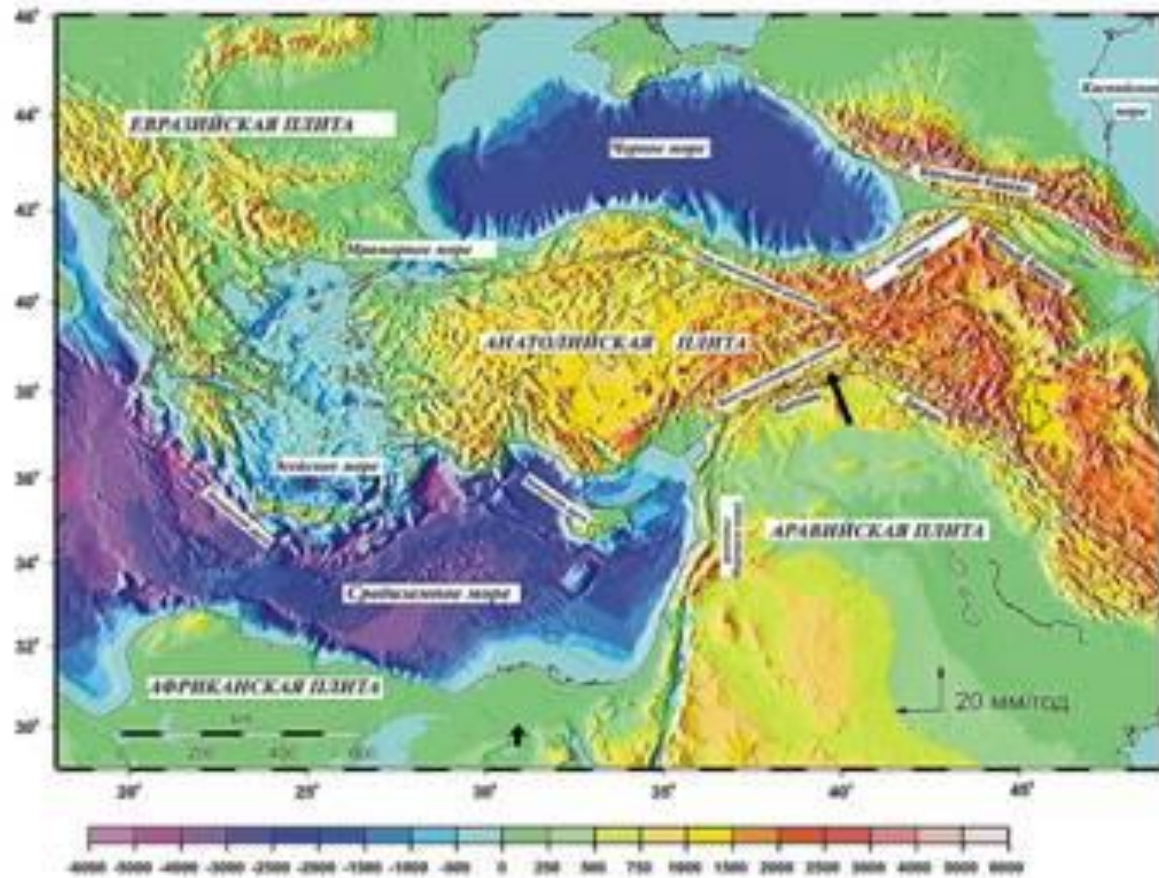


ОСНОВЫ ГЕОДИНАМИКИ

ГЕОДИНАМИКА — наука о глубинных силах и процессах, возникающих в результате эволюции Земли как планеты и определяющих движение масс вещества и энергии внутри Земли и в её внешних твёрдых оболочках.

Объекты исследования геодинамики недоступны непосредственному изучению, и о них удаётся судить по косвенным признакам, теоретическим построениям и результатам их проявления на поверхности Земли.

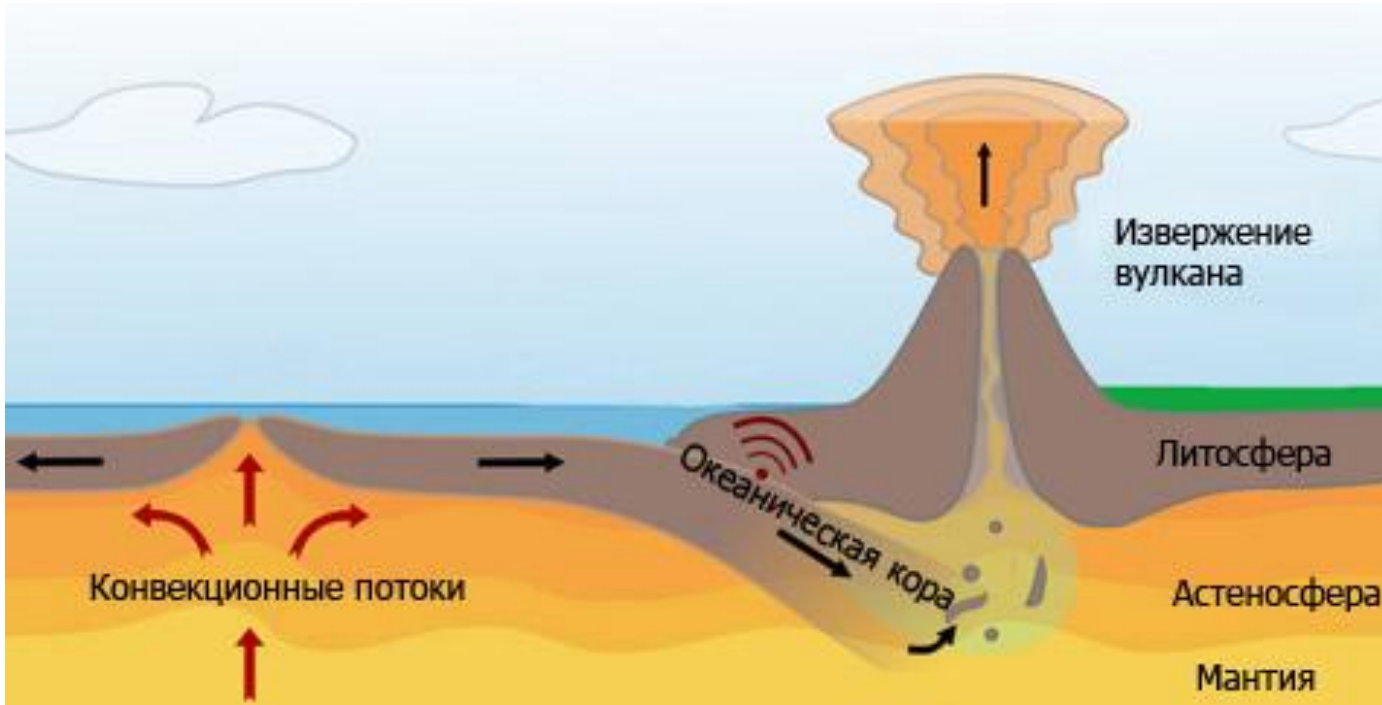
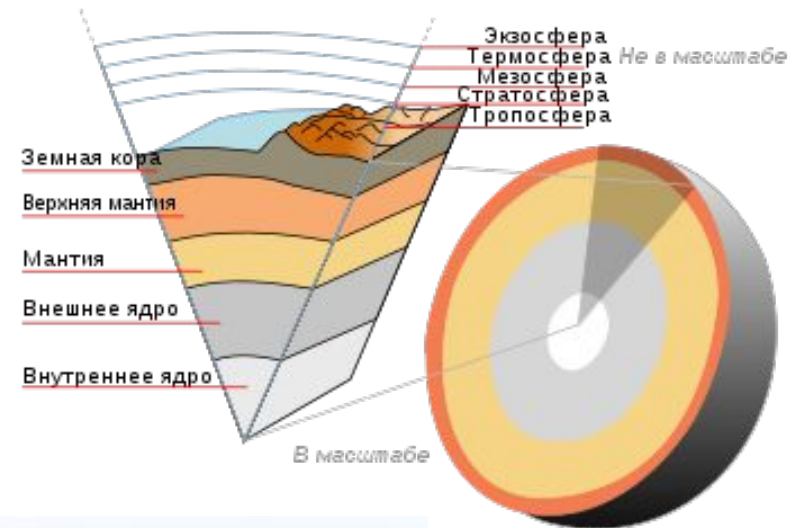
Поэтому геодинамика тесно связана с другими науками о Земле и прежде всего с геофизикой, геохимией петрологией, тектоникой; она опирается на общие законы физики и химии, широко использует сведения по планетологии.



I. Процессы внутренней динамики Земли

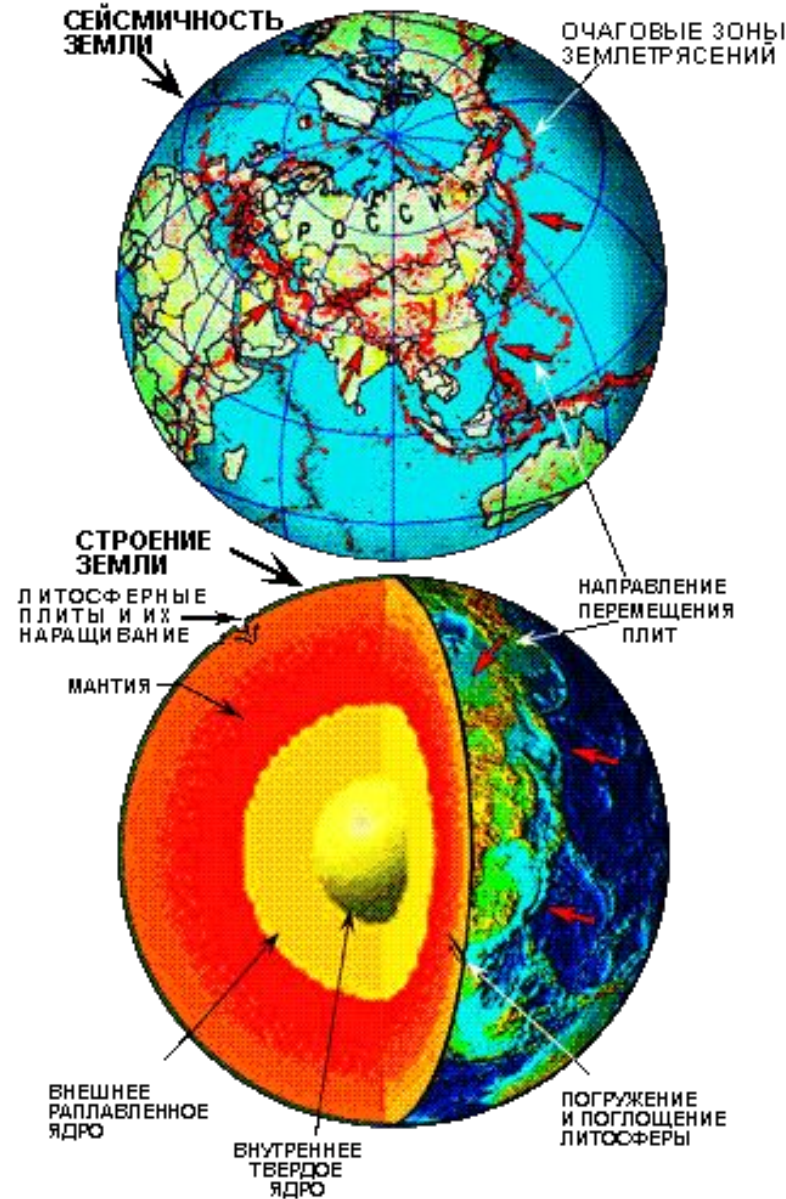
Литосфера – твёрдая оболочка Земли с момента своего образования и до настоящего времени постоянно изменяется. На её поверхности образуются горы, моря, реки, озёра, меняется береговая линия океанов, положение материков. Изменения поверхности литосферы происходят под действием внешних и внутренних сил Земли.

