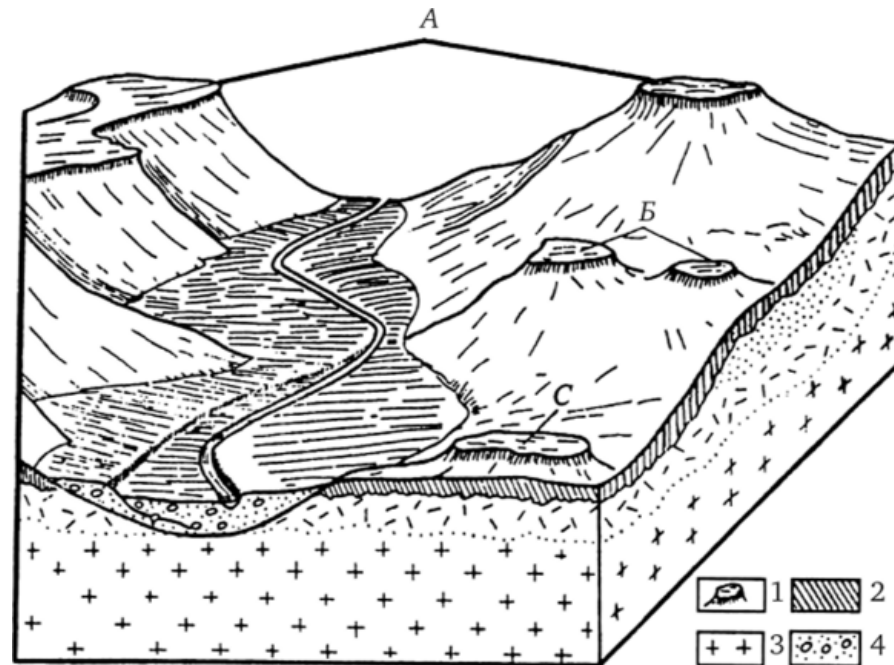


ЛЕКЦИЯ 6. ЭКЗОГЕННОЕ РЕЛЬЕФООБРАЗОВАНИЕ

1. Экзогенные рельефообразующие процессы: выветривание – физическое, химическое, органогенное, денудация, транспортировка, аккумуляция, дефляция
2. Формы рельефа, созданные временными и постоянными водотоками
3. Рельеф, созданный ледниками, ветром, подземными водами



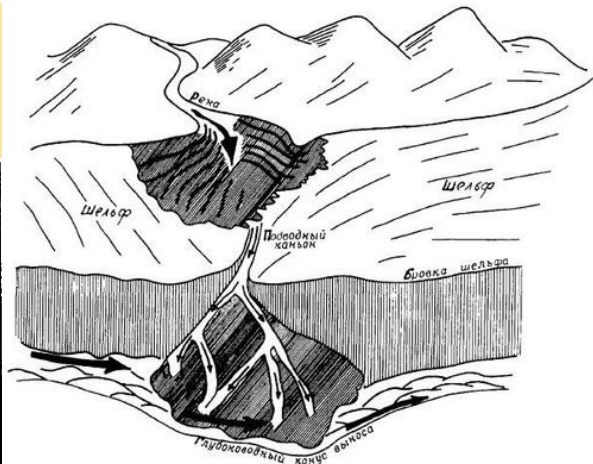
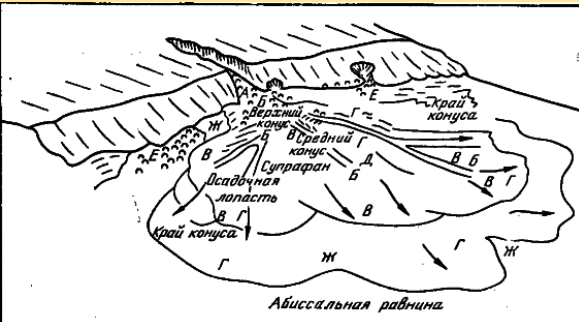
1. Экзогенные рельефообразующие процессы: выветривание – физическое, химическое, биологическое, денудация, транспортировка, аккумуляция, дефляция

Все горные породы под воздействием целого ряда факторов постепенно разрушаются. Процесс разрушения первоначально монолитных горных пород – **выветривание**.

Денудация (денудо – смыв, лат.) – это процесс разрушения пород, при котором образуются мелкие обломки (дресва, песок, глина), которые перемещаются (смываются дождем, водными потоками) называется



Аккумуляция – процесс накопления рыхлого материала

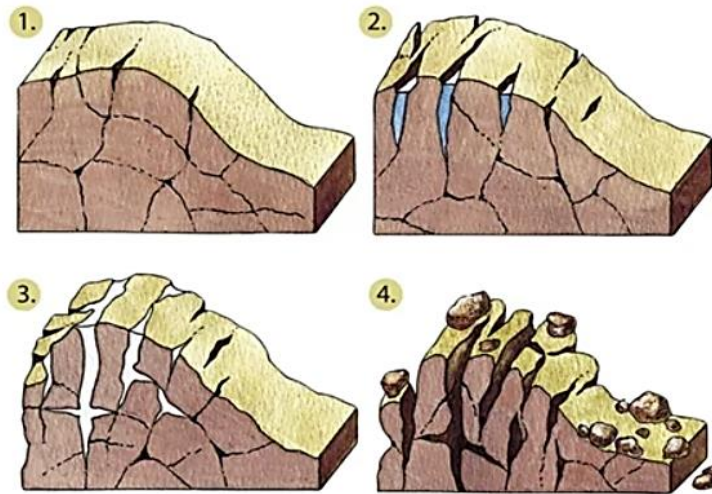


Выветривание

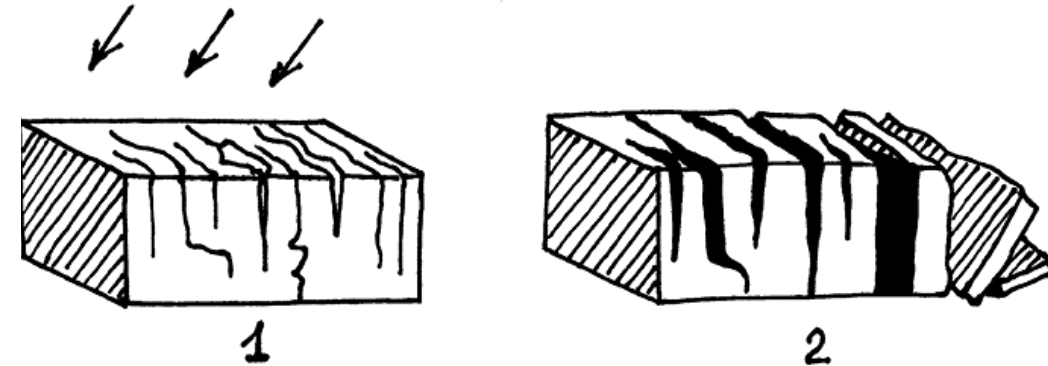
- физическое (температурное);
- механическое;
- химическое;
- биологическое

Физическое выветривание

Связано с увеличением объема воды, попавшей в трещины, при замерзании. Вода, замерзая превращается в лед, объем которого на 10% больше и при этом создается давление на стенки, что значительно больше прочности большинства горных пород. Такое же расклинивающее действие на породы оказывают кристаллы соли при их росте из раствора.



Попавшая в трещины горных пород вода при замерзании увеличивается в объеме примерно и расширяет трещины. Днем лед тает, вода просачивается по трещинам вглубь, чтобы ночью продолжить свою разрушительную работу.



Морозное выветривание. 1 – дождь заполняет водой трещины в горной породе; 2 — при замерзании воды лед (черное) увеличивается в объеме на 10 % и распирает породу, отдельные куски которой отваливаются от общей массы

Температурное выветривание шире всего проявляется в условиях жаркого климата, особенно в пустынях, где велики перепады дневных и ночных температур, достигающие 50°C. Морозное выветривание свойственно полярным и субполярным областям, а также высокогорьям, для которых характерны развалы обломков горных пород.

Механическое выветривание

Часто связано с непосредственным механическим воздействием живых организмов. Земляные черви способны переработать до 5 т почвы на 1 га за 1 год. При этом поверхностные слои почвы обогащаются гумусом. Улитки высверливают глубокие ходы в карбонатных породах, а муравьи роют неглубокие, но многочисленные ходы, разрыхляя почву и способствуя проникновению в нее воздуха. Даже мелкие грызуны, а также черви, муравьи и термиты оказывают механическое воздействие на горную породу, роя ходы до 1,5 м глубиной.

Механическое расклинивающее воздействие на горные породы оказывают корни деревьев и кустарников, которые увеличиваясь в объеме создают большое добавочное напряжение на стенки трещины.



Химическое выветривание

Растворение

связано с воздействием воды, в которой растворены ионы Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- .

Хорошо растворяются: соли хлористо-водородной и соляной кислот.

Плохо растворяются: карбонаты и сульфаты.

Очень плохо растворяются: карбонатные породы (известняки, мергели, доломиты).

Восстановление

происходит в условиях отсутствия химически связанного кислорода, когда сильным восстановителем является органическое вещество, сформировавшееся в результате отмирания болотной растительности породы с оксидом железа, окрашенные в бурые, желтые и красноватые цвета, преобразуются в серые и зеленые



Окисление

взаимодействие горных пород с кислородом и образование оксидов или гидрооксидов, если присутствует вода. Сильнее всего окисляются закисные соединения железа, марганца, никеля, серы, ванадия и других элементов, которые легко соединяются с кислородом.

Во влажном и жарком климате при испарении воды образуются бедный водой **гематит** Fe_2O_3



Легко окисляется *пирит*, после окисления которого получается **лимонит**, или **бурый железняк**

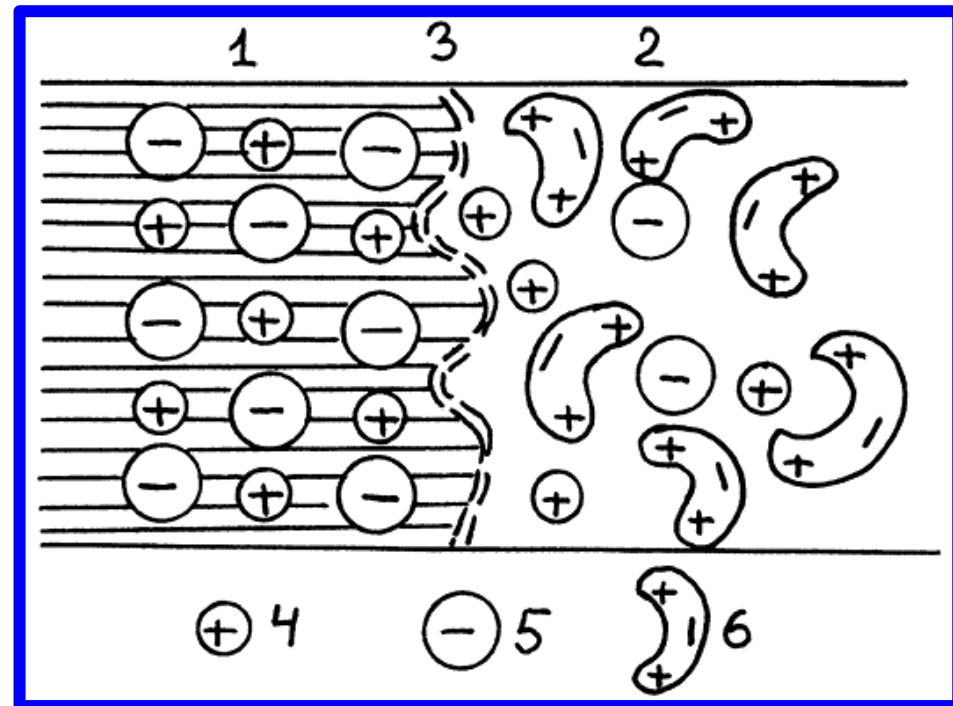
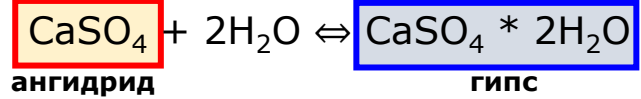


Схема взаимодействия воды с поверхностью минерала. Молекулы воды способны отрывать ионы от минерала: 1 – минерал; 2 – раствор; 3 – поверхность минерала; 4 – катион; 5 – анион; 6 – молекула воды



Гидратация

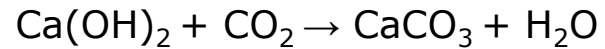
это процесс присоединения воды к минералам и образование новых минералов:



Объем породы при гидратации увеличивается, что может привести к деформациям отложений

Карбонатизация

представляет собой реакцию ионов карбоната и бикарбоната с минералами, которая ведет к образованию карбонатов кальция, железа, магния и других:



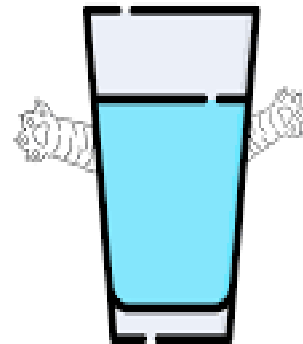
Большая часть карбонатов хорошо растворяется в воде и выносятся из зоны выветривания. Именно поэтому грунтовые воды в таких местах обладают высокой жесткостью.



ЖЕСТКАЯ ВОДА

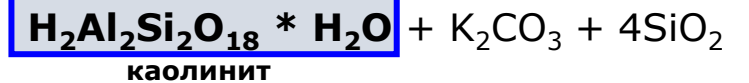
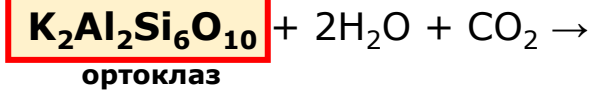


МЯГКАЯ ВОДА

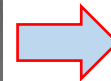


Гидролиз

сложный процесс, затрагивающий в основном минералы из группы силикатов и алюмосиликатов. Происходит при взаимодействии ионов H^+ и OH^- с ионами минералов (всегда необходима вода). Гидролиз приводит к нарушению первичной кристаллической структуры минерала и возникновению новой структуры уже другого минерала:



Устойчивый минерал *каолинит* может в дальнейшем разлагаться с образованием еще более устойчивого *гипбсита* – AlO(OH)_3 , входящего в состав *боксита* (основная руды на алюминий)



Биологическое выветривание

Живое вещество биосферы создает химические соединения, которые могут производить большую геологическую работу

Биота, поселившаяся на поверхности горных пород, извлекает из нее необходимые для жизни химические элементы – P, S, K, Ca, Mg, Na, B, Sr, Fe, Si, Al и др., что подтверждается их большим содержанием в золе растений, выросших на горных породах



Кора выветривания

Зона гипергенеза – это поверхностная часть земной коры, непрерывно подвергаясь воздействию различных экзогенных факторов и в которой горные породы стремятся войти в равновесие с непрерывно изменяющейся окружающей геологической средой

1. **Элювий**, или **кора выветривания** – геологическое тело, развитое на определенной площади или вдоль какой-либо зоны в горных породах, сложенное продуктами переработки поверхностных горных пород процессами физического, химического и биохимического выветривания. Элювий не перемещается, он остается на месте разрушенных пород.

