

Лекция № 2
ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ
ЛЕДНИКОВ

ПЛАН

1. Накопление льда и его свойства.
2. Типы ледников и их распространение.
3. Ледниковая эрозия.
4. Оледенения в истории Земли и их возможные причины.

Вопрос 1. Накопление льда и его свойства

Ледник – это естественное тело больших размеров, состоящее из кристаллического льда, образованного на поверхности земли в результате скопления и последующего преобразования твёрдых атмосферных осадков (снега) и находящегося в движении.



Ледник «Перито-Морено» в национальном парке «Лос-Гласьярес» в Аргентинской Патагонии

Образование ледников – это один из процессов сглаживания рельефа. Вода, затвердевая и превращаясь в лёд, не сжимается, как большинство веществ, а наоборот, расширяется и благодаря этому расширению лёд играет большую роль в физическом выветривании и в изменении поверхности суши.

Необходимым условием накопления и длительного сохранения мощного снегового покрова является сочетание низких температур воздуха с большим количеством выпадающего снега, которое наблюдается в холодных странах высоких широт и на определённой высоте в горах.

Понижение температуры происходит не только в горизонтальном направлении – от экватора к полюсам, но и в вертикальном, и значительно быстрее (температура понижается на 0,5 – 0,6 градусов на каждые 100 метров). Наиболее низкое гипсометрическое положение снеговой покров занимает в полярных районах, наиболее высокое – в тропических.

Нижняя граница снегового покрова, или уровень, ниже которого снег летом стает, а выше сохраняется, называется **снеговой линией**, или **снеговой границей**.

Накопление мощных, долгое время сохраняющихся толщ снега возможно только выше снеговой линии.

Снеговая линия



Гора Фудзи (Япония)



Котопахи

Действующий вулкан
в эквадорских Андах

С.В. Колесник предложил выделить кроме нижней снеговой границы и **верхнюю снеговую границу**. Он исходит из того, что с высотой температура понижается (это одно из условий накопления снега), а содержание водяного пара в воздухе уменьшается. В результате на какой-то высоте будет создана обстановка, неблагоприятная для образования снежного покрова. И если бы горы достигли этих высот, то их вершины оказались бы свободными от снега: постоянный снег лежал бы на горах в виде пояса, выше и ниже которого располагались бы места, свободные от снегового покрова. Эта своеобразная оболочка, расположенная между нижней и воображаемой верхней снеговыми границами, называется **хиносферой**.

Различают также **орографическую снеговую границу**, расположенную много ниже границы собственно хионосферы. Она представляет собой нижнюю границу распространения отдельных снежных пятен, приуроченных к углублениям рельефа на затенённых горных склонах.

Накопление мощных толщ снега и преобразование его в глетчерный лёд представляет собой длительный и сложный процесс, происходящий:

- под воздействием Солнца
- с процессом сублимации
- с увеличивающимся давлением

Раскрываем суть этих процессов.

1. Летом под влиянием солнечных лучей рыхлый снег с поверхности обтаивает, отдельные снежинки оплавляются, а ночью при замерзании принимают форму зёрен; часть талой воды проходит в рыхлый снег глубже и там также оплавляет снежинки; постепенно рыхлый снег превращается в зернистый снег, или **фирн**.

2. **Сублимация** (возгон) – это испарение льда и новая кристаллизация образовавшегося водяного пара; при сублимации освобождается тепло, благодаря которому происходит расплавление отдельных кристаллов и образование более крупных кристаллических сростков льда.

3. По мере накопления новых порций фирна нижние слои испытывают всё возрастающее давление, под влиянием которого происходит их уплотнение, вытеснение из них воздуха, смерзание отдельных кристаллических сростков и т.д. В конце концов фирн превращается в начале в **белый фирновый лёд**, а затем в чистый, прозрачный **голубой глетчерный лёд**, составляющий основное тело **ледников**.

При превращении снега в лёд происходит значительное его уплотнение: 1 кубический метр льда образуется из 10 – 11 кубических метров снега.

Ледники не остаются на месте: в горных районах ледники перемещаются по долинам, на материках – от центральных частей ледниковых щитов с большей мощностью льда к окраинным частям, где мощность льда меньше.

