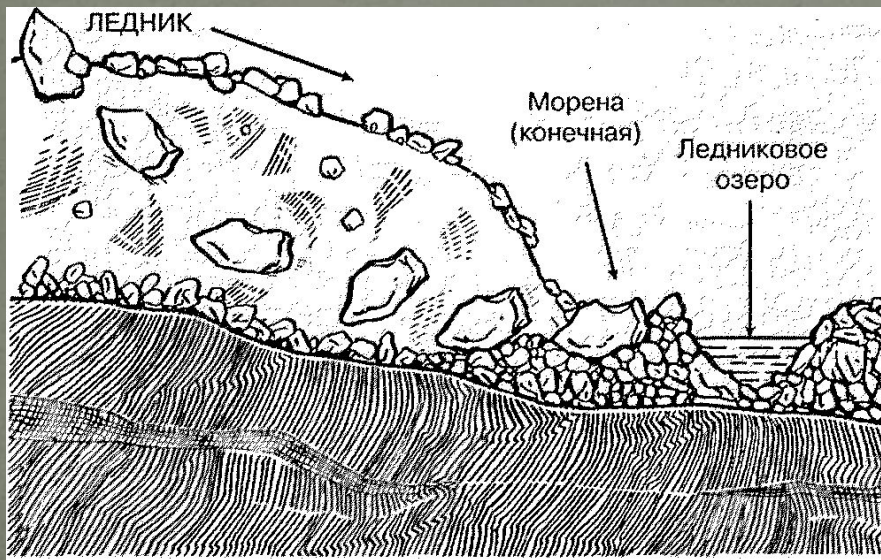


*Эрратический валун (огромный блок гранита у озера Комо, Италия). Из Н. Т. De la Beche, Sections and Views, Illustrative of Geological Phaenomena (London, 1830)*





Одновременно с переносом происходит аккумуляция (накопление) обломочного материала. **Морéна** — тип ледниковых отложений, созданный непосредственно ледником. Представляет собой неоднородную смесь обломочного материала — от гигантских глыб, имеющих до нескольких сотен метров в поперечнике, до глинистого материала, образованного в результате перетирания обломков при движении ледника. *Мореной* большинство исследователей называют как ледниковые отложения, перемещаемые ледником в настоящий момент, так и уже отложенные осадки



**Озы** (от швед. «asar» - хребет, гряда) – гряды в форме узких извилистых гребнеобразных валов. Внешне напоминают железнодорожные насыпи, протяжённость до 30 км и более, высота обычно 15-50 м. Озы сложены хорошо перемытыми песками, гравием, галькой, содержащими примесь валунов. Представляют собой отложение потоков талых вод, протекавших по промытым в теле ледника долинам и туннелям.



Камы - куполовидные крутосклонные беспорядочно разбросанные холмы, состоящие из слоистых песков, супесей, суглинков с примесью гравия и прослоев глины, отложенных проточными талыми ледниковыми водами. Образуются за счёт моренного материала, принесённого водно – ледниковыми потоками в ледяные озёра при таянии ледника.

