

Лекция 4.

Образование почвообразующих пород под действием гляциальных процессов

1. Основные характеристики и параметры ледников.

Гляциальные рельефообразующие процессы обусловлены деятельностью ледника.

Ледник — масса льда преимущественно атмосферного происхождения, испытывающая вязкопластическое течение под действием силы тяжести и принявшая форму потока, системы потоков, купола (щита) или плавучей плиты. Ледники образуются в результате сочетания низких температур воздуха, накопления и последующего преобразования твёрдых атмосферных осадков (снега) при их положительном многолетнем балансе. Они возникают только выше снеговой линии.

Делятся на **горные и покровные** (Антарктида и Гренландия 83,5% от современного оледенения).

Накапливающийся снег вследствие уплотнения, временного подтаивания и перекристаллизации преобразуется в **зернистый фирн**, а затем в массивный кристаллический **глетчерный лед**.

Фирн представляет собой плотный зернистый снег, образовавшийся под давлением вышележащих слоев, поверхностного таяния и вторичного замерзания воды. Дальнейшее уплотнение фирна, приводящее к исчезновению воздушных промежутков между зёрнами, превращает его в лёд.

При накоплении большой массы льда создаётся нагрузка на его нижние слои, приобретающие способность к вязкопластическому течению. **Скорость движения** может колебаться от нескольких сантиметров до нескольких десятков метров в сутки.

1. Основные характеристики и параметры ледников.

Стекая под действием силы тяжести вниз, ледники попадают в область, где начинается их стаивание. Различают область питания ледников и область их стаивания или абляции (убыли), границей между которыми является **снеговая линия**, на которой накопление льда равно его убыли.

Абляцией называется расход льда через таяние и испарение. Абляция приводит к уменьшению мощности краевой части льда. Интенсивность абляции находится в прямой зависимости от температуры воздуха.

Распространение ледников лимитируется климатическими условиями. Положение края ледника определяется соотношением между притоком льда и стаиванием. Как только стаивание льда уравнивает его приток, край ледника приобретает стационарное положение. При потеплении климата ледники сокращаются («отступают»), при похолодании, или при увеличении притока льда начинают вновь наступать.

1. Основные характеристики и параметры ледников.

Питание ледника осуществляется за счет твердых атмосферных осадков, выпадающих на его поверхность, переноса снега ветром, обрушение снега со склонов и конденсации водяных паров из воздуха на поверхности ледника.

По мере удаления от области питания мощность льда становится меньше, краевые части ледника приспособляются к подледному рельефу. Лед медленно растекается под действием горизонтальных градиентов давления, обусловленных уменьшением мощности ледника к его периферии. Лед течет под давлением также и вверх по уклону земной поверхности.

1. Основные характеристики и параметры ледников.

Покровные (материковые) ледники занимают целые острова и континенты. Движение покровных ледников происходит радиально, за счет льда от центра щита к периферии.

Динамика покровного ледника (в идеализированном виде) представлена на рис. 1.

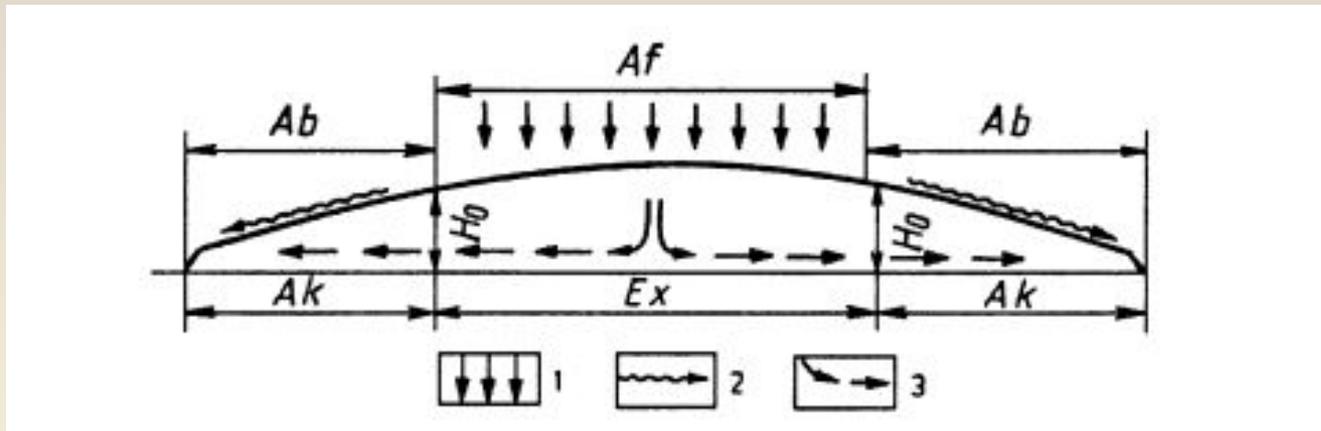


Рис. 1. Схема динамики покровного щита (по Е.В. Шанцеру)

Af – область питания ледника; **Ab** – область абляции; **Ex** – зона экзарации (выпахивания); **Ak** – зона ледниковой аккумуляции; **H₀** – максимальная мощность льда, при которой возможно накопление основной морены;

1 – приход снежных осадков; **2** – поверхностное стайвание; **3** – движение льда

Поверхность покровных ледников имеет слабо выпуклую форму, но в общем почти горизонтальна и обычно разбита трещинами, возникающими по разным причинам: влияние подледникового рельефа, различная скорость движения отдельных частей ледника и др.

1. Основные характеристики и параметры ледников.

В зависимости от соотношения приходной и расходной частей ледникового баланса выделяется несколько фаз в развитие ледника: ***наступление, стационарное положение и отступление***. С каждой из этих фаз связан определенный комплекс ледниковых форм рельефа. В фазу наступления активный лед производит основную разрушительную работу, при стационарном положении и при его отступании формируется преимущественно аккумулятивный ледниковый рельеф.

1. Основные характеристики и параметры ледников.

Выделяют **зоны** (рис. 2):

- 1) **ледниковой денудации (экзарации)**, где преобладали процессы разрушения. Она находилась в центре оледенения, где отмечалась наибольшая мощность ледника.
- 2) **ледниковой аккумуляции**, где преимущественно происходило накопление материала при таянии материка. Она располагалась на краю ледника.
- 3) **перигляциальная зона**, в которой работу производили флювиогляциальные потоки.

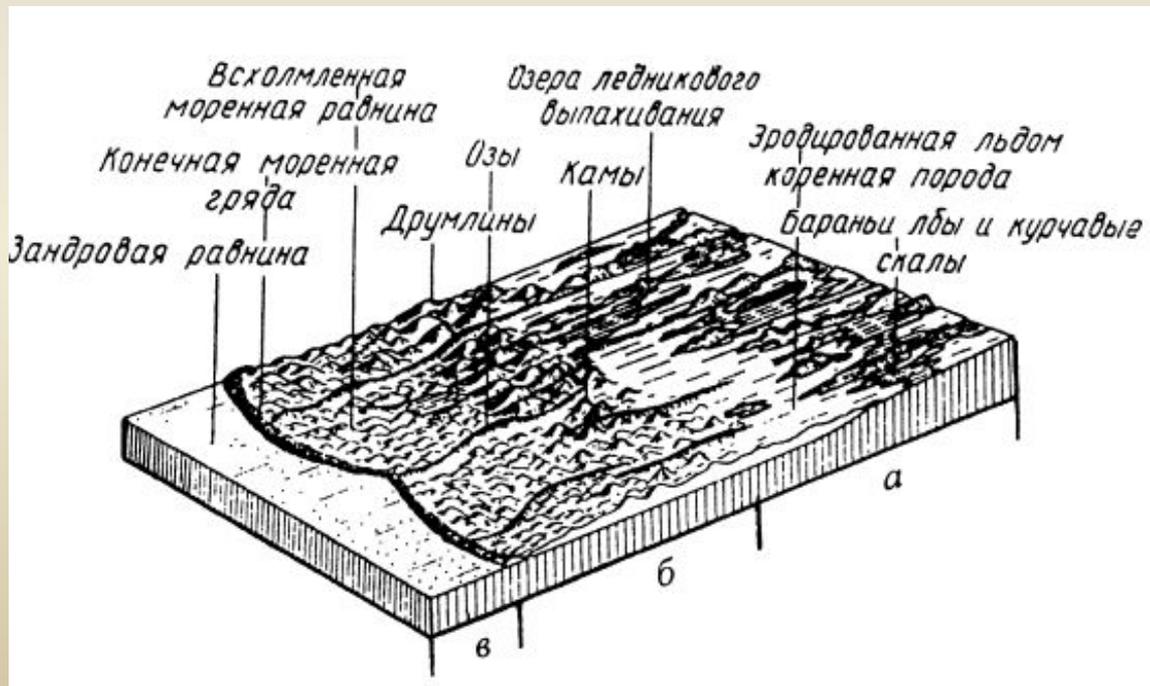


Рис. 2. Схема соотношения ледникового и водно-ледникового рельефа.