Процессы внутренней динамики Земли (эндогенные процессы) вызваны внутренними силами Земли.



К процессам **внутренней динамики** Земли относятся:

1. **тектонические движения,**
2. **вулканизм,**
3. **землетрясения,**
4. **образования магматических горных пород и**
5. **процессы метаморфизма**



Под **тектоническим движением** понимают *перемещение вещества Земной коры, нарушающее первоначальное залегание горных пород.*

1. Тектонические движения делятся на

- колебательные, вертикальные перемещения (эпейрогенические)

это **очень медленные перемещения вещества Земной коры, вверх или вниз в разных частях Земли.**

Они происходят всегда и везде, причем в одном и том же месте медленное опускание может смениться медленным поднятием. Скорость эпейрогенических колебаний в среднем составляет 5-15 мм в год. Так в настоящее время наблюдения показали, что Скандинавский полуостров поднимается со скоростью порядка 10-15 мм в год, поэтому территория Финляндии увеличивается каждые 100 лет на 7000 км².

С эпейрогеническими колебаниями могут быть связаны возникновение разломов в земной коре.

- горообразовательные (орогенические)

это **сравнительно быстрые перемещения вещества земной коры под действием бокового и глубинного давления.** В результате орогенических движений происходит образование нарушенного залегания горных пород характерное для горных районов.

Орогенические движения **связаны с нарушением первоначального залегания горных пород.**

Любое нарушение горизонтального залегания горных пород называется дислокацией.

Различают следующие формы дислокаций:

- **ПЛИКАТИВНЫЕ** - нарушения нормального залегания горных пород без разрыва их оплошности (плавные, волнообразные изгибы слоев горных пород). Такие нарушения горных пород называют **складчатыми дислокациями** - *складка, флексура, моноклираль*

- **ДИЗЬЮНКТИВНЫЕ** - называются нарушения нормального залегания горных пород **с разрывом** их сплошности – **разрывные дислокации** - *сброс, взброс, сдвиг, надвиг, горст, грабен.*



2. **Вулканизм** – внутренний процесс, проходящий в земной коре связанный с прорывом магмы на поверхность Земли (магма – сложный силикатный расплав).

Это геологический процесс, обусловленный деятельностью магмы. Магма находится в мантии Земли под большим давлением и высокой температурой ее состояние может быть сравнимо с тугопластичным состоянием, но при определённых условиях в некоторых районах в верхней мантии Земли происходит понижение давления в магме и она из тугопластичного состояния переходит в текучее. В тех местах, где литосфера имеет меньшую толщину, или же имеются тектонические трещины, магма выдавливается на поверхность Земли. Поэтому можно сказать вулканы – это места, где магма изливается на поверхность Земли. В настоящее время насчитывается около 100 действующих вулканов . Вулканы на земной поверхности распространены неравномерно.

Многие известные горы, вершины, например, в Гималаях, Андах, на Кавказе являлись раньше вулканами.

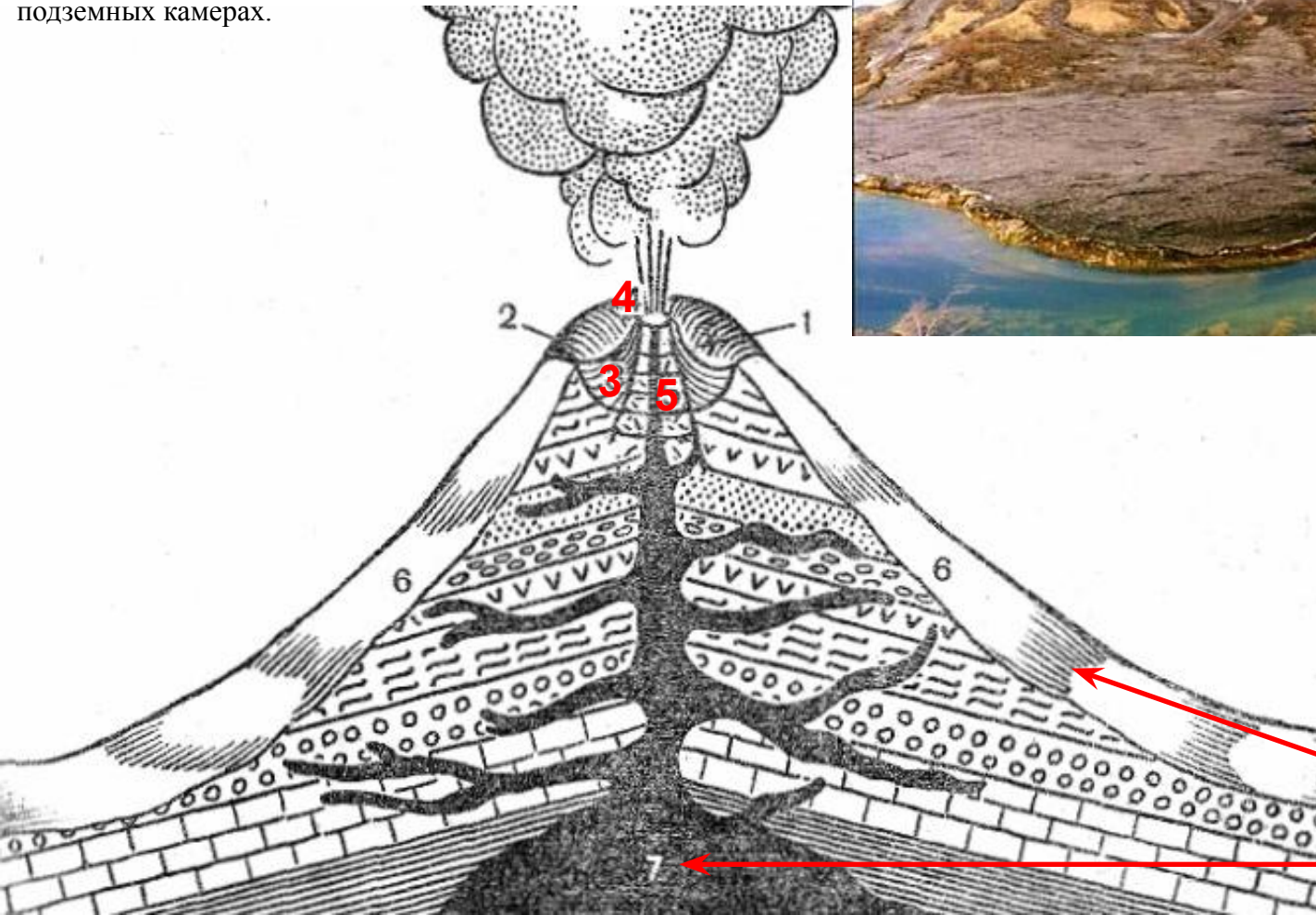
Эффузивные (вулканические) процессы – конспект д/з

Под **вулканизмом** понимают совокупность процессов и явлений, связанных с перемещением магмы и сопутствующих ей газовой-водных компонентов из коры и мантии на поверхность Земли (как суши, так и морей и океанов).



В результате формируются **вулканы** — геологические тела и формы рельефа, сложенные вулканическими горными породами (или вулканитами) и располагающиеся над подводющим каналом, по которому поднимается магматический расплав.

Вулканические породы образуются не только на поверхности Земли, но и в подводных каналах и подземных камерах.



- Строение вулкана:**
- 1 - кальдера,
 - 2 - сомма,
 - 3 - конус,
 - 4 - кратер,
 - 5 - жерло,
 - 6 - лавовый поток,
 - 7 - лавовый очаг

По времени проявления вулканических процессов среди вулканов выделяют

-действующие,

- потенциально действующие (или уснувшие),

извергавшиеся 3500-13 500 лет тому назад, активность которых может возобновиться,

- потухшие, с

охранившие свою форму, но не проявлявшие никаких признаков активности в течение млн. лет.

Кроме того, широким распространением пользуются *палеовулканы*, деятельность которых протекала в доголоценовое время (десятки и сотни тысяч, миллионы, десятки и сотни миллионов лет тому назад) и от которых сохранились лишь фрагменты (руины) вулканических построек.



Гирвас является самым древним (около 2 млрд. лет) кратером вулкана в Карелии. При проведении палеовулканологических исследований вулканических образований в районе северной окраины п.Гирвас в русле водосброса Пальеозерской ГЭС осенью 1966 года были обнаружены своеобразные вулканические породы, которые слагают сложнопостроенный вулканический аппарат, связанный с проявлением основного вулканизма и названный Гирвасским вулканом.