2. **Иллювий**, или **инфильтрационная кора выветривания** – один из типов гипергенеза, в котором вещество, замещающее коренные породы, привнесено извне. Иллювиальные коры выветривания имеют различный состав и мощность в зависимости от химического состава инфильтрующего раствора, физико-химических и климатических обстановок

3. **Гальмиролиз**. Это подводный гипергенез, в результате которого морская вода воздействует на отложения океанского или морского дна. Магматические породы в этом случае располагаются с образованием глин, а вулканические пеплы превращаются в особую глинистую массу

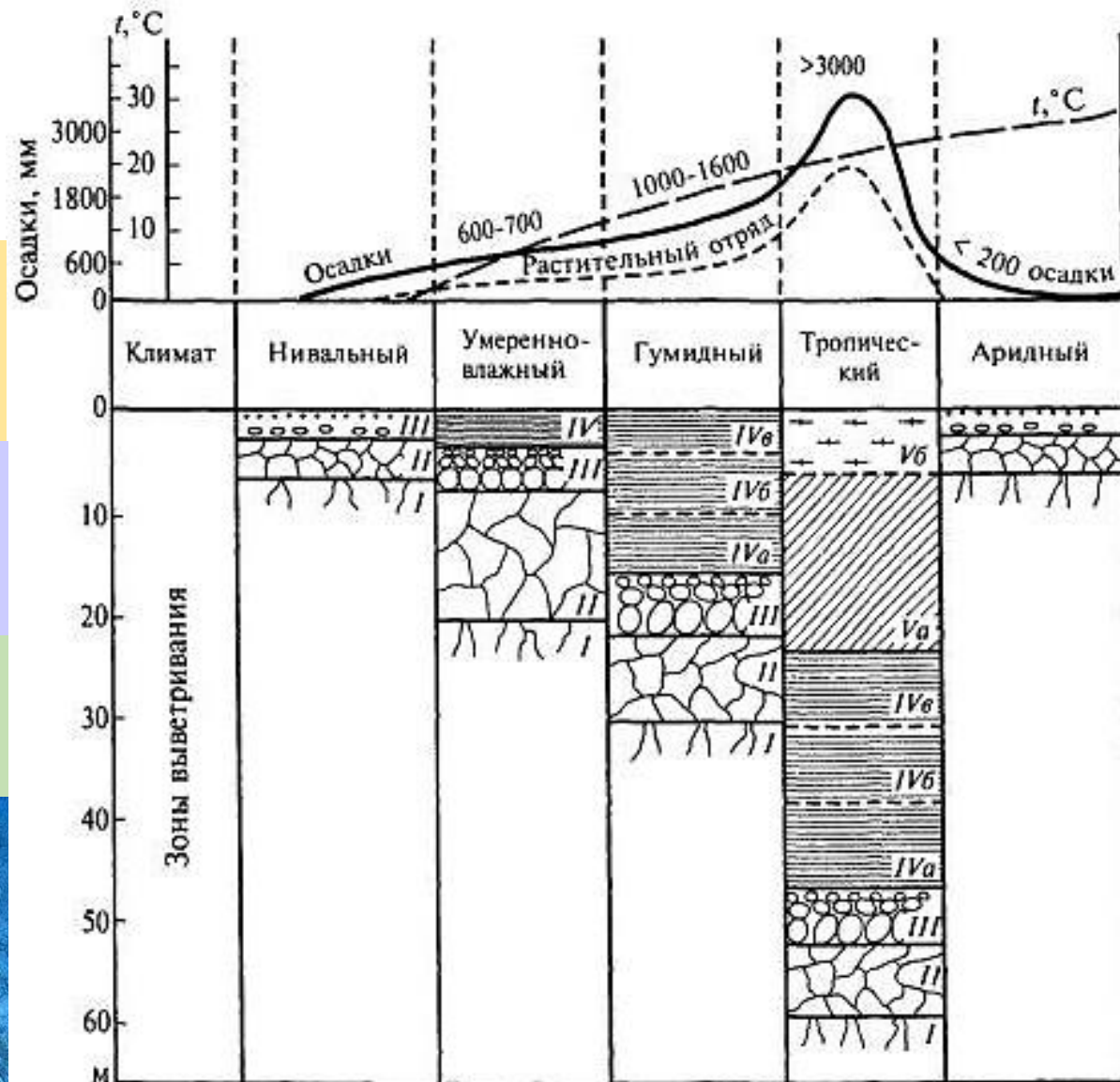


Рис. 13.8. Принципиальная схема строения кор выветривания в различных климатических зонах



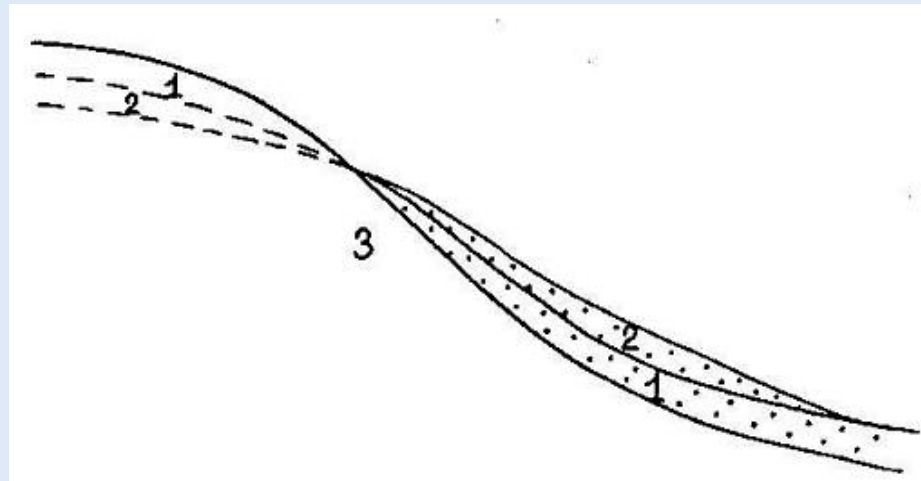
2. Формы рельефа, созданные временными и постоянными водотоками

Водные потоки производят огромную геологическую работу на поверхности суши. Реки, ручьи, ручейки переносят основную массу продуктов выветривания, вынося их в озера, моря и океаны. Ежегодный твердый сток (вынос) всех рек в мире оценивается цифрой около 17 млрд. т, что намного больше, чем переносится всеми другими геологическими агентами

Дождевая эрозия

Делли – плоскodonные неглубокие ложбины, образованные струйками воды, стекающими по склону

Более глубокие промоины – **борозды** и **рытвины**, дают начало оврагам. В степях ручейки на склонах смывают много почвенного материала – **плоскостной смыв**. Его продукты, накапливаясь на вогнутых частях склонов или у их подножья, называются **делювием** (лат. *deluo* – смываю)



Накопление делювиальных отложений у подножья склона (точки – делювий): 1, 2 - стадии смыва материала со склона, 3 – коренные породы



Временные водные потоки

Возникают при выпадении атмосферных осадков и при таянии снегов. В остальное время сток в равнинных условиях приводит к формированию оврагов, т.к. отдельные безрусловые потоки сливаясь в более крупный ручей, способны размывать склоны, т.е. приводить их к *эрозии* (лат. «эродо» – размываю), образуя уже более глубокие борозды – зарождающиеся овраги

Овраг

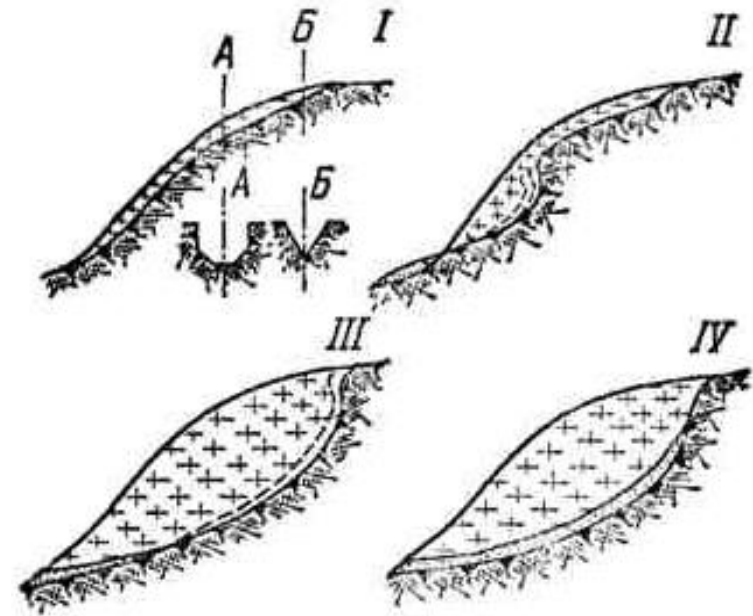


Крутые, осыпающиеся
склоны

Балка



Пологие склоны,
поросшие травой,
кустарниками и
деревьями



Стадии развития продольного
профиля первичного оврага (по С. С.
Соболеву):

I — промоина (рытвина); *II* — врезание
оврага вершиной (висячее устье); *III* —
выработка профиля равновесия; *IV* — за-
тухание.

бедленд



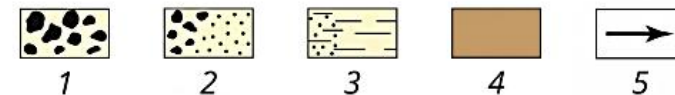
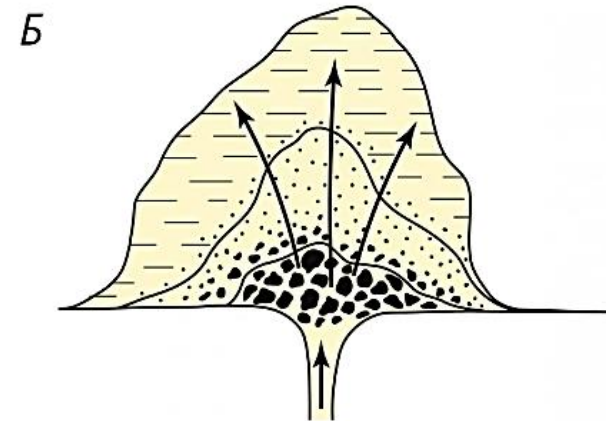
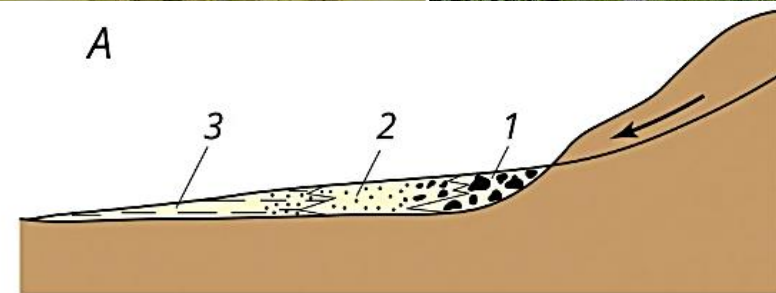
Временные горные потоки

В горных районах наблюдаются:

1) **сель** (арабск. *сайль* – бурный поток) – мощные временные водотоки, нередко содержащие в себе очень много обломочного материала (до $100-150 \text{ кг/м}^3$) и обладающие большой плотностью, оказывающие разрушительное воздействие на любые препятствия, склоны и русла долин временного стока. Образуются под влиянием бурного, летнего таяния снегов и ледников, а также в результате кратких, но сильных грозовых ливней.

2) **грязекаменный поток** – поток, в котором количество обломочного материала достигает в потоке 80%; в таком потоке плывут и не тонут каменные глыбы диаметром до 2-х и более метров.

3) **временный водоток** – возникает во время дождей.



А – продольный профиль; Б – план.

1 – наиболее грубые отложения – галечные;
2 – песчаные отложения с галькой; 3 – песчано-глинистые отложения; 4 – коренные породы склона и дна временного водотока; 5 – направления движения обломочного материала.



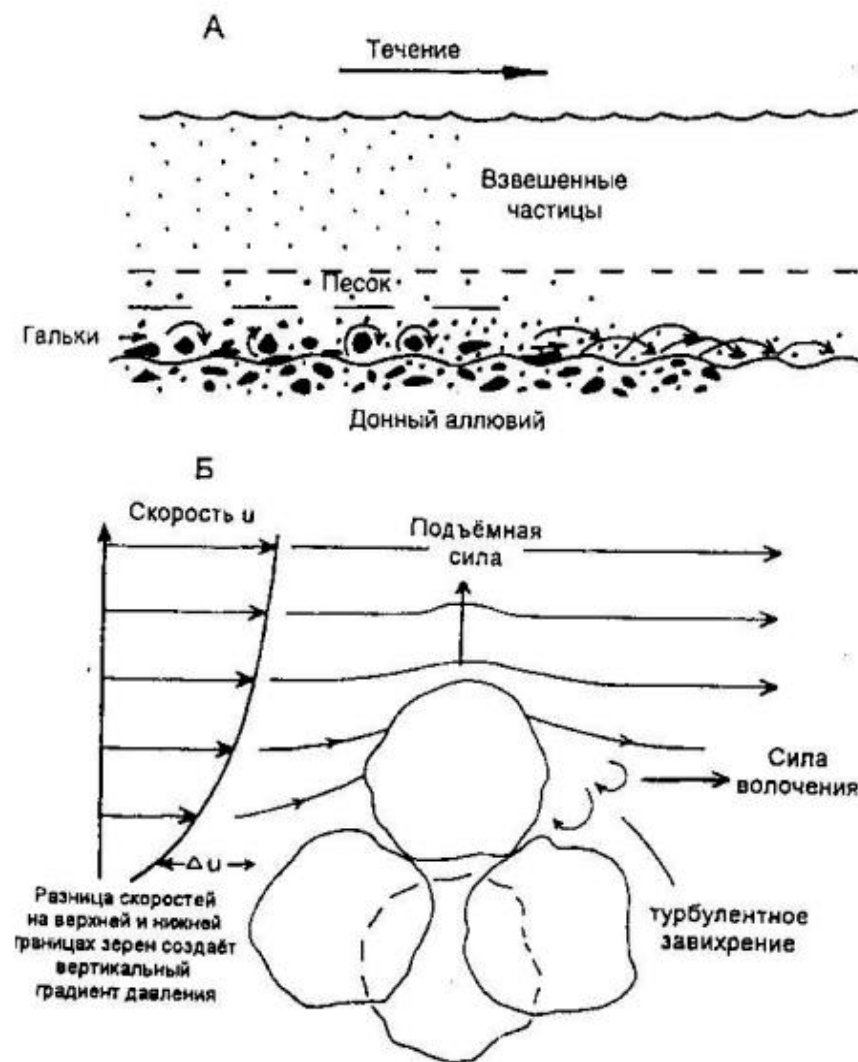
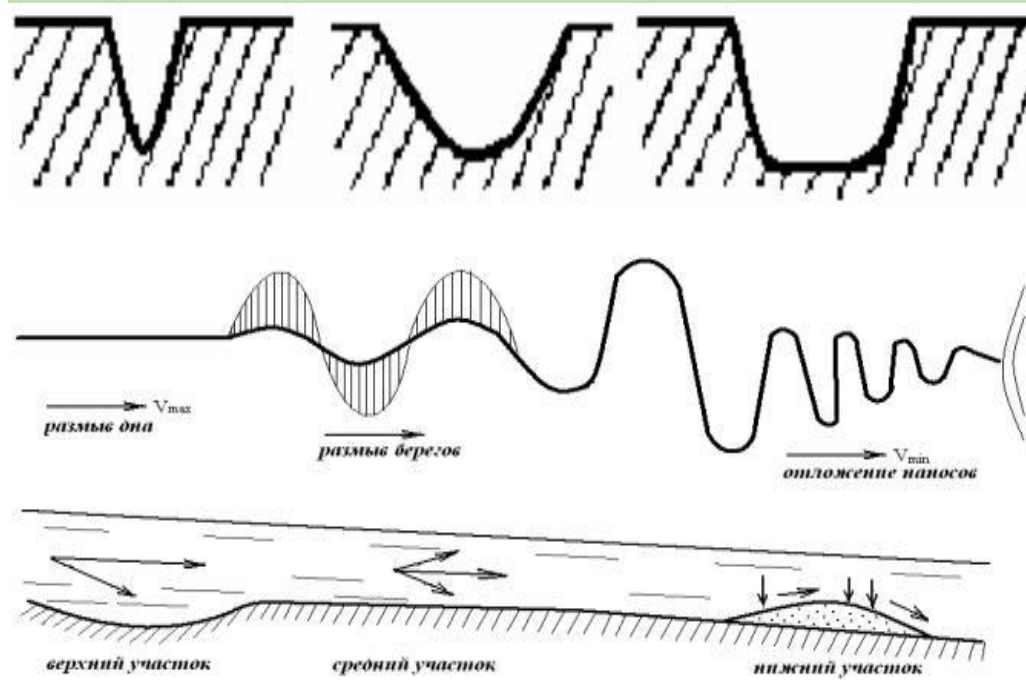
Геологическая деятельность рек