На латинском языке лёд – *GLACIES*; наука, изучающая ледники, причины и условия их образования и режима называется **гляциологией**.

Вопрос 2. Типы ледников и их распространение

Ледники особенно широко распространены на материках и островах полярных областей, а также на высоких горных сооружениях других климатических поясов; они покрывают около 11% площади суши (16 199 тыс. км²) и распределены следующим образом:

- 1. Гренландский ледяной щит - 1803 тысяч кв. км
- 2. Все остальные ледники Арктики - 279
- 3. Все горные ледники вне Арктики и Антарктики – 217
- 4. Антарктида - 13 900

В зависимости от стадии развития, формы и соотношения областей питания и стока выделяются 3 типа ледников:

I тип: Альпийский тип, или горные ледники - приурочены к молодым высокогорным районам (альпийский тектогенез). Среди них по стадии развития выделены:

- **Долинные ледники** (простые, сложные);
- **Каровые ледники** – образуются в кресловидном углублении – каре, врезанном в верхнюю часть склонов гор; для них характерна малая мощность льда и отсутствие потоков.
- **Висячие ледники** – образуются во впадинах или вогнутостях на крутых горных склонах, откуда выходят в виде коротких языков, которые висят над обрывом и периодически откалываются и срываются вниз в виде лавин.



Долинный ледник



Каровый ледник



Висячий ледник

II тип: Материковые, или покровные, ледники

Это крупные ледники, покрывающие целые острова и континенты. Характерные особенности материковых ледников:

- большая мощность льда
- отсутствие чёткого разделения области питания и области стока
- радиальный характер движения льда к окраинам ледникового покрова (в отличие от линейного характера у горных ледников)
- плосковыпуклая форма поверхности ледника (щит, купол)

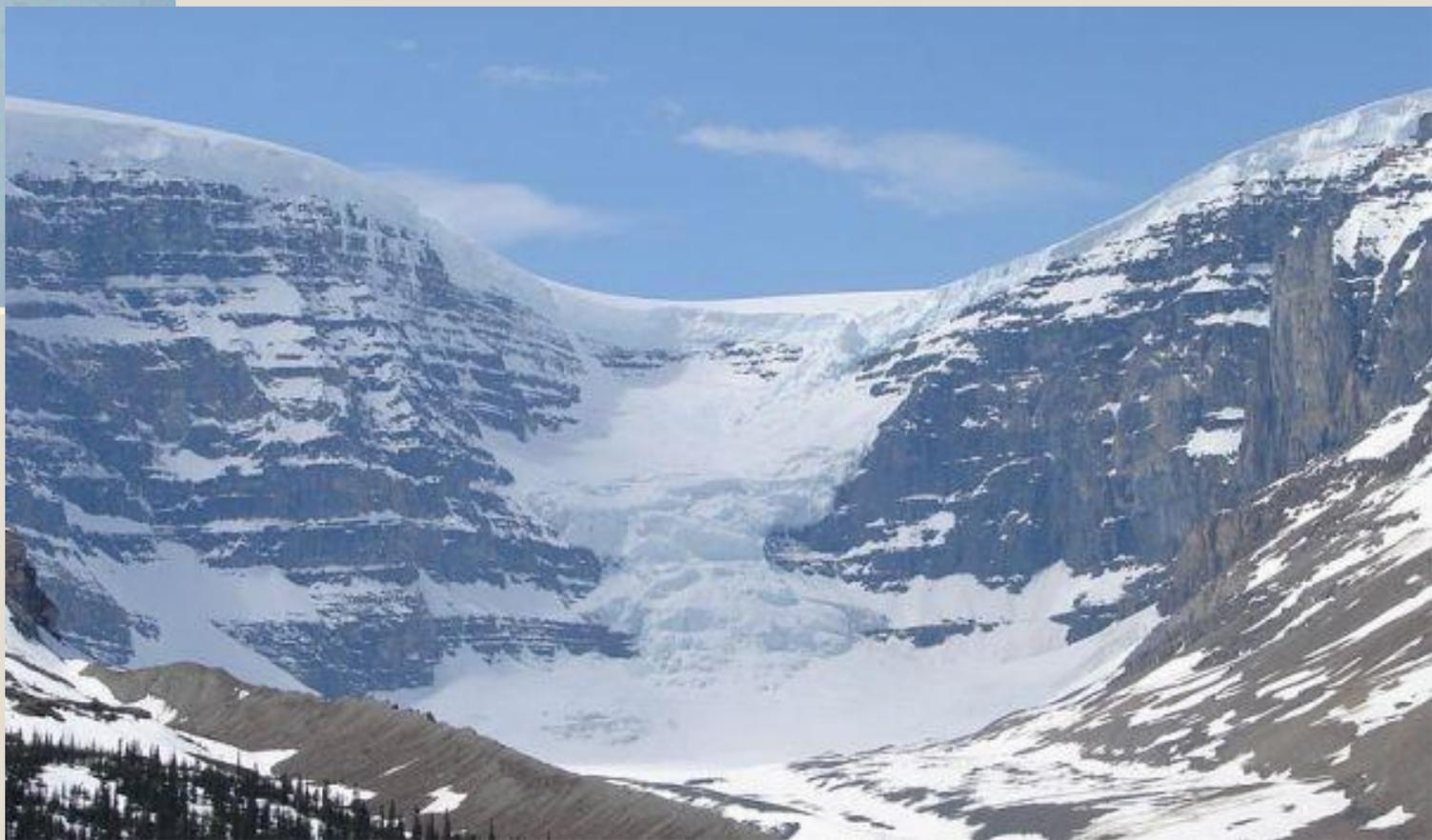
III тип: Промежуточные ледники:

- **плоскогорные ледники** – выровненные вершины древних гор (Скандинавские горы – ледник Юстедаль, 943 кв.км; г.Килиманджаро (Африка), г.Эльбрус (Кавказ) – мощность 100 – 150 м).
- **предгорные ледники** – формируются в высоких расчленённых горах при большом количестве выпадающих там твёрдых осадков (на Тихоокеанском побережье Аляски – ледник Маляспина в районе залива Якутат (площадь 3800 кв.км.)).



Плоскогорный ледник (Норвегия)

Предгорный ледник Колумбия



Вопрос 3. Ледниковая эрозия

Геологическая работа ледников состоит из трёх этапов: разрушения, переноса и отложения (аккумуляции). Разрушительное действие ледников на своё ложе называется **экзарацией (exaratio – выпахивание)**.

Ледниковая эрозия происходит тремя способами:

- путём удаления рыхлого материала, образовавшегося на месте в результате выветривания;
- путём коррозии – разрушения и выпахивания коренных пород с помощью обломков либо вмёрзших в дно ледника, либо влекаемых ледником по ложу;
- путём выпахивания, когда ледник отрывает ограниченные трещинами глыбы коренных пород и переносит их вместе со льдом.

Формы рельефа, образованные ледником:

- кары;
- ледниковые цирки;
- ледниковые долины – трог (от нем. Trog – корыто);
- висячие долины притоков.

Материал, эродируемый и транспортируемый ледником, должен в конце концов отложиться либо у краёв ледника, либо за его пределами. Груды обломков, откладываемые непосредственно льдом, называются **ледниковыми (гляциальными) отложениями**, а материал, который откладывается ледниковыми потоками, называется **флювиогляциальными осадками**.

Весь обломочный материал, попадающий в тело ледника, переносимый и откладываемый им, называется **мореной**.

Морены подразделяются на **движущиеся и отложенные**.

Движущиеся морены

- Поверхностные (боковые, срединные, покрывающие);
- Внутренние;
- Нижние (донные).

Отложенные морены: обломочный материал, содержащийся в теле ледника или на его поверхности, при благоприятных условиях начинает откладываться уже в процессе движения льда. Среди отложенных морен различают **конечные** и **основные**.

Абляционная морена отличается от донной меньшей уплотнённостью, почти полным отсутствием чётко выраженной ориентировки валунов и местами более грубым составом.

Помимо неправильных хаотически разбросанных холмов, созданных ледниковой аккумуляцией, существуют более правильные холмы — **друмлины** (продолговатые холмы, длинная ось которых совпадает с направлением движения ледника).

