

Министерство образования и науки Украины

**Харьковская национальная академия
городского хозяйства**

Т.В. Мишурова

Конспект лекций

по дисциплине

“ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ”

(для студентов направления подготовки
6.060101 – «Строительство» и иностранных учащихся)

Харьков ХНАГХ 2008

Мишурова Т.В. Конспект лекций по дисциплине “Инженерная геология” (для студентов направления подготовки 6.060101 – «Строительство» и иностранных учащихся) / Т.В. Мишурова; Харьк. нац. акад. город. хоз-ва. – Х.: ХНАГХ, 2008. – 67 с.

Автор: Т.В. Мишурова

Рецензент: В.Г. Таранов (профессор кафедры «Механика грунтов, фундаментов и инженерной геологии»)

Рекомендовано кафедрой механики грунтов, фундаментов и инженерной геологии, протокол № 6 от 13.03.2008 г.

Геология, ее предмет, задания и связь с другими науками

Геология – наука о земле. Наиболее подробно геология изучает верхнюю твёрдую оболочку Земли - земную кору. Геология занимается: изучением формы, строения, состава Земной коры; процессами, происходящими или происходившими на ней и историей её развития. В настоящее время появились новейшие технологии - геофизические методы, аэро- и космическая съёмка, наблюдения за прохождением сейсмических волн. Всё эти методы позволяет сказать, что геология занимается изучением Земли, как планеты в целом, однако, наиболее изученной остаётся литосфера (Земная кора). Геология, возникла, как наука, более 200 лет тому назад, возникла чисто из практической отрасли основанной на изучении полезных ископаемых. В настоящее время - это многоотраслевая наука, включающая физическую (динамическую) геологию, минералогию, петрографию, историческую геологию, гидрогеологию, геоморфологию, инженерную геологию, ряд специальных разделов геологии: мерзлотоведение, военную геологию, сейсмологию, вулканологию и др.

Физическая геология – изучает процессы и явления, происходящие на поверхности Земли или внутри земной коры, а также изучает процессы и явления, происходившие в более ранние века. На основе проводимых аналогий делаются выводы о возможных перспективах развития процессов и явлений в будущем. К внутренним процессам динамики Земли относятся: сейсмические явления, магматизм, процессы метаморфизма, вулканические процессы. К процессам внешней динамики земли относятся процессы выветривания, эоловые процессы, эрозионные процессы и др.

Историческая геология – комплексная наука, изучающая историю развития Земли и органической жизни на ней. Включает: стратиграфию – наука об осадочных породах, палеонтологию – науку, которая изучает ископаемые, остатки древней фауны и флоры.

Минералогия – это наука о составе, свойствах, генезисе (происхождении), и использовании минералов в народном хозяйстве.

Учение о полезных ископаемых – наиболее древняя отрасль геологии. Она является родоначальницей современной геологии. Эта наука изучает все природные минеральные образования, которые могут быть полезны человеку, например гипс, руды, ртуть и др.

Петрография – это наука о горных породах, об их составе, структуре, текстуре, формах залегания и использования в народном хозяйстве.

Гидрогеология – это наука о подземных водах, их генезисе, основных законах движения, закономерностях распространения, условиях питания и разгрузки, физико-химических свойствах, условиях эксплуатации.

Геоморфология – область геологии, изучающая поверхность Земли, рельеф, вопросы его образования и изменения во времени.

Инженерная геология – это наука, изучающая верхнюю часть Земной коры, горные породы, залегающие в этой области, как основание или как среду для возведения зданий и сооружений. Инженерная геология также изучает некоторые процессы и явления, возникающие в горных породах связанных с хозяйственной деятельностью человека. Включает в себя: грунтоведение, механику грунтов, инженерную геодинамику, региональную инженерную геологию, специальную инженерную геологию.