Эрозионная деятельность рек

Эрозионная деятельность реки осуществляется различными способами. Врезание реки происходит, главным образом, при помощи осадков, которые воздействуют на коренные породы ложа реки как абразивный материал, но сама вода не обладает абразивными свойствами

Водный поток влечет по дну материал, который окатывается, приобретая округлую форму. Растворяющее действие воды на породы ложа реки связано с наличием в воде угольной и органических кислот (из пород извлекаются ионы Na^+ , Ca^{+2} , K^+). Особенно быстро растворяются карбонатные породы.

Эродирующее действие реки сказывается как в пределах дна – *донная эрозия*, так и по берегам реки – *боковая эрозия* (сильно зависит от характера извилистости русла).



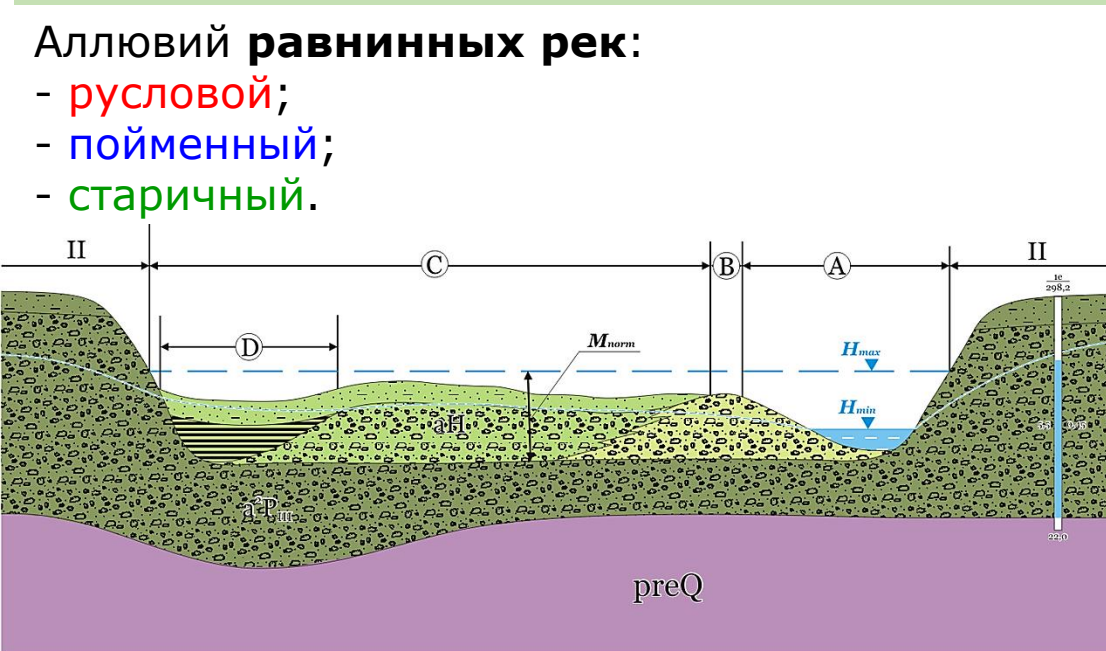
Транспортировка материала в реке (А). Гальки и обломки перекачиваются по дну, плоские гальки перемещаются волочением. Песчинки перемещаются прыжками - сальтацией. В верхней части воды самые тонкие частицы взвешены; Поведение взвешенной частицы в речной воде (Б)

Аккумулялирующая деятельность рек

Аккумуляция (отложение) материала в реках происходит в самом русле, по берегам реки во время половодья и в устьевой части реки, где образуется конус выноса, или *дельта* (по греческой букве Δ – дельта). Весь обломочный материал, откладываемый реками – это **аллювий** (лат. *аллювио* – намыв, нанос).

Аллювий **равнинных рек**:

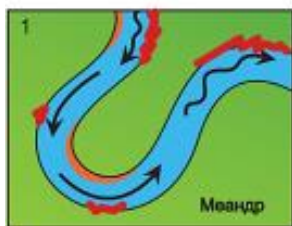
- **русловой**;
- **пойменный**;
- **старичный**.



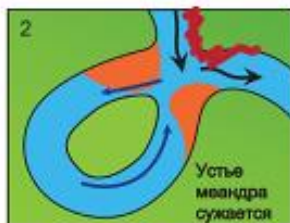
Поперечный разрез типовой речной долины: 1 – пойменный аллювий; 2 – русловой аллювий поймы; 3 – аллювий прируслового вала; 4 – старичный аллювий; 5 – пойменный аллювий 2-й террасы; 6 – русловой аллювий 2-й террасы; 7 – коренные породы; 8 – зеркало грунтовых вод; 9 – уровень максимального подъема воды в пойме (половодье); 10 – уровень минимального снижения воды в пойме (межень); 11 – нормальная мощность аллювия; 12 – водозаборная гидрогеологическая скважина; A – русло; B – прирусловой вал; C – пойма; D – старица; II – вторая надпойменная терраса

Возникновение озера-старицы

НАУКИ О ЗЕМЛЕ • ГЕОЛОГИЯ • РЕЧНАЯ ЭРОЗИЯ



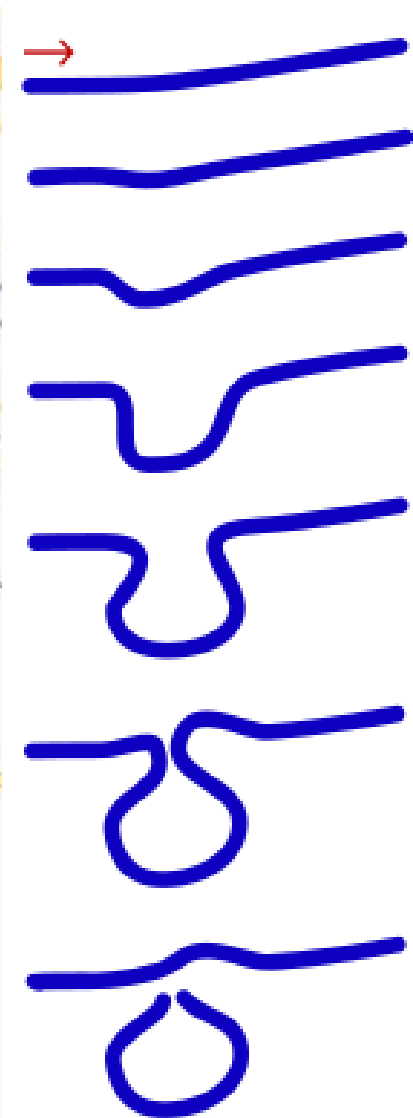
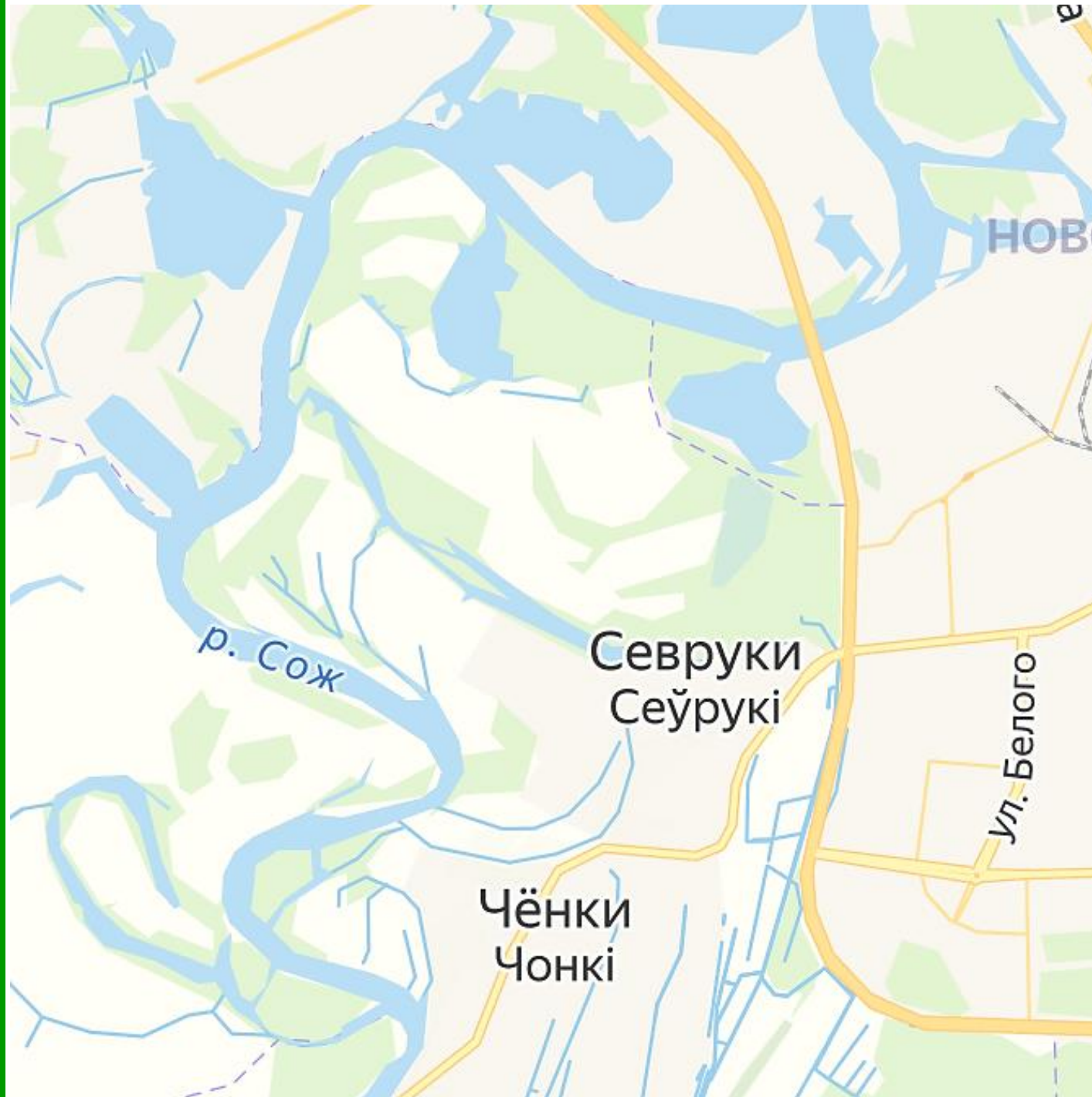
Обозначения
 Эрозия
 Осадок
 Быстрое течение



Старица формируется, так как река прорывает землю и осадок сокращает меандр



С течением времени речная эрозия и отложение осадков приводят к тому, что изгиб меандра становится более узким. Это в конечном итоге может сократить петлю и сформировать старицу



Фазы аллювиальной аккумуляции:

Инстративный, или **выстилающий аллювий** характерен для ранних стадий развития реки, когда она врежется в горные породы и характеризуется наибольшей грубостью и плохой сортировкой. Такой аллювий располагается только в русле реки.

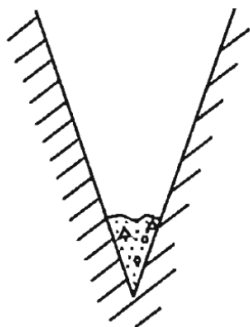
Субстративный, или **подстилающий аллювий** связан с расширением боковой эрозией речной долины. Этот аллювий менее грубый и он перекрывает выстилающий аллювиальный горизонт.

Констративный, или **настилающий аллювий** характерен для участков реки, испытывающих тектоническое опускание и, вследствие этого, накопление аллювиальных отложений в условиях замедленного стока и постоянно мигрирующего русла. При этом русловые, пойменные и старичные фации перекрываются более молодыми фациями.