Области: а – преобладающей ледниковой денудации; б – преобладающей ледниковой аккумуляции; в - перигляциальная

2. Экзарационный рельеф области ледниковой денудации.

Разрушительная работа ледника получила название **экзарации**. Экзарация при скальном ложе выражается в **ледниковой корразии** — царапании и истирании ложа при движении льда впаянным в лед обломочным материалом и в отрыве и уносе льдом блоков горных пород, ограниченных трещинами.

При движении ледника по рыхлым или слабым осадочным породам главную роль в экзарации, помимо истирания, приобретают различные типы **гляциодинамических воздействий** — срезывание с отщеплением пластин пород ложа, выдавливание с образованием складок волочения и ядер внедрения и др.

Деятельность ледников **не определяется каким-либо базисом эрозии**. Вследствие этого ледники могут вырабатывать крупные глубокие замкнутые котловины, если на их пути встретятся легко разрушаемые сильно трещиноватые или рыхлые породы.

2. Экзарационный рельеф области ледниковой денудации.

Зона ледниковой экзарации обычно, приурочена к выходам коренных пород (докембрийские кристаллические породы).

Блоки горных пород смещаются давлением ледника. Покровные льды способны срезать и смещать целые скальные массивы площадью до нескольких квадратных километров. Зона ледниковой денудации почти лишена покрова ледниковых отложений.

Денудационные формы рельефа:

1. Отрицательные формы рельефа, обусловленные экзарацией:

- ложбины (озера);
- котловины (озера).

2. Положительные формы рельефа:

- скалистые гряды (рис. 3);
- ванны выпахивания;
- курчавые скалы (рис. 4);
- бараньи лбы (рис. 5).



Зона преобладающей ледниковой денудации была Фенноскандия. Фенноскандия — физико-географическая страна на северо-западе Европы общей площадью около 1,88 млн. (Скандинавия и Карелия).

2. Экзарационный рельеф области ледниковой денудации.



Рис. 3. Скалистые гряды.

Источник: arhive.tvoyaistoria.ru



Рис. 4. Курчавые скалы и бараньи лбы.

Источник: big-archive.ru



Рис. 5. Бараньи лбы.

Источник: booksite.ru

3. Отложения областей ледниковой аккумуляции.

Зона преобладающей ледниковой аккумуляции приурочена к нижней части склонов ледниковых щитов и их сниженным краевым частям. Формирование этой зоны происходит за счет того обломочного материала, который захватывается и переносится ледником из области денудации. Этот обломочный материал принято называть **мореной**.

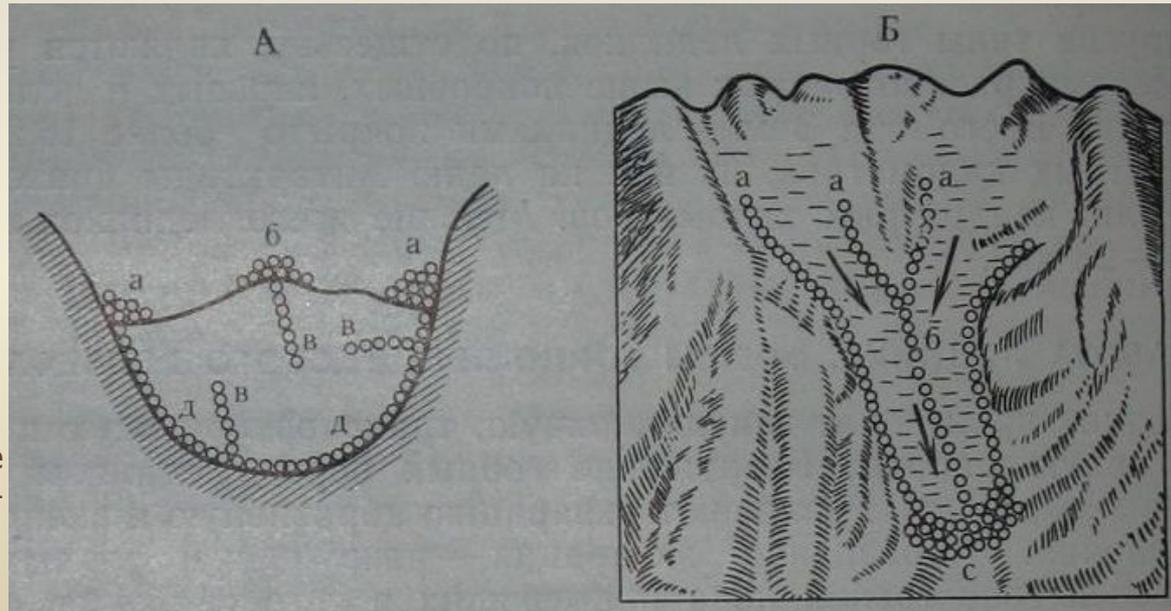
Различают морену **движущуюся**, т.е. транспортирующую и **отложенную**.

Движущаяся морена транспортируется с ледником в результате экзарационной работы ледника и включают донные, внутренние, срединные, поверхностные и боковые.

Рис. 6. Движущаяся морена.

А – в поперечном сечении; **Б** – в плане
а – боковая морена; б – срединная; в – внутренняя; д- донная; с - конечная

Источник: geonature.ru



3. Отложения и рельеф областей ледниковой аккумуляции.



Рис. 7. Боковая морена.

Источник: universetoday-rus.com



Рис. 8. Поверхностная морена.

Источник: alp.org.ua

3. Отложения областей ледниковой аккумуляции.

Среди отложенных ледниковых отложений различают (по Е. В. Шанцеру два генетических типа покровный отложенных морен:

- **основные морены** (рис. 9, 10, 11)
- **краевые морены.**

Наиболее широко распространены основные морены, занимающие обширные площади территории растекания льда.

Основные морены состоят из самых разнообразных по размерам частиц — от глинистых до валунных. Для них характерны площадное залегание, отсутствие сортировки обломочного материала по величине и настоящей слоистости. Важным признаком является наличие **валунов** различных крепких пород, принесенных ледником издалека (рис. 11).

3. Отложения областей ледниковой аккумуляции.

Основные (донные) морены — обломки пород, переносимые внутри ледникового покрова и в его основании.

Среди ледниковых отложений выделяют:

Морена (ледниковые отложения)

Покровные суглинки (водно-ледниковые)

Флювиогляциальные отложения (водно-ледниковые)

Ленточные глины (озерно-ледниковые)

3. Отложения и рельеф областей ледниковой аккумуляции.

Состав и цвет морены зависят также от геологического строения ложа ледника.

Ледники и в зоне аккумуляции в процессе своего растекания активно денудируют. Поэтому они почти нацело разрушают более древние рыхлые осадочные отложения и срезают крупные участки коренных пород, обогащая морену местным материалом. Так образуются **местные морены**. Примером могут служить морены средней полосы России, местами обогащенные черными юрскими глинами.



Рис. 9. Морена.

Источник: ammonit.ru

3. Отложения и рельеф областей ледниковой аккумуляции.

С удалением от области ледниковой денудации в составе морены увеличивается количество пылеватого материала и заметно уменьшается величина валунов, что связано с перетиранием и дроблением обломков в процессе их переноса ледником.



Рис. 10. Основная морена.

Источник:

Обломочный материал, захваченный ледником и активно участвующий в разрушении подледникового ложа, также в процессе движения изменяется. Крупные обломки сами истираются, округляются, их поверхность полируется и покрывается штрихами и царапинами. Такие округлые иштрихованные обломки называют **валунами**.