Все отложения, возникшие в результате аккумулятивной деятельности водно-ледниковых потоков, называются **флювиогляциальными** (от латин. Fluvius – река, glacialis – ледяной), которые образуют:

- **зандры;**
- **озы;**
- **каммы;**
- **камовые террасы.**

Озёрно – ледниковые, или лимно-гляциальные отложения – это особый генетический тип водно-ледникового комплекса; образуются эти отложения в приледниковых; летом образуется песчаный слой – летний, зимой – глинистый слой, зимний. Эти озёрно-ледниковые отложения, состоящие из многократно повторяющихся годовичных лент называют ленточными глинами.

Вопрос 4. Оледенения в истории Земли и ИХ ВОЗМОЖНЫЕ ПРИЧИНЫ

Основоположник ледниковой теории в России П.А. Кропоткин допускал однократное оледенение. Геологическая школа В.И. Громова (вторая половина XX века) считает, что одно оледенение то сокращалось, то расширялось. Большинство учёных придерживается мнения о многократности оледенений в четвертичном периоде.

Морены чередуются с межморенными отложениями – песками, суглинками, глинами, торфяниками, погребёнными почвами; в этих отложениях содержится теплолюбивая фауна и флора, свидетельствующая о том, что они накопились в межледниковое время. Таким образом, по комплексу геологических и геоботанических данных установлена многократность оледенений, или ледниковый и межледниковый в четвертичном периоде (4, 5, 6, 8 и более).

В Альпах выделено 4 оледенения и 3 межледниковья (альпийская шкала):

Оледенение	межледниковье
Q 3 Вюрм	Рисс-вюрмское
Q 2 Рисс	Миндель-рисское
Q 1 Миндель	Гюнц-миндельское
N 2 Гюнц	

К.К. Марковым (1965, 1968) выделено 4 оледенения в европейской части России и Украине: окское, днепровское (максимальное), московское и валдайское. А.И. Москвитин разделил валдайское оледенение на калининское и осташковское и выделил между ледниковыми эпохами эпохи межледниковья.

○ **Ледниковья**

Межледниковья

○

○

Осташковское

○

Мологошекснинское

○

Калининское

○

Микулинское

○

Московское

○

Одинцовское

○

Днепровское

○

Лихвинское

○

Окское

Оледенения были и в палеозое, и в докембрии. Об этом свидетельствуют **тиллиты** – древние ледниковые отложения (ископаемые уплотнённые морены), распространённые в Центральной Индии, Южной Африке, Австралии, Бразилии, Уругвае, Антарктиде. Следовательно, в истории Земли выделяется 3 эпохи древних великих оледенений: вендская эпоха, позднекаменноугольная и антропогеновая, отделённые друг от друга интервалами в 250 – 300 миллионов лет. Эпохи оледенений возникали периодически и зависели от изменения климата на Земле, но вопрос о причинах этого явления пока остаётся не разрешённым.

Причины изменения климата, а соответственно и оледенений объединены в 2 группы:

- земные причины (теллурические причины)
- внеземные причины (космические)

Земные причины:

- суша должна находиться на высоких широтах или на большой высоте над уровнем моря;
- среднегодовые температуры на несколько градусов должны быть ниже, чем современные;
- уменьшение прозрачности атмосферы при попадании в неё вулканического пепла, который поглощает солнечное излучение и отражает его назад во внеземное пространство, уменьшая количество солнечной энергии, достигающей Земли;
- уменьшение содержания углекислого газа в атмосфере;
- перемена направления океанических течений и воздушных масс.

Внеземные причины:

- связь между солнечной радиацией и характером атмосферной циркуляции;
- изменения положения Земли относительно Солнца по трём разным параметрам:
 - а) изменение **эксцентриситета** земной орбиты (период 90 000 лет) – расстояние между центром эллипса (орбиты) и его фокусом, в котором находится Солнце;
 - б) **наклон эклиптики** – угол между осью Земли и плоскостью её орбиты (40 000 лет, изменяется от $21,5^\circ$ до $24,5^\circ$);
 - в) изменение ориентировки земной оси в пространстве (**прецессия**, или предварение равноденствий, с периодом 21 000 лет).