Методы, применяемые в геологии, как и в каждой науке естественного исторического цикла, включают в себя метод наблюдений (опытов), метод логических заключений (выводов), метод экспериментов. Основным методом является метод наблюдений и метод выводов. Наименее распространенным является метод экспериментов. Но с каждым годом этот недостаток все больше и больше ликвидируется, благодаря развитию науки и техники. В настоящее время методы аэро- и космосъемки позволяют подробно изучать литосферу. Геофизические методы позволяют судить о составе и строении Земли, как планеты в целом. Однако все же, основными остаются методы наблюдений и на основе их выводов.

После изучения курса лекций, студенты должны знать основы геологии, геоморфологии, гидрогеологии, представлять строение и состав горных пород и минералов, уметь строить геологический разрез, знать основные процессы и явления, происходящие на поверхности и в недрах земной коры, знать формы и типы рельефа.

Форма, размер и строение Земли

Форма нашей планеты Земля с математической точки зрения может быть описана, как **трёхосный эллипсоид вращения или сфероид**. В геологии форму Земли принято описывать при помощи такого понятия, как **геоид**. Геоид – это условная форма Земли, которая совпадает с поверхностью мирового океана в состоянии покоя. Эта поверхность не совпадает ни с поверхностью сфероида, ни с действительной земной поверхностью. Возраст Земли, как планеты оценивается в настоящее время в 4,5 – 5 млрд. лет. Объём Земли: $V_z = 1,083 \cdot 10^{27} \text{ см}^3$, масса земли $M_z = 5,59 \cdot 10^{27} \text{ г}$ Площадь поверхности Земли $S = 510 \text{ млн. км}^2$ Средняя плотность вещества Земли $\rho = 5,52 \text{ г/см}^3$ Средний радиус Земли $R_{\text{ср}} = 6371 \text{ км}$. Экваториальный радиус $R_{\text{эк}} = 6378 \text{ км}$. Полюсной радиус $R_{\text{п}} = 6356,8 \text{ км}$. Длина экватора $L_{\text{экв}} = 40075,7 \text{ км}$. Основная площадь поверхности Земли, занята мировым океаном (70,8% поверхности Земли), что составляет 361,1 млн. км². Остальные 29,2% площади поверхности Земли заняты сушей (148,9 млн. км²).

Земной шар может быть представлен как ряд концентрических оболочек, сфер, как бы вложенных друг в друга. Часть из них относится к **внешним оболочкам Земли** (атмосфера, гидросфера, биосфера). Остальные могут быть отнесены к **внутренним оболочкам Земли** (литосфера, мантия Земли, ядро Земли).

Внешние оболочки земли

Атмосфера – это внешняя воздушная (газовая) оболочка Земли. Общая высота ее более 1300км. Выше атмосферы располагается еще одна оболочка земли – магнитосфера (рассмотрение ее в курс лекций не входит). Атмосфера в основном состоит из азота (~78%), кислорода (~21%) и аргона (0,93%), на все остальные газы приходятся сотые доли процентов. По температуре и по концентрации газов в оболочке атмосфера подразделяется на: **тропосферу, стратосферу, мезосферу, термосферу, экзосферу.**

Тропосфера – ближайший к поверхности земли слой атмосферы. Распространяется на высоту в районе экватора 15-18 км, в районе полюсов - 6-8 км. Тропосфера содержит около 80% всей массы атмосферы, в том числе почти весь водяной пар, поэтому в ней образуются облака, происходит перемещение воздушных масс (ветер). Нагревание воздуха в тропосфере обусловлено тепловым излучением нагретой поверхности Земли. Установлено, что на каждые 100 м высоты температура понижается на 0,5°С. У верхней границы тропосферы температура составляет около -50°С. Тепловой режим тропосферы не постоянен. В приповерхностной зоне температура колеблется в от -80°С в Антарктиде до +59°С в Азии (район Персидского залива), в средняя температура у поверхности земли около +15°С.

Стратосфера простирается от поверхности земли приблизительно до высоты 55 км. Масса стратосферы невелика – около 5% всей массы атмосферы. Температура в верхних слоях иногда превышает +50°С. Полагают, что повышение температуры в верхних слоях стратосферы, связано с увеличением содержания озона. Наличие озона обеспечивает надежную защиту Земли от губительных для жизни ультрафиолетовых и других излучений Солнца. В стратосфере, так же как и в тропосфере, происходит значительное перемещение воздушных масс, иногда с большой скоростью.