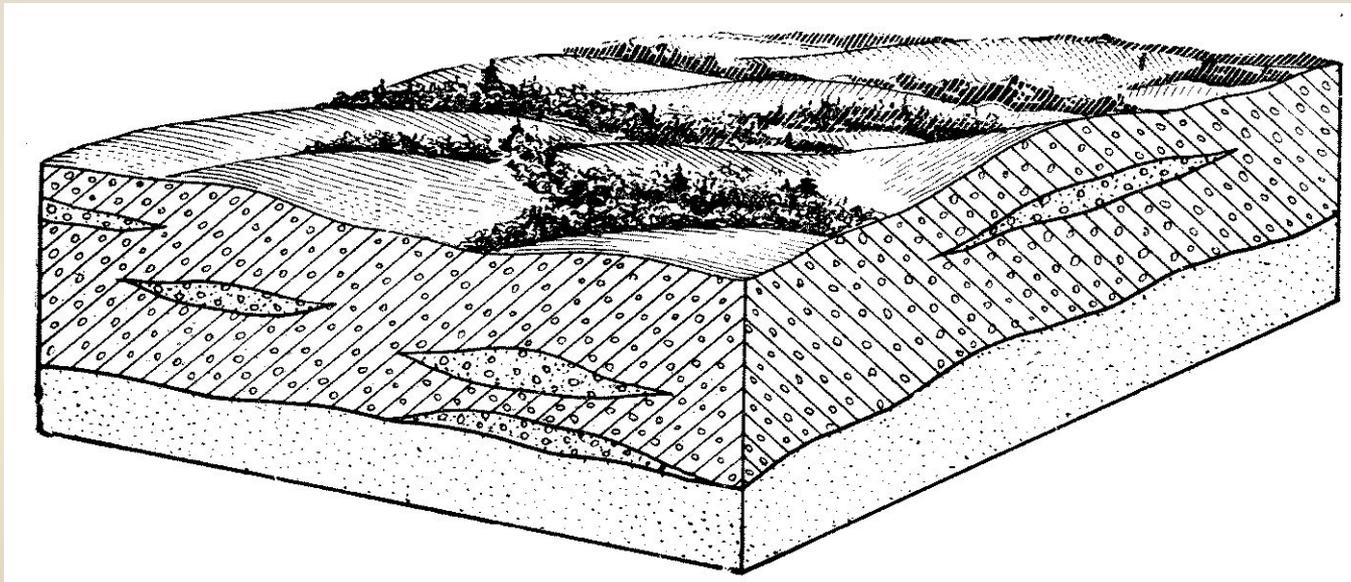


Рис. 11. Валунь.

Источник:

3. Отложения и рельеф областей ледниковой аккумуляции.

Равнинно-моренный тип рельефа основной морены



3. Отложения и рельеф областей ледниковой аккумуляции.

Равнинно-моренный тип рельефа основной морены



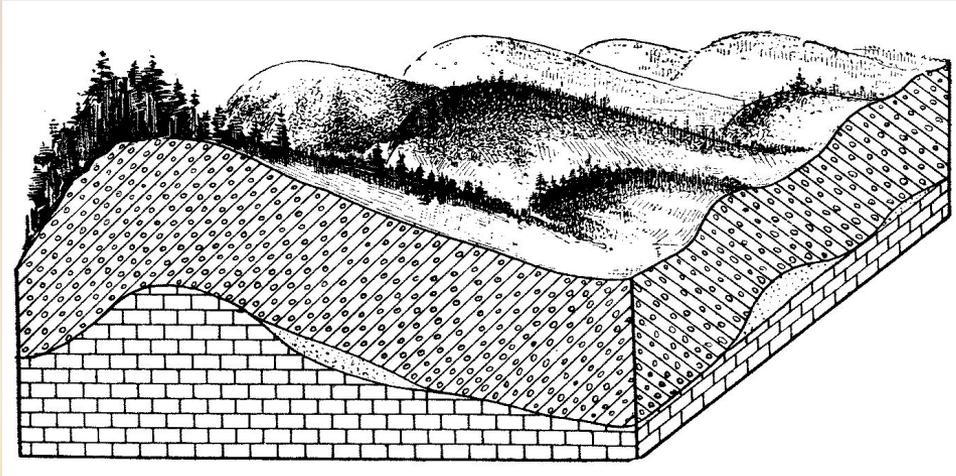
3. Отложения и рельеф областей ледниковой аккумуляции.

Холмисто-равнинный ландшафт основной морены

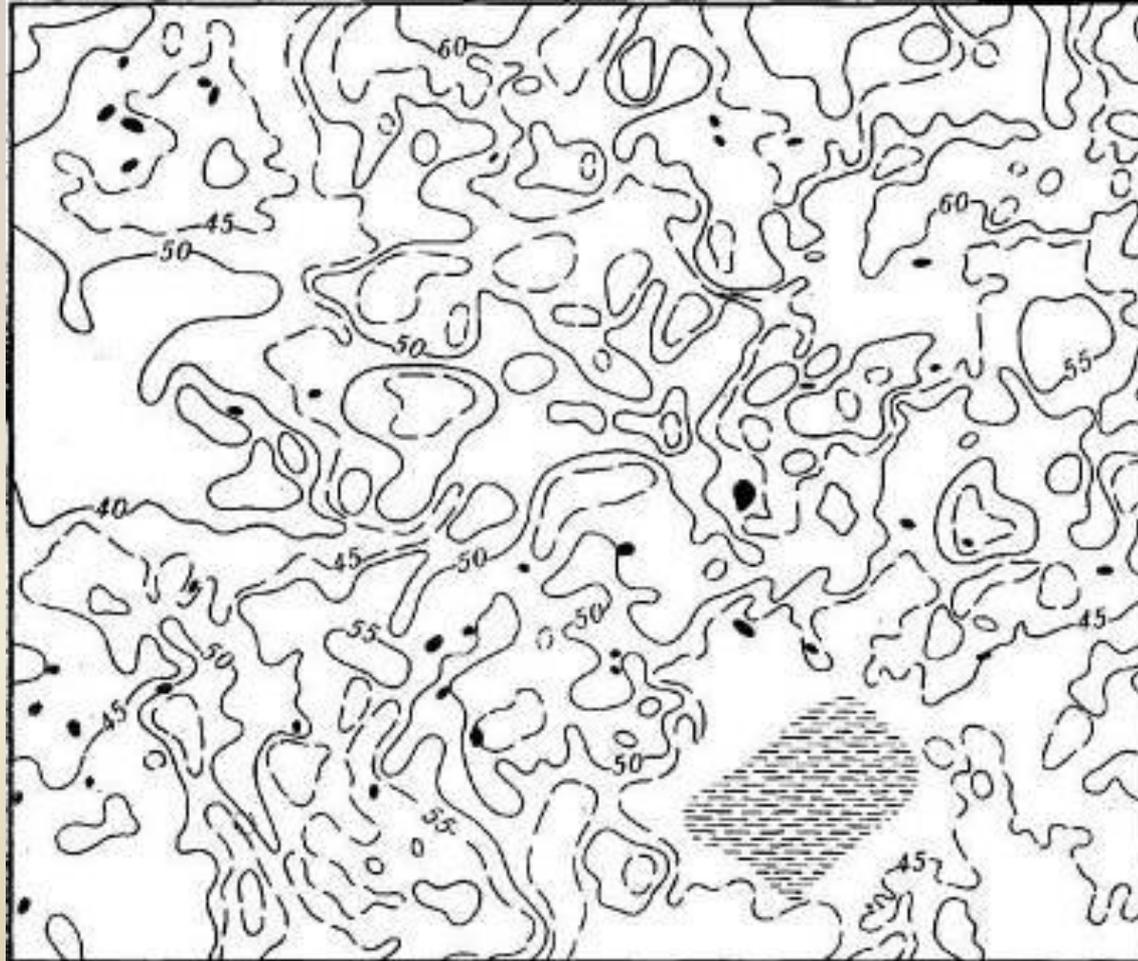


3. Отложения и рельеф областей ледниковой аккумуляции.