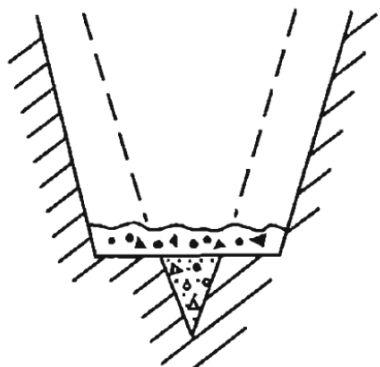
Перстартивный, или **перестилаемый аллювий** связан с хорошо разработанными, зрелыми долинами, для которых характерен очень пологий уклон и сильно развито меандрирование с боковой эрозией

Перстративный аллювий

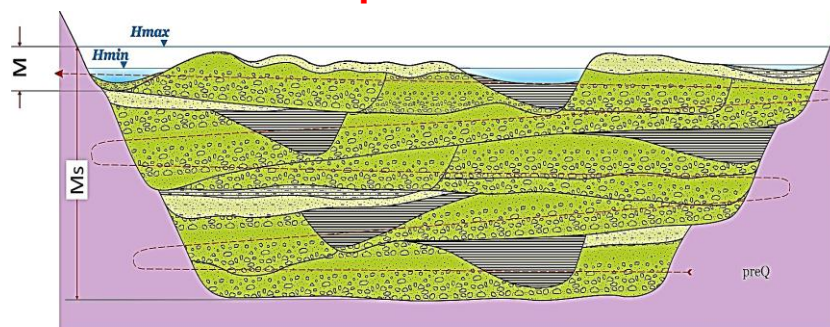
Инстративный аллювий



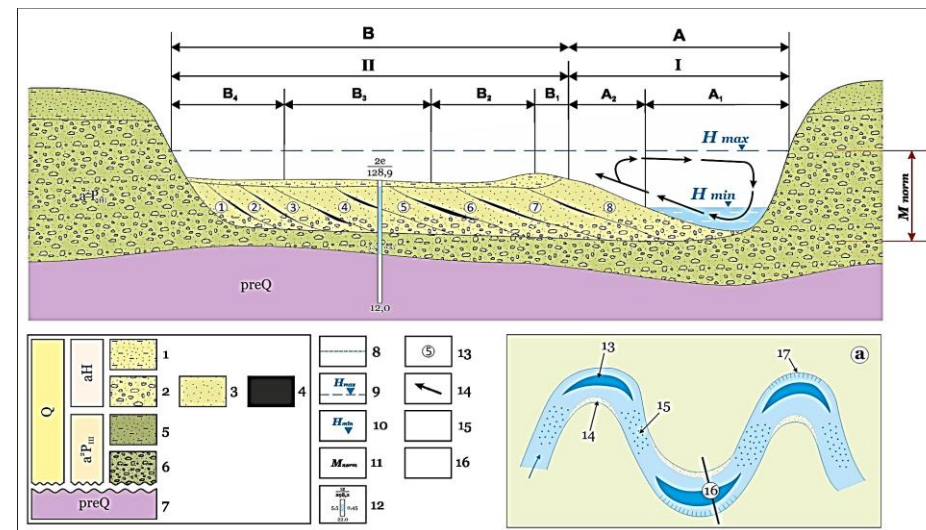
Субстративный аллювий



Констративный аллювий



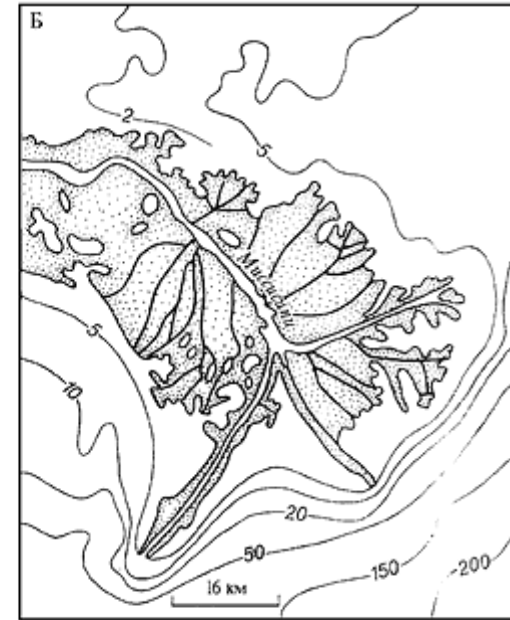
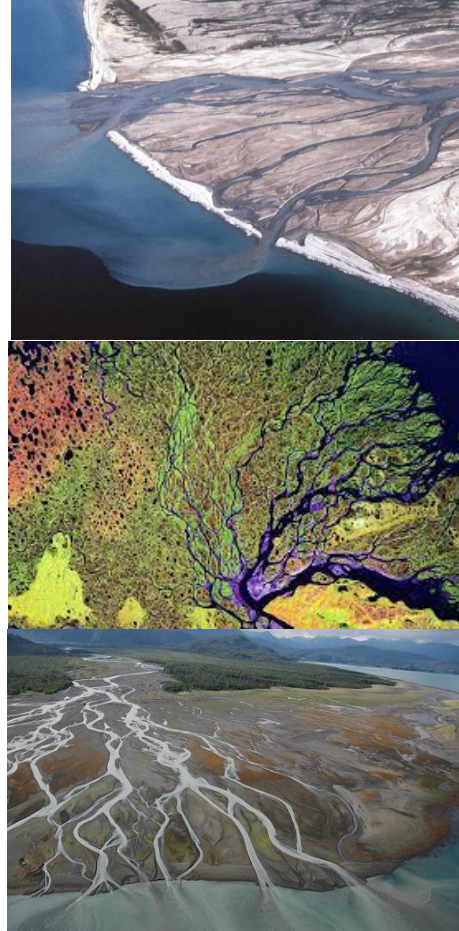
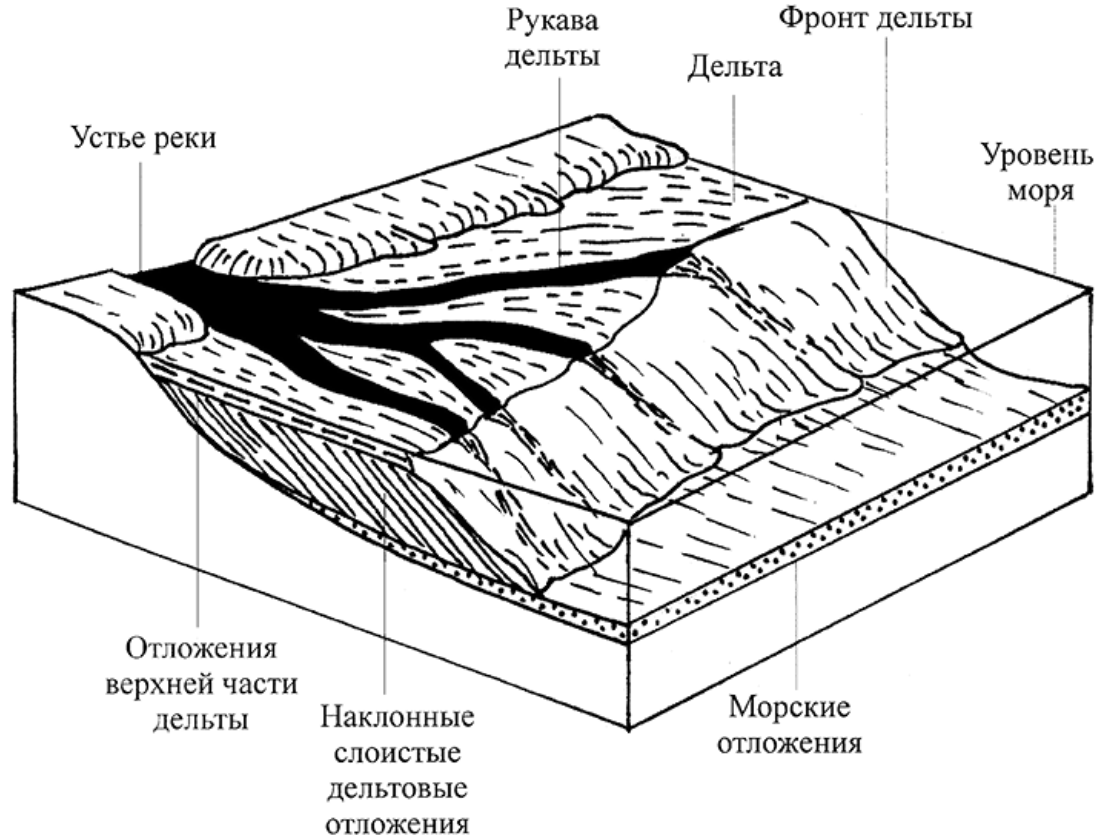
1 – русловый аллювий; 2 – пойменный аллювий; 3 – старичный аллювий; 4 – отложения вторичных водоёмов поймы; 5 – общее направление миграции русла реки. М – нормальная мощность аллювия; Ms – общая мощность аллювия



А – русло реки (A₁ – русло в межень, A₂ – прирусловая отмель); В – пойма (В₁ – прирусловый вал, В₂ – проксимальная пойма, В₃ – средняя пойма, В₄ – дистальная пойма); I – зона намыва речных наносов поперечными циркуляционными потоками, II – зона седиментации суспензированных наносов. 1 – пойменный (старичный) аллювий; 2 – крупнозернистый песок, гравий, галька; 3 – мелко- и тонкозернистый песок и супесь, 4 – слои ила, 5 – пойменный аллювий 2-й террасы; 6 – русловый аллювий 2-й террасы; 7 – дочетвертичные отложения, 8 – уровень грунтовых вод, 9 – уровень воды во время наводнения, 10 – уровень воды в межень, 11 – нормальная мощность аллювия, 12 – гидрогеологическая скважина, 13 – последовательно образованные слои руслового аллювия, 14 – направления потоков поперечной циркуляции в русле реки

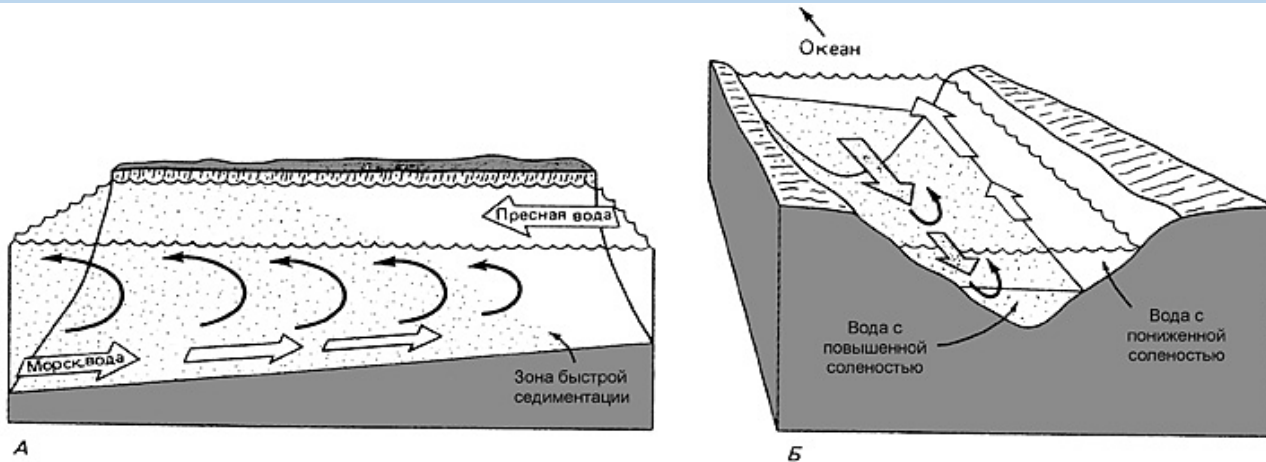
Устьевые части рек, дельты, эстуарии

То место, где русло нижнего течения реки выходит к морю, образуется самостоятельный в ландшафтном и геологическом отношении район – **дельта** (по сходству в плане с буквой Δ – греческого алфавита). Дельты характеризуются плоским, низменным рельефом, часто наличием многочисленных рукавов, ответвляющихся (фуркирующих) от главного русла реки, образуя веерообразную структуру. Содержащаяся в речной воде взвесь обломочного материала и русловой аллювий выпадают в осадок, при потере рекой живой силы

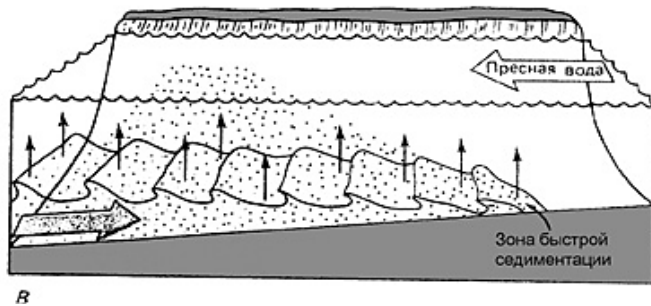


Различные типы дельт.
А – р. Тибр, Италия; Б – р. Миссисипи, США; В – р. Волга, Россия; г – р. Дунай, Румыния; Д – р. Муррей, Австралия

Эстуарии представляют собой узкие заливы, располагающиеся на месте впадения рек в море. Возникают они там, где происходят нисходящие тектонические движения, приливы и отливы и где взаимодействуют морские и континентальные обстановки. Море подтапливает устьевую часть реки, проникая далеко в сушу, а волна прилива проникает вверх по течению реки на десятки километров. Наносы, которые приносятся рекой, размываются вдольбереговыми течениями и поэтому дельта в таких речных устьях не образуется. Эстуарии хорошо выражены в устьях Темзы, Эльбы, Сены, Пенжины и др.



Схематические блок-диаграммы эстуариев. Наверху – частично перемешанный эстуарий (тип В) Северного полушария: А – вид сбоку; Б – вид со стороны суши. Внизу (В) – резко стратифицированный эстуарий (тип А).



Развитие речных долин и формирование речных террас

В своем развитии любая река проходит ряд стадий, от молодости до зрелости:

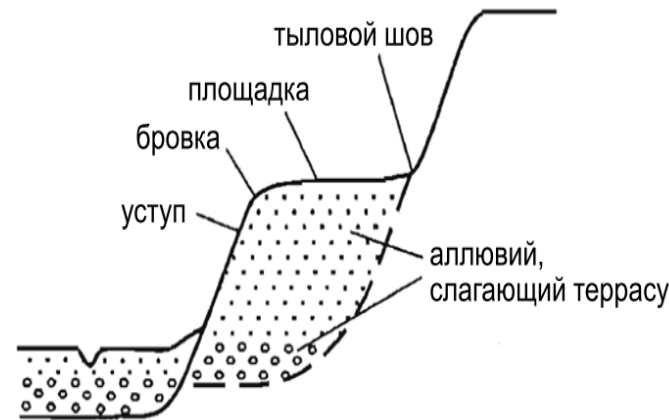
На **ранней стадии** своего заложения в реке преобладает донная эрозия, узкая, неразработанная долина V – образной формы, грубый, плохо сортированный аллювий, накапливающийся лишь в отдельных местах и часто сносимый в половодье. Продольный профиль долины реки в эту стадию крутой в верховьях, изобилует неровностями и перепадами.

Зрелая стадия формирования реки предполагает расширение долины за счет усиления боковой эрозии вследствие меандрирования. Начинает формироваться пойма, как низкая, так и высокая, образуются **террасы**, продольный профиль реки становится выровненным, стремящимся приблизиться к базису эрозии. Меандровый пояс во много раз шире самой реки, поэтому долина приобретает ящикообразную форму.

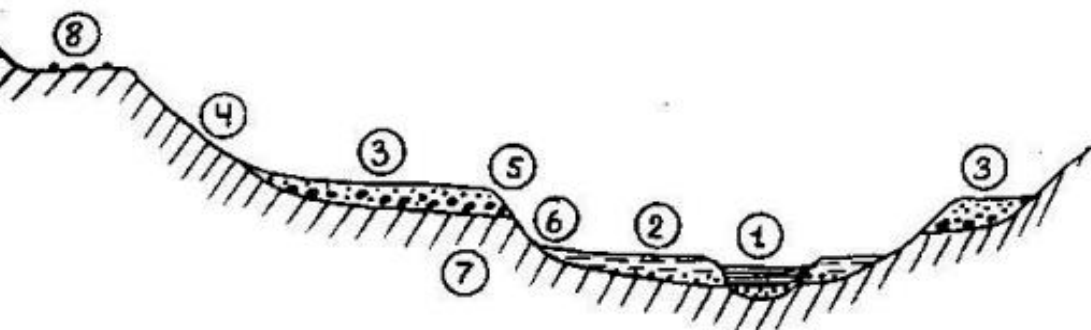
В **стадии старости** долина реки расширяется еще больше, за счет меандрирования образуется много заболоченных стариц, продольный профиль выполаживается еще больше, течение замедляется. Река не может переносить много материала и постепенно заиливается и зарастает.