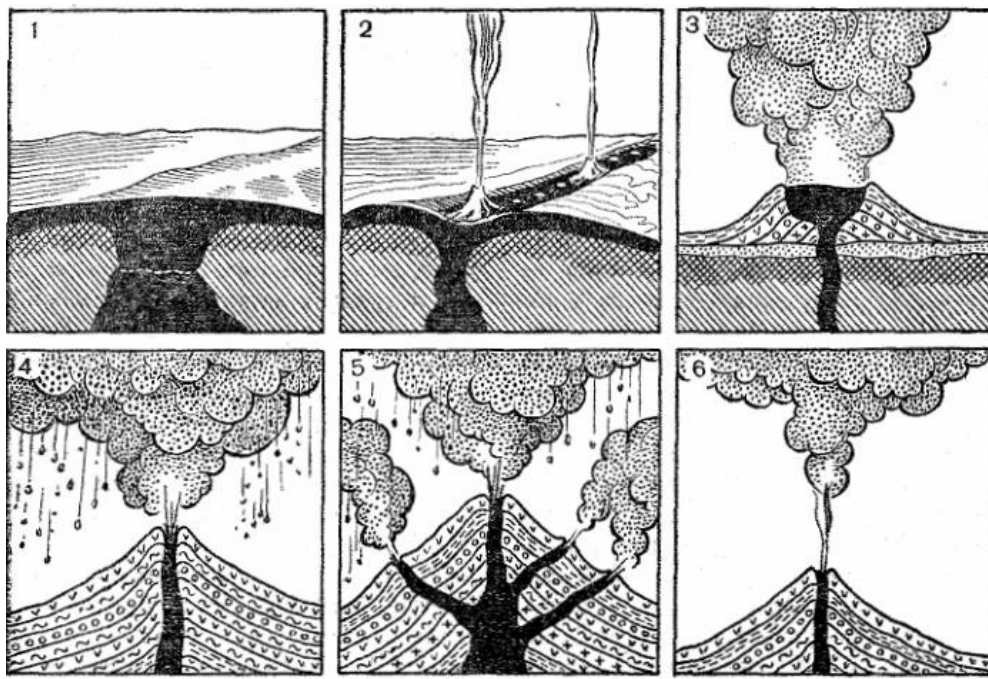
Примечательно, что Гирвасский вулкан был обнаружен лишь после того, как на значительной территории Западного Прионежья после детального изучения лавовой толщи были сделаны довольно многочисленные замеры направления течения лав по целому ряду текстур, и таким образом, был установлен район предполагаемого расположения центра лавовых излияний. Обследование этого района и привело к нахождению подводящего канала среднеятулийских лав - Гирвасского вулкана.

В настоящее время доступна непосредственному наблюдению только незначительная часть вулканического аппарата: часть эруптивного жерла, юго-восточный склон лавового конуса и, вероятно, большая часть побочного (паразитического) кратера - вулканическая трубка взрыва, в то время как его остальная часть скрыта под довольно мощным чехлом рыхлых озерно-аллювиальных четвертичных отложений. Гирвасский вулкан являлся, по-видимому, одним из подводящих каналов огромного лавового плато, распространенного на обширной территории Западного Прионежья в пределах Гирвасской вулканической зоны.

В зависимости от длительности вулканических процессов выделяют

полигенные вулканы, формирующиеся в результате многих последовательных извержений, разделенных периодами относительного покоя, и *моногенные*, образовавшиеся в результате единого одноактного поднятия на земную поверхность всей массы лавы из впервые открывшегося магматического очага.

По строению магмоподводящего канала различают вулканы *центральные* с каналом трубообразной формы и *трещинные*, подводящий канал которых имеет вид трещины и извержения которых происходят или вдоль всей трещины, или в отдельных ее участках.



В зависимости от особенностей рельефа вулканической постройки среди вулканов центрального типа выделяют

- стратовулканы,
- двойные вулканы типа «Сомма-Везувий»,
- щитовые вулканы,
- вулканические купола
- шлаковые конусы,
- маары.

Вулканические плато — обширные приподнятые лавовые равнины, образовавшиеся в результате излияний на земную поверхность огромных масс преимущественно основной лавы. Последняя, вследствие своей текучести, выполняла все неровности довулканического рельефа.

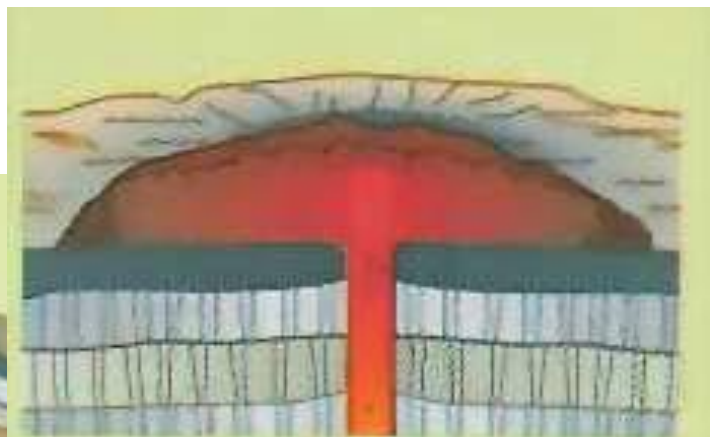




стратовулкан



кальдера



лавовый купол



щитовой вулкан



туфовый конус



сложный вулкан

В зависимости от относительной роли тех или иных продуктов вулканической деятельности все вулканы подразделяются на три крупные группы:

- *лавовые*, или эффузивные,
- *газово-взрывные* вулканы
- *вулканы смешанного типа*.



3. Землетрясения – это особый вид движения вещества земной коры. Они выражаются в упругих волновых колебаниях, возникающих как толчок, вызванный переходом потенциальной энергии в другие виды энергии. Таким образом землетрясения являются результатом быстрой разрядки напряжений, накопившихся в недрах Земли.

Наука, изучающая землетрясения называется сейсмологией. Явления сопровождающие землетрясения – сейсмическими.

Приборы фиксирующие колебания вещества земной коры при землетрясениях называют - сейсмографы – (построен по принципу маятника).

Очаг (гипоцентр) - точка в недрах Земли, в которой произошел толчок, вызвавший землетрясение

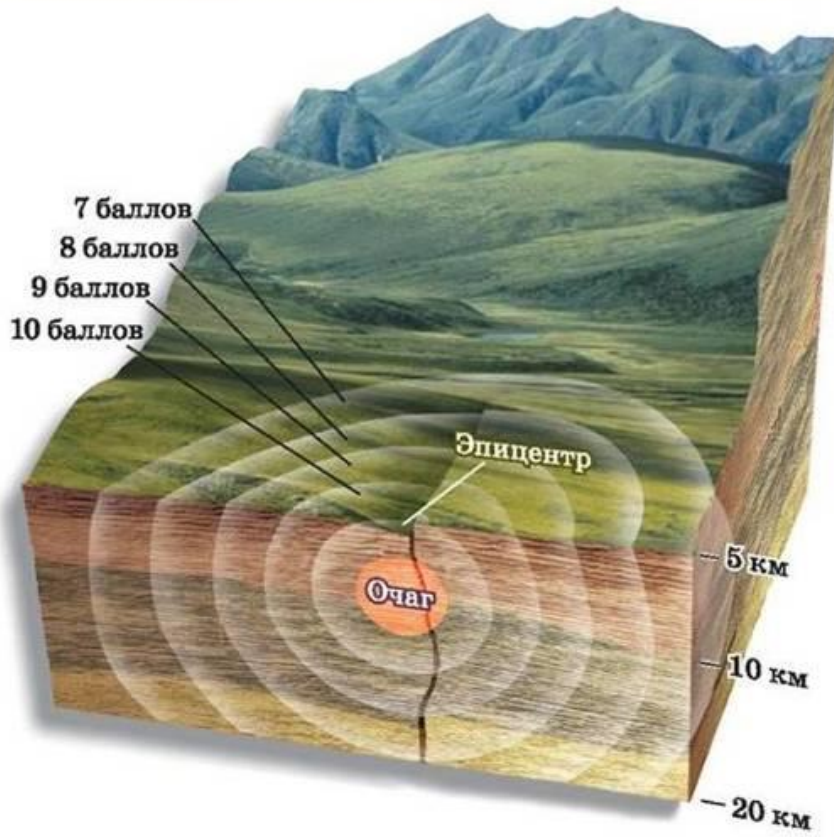
Эпицентр землетрясения - точка пересечения радиуса из очага с земной поверхностью

В результате землетрясений (разрядки напряжений) в гипоцентре возникают два вида колебаний: продольные и поперечные. Эти колебания распространяются во все стороны от гипоцентра.

Поперечные сейсмические волны проходят только через твердую среду, обладающую упругостью формы. Поперечные волны приводят к сдвигу частиц вещества земной коры по отношению друг к другу. Скорость распространения этих волн – 2-4 км/час.

Продольные волны распространяются во всех трех фазовых состояниях вещества (твердом, жидком, газообразном). Продольные волны приводят к вертикальным перемещениям вещества земной коры. Скорость распространения волн составляет 5-8 км/с.

Оба вида сейсмических волн достигнув эпицентра возбуждают новые поперечные волны, называемые длинными или поверхностными. Скорость их распространения значительно ниже, однако именно они приводят к значительным разрушениям на поверхности земли.



Измерение силы и воздействий землетрясений

Для оценки и сравнения землетрясений используются шкала и различные шкалы интенсивности.

Сила в баллах	Интенсивность	Последствия
I	Незаметное сотрясение почвы	Регистрируются только сейсмическими приборами
II	Очень слабые толчки	Ощущаются отдельными людьми в покое
III	Слабые толчки	Ощущаются лишь небольшой частью населения
IV	Умеренное	Легкое дребезжание стекол, скрип дверей, стен
V	Довольно сильное	Сотрясение зданий, колебания оборудования, трещины в оконных стеклах и штукатурке
VI	Сильное	Частичное обрушение внутренних стен, обрывы проводной связи, сбои в работе чувствительной аппаратуры, возникновение отдельных пожаров
VII	Очень сильное	Повреждения, трещины в каменных зданиях и сооружениях, обрывы линий электропередачи. Деревянные и антисейсмические постройки сохраняются
VIII	Разрушительное	Трещины на крутых склонах и сырых почвах. Незакрепленное оборудование сдвигается и повреждается. Старые здания разрушаются, остальные сильно повреждаются. Падение отдельных опор ЛЭП, линий связи, наземных эстакад
IX	Опустошительное	Сильные разрушения каменных зданий, сооружений. Искривление деревянных зданий. Частичное повреждение гидротехнических сооружений
X	Уничтожающее	Сильные разрушения всех зданий и сооружений. Возможны трещины в почве шириной до одного метра. Разрушения транспортных магистралей. Обвалы со склонов, оползни
XI	Катастрофическое	Полное разрушение зданий и сооружений, искривление и скручивание железнодорожных рельсов. Поверхностные трещины на поверхности земли, обвалы и оползни. Обрушения подземных помещений
XII	Абсолютное или сильное катастрофическое	Сплошные оползни, обвалы, огромные трещины на поверхности земли. Отклонения и изменения течения рек, образование озер, водопадов. Частичное изменение рельефа местности

Шкала магнитуд. Шкала Рихтера

Шкала магнитуд различает землетрясения по величине магнитуды, которая является относительной энергетической характеристикой землетрясения. Существует несколько магнитуд и соответственно магнитудных шкал: локальная магнитуда (ML); магнитуда, определяемая по поверхностным волнам (Ms); магнитуда, определяемая по объемным волнам (mb); моментная магнитуда (Mw).