Холмисто-равнинный ландшафт основной морены



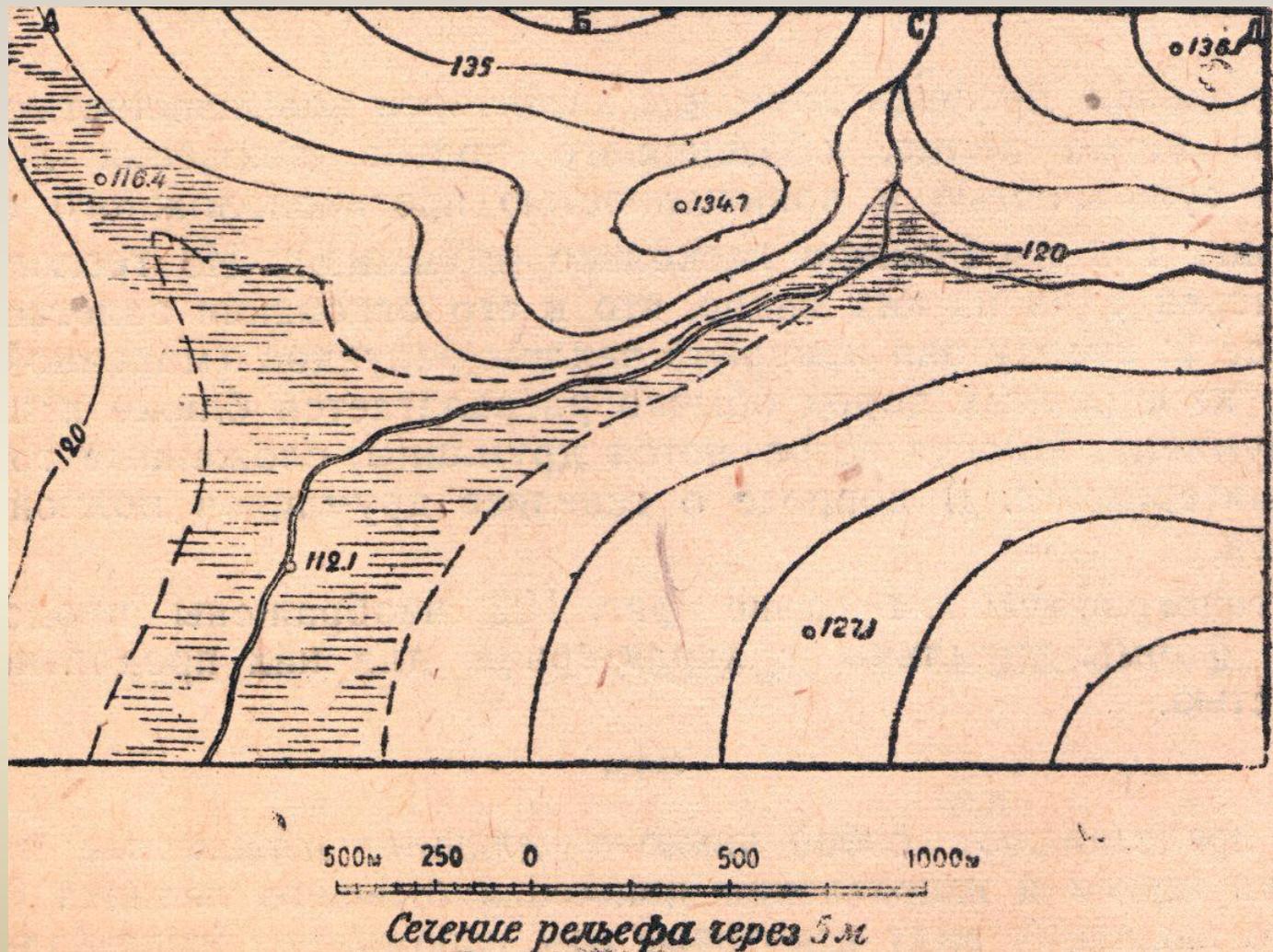
3. Отложения и рельеф областей ледниковой аккумуляции.



Холмисто-равнинный ландшафт основной морены

3. Отложения и рельеф областей ледниковой аккумуляции.

Холмисто-равнинный ландшафт основной морены



3. Отложения и рельеф областей ледниковой аккумуляции.

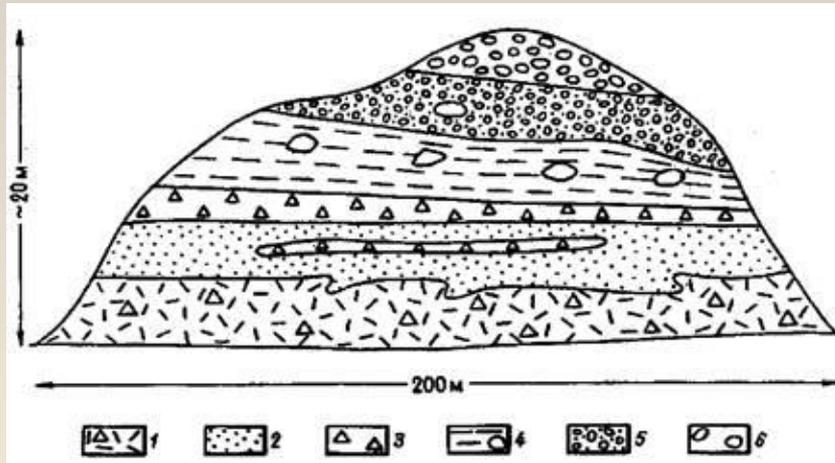


Рис. Разрез друмлина

1 - донная морена, сложенная плотными валунными суглинками; 2 - пески с тепловодной фауной моллюсков; 3 - красноватая и песчанистая морена с валунами дальнего сноса; 4 - суглинистая морена с валунами местных пород; 5 - песчано-мелкогалечные отложения с эратическими валунами; 6 - крупногалечные водноледниковые отложения

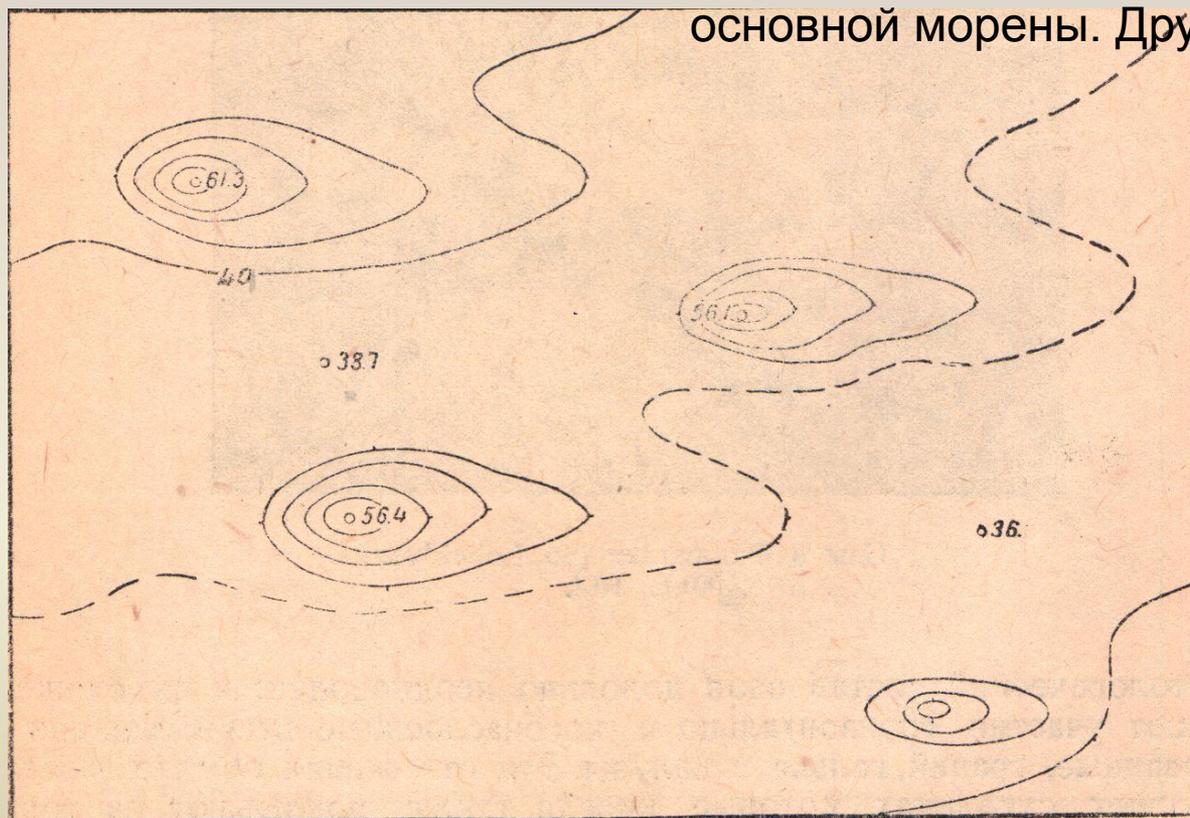
Равнинно-моренный тип рельефа основной морены. Друмлины.