Выше стратосферы располагается **мезосфера**. Верхняя граница ее расположена на высоте 80-90км от поверхности Земли. Температура на этой высоте понижается до – -60 -90°С.

Выше мезосферы до высоты 800 – 1000км располагается **термосфера**, а затем **экзосфера (сфера рассеивания** газов в мировое пространство), В этих двух оболочка содержится до 0,2% всей массы атмосферы.

Гидросфера

Гидросфера – водная прерывистая оболочка Земли. Средняя мощность гидросферы - 3,8 км, наибольшая глубина – 11521 м. 94% воды приходится на Мировой океан. Площадь поверхности Мирового океана $S=261$ млн. км². Объём мирового океана – $V=1379$ млн. км³. Кроме вод Мирового океана к гидросфере относятся воды морей, озёр, рек, болот, ледники, подземные воды, пары воды находящихся в атмосфере, почвенные воды, воды находящиеся в живых организмах. Таким образом, гидросфера является очень своеобразной оболоч-

кой, хотя все воды, входящие в нее, в той или иной степени связаны между собой, но условия нахождения их в природе различные. Наибольшие массы воды сосредоточены в мировом океане. Так как отдельные участки мирового океана отличаются по температуре и солености воды, характеру морских течений и условиям ледовитости, то мировой океан делят на отдельные океаны: Атлантический, Тихий, Индийский и Северный Ледовитый.

На дне океанов и морей выделяют три зоны: **шельф, континентальный склон и ложе мирового океана. Зона шельфа (мелководье)** сравнительно узкой полосой (60 – 70 км) окаймляет материки и архипелаги. Глубина шельфа доходит до 200 – 400м. Шельф очень полого спускается в сторону моря. **Зона континентального склона (батиальная зона)** имеет глубины от 200-400м до 2000-3000м. Континентальный склон полосой в несколько сотен километров примыкает к шельфу. Ложе мирового океана или абиссальная (глубинная) зона, имеет глубины, превышающие 3000м. На долю этой зоны приходится 72,4% площади морского дна.

На материках гидросфера представлена ледниками, озерами, реками, подземными водами и водами живых организмов. Озера бывают проточными и бессточными. Проточные озера дают начало рекам. В таких озерах вода пресная. Бессточные озера могут принимать реки, но стока не имеют. Такие озера со временем становятся солеными. Реки представляют собой постоянные водные потоки, текущие в разработанных ими руслах. Подземные воды протекают в толще литосферы, просачиваясь через горные породы или протекая в трещинах водопроницаемых горных пород или протекая в трещинах водонепроницаемых пород.

В основном все воды гидросферы солёные. Средняя солёность Мирового океана составляет 35 г/л. В подземных водах солёность может доходить до 400 – 500г/л. На пресные воды приходится всего 2% от общего объёма гидросферы. Основной запас пресных вод сосредоточен во льдах Антарктиды, Гренландии, северных островах, на горных вершинах.

Температура Мирового океана зависит от широты местности и колеблется в пределах от $-2,8^{\circ}\text{C}$, до $+36,6^{\circ}\text{C}$ (в районах Персидского залива), с глубиной температура падает от поверхности до 150м, а далее температура постоянная.

Животный мир мирового океана разнообразен и может быть разделен на: **нектон, планктон, бентос.**

Нектон – все живые организмы, обитающие на дне морей, океанов (черви, змеи).

Планктон – совокупность организмов не способных противостоять течению.

Бентос – основная масса рыб и морских млекопитающих.

Гидросфера обладает высокой подвижностью и живой силой перемещающейся воды. Вследствие этого она является мощным геологическим фактором развития земной поверхности. Гидросфера является непременным условием существования жизни на Земле. Ни одно живое существо или растение не может существовать без воды.