- 1 – русловый аллювий с базальным горизонтом в основании;
- 2 – песчаные отложения приустьевого вала; 3 – супеси, суглинки, глины пойменной фации; 4 – старичная фация (а – торфяники, б – илы и глины);
- 5 – горизонт грунтовых вод.



Террасы р. Мурэн в Северном Хангае: П – пойма; I – первая надпойменная терраса; II – вторая надпойменная терраса



Строение и типы террас: 1 – река, 2 – пойма, 3 – надпойменная цокольная терраса, 4 – тыловой шов террасы, 5 – бровка террасы, 6 – уступ террасы; 7 – коренные породы, 8 – эрозионная терраса

3. Рельеф, созданный ледниками, ветром, подземными водами

Все воды, находящиеся в порах и трещинах горных пород ниже поверхности Земли, относятся к подземным водам. Часть этих вод свободно перемещается в верхней части земной коры под действием гравитационных сил, а другая часть находится в очень тонких порах, удерживаясь силами поверхностного натяжения. Подземные воды не могут существовать без обмена с водой поверхностной и активно участвуют в круговороте воды в природе

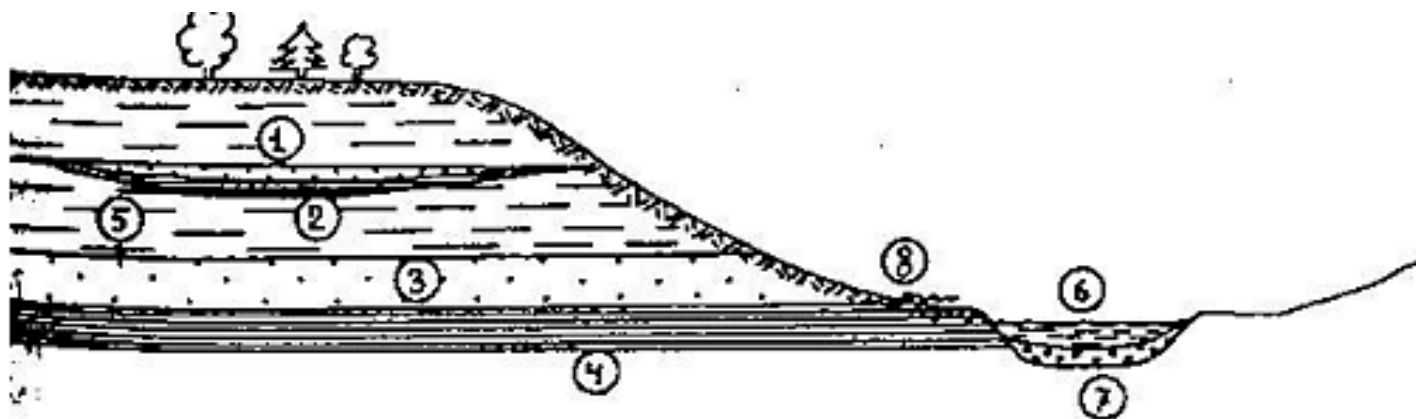
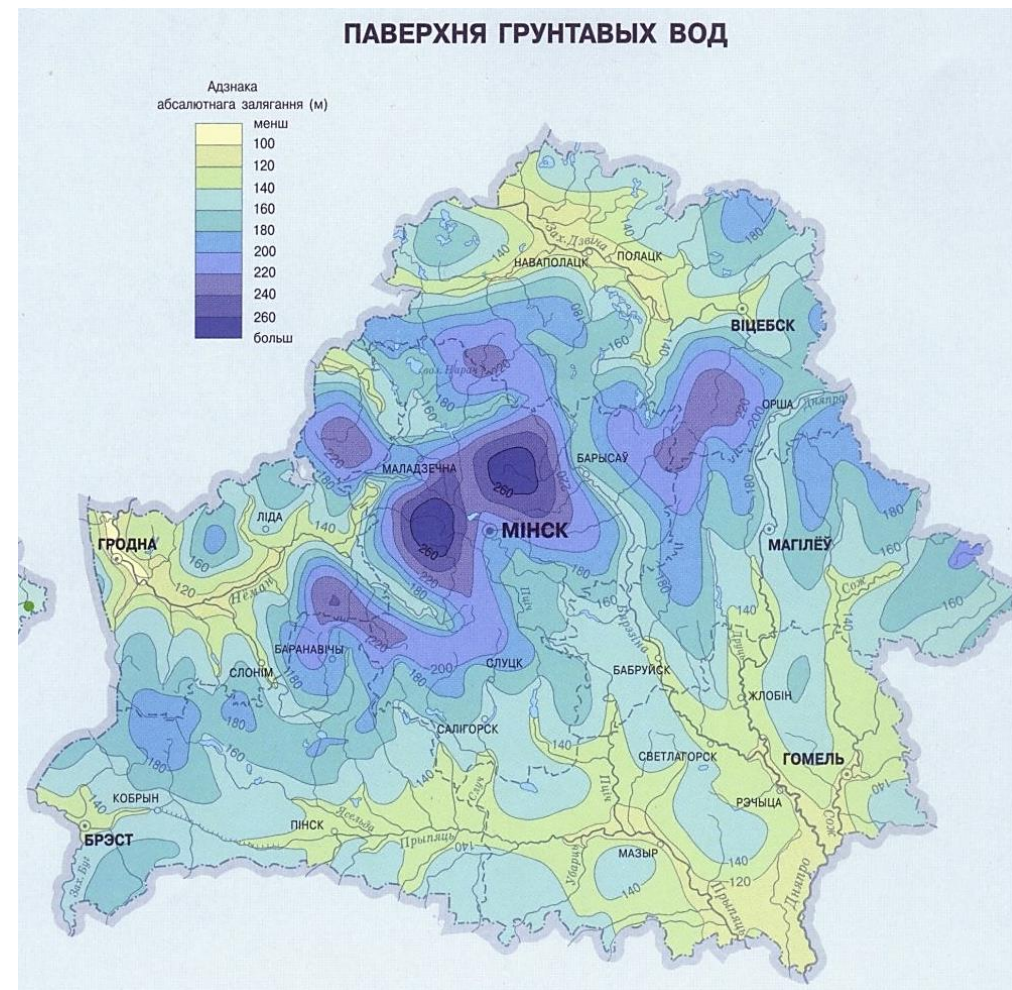


Схема залегания грунтовых вод: 1 – верховодка (водоносный временный горизонт), 2 – локальный водоупор, 3 – водоносный горизонт, 4 – водоупорный горизонт, 5 – зеркало грунтовых вод, 6 – река, 7 – аллювий, 8 – родник

1. **Водопроницаемые** – песок, гравий, галечники, конгломераты, трещиноватые песчаники, доломиты, закарстованные известняки и др. и это несмотря на то, что галечники, прекрасно проницаемые для воды, имеют пористость всего 20%. Пески обладают пористостью в 30-35%.

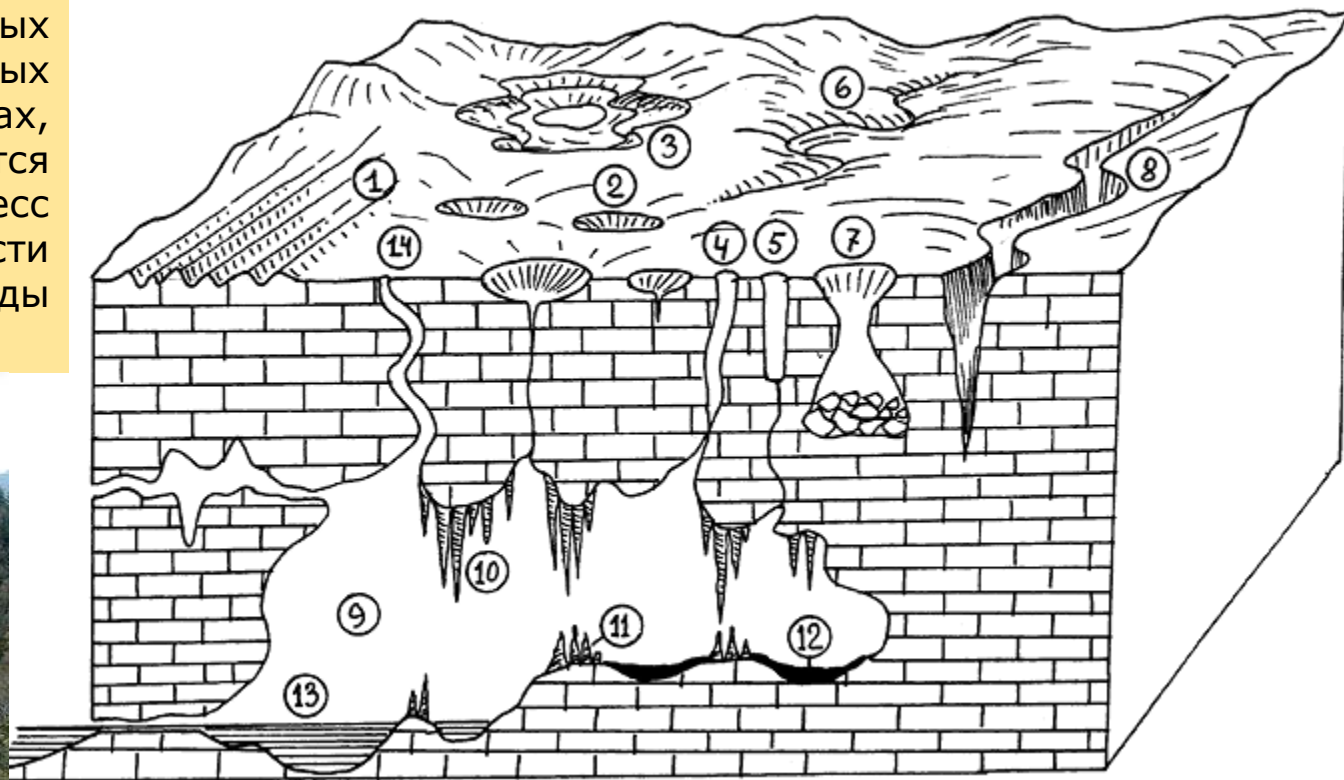
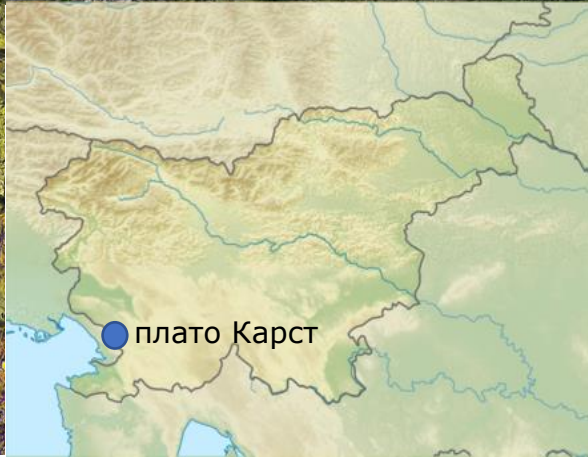
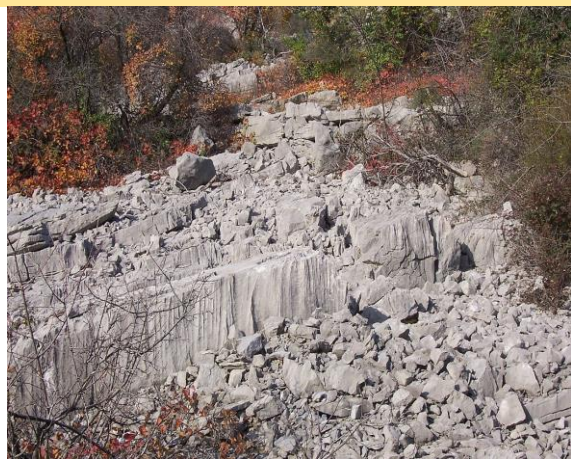
2. **Слабопроницаемые** – супеси, легкие суглинки, лёссы.

3. **Водоупорные** – глины, тяжелые суглинки, плотные сцементированные породы



Карстовые процессы

Карстовые процессы развиваются в растворимых природными поверхностными и подземными водами горных породах: известняках, доломитах, гипсах, ангидритах, каменной и калийной солях. Основой процесса является процесс химического растворения пород и процесс выщелачивания, т.е. растворения и вынос какой-то части горных пород. Различные по своему составу воды растворяют породы по-разному.

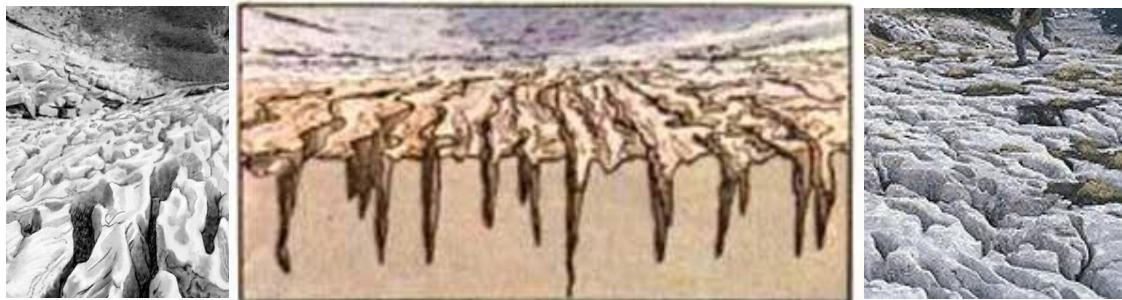


Карстовые формы рельефа: 1 – карры, 2 – воронки, 3 – полье, 4 – колодцы, 5 – шахты, 6 – исчезающие реки, 7 – провальные воронки, 8 – ущелье, 9 – пещера, 10 – сталактиты, 11 – сталагмиты, 12 – «терра-росса», 13 – пещерное озеро



Поверхностные карстовые формы

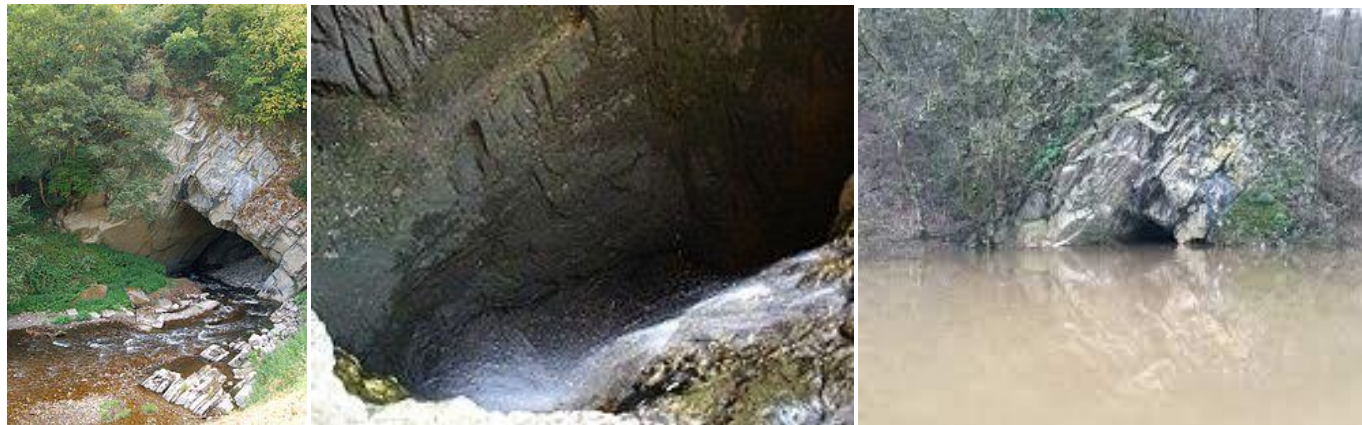
Карры – это разнообразные неглубокие выемки, глубиной до 2 м, образованные, в основном, выщелачиванием известняков поверхностными атмосферными водами. Наиболее типичны желобковые карры (параллельные желобки, разделенные острыми грядами). Рельеф с желобковыми каррами напоминает стиральную доску, а участки развития многочисленных карров – *карровые поля*



Желоба и рвы – более протяженные и глубокие участки карстового выщелачивания поверхности известняков, наследующие поверхностные трещины и достигающие глубины до 5 м.