Наиболее популярной шкалой для оценки энергии землетрясений является локальная шкала магнитуд Рихтера.

По этой шкале возрастанию магнитуды на единицу соответствует 32-кратное увеличение освобожденной сейсмической энергии.

В зависимости от причин возникновения землетрясения различают следующие три типа землетрясений:

- обвально-провальные (денудационные)

-как правило захватывают небольшую территорию, могут происходить в горных районах при обвале значительных масс горных пород или же в районах, где горные породы подвержены карстообразованию (образованию пустот внутри горных пород под растворяющим действием текучих вод). В этом случае происходит обвал горных пород в подземные пещеры. Такой тип землетрясения не имеет широкого распространения.

- вулканические

связаны с деятельностью вулканов. Такие землетрясения могут быть вызваны взрывами магматических газов в недрах вулканов. Интенсивность таких землетрясений значительно больше, чем денудационных и они могут быть очень разрушительны. Однако вулканические землетрясения, так же как и денудационные распространены на сравнительно небольших территориях.

- тектонические или горообразовательные

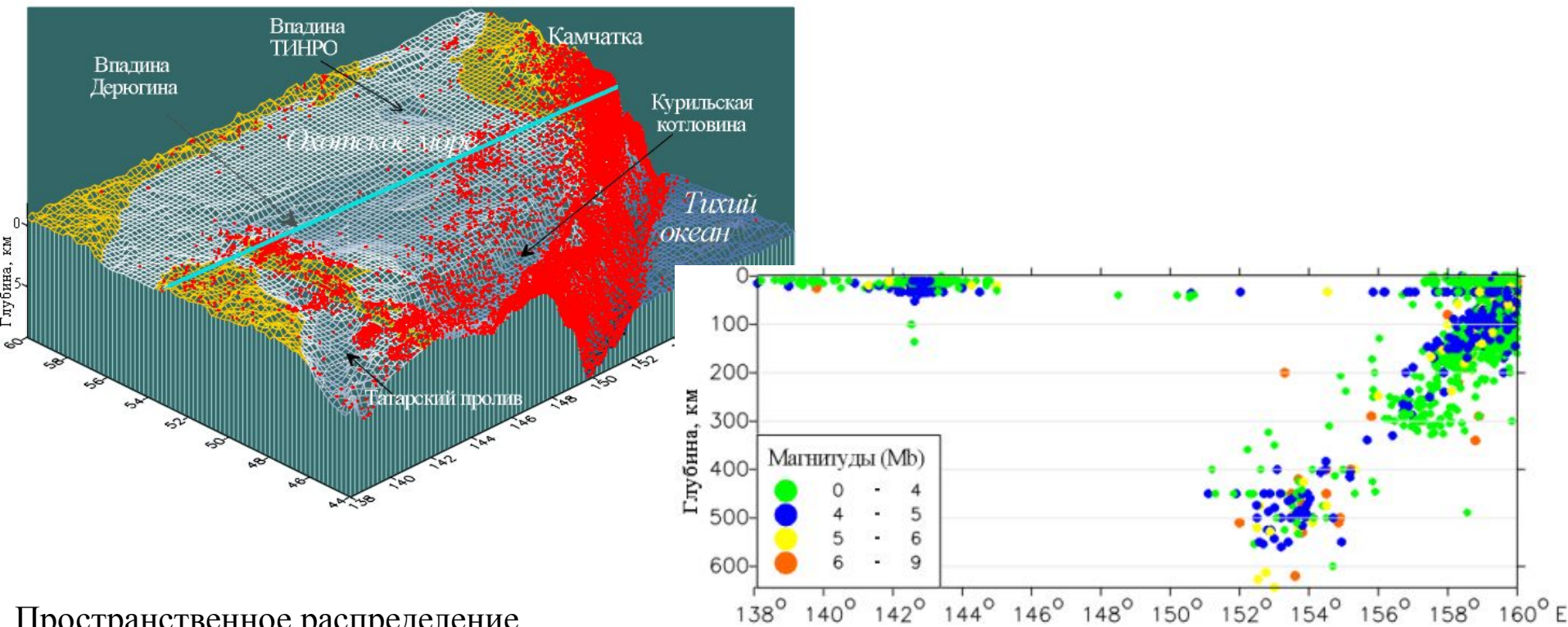
являются следствием тектонических процессов, происходящих в толщах земной коры. Их воздействие распространяется на громадные площади и вызывает разрушительные последствия, как в земной коре, так и в различных зданиях и сооружениях построенных на ее поверхности.

- техногенные

Землетрясения также классифицируются **по глубине**
расположения гипоцентра под поверхностью земли.

Различают землетрясения:

- **поверхностные** при глубине гипоцентра до 30 км;
- **корковые** при глубине гипоцентра 30 – 50 км;
- **глубинные** с глубиной гипоцентра до 300 – 700 км.



Пространственное распределение очагов землетрясений (красные точки) в регионе Охотского моря

Схема глубинного распределения очагов землетрясений вдоль профиля в 2° зоне (координаты профиля: 53.0°N, 138.0°E; 53.0°N, 160.0°E)

Строительство в сейсмических районах

При землетрясениях от 7 баллов и выше технические условия предусматривают ряд специальных мер, обеспечивающих устойчивость зданий и сооружений.

В сейсмических районах рекомендуется строительство на скальных и полу скальных горных породах. Опасно возводить сооружения на затопляемых, заболоченных территориях, а также участках с близким залеганием грунтовых вод, на насыпных грунтах, на оползнях и в области развития пустот вблизи поверхности земли.

В таких районах между зданиями рекомендуется устраивать значительные разрывы. Ширина улиц должна быть больше обычных норм. Выходы из зданий надо устраивать на две стороны. Фундаменты зданий необходимо закладывать на одной отметке, без уступов. Этажность железобетонных зданий не ограничивается.

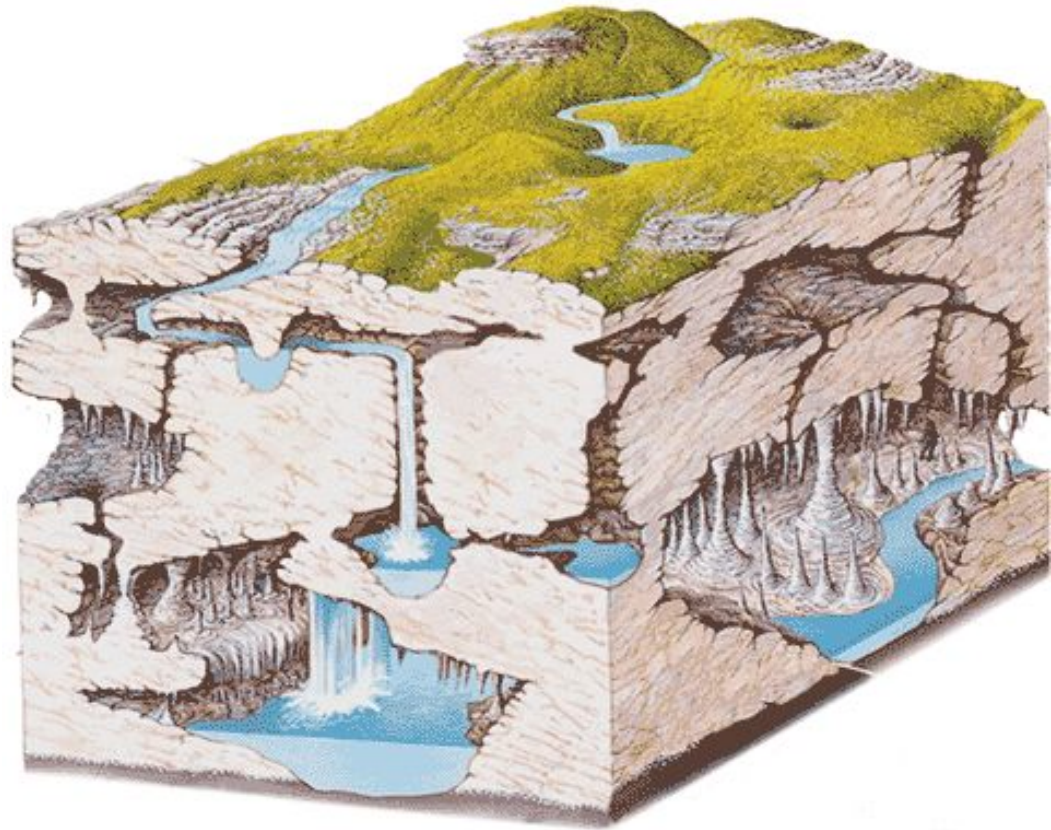
Кирпичные здания не рекомендуется возводить более 3 – 5 этажей, причем следует устраивать специальные антисейсмичные железобетонные пояса. Здания должны быть простой конфигурации в плане. Если здание имеет большую протяженность то его следует разделять специальными швами на отдельные части правильной формы. Кровлю зданий рекомендуется устраивать облегченной. Балконы, скульптурные украшения устраивать не рекомендуется. При проектировании водоснабжения желательно предусматривать два самостоятельных источника получения воды. Кроме этого, высокое качество материалов и производство строительных работ является важнейшим условием для успешного строительства в сейсмических районах.

II. Процессы внешней динамики Земли

Процессы внешней динамики Земли (экзогенные процессы) обусловлены энергией Солнца и действием внешних сил.

Протекают эти процессы на поверхности Земли и в приповерхностных зонах.

К ним относятся процессы выветривания горных пород, перемещения продуктов выветривания под действием сил тяжести и под действием поверхностных и подземных водотоков, геологической деятельности ветра, ледников, моря и т. д.