©Robert Szewczyk

3. Отложения и рельеф областей ледниковой аккумуляции.

Равнинно-моренный тип рельефа основной морены. Друмлины.

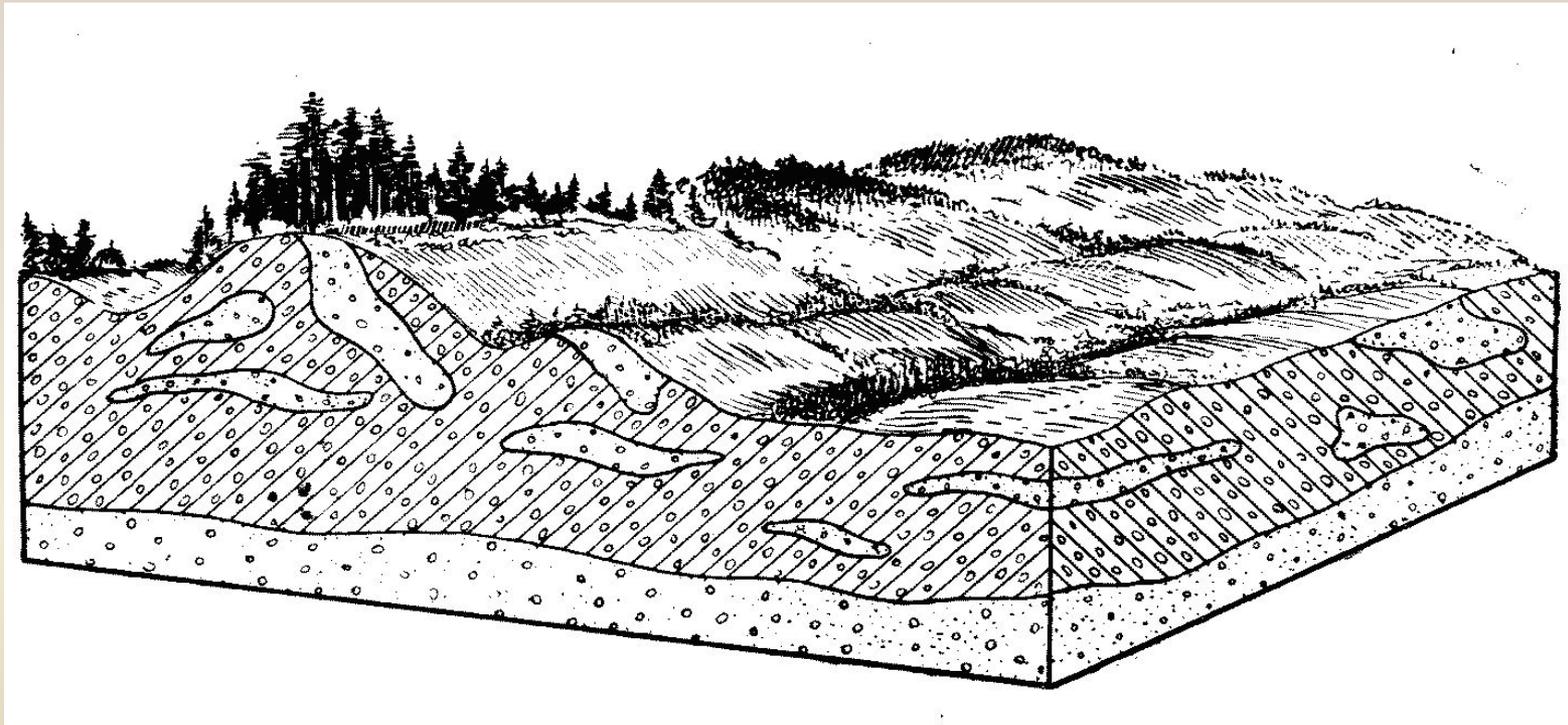


600м 250 0 500 1000м

Сечение рельефа через 5 м

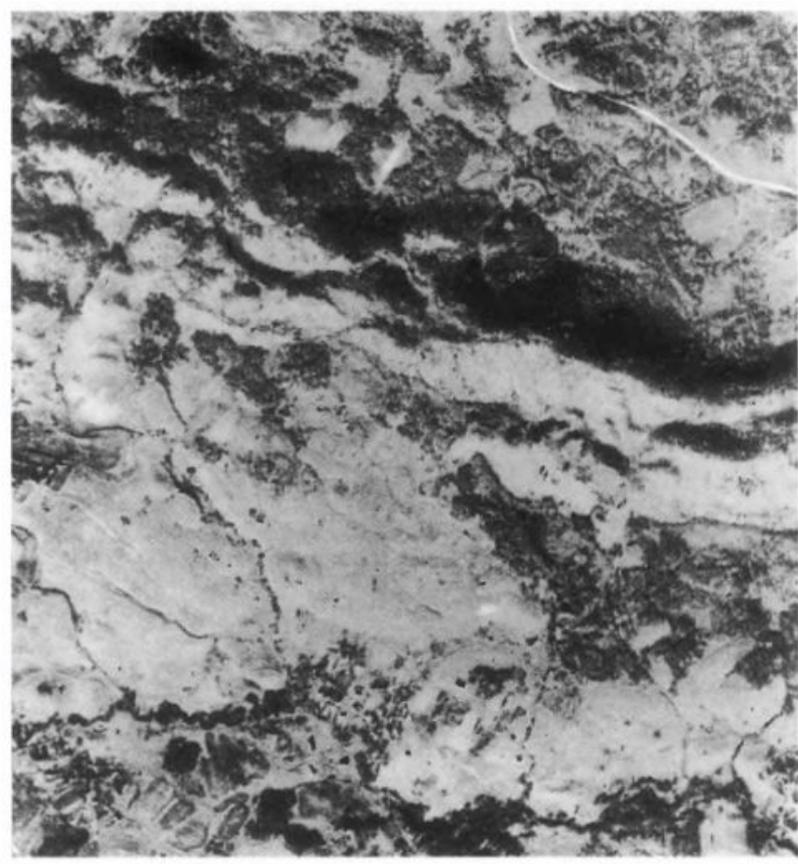
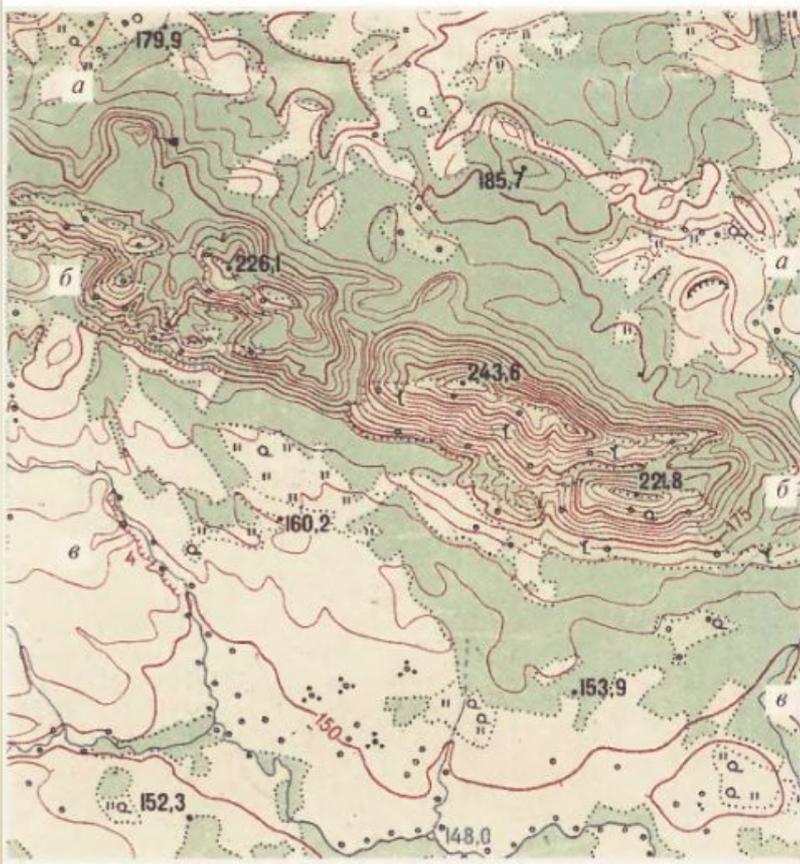
3. Отложения и рельеф областей ледниковой аккумуляции.