Биосфера

Биосфера – область распространения живого вещества (по Вернадскому). Область распространения биосферы в атмосфере ограничивается озоновым слоем (примерно до 18 - 50 км от поверхности Земли). В недра Земли биосфера распространяется на глубину Марианской впадины 11521м, однако после того, как была пробурена сверх глубокая скважина на Кольском полуострове, проникновение живого вещества может быть отмечено на глубине до 12км.

Внутренние оболочки Земли

Земная кора (литосфера) – первая от поверхности внутренняя оболочка Земли. Литосфера состоит из минералов и горных пород в верхней части и вязко пластичной высокотемпературной массы в нижней части. Граница литосферы проходит по слою Мохоровичича, где отмечено скачкообразное увеличение скорости распространения упругих волн и плотность в этом слое скачком увеличивается до $3,1 - 3,5 \text{ г/см}^3$. Средняя мощность земной коры около 33 км. Средняя плотность земной коры – $2,77 \text{ г/см}^3$. Литосфера наиболее изученная сфера Земли. Именно в этой геосфере осуществляется проходка горных выработок различной глубины. Ниже лежащие оболочки Земли исследуются с помощью геофизических методов, которые основаны на изучении скорости прохождения упругих волн в различных средах.

Химический состав земной коры может быть представлен такими элементами, как Si, Al, Fe, Ca, Na, K, Mg. Особенно много содержится в земной коре Si и Al, поэтому эту оболочку называют (Sial).

Земная кора по происхождению делится на **океаническую земную кору и континентальную земную кору**.

Океаническая земная кора состоит из трёх слоёв: первый от поверхности слой сложен *осадочными* породами и имеет толщину от нескольких десятков метров до сотен метров. Второй от поверхности слой – *неясных пород*, имеет толщину от 1,5 до 2км. и подстилается третьим от поверхности слоем – *базальтовых* пород и имеет толщину 4,5- 5км. Состав океанической Земной коры – постоянный, её образование происходит и в настоящее время в местах срединно-океанических хребтов и рифовых долин.

Континентальная земная кора так же как и океаническая состоит из трех слоев. Средняя мощность составляет 40км. Наибольшую мощность материковая земная кора имеет под горными хребтами, порядка 50 – 70 км (иногда до 100 км).

Состав континентальной земной коры: первый от поверхности слой представлен осадочными горными породами. Мощность этого слоя колеблется от 0 до 15 км. Так в районах выхода на поверхность древних щитов осадочные горные породы могут совсем отсутствовать. В районах опускания земной коры их мощность может достигать 15 км. Второй слой – **гранитный** (светлые гра-

ниты). Мощность этого слоя составляет 10 – 40 км. Ниже залегает третий от поверхности слой - *базальтовый*. Его мощность порядка 15 – 30 км.

Мантия Земли – вторая внутренняя оболочка Земли. Она разделяется на *верхнюю и нижнюю мантию* Земли.

Верхняя мантия Земли простирается от поверхности земли на глубину до 400 км. Плотность верхней мантии земли в среднем – 4,5 – 4,78 г/см³. В состав верхней мантии земли входит так называемый слой астеносферы. Этот слой находится в тугопластичном состоянии. Именно из него происходит попадание магмы в литосферу. Астеносфера является первым слоем в котором зарождаются сейсмические явления. Между верхней и нижней мантией Земли до глубины ≈1000 км располагается слой Голицина, это второй слой, в котором предположительно зарождаются сейсмические явления. Ниже слоя Голицина находится нижняя мантия земли, она простирается до глубины около 2900 км от поверхности Земли. По массе мантия Земли составляет 67,8% от всей массы Земли. Состав верхней мантии Земли – это прежде всего силикаты и магний. Поэтому она имеет второе название *sima* (Si, Mg). Состав нижней мантии Земли – это прежде всего хром, железо, силициум, магний, никель. Поэтому она имеет второе название *crfesima* (Cr, Fe, Si, Mg). Из вещества мантии произошли горные породы, которые залегают в земной коре. Мантия Земли является источником сейсмических, вулканических, горообразовательных и магматических процессов.