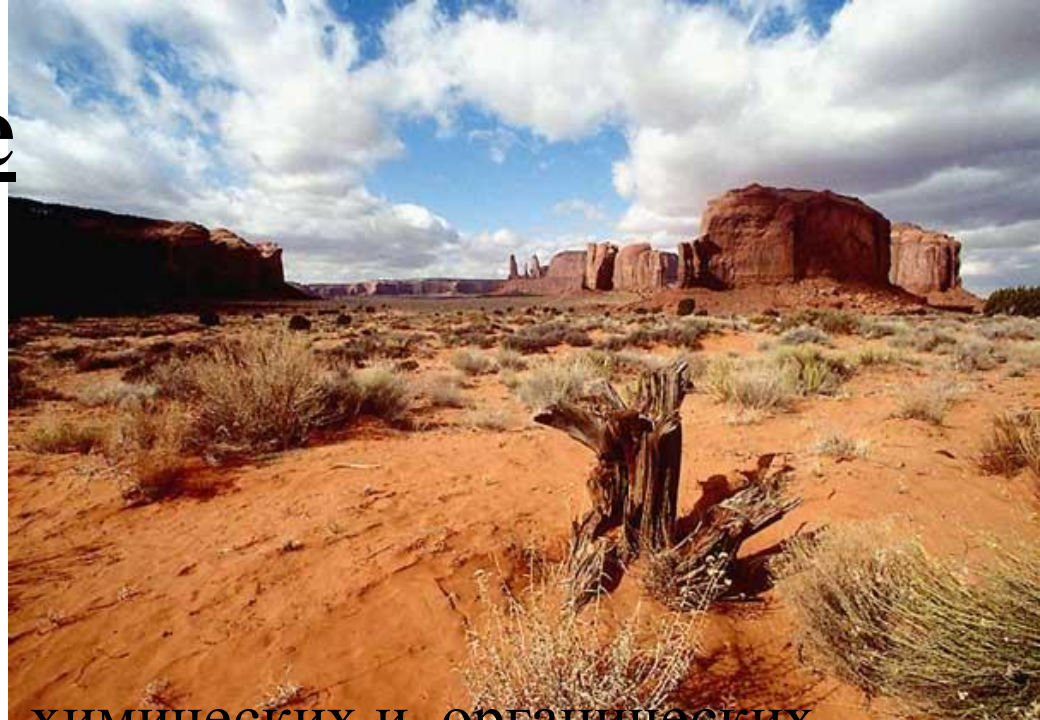
Экзогенные процессы выравнивают поверхность земной коры путем разрушения гор и заполнения впадин.

Классификация экзогенных процессов

- I. Выветривание – разрушение горных пород под воздействием разнообразных экзогенных факторов.
- II. Денудация – снос, удаление продуктов разрушения с места их образования.
- III. Транспортировка – перенос продуктов разрушения на другое место.
- IV. Седиментация – осаждение, накопление перемещённого вещества.
- V. Литификация – преобразование рыхлого осадка в прочную горную породу.

I. Выветривание

- процесс разрушения и изменения горных пород и минералов на земной поверхности и вблизи от неё под воздействием физических, химических и органических факторов



К агентам выветривания относятся перепад температур, химическое воздействие воды, как растворителя, воздействие живых организмов, различных газов и кислот (минерального и органического происхождения).

Продукты выветривания, залегающие на месте своего образования, называются **ЭЛЮВИЙ**. К элювию относят продукты выветривания, не смещённые за пределы площади развития материнских пород, за счёт которых они образовались).

В зависимости от набора агентов и характера воздействия, можно выделить **три типа выветривания:**

1. **Физическое** - разрушение горной породы под воздействием солнечной радиации и температурных колебаний (нагревание или замерзание). Внешние условия – климат, раст.покров, рельеф. Г.п. – особенности структуры, мин.состава, окраски
2. **Химическое** - является результатом химических взаимодействий горных пород с атмосферными газами, водой и растворёнными в ней веществами. При химическом выветривании осуществляются разнообразные типы химических реакций – окисление, гидратация, гидролиз. Внешние условия – климат, хим.параметры среды, мин.состав г.п.

3. **Органическое (биогенное)** – разрушение горных пород под воздействием живых организмов.

Механическое, физическое, химическое разрушение – корни, растения, животные, бактерии.

Химическое воздействие живых организмов сказывается, как при их жизни, так и после их отмирания. Живые организмы выделяют органические кислоты, углекислоту, аммиак и другие азотистые соединения, разрушающие горные породы



КОРА ВЫВЕТРИВАНИЯ

Геологические тела, сложенные элювием, то есть продуктами глубокого поверхностного физического, химического, биохимического преобразования горных пород, оставшихся на месте своего образования, объединяют понятием *кора выветривания*.

Кора выветривания магматических и метаморфических горных пород - ортоэлювий.

Эти породы формировались в условиях, резко отличных от земной поверхности, и поэтому они изменяются наиболее сильно. Соответственно, развивающиеся по ним коры выветривания резко отличаются от материнской породы.

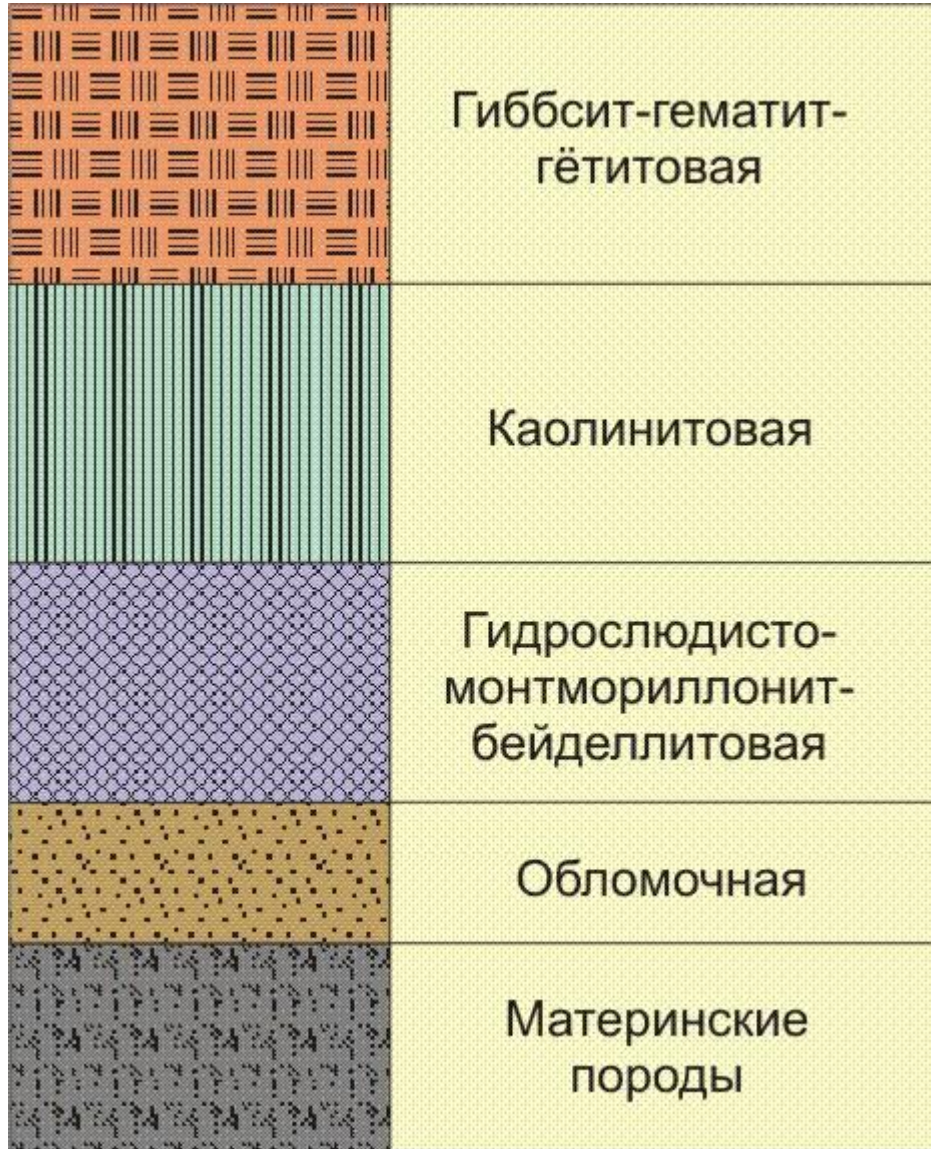
Кора выветривания морских осадочных пород - параэлювий.

Изменение таких пород, по сравнению с магматическими и метаморфическими, часто менее значительно. Поэтому кора выветривания не всегда резко отличается от материнских пород (например, при выветривании глин).

Элювий континентальных отложений обозначается термином неоэлювий.

Материнские породы, за счёт которых происходит формирование такого элювия, сами являются переотложенными продуктами выветривания, и в поверхностных условиях уже слабо изменяются; в силу этого неоэлювий часто выражен неотчётливо.

Типичным компонентами кор выветривания служат *продукты дезинтеграции субстрата, глинистый элювий и латериты.*



В строении развитых кор выветривания выделяются ряд горизонтов, состав которых соответствует разным последовательным стадиям выветривания субстрата. В совокупности эти горизонты образуют профиль коры выветривания.

Например, кора выветривания на гранитах имеет следующее строение профиля (снизу вверх):

- 1 - горизонт щебенчатой, или обломочной, коры выветривания, образованный дезинтегрированным в ходе физического выветривания гранитом;
- 2 - гидрослюдистый горизонт, в породах которого, представляющих собой слабосцементированную массу, прослеживается структура исходного гранита, но значительная часть щелочей и щелочноземельных элементов из минералов вынесена, и большая часть полевых шпатов замещена агрегатом тонкочешуйчатых гидрослюдов;
- 3 - каолинитовый горизонт, представляющий собой светлую глинистую массу с отдельными участками рыхлого щебнистого материала и красно-бурые пятна от скопления гидрооксидов железа из этого горизонта полностью удалены все одно и двухвалентные катионы, гидрослюды здесь замещены каолинитом.

Роль процессов выветривания

Если бы на Земле не было процессов выветривания – не было бы и такого важнейшего компонента биосферы, как *почва*



Почвы образуются главным образом из рыхлых пород — продуктов выветривания магматических, осадочных и метаморфических пород, оставшихся на месте их образования (элювия) или перемещенных на то или другое расстояние.

Почва состоит из рыхлого минерального вещества и органического вещества — *гумуса, или перегноя* (от лат. *humus* — земля), определяющего плодородие почвы.

Почва образуется в результате одновременно протекающих процессов выветривания и почвообразования. Почва возникает и развивается в результате совокупного воздействия на горные породы воды, воздуха, солнечной энергии, растительных и животных организмов.