Ледники планеты

**Самые уникальные,
знаменитые ледники**



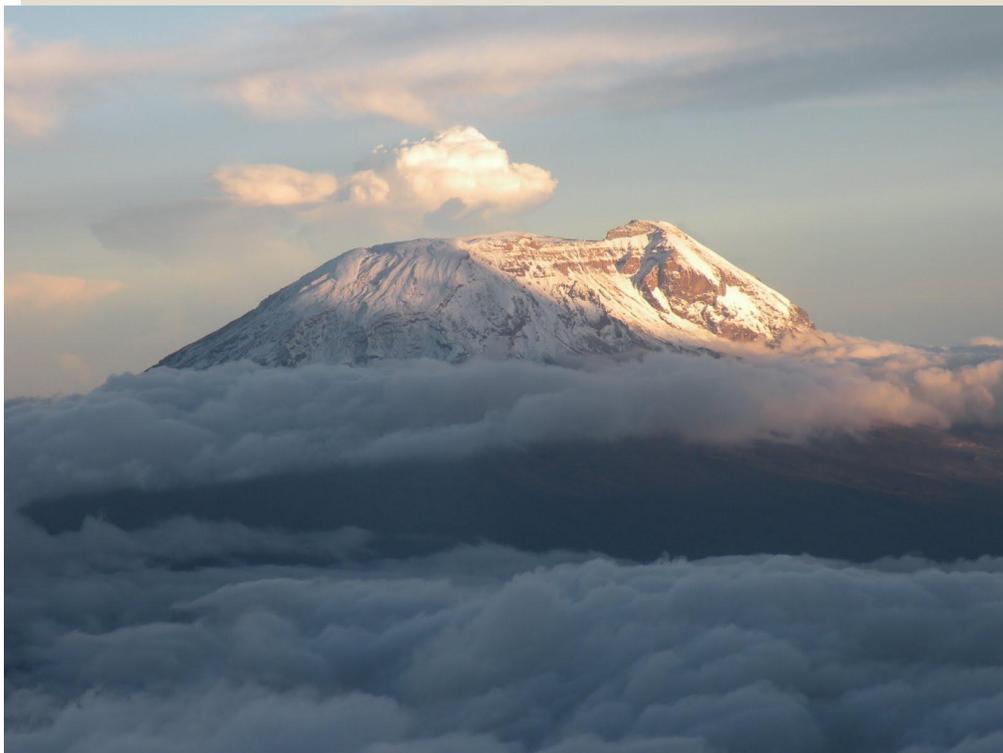
Ледник Балторо (Пакистан)

Длина ледника примерно 62 км,
это самый длинный ледник в мире
за пределами полярных регионов.



Ледники Антарктиды

Объем ледников составляет 30 000 000 кв. км,
это 90% всех льдов на планете.



Ледник Килиманджаро

Его уникальность в том, что он находится недалеко от экватора в Африке.
Сейчас абсолютная площадь ледника составляет менее 2 кв. км.

По расчётам учёных ледник полностью исчезнет к 2033 году.



Ледник Алеч (Альпы)

Крупнейший ледник в Альпах.

Его длина 23 км., площадь - 123 кв. км.

Включает в себя 3 примыкающих небольших ледника.

Максимальная глубина льда составляет 1000 метров.



Ледник Харкер
(остров Южная Джорджия.
Южная части Атлантического океана)

Уникальность ледника Харкер является его метод образования.
Этот ледник – приливной ледник.



Ледник Ватнайёкюдль (Исландия),

Крупнейший ледник в Европе.

Площадь 8100 кв. км.

Объем ледника 3100 куб. км.

Ледник покрывает вулканы,

внутри есть пещеры,

образованные гейзерами

– горячими источниками воды.

Максимальная толщина льда около 1000 метров.



Ледник Хаббард

(на границе Аляски и Канады).

Длина 122 километра.

Высота льда в заливе 120 м над уровнем моря.
Ширина у залива от 8 до 15 км в зависимости от
времени года.



Ледник Франца-Иосифа

(Новая Зеландия).

Длина ледника 12 км.

Ледник имеет фазы увеличения и уменьшения, после 2010 года он вступил в активную фазу уменьшения (отступления).



Ледник Перито-Морено (Аргентина).

Длина около 30 км, площадь 250 кв.км.

Ледник движется по склонам гор к озеру Аргентино со скоростью около 2х метров в сутки.