Под мантией Земли расположено *ядро Земли*. На границе нижней мантии Земли и ядра Земли плотность скачком возрастает от 5,9 до 10 г/см³ и медленно возрастает до 12,5 г/см³. Плотность в самом центре ядра составляет 14 г/см³. По массе ядро Земли составляет около 32% массы Земли, по объёму около 16% объема Земли. Состав ядра – это в основном железо и никель, но также Si. Сокращенное наименование ядра – *нифе* (Ni, Fe). В пределах ядра выделяется жидкая внешняя оболочка до глубины 5100 км (т.е. мощностью 2200 км), а далее, с глубины 5100 км, внутренняя часть – твердое ядрышко. Большая плотность вещества в ядрышке может быть объяснена тем, что под влиянием больших давлений у некоторой части атомов должно произойти разрушение электронных оболочек и срыв электронов. Такие атомы могут сблизиться на гораздо меньшее расстояние, чем это возможно при обычных условиях. При этом появится большое число свободных не связанных с атомами электронов, придающих веществу любого химического состава свойства металла или металлизированного вещества.

В настоящее время предполагается, что Земля в основном находится в твердом состоянии. Все три слоя литосферы – осадочный, гранитный, базальтовый находятся в твердом состоянии. Залегающая ниже симатическая оболочка и все последующие оболочки вплоть до ядра состоят из вещества по физическим свойствам напоминающим сургуч, стекло или парафин. Эти вещества при мгновенно действующих силах ведут себя как типично твердые, при медленно действующих силах – как жидкие. В таком своеобразном состоянии находится вещество мантии Земли. Внешняя оболочка ядра представляет собой сильно

пере уплотненное жидкое вещество, а центральная часть – ядрышко – твердое металлизированное вещество.

Давление в недрах Земли – на границе между земной корой и мантией Земли составляет ~13 тыс. атм. В верхних частях Земной коры с каждым километром, давление увеличивается на 270 атм. В центре земли давление составляет 3,5 – 4 млн. атм.

Температурный режим верхних слоев земной коры

По температурному режиму верхние слои земной коры делятся на три зоны:

- **Первая зона** от поверхности земли называется зоной **переменных температур (зоной сезонных колебаний температур)**. Мощность этой зоны в среднем оставляет 20-30 м. Температурный режим определяется влиянием солнца. В этой зоне могут быть выделены две подзоны: **первая подзона** – суточные колебания температур (глубина 1-1,5 м.); **2-я подзона** – зона зимнего промерзания горных пород (в этой зоне температура в зимнее время опускается ниже 0°C). В этой подзоне происходит замерзание воды в порах горных пород, в результате происходит морозное пучение глинистых горных пород, увеличение в объеме пород приводит к разрушению зданий и сооружений. Подошва фундаментов, вновь строящихся зданий, должна закладываться ниже границ промерзания горных пород;
- **Вторая зона** от поверхности земли называется **зоной постоянных температур**. Мощность этой зоны ≈20 м. В этой зоне температура в течение года примерно остается постоянной (в северном полушарии - $t=+15^{\circ}\text{C}$, а в южном - $t=+13 - +14^{\circ}\text{C}$). Температурный режим определяется двумя факторами: энергией солнца и радиоактивным распадом элементов в нижних слоях литосферы;
- **Третья зона** от поверхности земли – **зона постоянно нарастающих температур**, мощность ее около 15-20 км. Температура в этой зоне определяется влиянием радиоактивного распада элементов в нижних слоях литосферы. Температура изменяется не беспорядочно, а по определенному закону – **геотермической ступени и геотермического градиента**.

Геотермическая ступень – расстояние в метрах, на которое надо углубиться в недра земли, что бы температура повысилась на 1°C. Средняя величина геотермической ступени составляет около 33 м.

Геотермический градиент – это количество градусов, на которое изменится температура, если углубиться в недра на 100 м. Это обратная величина геотермической ступени. Средняя величина геотермического градиента составляет - около 3°C.