Осадочные процессы

- **Денудация** - совокупность процессов сноса и переноса (водой, ветром, льдом, непосредственным действием силы тяжести) продуктов разрушения горных пород в пониженные участки земной поверхности, где происходит их накопление.
- **Транспортировка** - перенос продуктов разрушения на другое место.
- **Седиментация** - осаждение, накопление перемещённого вещества

Ведущие агенты,
обеспечивающие
денудацию,
транспортировку и
седиментацию рыхлых
продуктов
выветривания :

1. *Ветер;*
2. *Поверхностные воды;*
3. *Подземные воды;*
4. *Временные водотоки;*
5. *Склоновые процессы;*
6. *Ледники.*

Геологические процессы наземной

поверхности

Геологическая деятельность ветра (движение воздушных масс)

Эоловые процессы

Под действие ветра происходит:

- *Дефляция* - процесс выдувания и развевания ветром частиц г.п. или почвы.

- *Корразия* – процесс механической обработки незащищенных г.п. переносимыми ветром песчинками



- *Транспортировка* (песчаные бури) и *аккумуляция* песчаных частиц

При уменьшении скорости ветра происходит выпадение частиц из воздушного потока и аккумуляция. Большая их часть выпадает на поверхности морей и океанов и примешивается к морским осадкам, меньшая часть оседает на суше и образует **ОСОБЫЙ ТИП КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ — *эоловые отложения***:

- **Эоловые** пески (наиболее распространены), образуют различные формы песчаного рельефа в областях пустынь и на побережьях морей, озер и рек. Разм. частиц 0,05-0,25 мм



песчаные холмы – **барханы** – имеют своеобразную серповидную форму.



Дюны – длинные валы нанесенного песка с асимметричными наветренным и подветренным склонами.

- **Лёсс** — пылевато-глинистые породы эолового происхождения (более 50 % - алевритовые частицы размером 0,01-0,05 мм, 5-30% - глинистая фракция (менее 0,01 мм) , не более 5 % - крупный песчаный материал.

Основными породообразующими минералами лёссов являются кварц (до 80%), полевые шпаты (ок.20%) и кальцит (10-20%).

Пылеватые и глинистые частицы, выпадая, заполняют пространство между травой, растительностью. Последовательные наносы образуют с течением времени мощные толщи, достигающие нескольких десятков, а, иногда, и сотен метров.

Лёссовые породы накапливаются преимущественно по краям пустынь, в предгорьях и на подножьях гор и по периферии областей материковых оледенений.



Лёссовидные породы похожи на лёссы, но не обладают всеми их признаками. Они весьма разнообразны по составу: от лёссовидных супесей до лёссовидных глин. Распространены они более широко и нередко образуют с лёссами постепенные переходы.

Лессы содержат в своем составе большое количество карбонатных и гипсовых включений, которые в сухом состоянии придают породе прочность. Однако, при увлажнении, особенно при увлажнении под нагрузкой, отложения теряют прочность, структура их разрушается и они резко уменьшаются в объеме в связи с заполнением макропор частицами породы. Свойство макропористых пылевато-глинистых пород изменять свой объем под нагрузкой называется **просадочностью**. В природных условиях на поверхности земли над такими породами образуются провалы, называемые степными блюдцами.



В состоянии природной влажности и ненарушенной структуры лессовые породы являются достаточно устойчивым основанием. Однако если существует потенциальная возможность проявления просадки и это приводит к деформациям зданий и сооружений, требуется осуществление различного рода мероприятий.



Геологическая деятельность поверхностных вод

Любые поверхностные воды (*реки, озера, болота, моря*) производят работу по разрушению горных пород и продуктов их выветривания, переносу и их переотложению.

Эрозия – размыв рыхлого материала и скальных горных пород текучими водами. Наиболее значимую эрозионную работу осуществляют постоянно действующие водные потоки – *текущие воды (реки)*:

Донная эрозия

развивается вглубь. В результате этого вида эрозии река врезается в подстилающие её отложения и горные породы, русло её углубляется.

Боковая эрозия развивается из-за того, что река подмывает поочередно то правый, то левый берег. Формируются поперечные изгибы русла – *меандры*.



При инженерно-геологической оценке территорий геологическую деятельность рек следует изучать в связи с природными причинами и с хозяйственной деятельностью человека. Особое внимание уделяется размыву русел рек, аккумуляции наносов и подмыву берегов. Наиболее благоприятными при инженерно-геологической оценке являются террасы эрозионные. Значительно сложнее решаются вопросы строительства на аккумулятивных наносах. Для строительства более благоприятны неподмываемые и незаносимые участки долины

Отложения, накапливающиеся в речных долинах в результате деятельности речных потоков, называются *аллювием*.



В результате деятельности *временных водных* потоков формируется *пролювий*

Формы рельефа: *промоина, овраг, конус выноса*

Пролювий в виде отложений *конусов выноса* горных рек в больших количествах накапливается у подножья гор, частично содержит делювиальный материал.

Конусы выноса пролювия нередко сливаются и образуют единую полосу наносов, окаймляющую подошву гор (предгорные шлейфы). Значительное количество пролювия образуется за счет временных *грязекаменных потоков (селей)*.

Деятельность *озёр* заключается в разрушении берегов (абразивная деятельность волн), транспортировке и обработке поступающего с берегов и приносимого реками обломочного материала и в накоплении осадочного материала на дне озёрных котловин.

Для проектирования строительных объектов инженерно-геологические исследования должны обоснованно дать прогноз переработки берегов водохранилищ. При прогнозе оценивают: ширину полосы возможного размыва берега, интенсивность процесса переработки берега

Деятельность *болот* (*избыточно увлажненные участки земной поверхности со специфической растительностью*) заключается, главным образом, в накоплении специфических болотных отложений – торфа (продукт неполного разложения остатков болотных растений в условиях избыточной влажности и ограниченного доступа кислорода)

Строительная оценка болот. Болота являются неблагоприятными местами для возведения зданий и сооружений



Геологическая деятельность моря проявляется в разрушительной работе волн, цунами, приливно-отливных движений воды (*абразия*)

При проектировании зданий и сооружений на берегах морей необходимо учитывать абразию, обрушение берегов и возможное истощение пляжей.



<http://popovgeo.professorjournal.ru/>
Фото Ю. Попова
Испания, побережье Коста-Брава



Обломочный материал, образующийся при абразии и доставляемый в море реками, перераспределяется в различных зонах моря с образованием морских песчано-глинистых отложений

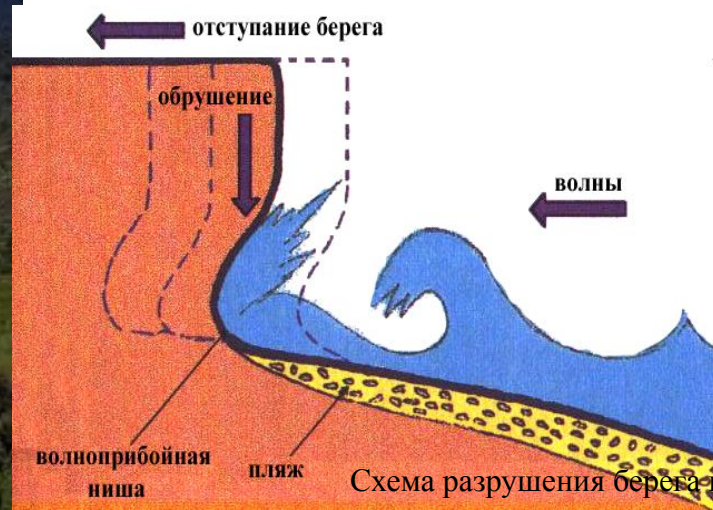


Схема разрушения берега волнобоем

Геологическая деятельность льда

Наука, которая занимается изучением льда, его физических свойств, происхождением и деятельностью - гляциология.

Эта наука разделяет все вида льда:

- 1) почвенный;
- 2) морской;
- 3) речной;
- 4) глетчерный;



Граница на земной поверхности, за которой можно обнаружить снег и лед, называется снеговой границей или снеговой линией. Выше снеговой линии снег не тает. Накапливаясь из года в год, он уплотняется под влиянием собственного веса и превращается в **фирн** – массу, состоящую из крупных ледяных зерен. С течением времени фирн спрессовывается в сплошную кристаллическую массу прозрачного **глетчерного** льда. Массы нетающего льда и снега, залегающие выше снеговой линии, называются **ледниками**. Различают ледники горные и материковые (Гренландия).

Деятельность *ледников* сводится к ледниковой денудации, транспортировке и отложению перемещённого материала.

плавающие ледяные горы – айсберги



При таянии ледника образуются постоянные потоки талых вод, которые размывают донную и конечную морены. Вода подхватывает материал размываемых морен, выносит за пределы ледника и откладывает в определенной последовательности. Вблизи границ ледника остаются крупные обломки: дальше осаждаются пески и еще дальше — глинистый материал. Такие водноледниковые отложения получили название ***флювиогляциальных***.

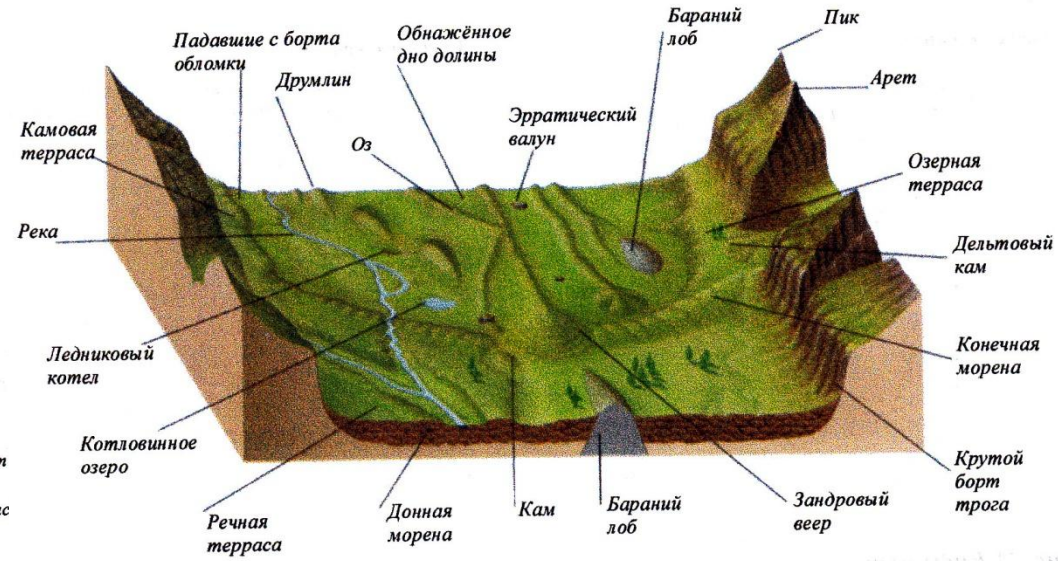
Флювиогляциальные отложения создают характерные формы рельефа: озы, камы и зандровые поля

При своем движении ледник пропахивает берега и дно ложа. Этот процесс называется *экзарацией или ледниковым выпаживанием*.