Ландшафт конечной морены



3. Отложения и рельеф областей ледниковой аккумуляции.

Ландшафт конечной морены



3. Отложения и рельеф областей ледниковой аккумуляции.

Ландшафт конечной морены



3. Отложения и рельеф областей ледниковой аккумуляции.

Ландшафт конечной морены



3. Отложения и рельеф областей ледниковой аккумуляции.

Ландшафт конечной морены



4. Отложения и рельеф перигляциальных областей.

Водно-ледниковые (флювиогляциальные) отложения накапливаются талыми ледниковыми водами. В зависимости от места формирования, они подразделяются на **внутриледниковые** и **приледниковые**. Всех их объединяет высокая степень отсортированности слагающего материала, ярко выраженная слоистость, хорошая окатанность крупных обломков. Формирование флювиогляциальных отложений происходило как при наступании и остановках ледника, так и, особенно активно, при его таянии.

Флювиогляциальные отложения (приледниковые) по периферии равнинных ледниковых покровов слагают обширные зандровые равнины. Они образованы отложениями многочисленных русел, блуждающих по равнинам и дробящихся на рукава.

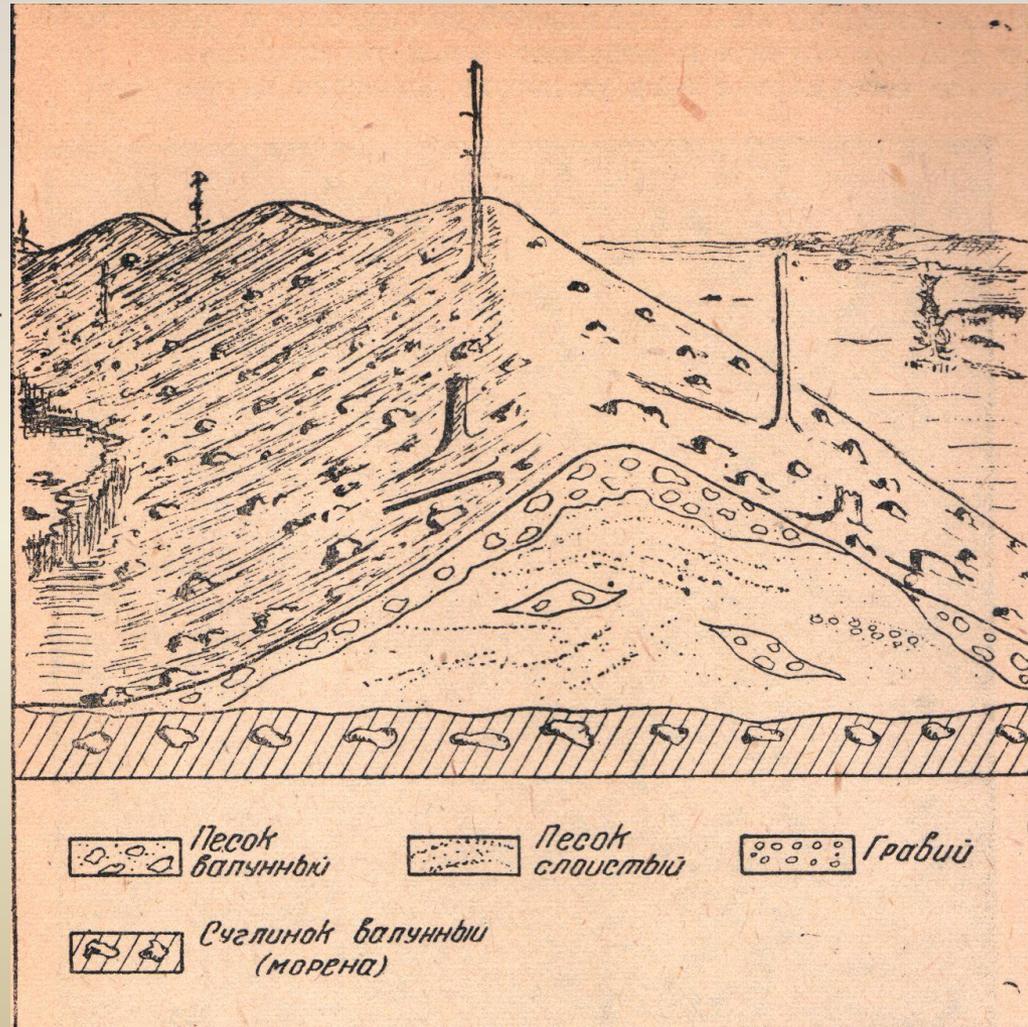


4. Отложения и рельеф перигляциальных областей.

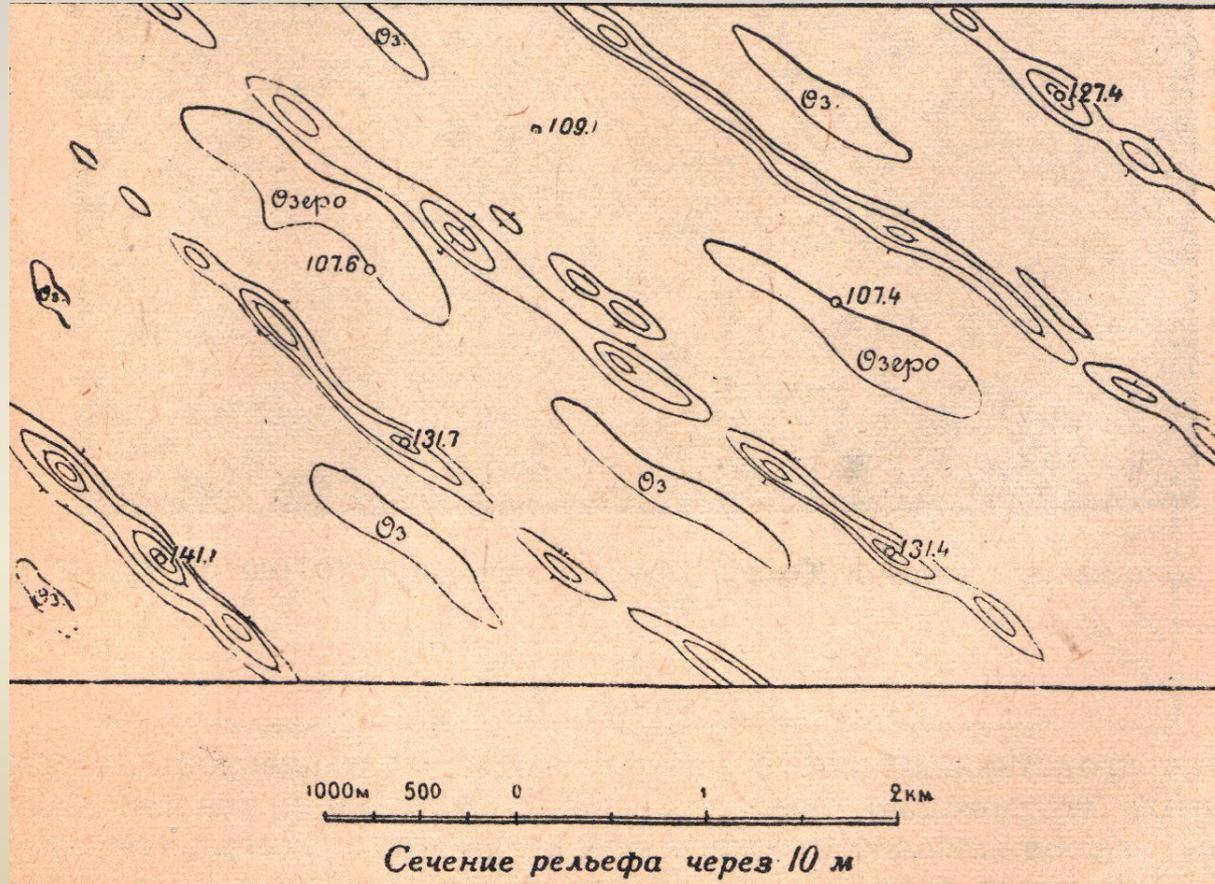
Внутриледниковые накопления представлены **озами и камами**. Первоначально они отлагались талыми водами в различных углублениях на поверхности или в теле ледника, а затем, по мере таяния, проецировались на земную поверхность. При этом краевые части оседающих массивов обрушивались, следовательно, озам и камам в разрезе характерны многочисленные сбросы. Озовые отложения накапливались в ледниковых трещинах, поэтому в рельефе озы имеют вид крутосклонных, узких и длинных (до нескольких километров) насыпей, обычно вытянутых по направлению движения ледника.