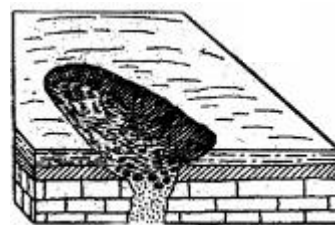


Поноры – узкие отверстия, наклонные или вертикальные, возникающие на узлах пересечения трещин при дальнейшем развитии процесса растворения и выщелачивания. Эти каналы служат стоком поверхностных вод и направляют их вглубь массива горных пород.

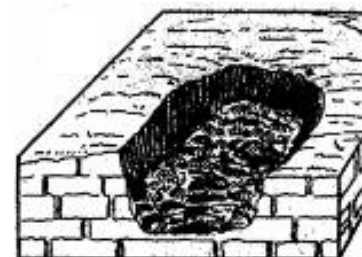


Карстовые воронки

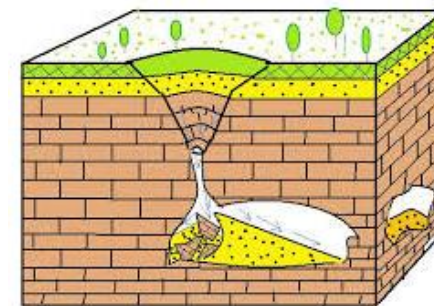
*поверхностного
выщелачивания*



провальные



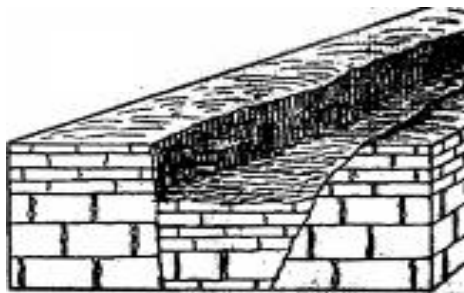
*просасывания,
или коррозионно-
суффозионные*



Блюдца и западины – мелкие, небольшие карстовые воронки.



Поля – довольно большие, сотни метров в диаметре, неправильной формы понижения, образовавшиеся при слиянии ряда котловин и воронок. В том числе и провальных



Карстовые колодцы и шахты – это каналы, уходящие почти вертикально в известковые массивы на десятки и сотни метров при диаметре в несколько метров. Образуются при выщелачивании по трещинам, иногда поверхностными водными потоками, размывающими известняки.



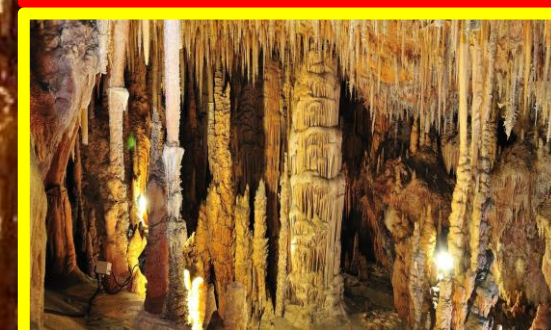
Слепые долины представляют собой небольшие реки, протекающие в закарстованных районах, имеющие исток, но внезапно оканчивающиеся у какой-нибудь воронки или поноры, куда и уходит вся вода.



В Башкирии река Янан. Подземный поток протяженностью 40 км под землей, длина поверхностной части реки 17 км



Карстовые пещеры возникают различными способами: путем растворения, выщелачивания и размыва; путем обрушения, раскрытия и последующего размыва тектонических трещин. Подземные воды, протекая по трещинам или тектоническим раздробленным зонам, постепенно растворяя и выщелачивая известняки или доломиты



Рельефообразующая деятельность ветра

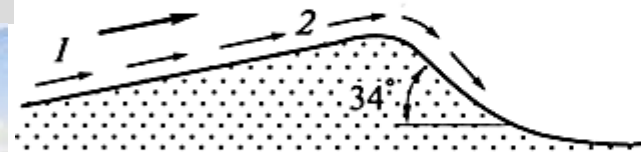
Ветер – это движение воздушных масс, струй и потоков, в приземном слое, в основном, параллельно земной поверхности.

Геологическая работа ветра состоит из нескольких основных процессов:

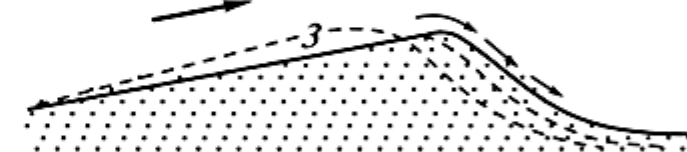
- 1) разрушение горных пород – **дефляция** и **корразия**;
- 2) транспортировка материала;
- 3) аккумуляция материала.



I

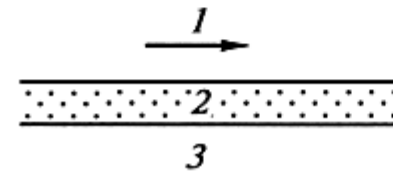


A



Б

II



III

Разрушение и аккумуляция сыпучего материала при эоловых процессах:

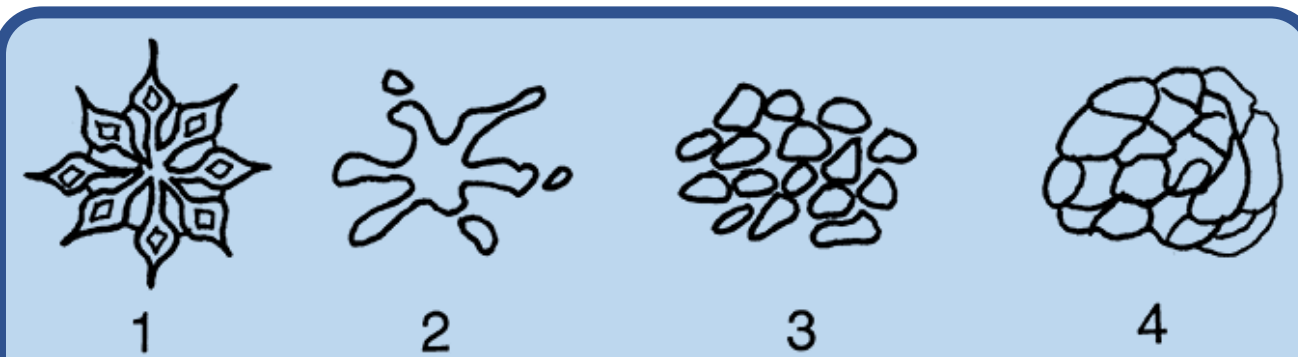
I – корразия. Песчинки, перемещающиеся ветром путем сальтации (прыжками), обтачивают выступы горных пород.

II – образование бархана: А – 1 – ветер; 2 – песок; 34° – угол естественного откоса сыпучих тел – подветренный склон. Б – перемещенные бархана – пунтир; 3 – зона ветровой эрозии песка.

III – образование котловин выдувания: 1 – ветер; 2 – песок; 3 – увлажненный грунт

Рельефообразующая деятельность снега, льда и ледников

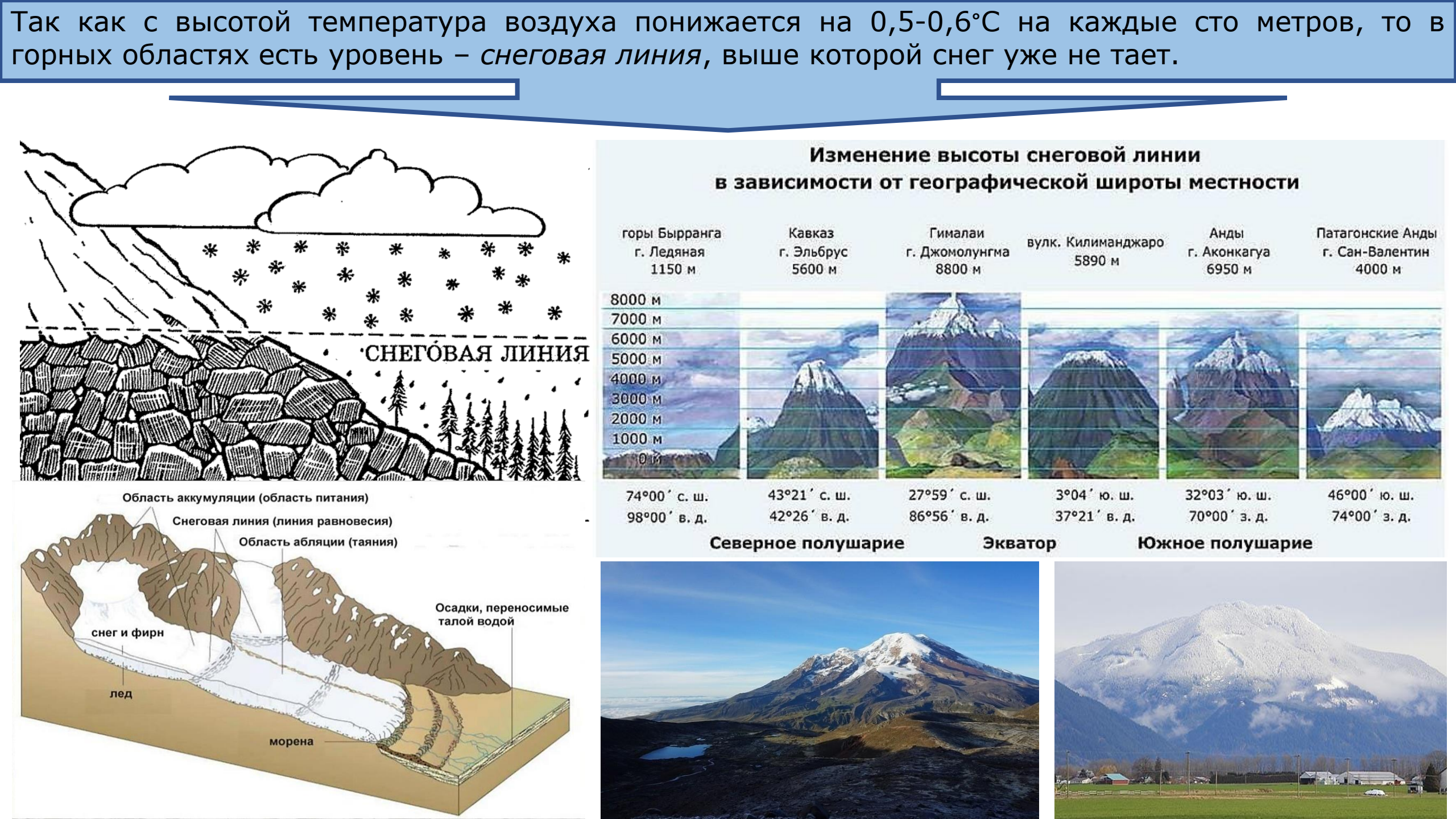
Кристаллы снега образуются при конденсации водяного пара. Свежий снег обладает высокой пористостью и большой поверхностью соприкосновения с воздухом, что способствует испарению и сублимации, при которой выделяется тепло. Снежинки начинают уплотняться и, подтаивая, за счет высвобождающегося тепла, начинают изменять свою форму, превращаясь в округлые зерна и уплотняясь, образуя **фирн**. Дальнейшее уплотнение фирновых зерен ведет к их трансформации в **фирновый лед**, еще содержащий поры, а еще позднее уже в **глетчерный лед**, не имеющий пор, обладающий голубоватым цветом и менее плотный, чем речной лед.



Превращение снега в лед:

1 – снежинка;
2 – под воздействием сублимации (возгонки) выделяется тепло и снежинка оплавляется;
3 – оплавленные комочки образуют фирн;
4 – фирновые зерна соединяются, сплавляются вместе, превращаясь в лед





Ледники

Горно-долинные

развиты почти во всех крупных горных системах: Кордильерах, Андах, Памире, Гималаях, Кавказе, Альпах и других



Покровные

Антарктида, Гренландия, более мелкие – в Исландии, на Земле Франца-Иосифа, Новой Земле, Северной Земле и островах Канадского Арктического архипелага



Горно-долинные

В любом горно-долинном леднике различаются области:

- 1) аккумуляции;
- 2) стока;
- 3) разгрузки.