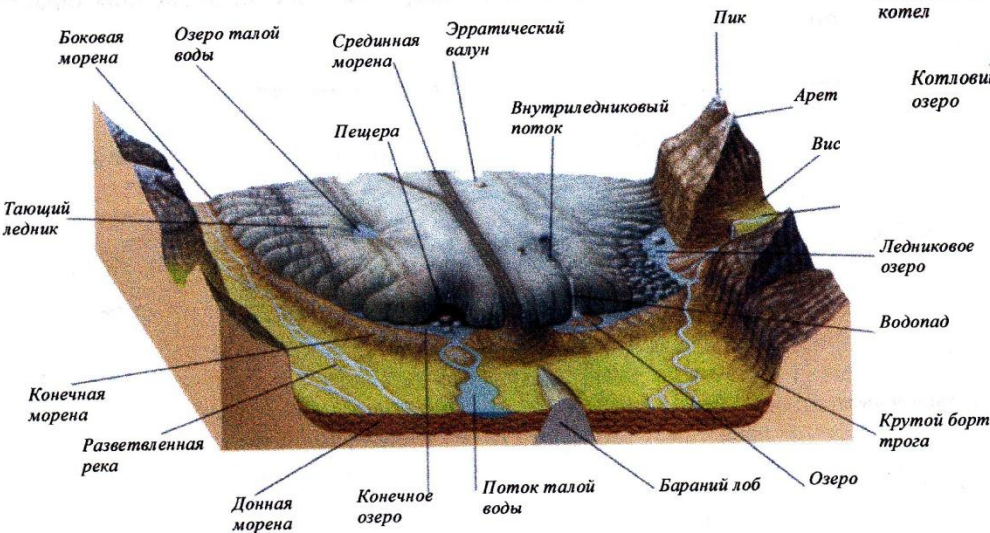
Морены – скопления обломочного материала, переносимого и отлагаемого ледником

Зондры или зондровые поля, образуют пологоволнистые равнины.



Озы – это гряды, сложенные гравийно-галечниковым материалом

Камы – небольшие холмы, расположенные без какой-либо закономерности.



Моренные и флювиогляциальные отложения являются надежным основанием для сооружений различного типа. Валунные суглинки и глины, испытавшие на себе давление мощных толщ льда, находятся в плотном состоянии и в ряде случаев даже переуплотнены. На валунных суглинках и глинах здания и сооружения испытывают малую осадку. Эти грунты слабоводопроницаемы и часто служат водупором для подземных вод. Отрицательным качеством всех глинистых ледниковых отложений является наличие случайных вкраплений отдельных, иногда очень крупных валунов.

Ледниковые отложения успешно используют как строительный материал (камень, пески, глины); пески озов, камов и зандровых полей пригодны для возведения насыпей и для изготовления бетона. Валуны - хороший строительный камень. Имеются примеры использования валунов для изготовления монолитных пьедесталов памятников (например, памятник Петру I в Санкт-Петербурге).



Геологическая деятельность подземных вод

заключается в процессах растворения ими вещества минералов и горных пород, его переноса в растворённой форме и переотложении.

Наиболее масштабные проявления геологической деятельности подземных вод связаны с

карстовыми процессами

(растворение подземными водами горных пород, приводящее к формированию крупных пустот в их толще).

Карстовые формы рельефа:

- Поверхностные (воронки)
- Подземные (пещеры)



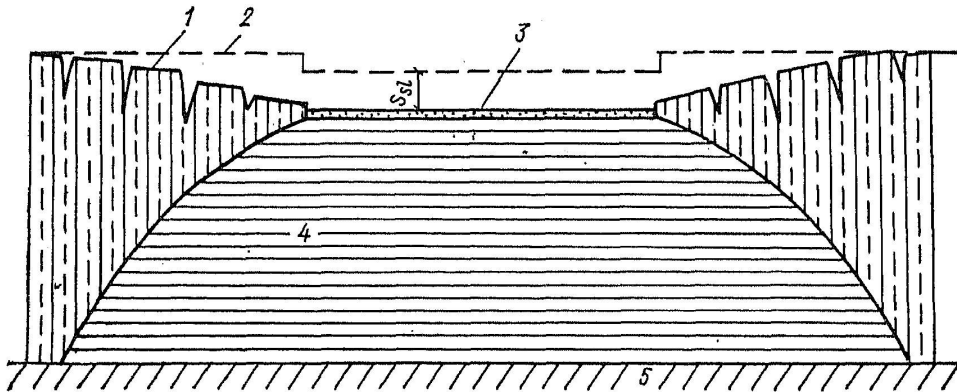
Инженерно-геологические процессы и явления

процессы, проходящие в определенных видах грунтов, вызванные хозяйственной деятельностью человека или влияющие на хозяйственную деятельность человека

К инженерно-геологическим процессам относятся **просадка, оползни, суффозия, обвалы, карст, плывуны, сели и процессы, связанные с вечной мерзлотой.**

Просадка – это быстро развивающаяся осадка, вызванная резким изменением структуры грунта, при его замачивании.

Просадочные явления наблюдаются в определенном типе грунтов – в лёссовых и лёссовидных грунтах. Просадка этих грунтов связана с их увлажнением. При повышении влаги в этих грунтах нарушается связи между твердыми частицами, происходят процессы растворения кальцита и гипса, нарушаются связи, основанные на межмолекулярном притяжении между пылеватыми частицами. Пылеватые частицы оплывают в крупные поры, происходит резкое уменьшение в объёме лёссовых грунтов, опускание поверхности земли.



Просадка поверхности лёссового грунта при замачивании

1 — поверхность грунта после замачивания; 2 — то же, до замачивания; 3 — подсыпка песка; 4 — замоченный грунт; 5 — непросадочный грунт

СНиП 2.01.09-91 «Здания и сооружения на подрабатываемых территориях и просадочных грунтах»

[1. Общие положения](#)

[2. Исходные данные для проектирования зданий и сооружений на подрабатываемых территориях и просадочных грунтах](#)

[Подрабатываемые территории](#)

[Территории с просадочными грунтами](#)

[3. Планировка и застройка территорий](#)

[Подрабатываемые территории](#)

[Территории с просадочными грунтами](#)

[4. Принципы проектирования зданий и сооружений](#)

[Общие указания](#)

[Основные требования к расчету](#)

[Особенности проектирования для строительства на подрабатываемых территориях](#)

[Приложение 1. Особенности проектирования зданий и сооружений для строительства на просадочных грунтах](#)

[Приложение 2. Особенности проектирования зданий и сооружений с учетом их выравнивания в период эксплуатации](#)

[Приложение 3. Горные меры защиты зданий и сооружений, возводимых на подрабатываемых территориях](#)

[Приложение 4. Мероприятия по устранению или уменьшению деформаций оснований, сложенных просадочными грунтами](#)

[Приложение 5. Каркасные здания](#)

[Приложение 6. Бескаркасные здания](#)

[Приложение 7. Инженерные сооружения и трубопроводы](#)

[Приложение 8. Термины и определения \(для подрабатываемых территорий\)](#)

[Приложение 9. Категории территорий залегания полезных ископаемых по условиям строительства](#)

[Приложение 10. Расчетные схемы деформаций оснований](#)

[Подрабатываемые территории](#)

[Территории с просадочными грунтами](#)

[Приложение 11. Определение коэффициентов жесткости оснований зданий и сооружений](#)

[Основания, сложенные непросадочными грунтами, при сжатии](#)

[Основания, сложенные просадочными грунтами, при сжатии](#)

[Основания, длительно деформируемые при сжатии](#)

[Коэффициенты жесткости основания при сдвиге](#)

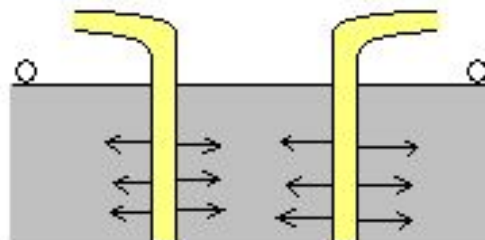
[Коэффициенты жесткости основания при сжатии в зоне растяжения земной поверхности от подработки](#)

Методы борьбы с просадочными явлениями:

1) **водозащитные** (предупредительные) - необходимо предусматривать меры по предохранению лёссовых грунтов от замачивания, а именно: изоляция трубопроводов, водонесущих конструкций, гидроизоляция поверхности земли вокруг зданий, устройство отмостоков и содержание их в порядке

2) **конструктивные** - повышение жесткости зданий, устройств фундаментов в виде монолитных лент, монолитных железобетонных плит, устройство свайных фундаментов.;

3) **устраняющие просадочные свойства пород** - предварительное замачивание лёссовых грунтов в котлованах, применение трамбовки, применение силикатизации (нагнетание силикатного раствора), термический обжиг.



Оползни – движение масс горных пород по склону вниз под действием силы тяжести, поверхностных и подземных вод без их дробления и опрокидывания к местному базису эрозии.

Состав оползня (морфология оползня) может быть описана следующими элементами:

- плоскость скольжения,
- поверхность оползня,
- бровки отрыва оползня,
- базис эрозии,
- тело оползня: *голова, язык оползня,*
- цирк оползня.

Оползень — отделившаяся масса рыхлых пород, медленно и постепенно или скачками оползающая по наклонной плоскости отрыва, сохраняя при этом часто свою связанность, монолитность и не опрокидывая при этом свой грунт.



Факторы, влияющие на возникновение оползней

- Высота склона.
- Крутизна склона. Если крутизна склона $< 15^\circ$, то оползневые процессы на нём не происходят.
- Форма склона. Чаще всего выпуклая поверхность.
- Вид пород слагающих оползневой склон (пылевато-глинистые грунты, т.к. глинистые грунты имеют способность ползучести под нагрузкой).
- Наличие подземных вод, которые пропитывая оползневое тело, утяжеляют его.