4. Отложения и рельеф перигляциальных областей.

Сложены озы наклонно- и горизонтально-слоистыми галечно-гравийно-песчаными породами.



4. Отложения и рельеф перигляциальных областей.



4. Отложения и рельеф перигляциальных областей.



4. Отложения и рельеф перигляциальных областей.



4. Отложения и рельеф перигляциальных областей.



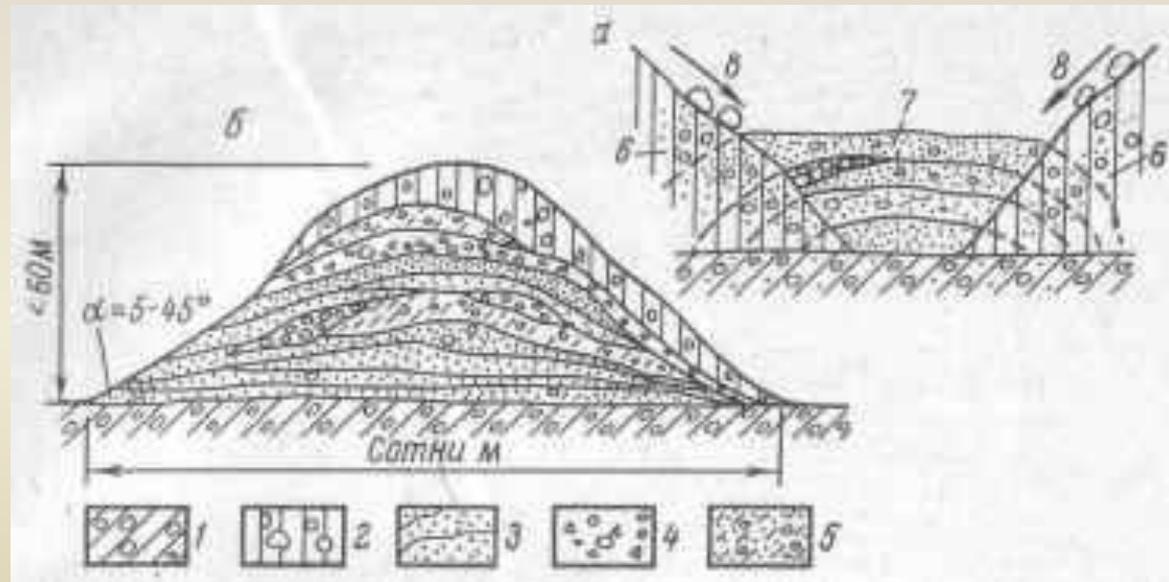
4. Отложения и рельеф перигляциальных областей.



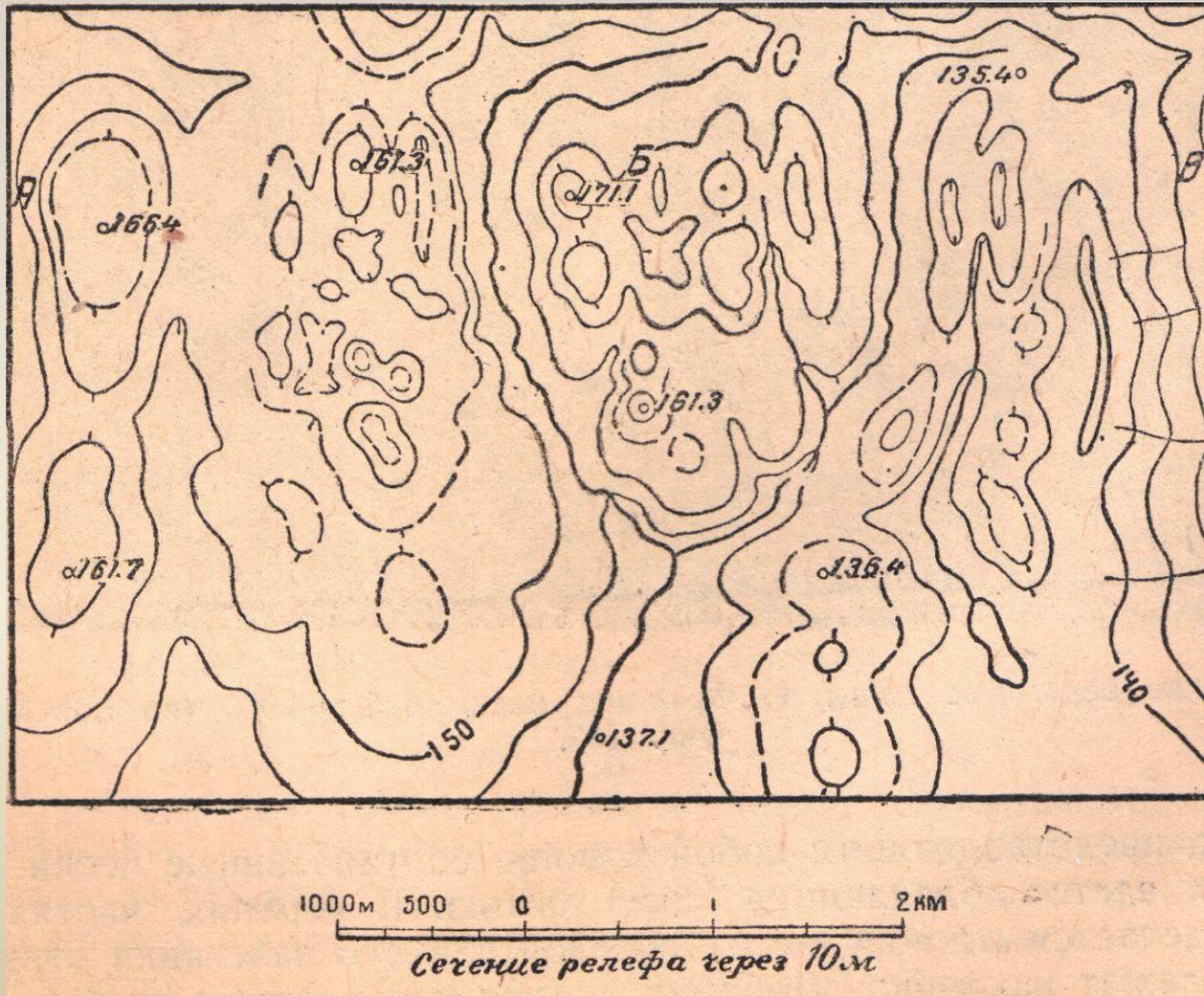
4. Отложения и рельеф перигляциальных областей.

Камовые отложения накапливались в изометричных озеровидных углублениях, поэтому в рельефе камы представляют собою холмы более или менее правильной куполовидной формы. Литологический состав их разнообразен: наряду с галечно-гравийно-песчаными породами присутствуют прослои и линзы алевритов и глин, а иногда и не отсортированного, с валунами и глыбами, моренного материала.