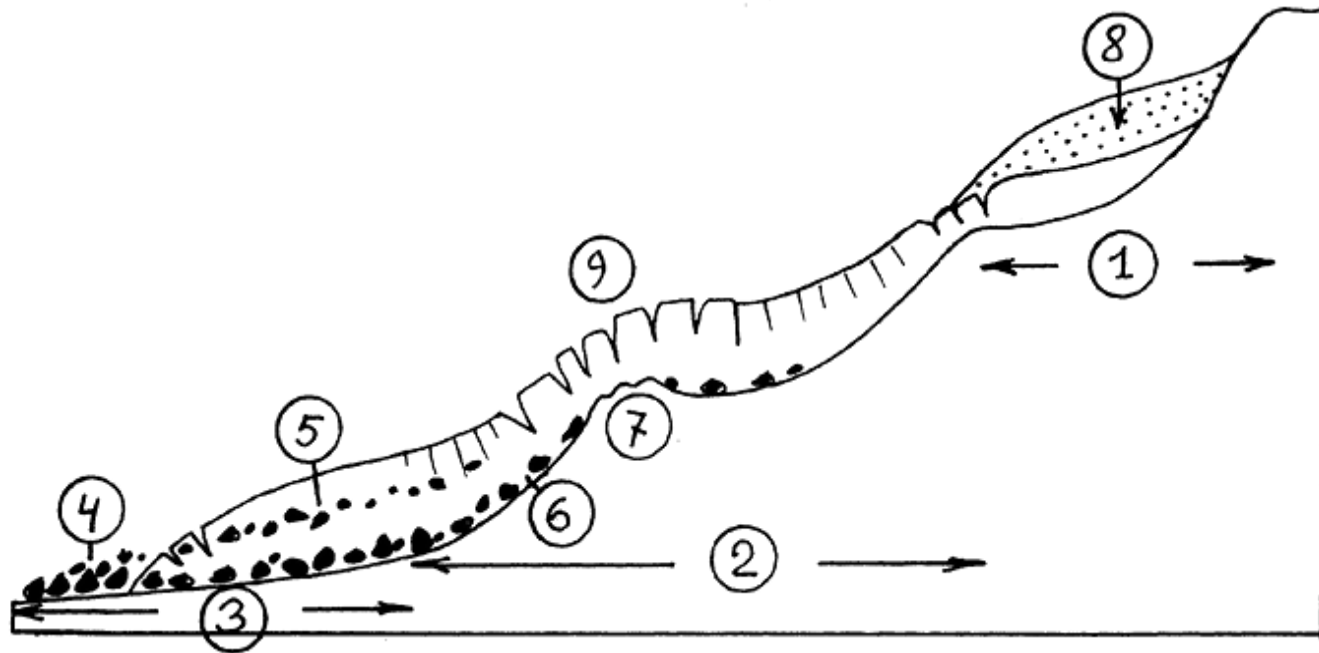


Схема строения горного ледника:

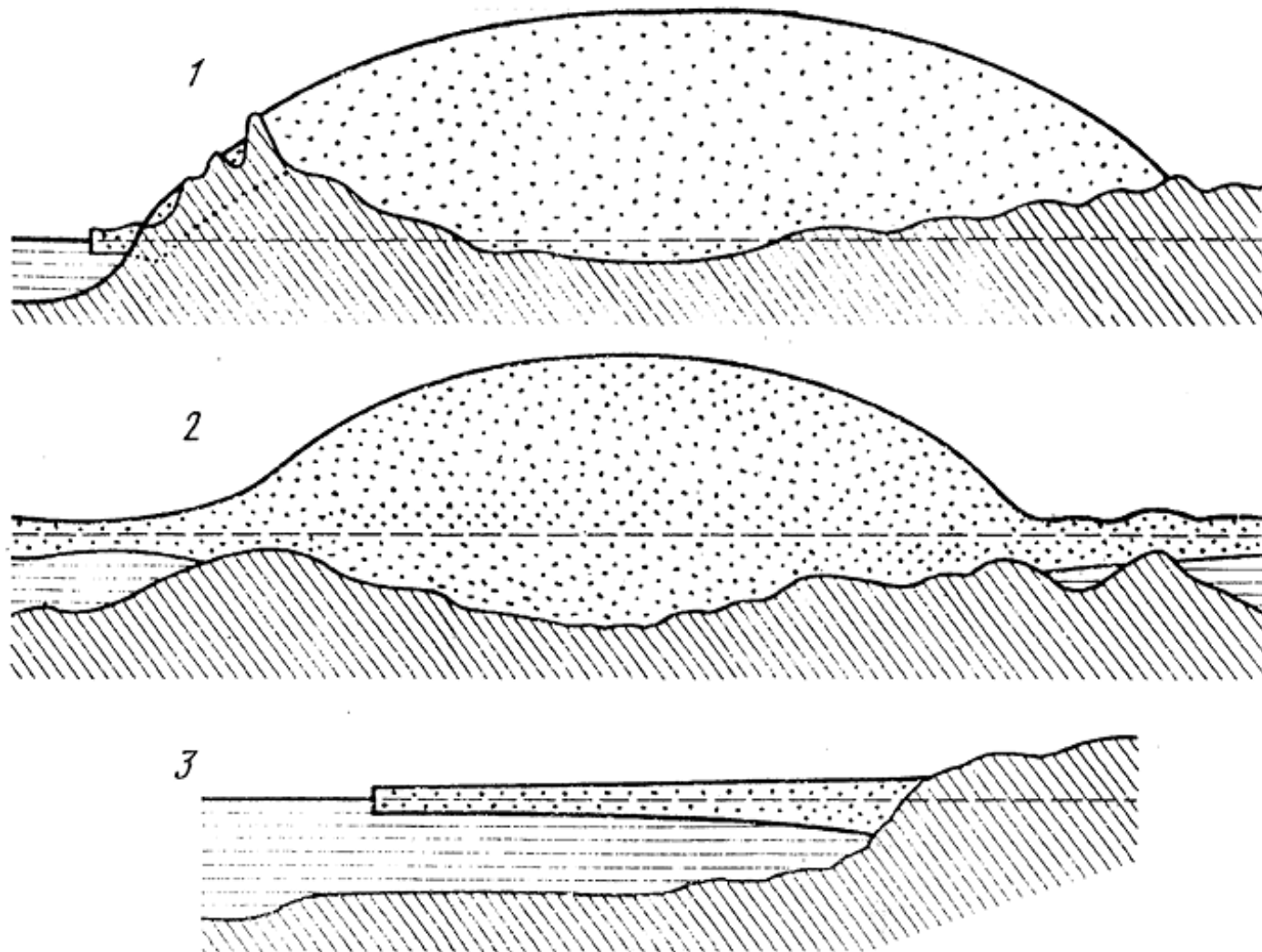
области: 1 – аккумуляции, 2 – движения, 3 – разгрузки.
морены: 4 – конечная, 5 – срединная, 6 – донная;
7 – ригель; 8 – снег; 9 – кривасы (трещины)



Горные ледники питаются за счет снега, выпадающего в высокогорье и постепенно переходящего в фирн, а затем и в лед. Естественно, что областью накопления льда являются понижения между скальными пиками, напоминающие чаши и называемые **карами**. Сливаясь между собой кары образуют более обширные ледниковые **цирки**, из которых лед устремляется в горные долины, по которым может перемещаться на десятки километров

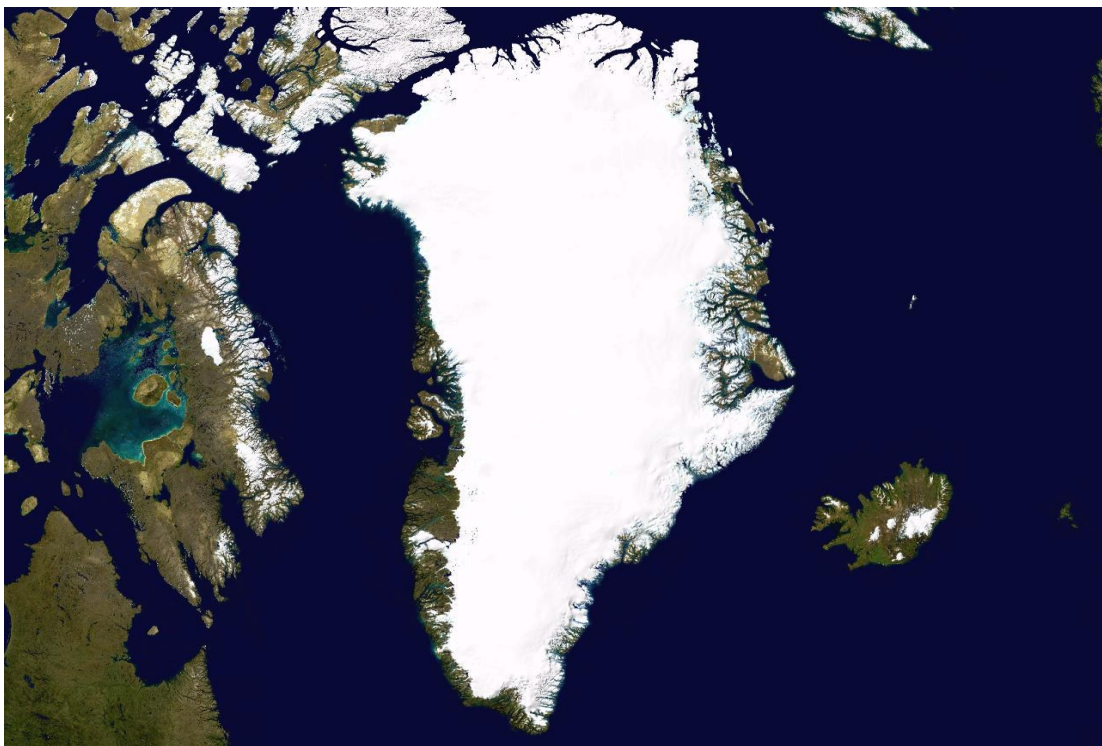
Покровные

Обладают изометричной в плане и линзовидной формой в поперечном разрезе, имеют максимальную мощность, достигающей до нескольких километров в центральной части купола, откуда лед под давлением и в результате изменения градиента давления движется по радиусам к своим краям.



**Морфолого-динамическая классификация
ледниковых покровов:**

1 – наземный; 2 – «морской»; 3 – плавучий

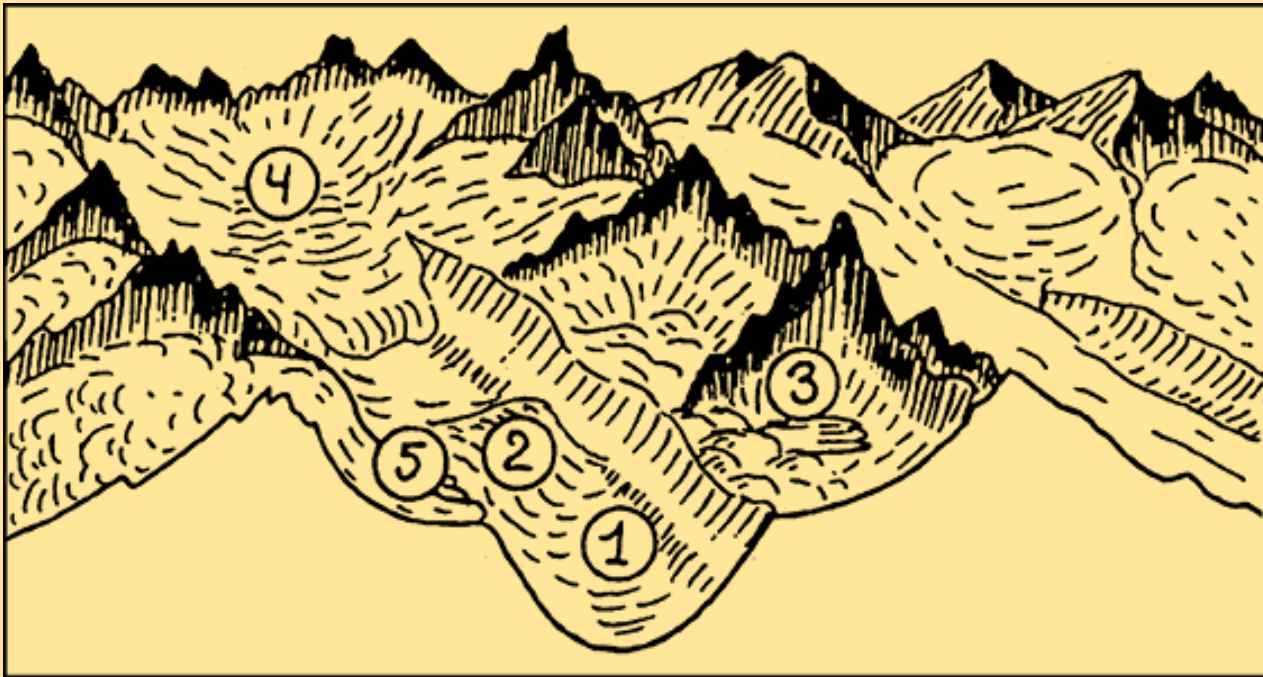


Разрушительная (экзарационная) деятельность ледников

Экзарация (лат. «экзарацио» - выпаживание) – эродирующая деятельности ледника, которая оказывается им благодаря огромному давлению, движению льда, а также воздействию на ложе ледника включенных в лед валунов, обломков, гравия и песка

Впаянные в основание ледника разнообразные по величине камни благодаря огромному давлению оставляют на подстилающих горных породах борозды и царапины – *ледниковые шрамы*, которые фиксируют своей ориентировкой направление движения ледника. Скальные выступы пород сглаживаются и полируются абразивным действием льда, возникают т.н. *бараньи лбы*, обладающие асимметричной формой. Скопления бараньих лбов – *курчавые скалы*.

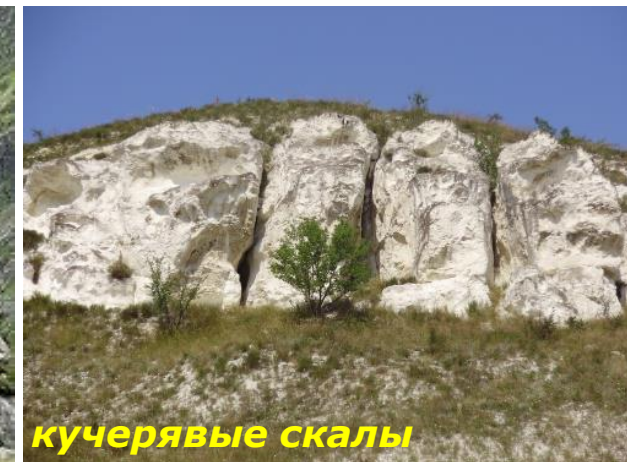
Экзарационные формы рельефа



1 – трог, 2 – ригель, 3 – кары, 4 – цирки,
5 – висячие долины



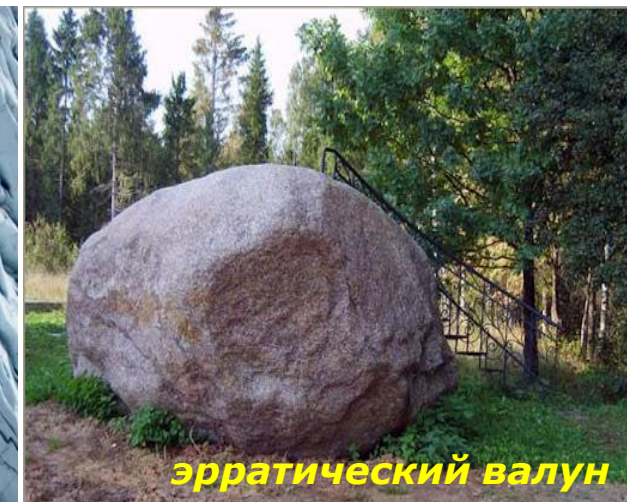
бараньи лбы



курчавые скалы



ледниковые шрамы



эрратический валун

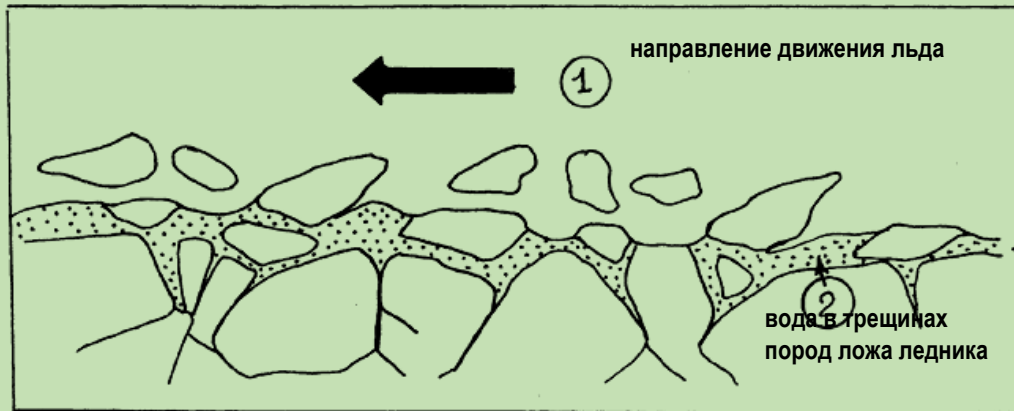
Транспортная и аккумулятивная деятельность ледников

Материал любого размера, включенный в лед или переносимый льдом и впоследствии отложенный, называется *мореной*.