**Производственный и научно-исследовательский институт
по инженерным изысканиям в строительстве
(ПНИИС) Госстроя СССР**

**Рекомендации по количественной оценке устойчивости оползневых склонов
Москва Стройиздат 1984**



Для инженерно-технических работников изыскательских и проектно-изыскательских организаций, выполняющих инженерно-геологические изыскания на оползневых склонах

Приведены рекомендации по количественной оценке и прогнозу устойчивости склонов равнинных предгорных территорий расчетными и сравнительно-геологическими методами.

Охарактеризованы способы оценки и прогноза отдельных оползней и склонов в целом при возможности смещений блоков, пакетов или покровных образований.

Меры борьбы с оползнями

1. Предупредительные, пассивные:

Запрещается:

- подрезка оползневого склона.
- различные подсыпки на оползневых склонах.
- возведение построек на оползневых склонах и вблизи них.
- проведение взрывных работ вблизи оползневых склонов.
- уничтожение растительности на оползневом склоне.
- поливка и сброс поверхностных вод на оползневые склоны.
- распашка оползневых склонов.
- езда по оползневым склонам.

2. Конструктивные (активные).

- Устройство дренажей на оползневых склонах.
- Устройство прошивки тела оползня металлическими или железобетонными шпильками (сваями). Заглублять сваи необходимо ниже плоскости скольжения не менее чем на 2 м.
- Устройство подпорных стен, для удерживания оползневого склона.
- Устройство контрбанкетов. (Верхнюю часть склона срезают и этим грунтом подсыпают нижнюю часть оползня).
- Силикатизация оползневого склона (разработка и перемешивание грунта с закрепляющими реагентами, нагнетание в грунт хим. или цементных растворов).

Обвалы – это обрушение горных пород с крутых склонов под действием силы тяжести сопровождающееся их опрокидыванием и дроблением. Бывают: мелкие, средние, крупные (катастрофические) обвалы.

Обвалы наблюдаются в горных местностях.

С мелкими обвалами существуют следующие меры борьбы:

1. Взятие в обоймы (металлические или железобетонные) склонов подверженные обрушению, с одновременной цементацией трещин, путём нагнетания цементного раствора под давлением
2. Предупредительное обрушение масс горных пород путём расклинивания их или применение направленных взрывов.

С крупными и средними обвалами мер борьбы не существует.





Суффозия – процесс разрыхления пород чаще всего песков и вынос из них мелких частиц потоком фильтрующейся через них воды.

Суффозионные процессы (механические суффозии) происходит чаще всего в песчаных грунтах, которые имеют разномерное сложение.

В результате суффозионных процессов (выноса мелких частиц грунта) образуются специфические формы рельефа: *суффозионные воронки*, в дальнейшем могут быть заполнены поверхностными водами, и на их месте образуются озёра. *Также суффозия связана с образованием глиняных и лёссовых карстов.*



Меры борьбы с суффозией

1. Предотвращение поступления и передвижения подземных вод в породах подверженным суффозии, путем устройства дренажа.
2. Защита глинистых пород от выветривания, путём устройства защитных покрытий из песка и перемятой глины.
3. Искусственное улучшение грунтов с помощью силикатизации.



Плывуны – насыщенные водой грунты, которые при вскрытии приходят в движение и принимают форму текучего тела.

Плывуны – это не какой то определённый вид грунтов, а **особое состояние грунтов**, насыщенных водой.

Плывуны делятся на два вида:

- **Ложные** плывуны - рыхлые горные породы оплывание, которых происходит при наличии гидродинамического давления, создаваемого током подземных вод.

Ложными плывунами чаще всего являются тонкозернистые и пылеватые пески, которые под действием подземных вод переходят во взвешенное состояние;

- **Истинные** плывуны – рыхлые горные породы, которые оплывают не только под действием гидродинамического давления текучих вод, но главным образом за счёт содержания в них органоминеральных коллоидов. Именно органоминеральные коллоиды приводят к тому, что вода в истинных плывунах находится в связанном состоянии (притягиваются молекулы воды органоминеральными коллоидами).

Поэтому истинные плывуны нельзя осушить с

-помощью дренажа.

Истинные плывуны обладают специфическими свойствами - текучестью, эластичностью, малыми механическим сцеплением и вязкостью, низкими водопроницаемостью и сопротивлением сдвигу



Меры борьбы с пльвунами

1. Искусственное осушение с помощью прокладки дренажной системы (*этим способом можно осушить только ложные пльвуны*).
2. Применение шунтового крепления (сплошной забор, который задавливается в грунт до глубины 20-30м). Этим способом можно вести борьбу, как с ложными, так и с истинными пльвунами.
3. Способ замораживания применим для обоих видов пльвунов, наиболее эффективен для истинных пльвунов. Суть способа состоит в закачке по трубам раствор хлористого кальция, находящегося при $t - 20^{\circ}\text{C}$, в оплывающие грунты.
Это способ временного удержания пльвунов.
4. Силикатизация применяется для удержания ложных пльвунов.
5. Удержание пльвунов с помощью сжатого воздуха (нагнетают сжатый воздух в подземные выработки под давлением 2,5 атм).



Карст – явление, связанное с деятельностью подземных вод, выражающееся в выщелачивании растворимых горных пород (известняков, доломитов, гипсов и др.).

Карст приводит к образованию в горных породах пустот (пещер, каналов). Кровли больших пещер, пустот могут обваливаться, оседать. На поверхности земли на месте обвалившихся или осевших горных пород образуются воронки, впадины. С течением времени эти воронки, впадины заполняются поверхностными водами и на их месте образуются озера.

Карст иногда может сопровождаться выносом мелких частиц пород потоком подземных вод.

Карст наблюдается в легкорастворимых горных породах, чаще всего в осадочных горных породах:

известняках,
доломитах, гипсах,
ангидритах и каменной соли.



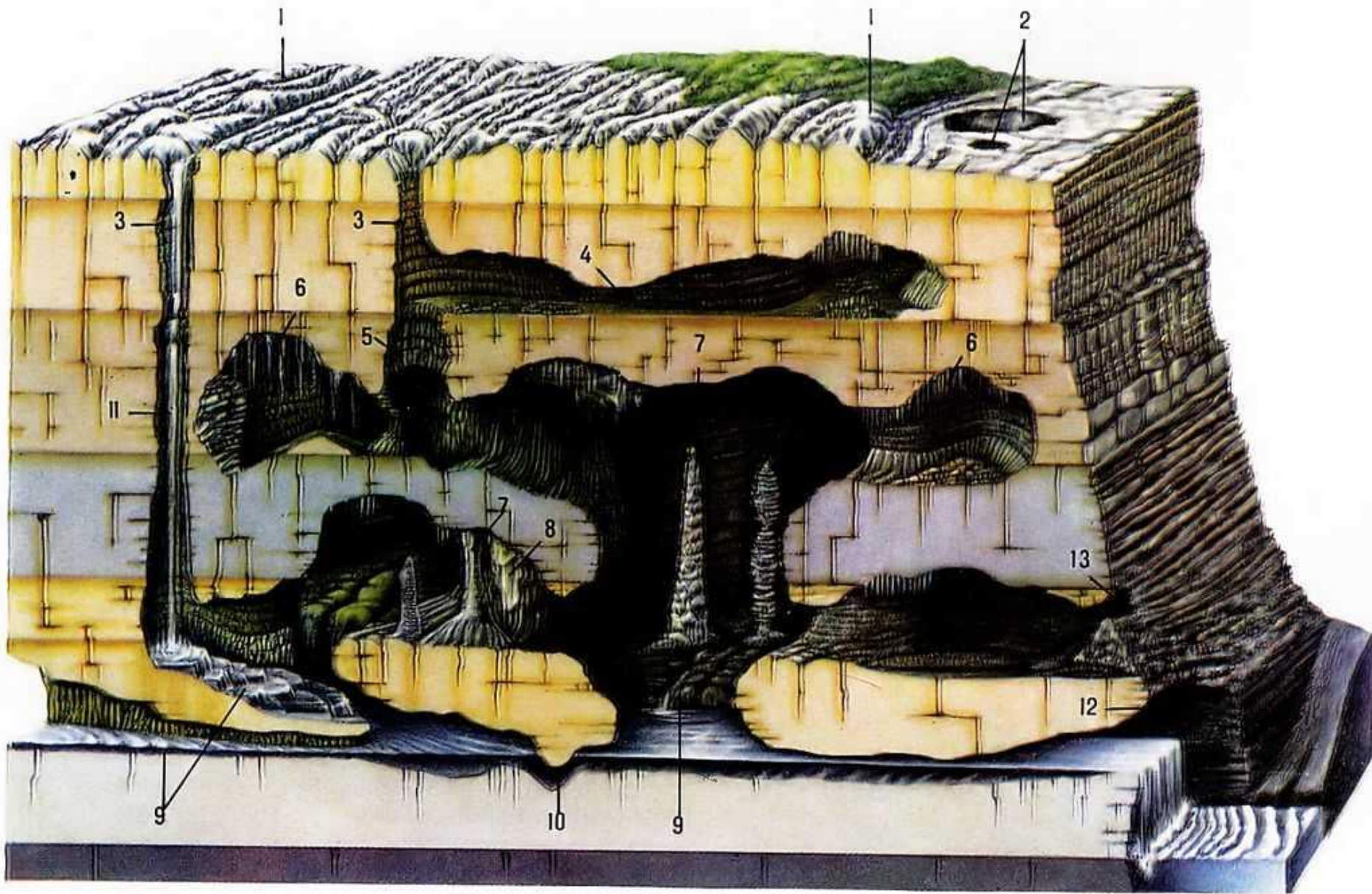


Схема карстовых процессов в горном массиве: 1 - карры; 2 - воронки; 3 - естественные шахты и колодцы; 4 - пещерная галерея; 5 - вертикальная пещерная полость; 6 - сталактиты; 7 - сталагмиты и сталагнат (натёчная колонна); 8 - натёчные драпировки; 9 - подземные водотоки; 10 - сифон; 11 - подземный водопад; 12 - грот с карстовым источником типа воклюз; 13 - вход в пещерную систему.

Меры борьбы с карстом

1. Прекращение доступа поверхностных и подземных вод к карстующимся породами путём устройства дренажа.
2. Искусственное обрушение кровли карстовых пустот или заполнение этих пустот глинистыми породами.
3. Цементация карстующихся пород.
4. Битумизация закарстованных пород.
5. Осушение закарстованных пород с помощью откачки воды насосами.