Рис. Камы
а — условия образования; б — разрез; 1 — основная морена; 2 — моренный чехол; 3 — косослойные пески; 4 — гравий; 5 — супесь; 6 — ледник; 7 — отложения в проталине; 8 — направление стока воды

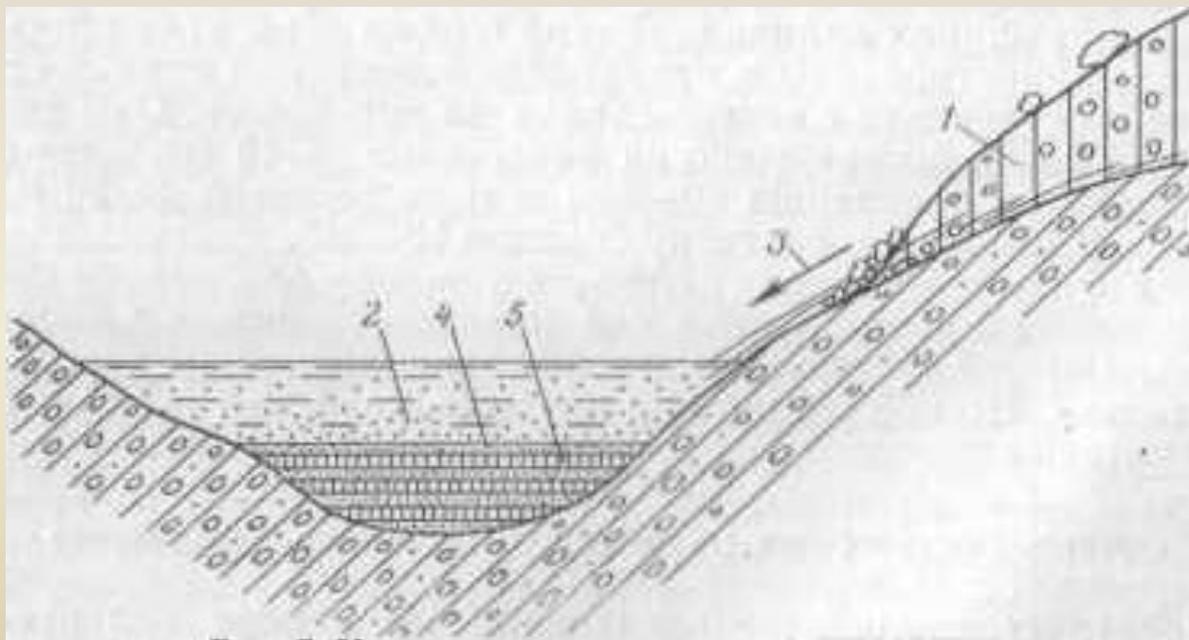


4. Отложения и рельеф перигляциальных областей.



4. Отложения и рельеф перигляциальных областей.

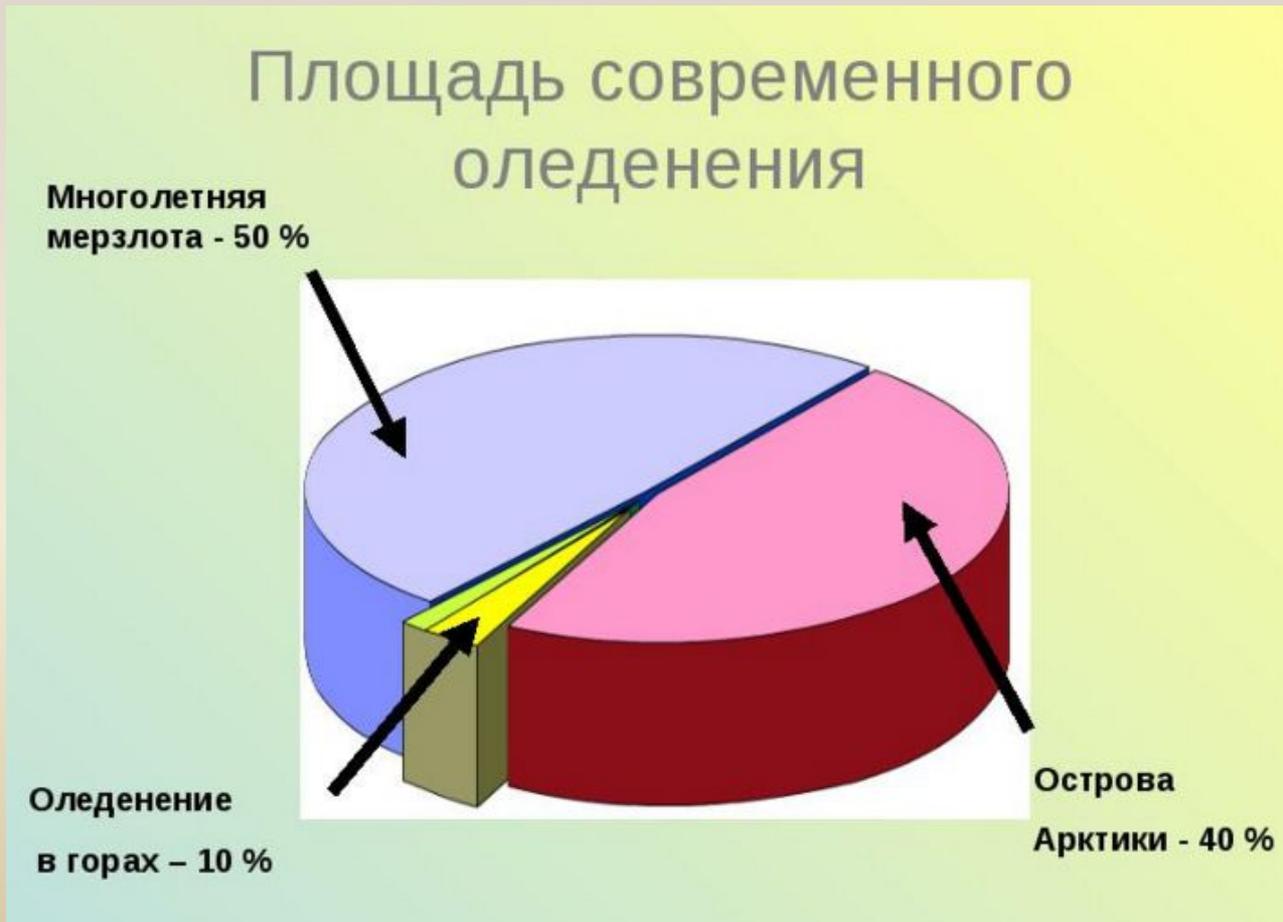
Озерно-ледниковые отложения. К озерно-ледниковым отложениям относят ленточные глины. Ленточные глины представляют собой слоистые отложения, состоящих из большого числа параллельных лент. Каждая лента состоит из двух слоёв: тонкозернистого (глинистого), накопившегося зимой и относительно грубозернистого (в основном тонкопесчаного), накопившегося летом в период активной абляции. Каждая пара слоёв соответствует годовому циклу осадконакопления.



1 — ледник; 2 — ледниковое озеро; 3 — направление стока ледниковых вод; 4 — песчаные прослой; 5 - глинистые прослой.

5. Древние оледенения.

Современное оледенение занимают около 11% современной поверхности суши.



5. Древние оледенения.

Древние оледенения – оледенения древних эпох. Геологические исследования доказали, что периоды похолодания климата являются повторяющимися событиями в истории Земли. В период похолодания климата формируются континентальные ледниковые покровы и отложения.

Интервал похолодания длительностью в сотни миллионов лет называется **ледниковой эрой**.

Внутри отдельной ледниковой эры выделяют **ледниковые периоды** длительностью в десятки миллионов лет, которые состоят из оледенений и периодов с более мягким климатом - **межледниковьями**.

5. Древние оледенения.

В истории Земли выделяются следующие **ледниковые эры**:

- 1) **раннепротерозойская** — 2,5—2 млрд. лет назад;
- 2) **позднепротерозойская** — 900—630 млн. лет назад;
- 3) **палеозойская** — 460—230 млн. лет назад;
- 4) **кайнозойская** — 65 млн. лет назад — настоящее время.

Кайнозойская эра включает третичный и четвертичный периоды, которые делятся на несколько эпох.

Четвертичный период – самый последний отрезок кайнозоя, начавшийся около 2 млн. лет назад. Синоним этого названия – антропогенный период. Наиболее существенная черта этого периода – последний в истории Земли ледниковый период.

В течение четвертичного периода времени площадь покровного оледенения неоднократно значительно расширялась. Льды покрывали огромные пространства на территории Северной Америки и Евразии. Во время максимума распространения четвертичного оледенения оно покрывало более 40 млн. км² (около 30% площади суши).

5. Древние оледенения.

Большинство исследователей склоняются к признанию на равнинах Европы следующих самостоятельных оледенений, имеющих следующие названия (рис. 3):

- Днепровское;
- Московское;
- Ранневалдайское;
- Поздневалдайское.

Рис. 3. Распространение четвертичных оледенений в пределах европейской части России. Границы оледенений:

1 – днепровского; 2 – московского; 3 – ранневалдайского; 4 – поздневалдайского

(по Н.В. Короновскому)