Выделяются морены движущиеся и отложенные. В горно-долинных ледниках существует ряд разновидностей морен в связи с их положением в теле ледника:

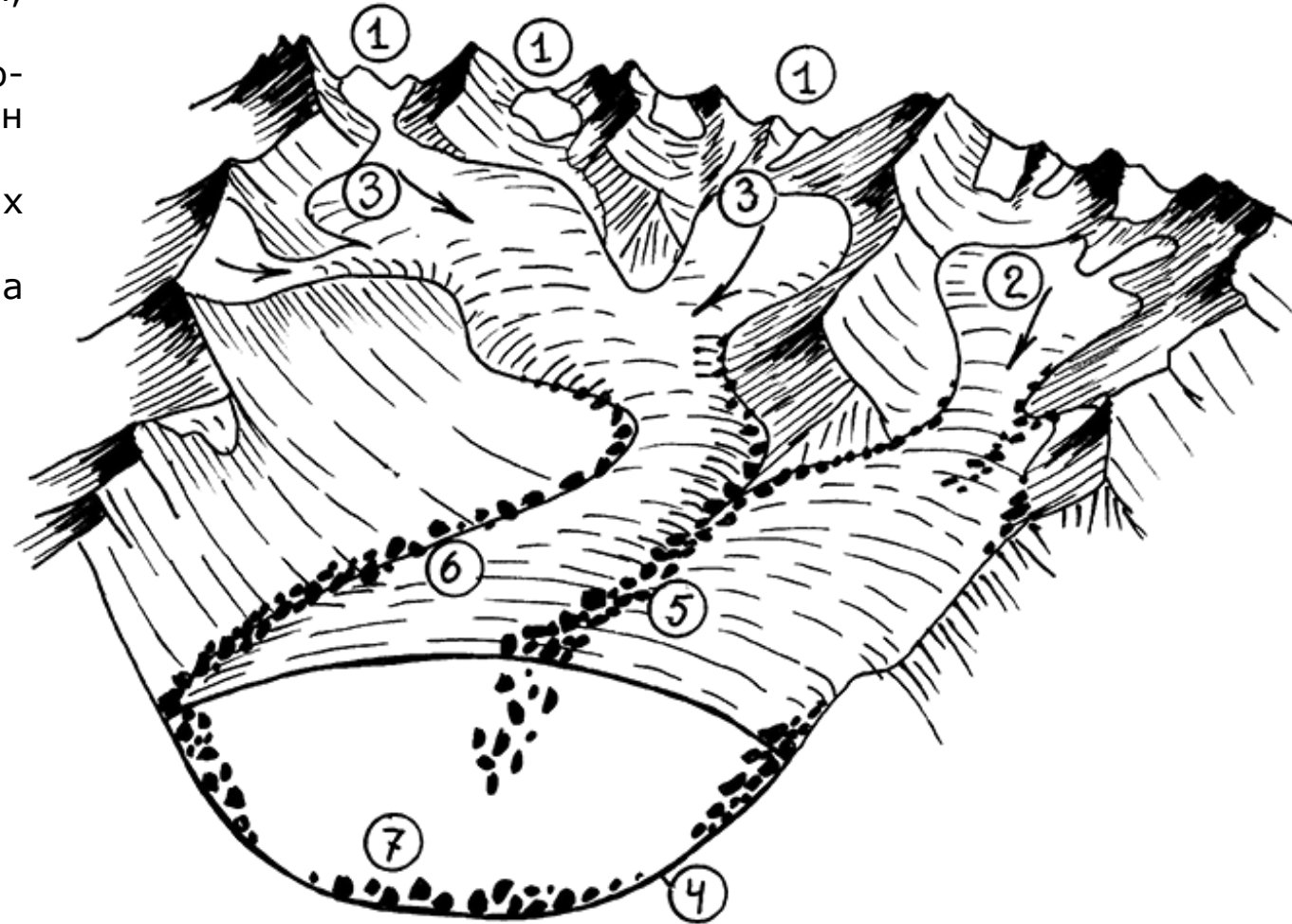
- **боковые** морены располагаются в краевых частях ледника;
- **срединные** – в их середине, причем как на поверхности, так и внутри ледника;
- **донная** морена выстилает ложе ледника.

Схема образования донной морены



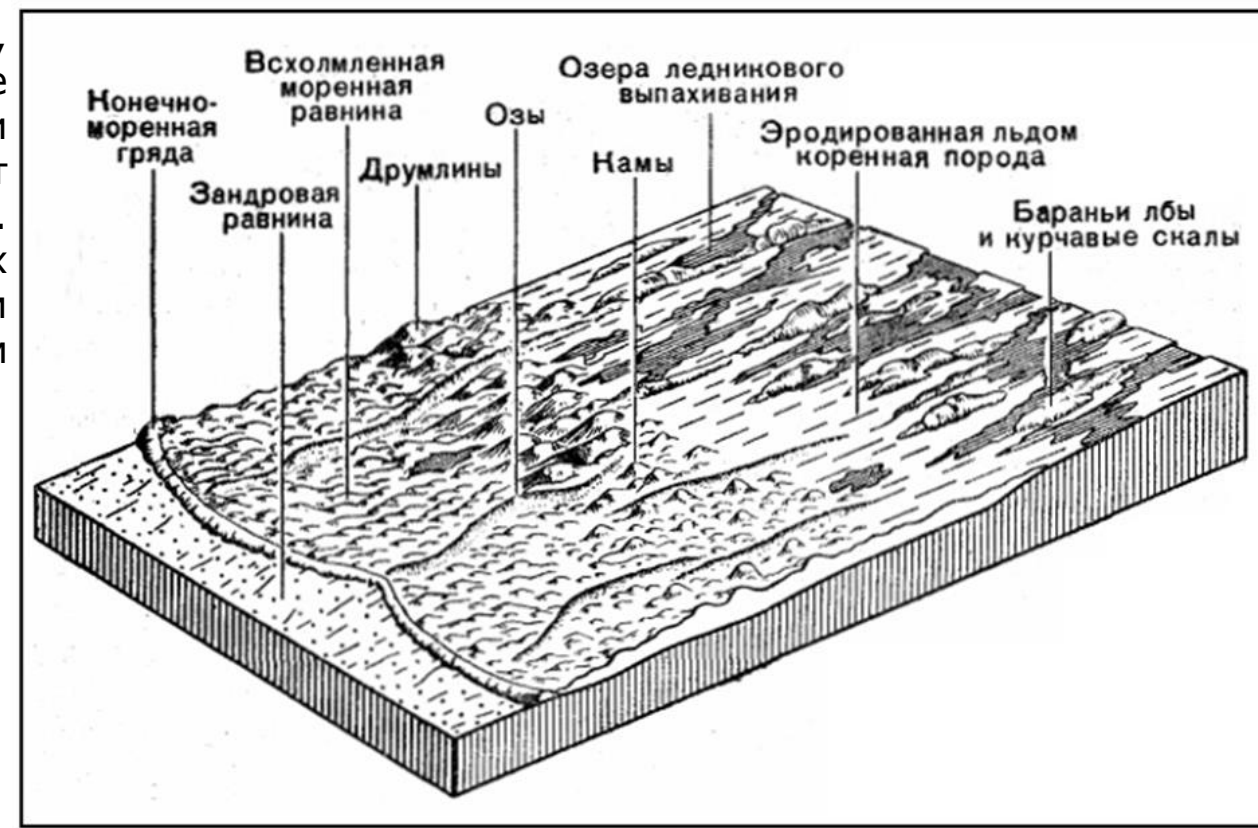
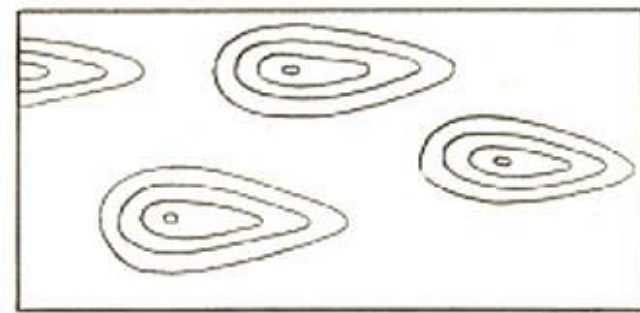
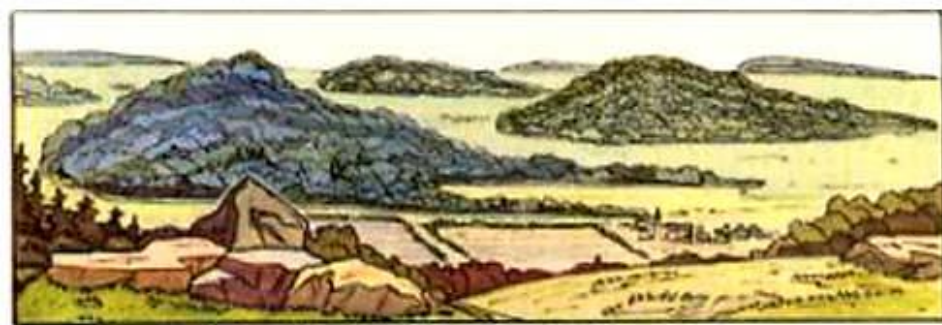
Нижняя часть льда пластична с температурой, близкой к 0 °С. Вода, проникая по трещинам, замерзая, откалывает глыбы пород, которые вовлекаются в движение льда

Схема питания и строения горного ледника



1 – кары; 2 – цирки; 3 – области питания ледника; 4 – ледниковая корытообразная долина – трог. Морены: 5 – срединная, 6 – боковая, 7 – донная

Донные морены образуют обычно слабо холмистый рельеф, на фоне которого нередко отдельные овальные в плане возвышенности, высотой до 30 м, длиной до первых км и шириной в сотни метров. По форме они напоминают половинку дыни или яйца и называются **друмлинами**. Образуются они за каким-либо выступом коренных горных пород, когда ледник переваливает через него, за ним образуется недостаток массы льда или даже полость и там скапливаются донные моренные отложения, часто слоистые.



Друмлины нередко образуют целые поля, например, в Финляндии, где они длинной осью вытянуты по направлению движения ледника, также как и *ложбины выпахивания*, занятые озерами



Водно-ледниковые отложения

Обломочный, главным образом, песчаный материал, влекомый этими потоками, распространяется на больших пространствах, образуя **зандровые равнины** (нем. «зандер» - песок), за внешним краем конечно-моренных валов.

Озы представляют собой протяженные, извилистые гряды или валы, высотой в 20–30 м, сложенные слоистым песчано-галечным или песчано-гравийным материалом. Образовались они вследствие наличия водных потоков на поверхности или внутри ледника, которые переносили песчано-гравийный материал. Озы всегда ориентированы по направлению стока воды с ледника, а, следовательно, указывают на его движение.

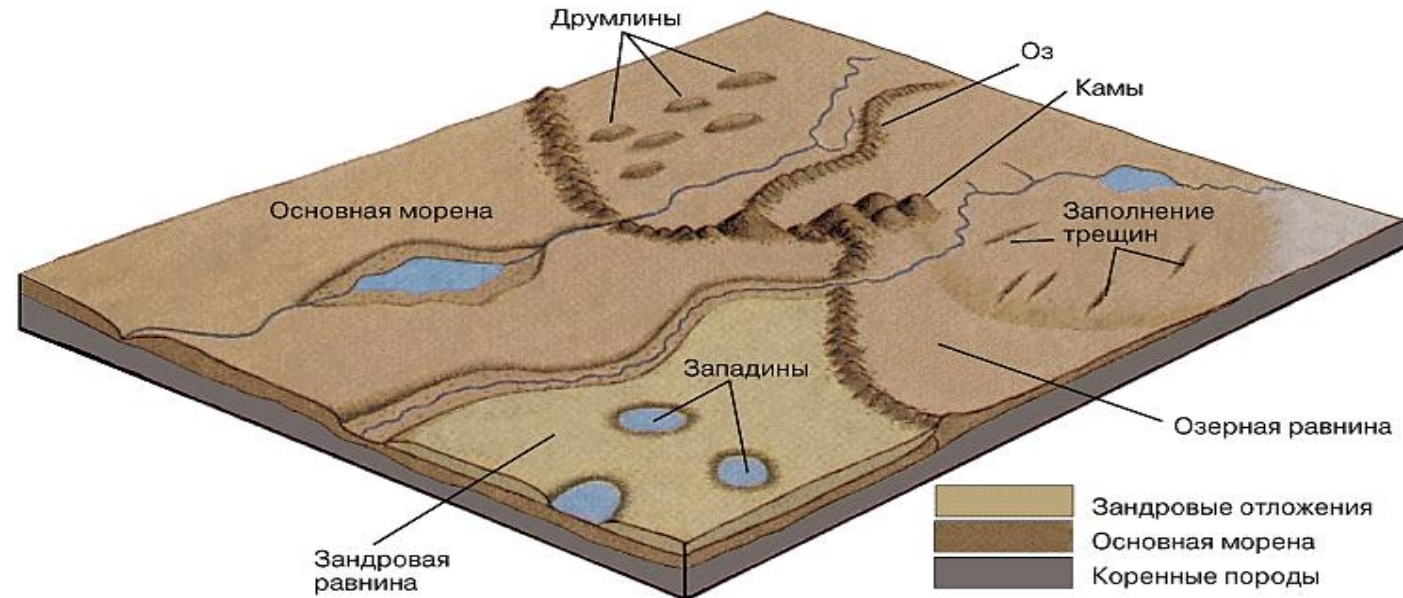
Камы – это холмы изометричной формы, высотой в 10–20, редко больше метров, сложенные чередованием слоев разнозернистого песка, глин, редко с отдельными гальками и валунами. Эти отложения формировались в озерных котловинах, расположенных на поверхности ледника и после таяния последнего, оказались, как и озы, спроектированными на поверхность коренных пород.



Перигляциальная область покровного ледника



1 - ледник, 2 - конечно-моренный вал, 3 - зандровая равнина, 4 - озы, 5 - камы, 6 - приледниковые озера, 7 - друмлины



**СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ!**