В спокойных районах, где не проявляется вулканическая деятельность, средняя величина геотермической ступени может составлять – 20, 30, 40 м (в Харькове – 37,7 м). В районах с активной вулканической деятельностью величина геотермической ступени уменьшается до – 15, 10м, иногда 5м.

Знание величины геотермической ступени или геотермического градиента для данного района имеет практическое значение, особенно при возведении подземных сооружений (шахт, туннелей и др.).

Температура в ниже перечисленных зон по мере углубления в нижние слои Земли увеличивается. На границе литосферы и мантии Земли составляет около 1500°C. Температура ядра Земли достигает огромных величин - 5000°C.

Основы минералогии и петрографии. Минералы

Минералы - это природные тела, относительно однородные по химическому составу и сходные по физическим свойствам, образующиеся в недрах земной коры или на ее поверхности в результате различных физико-химических процессов.

Минералогия – это наука, которая занимается изучением образования, свойств, строения и использования в народном хозяйстве минералов.

По генезису (происхождению) минералы делятся на **эндогенные, экзогенные и метаморфогенные**.

Эндогенные минералы – это минералы, которые образовались в недрах Земли (литосферы) при высоких температурах и давлении в результате магматических процессов, примерами таких минералов могут служить ортоклаз, лабрадор, мусковит, оливин, кварц, авгит, магнетит и др.

Экзогенные минералы – это минералы, которые образовались на поверхности Земли при низких температурах и давлении (каолинит, боксит, лимонит, малахит, гипс, др.).

Метаморфогенные – минералы, которые образовались в недрах Земли в результате воздействия температуры, давления и химически активных веществ, в результате метаморфических процессов (тальк, асбест, графит, гематит и др.).

В составе верхних слоёв земной коры известно более 3000 минералов. Однако главную роль в образовании горных пород играют 100 минералов, которые называются – **породообразующими**.

Породообразующие минералы делятся на: **главные (существенные)** – которые определяют принадлежность горных пород к тому или иному виду, и **второстепенные (несущественные)** – которые встречаются в небольшом количестве и определяют только разновидность горных пород. Горные породы на 90 - 99% состоят из главных породообразующих минералов.

Все минералы на Земле могут находиться в 3-х агрегатных состояниях **твёрдом** (кальцит, биотит, мусковит), **жидком** (ртуть, вода) и **газообразном** (любой инертный газ).

Классификация минералов по химическому составу

По химическому составу все минералы подразделяются на 10 классов:

1) Силикаты. Класс минералов, включающий в себя до 800 разных минералов (ортоклаз, микроклин, слюды, тальк, каолинит и др.);

- 2) **Карбонаты.** Класс минералов, включающий в себя до 80 разных минералов (кальцит, доломит, магнезит и др.). Отличительная особенность – реакция с соляной кислотой с выделением CO_2 ;
- 3) **Оксиды.** Самый распространённый минерал это класса - кварц (12,6% массы земной коры);
- 4) **Гидрооксиды** - к ним относятся такие минералы, как лимонит, магнетит и др.;
- 5) **Сульфиды** - это соли сероводородной кислоты. В природе их насчитывается около 200 видов минералов, например, пирит;
- 6) **Сульфаты** – это соли серной кислоты. В природе их насчитывается около 260 видов, например, гипс, ангидрит, мирабилит;
- 7) **Галоиды** – соли галогеновых кислот. Этим минералов в природе насчитывается около 100 видов, например, галит, флюорит, сильвинит;
- 8) **Фосфаты** – соли фосфорных кислот. Их около 350 видов, например, апатит, фосфорит, вивианит;
- 9) **Вольфраматы** – соли вольфрамовой кислоты (вольфрамовые руды, вольфрамит);
- 10) **Самородные элементы** – их около 50 видов минералов (алмаз, графит, сера, золото, серебро и др.).

Физические свойства породообразующих минералов

Для определения породообразующих минералов существует наиболее простой способ определения их по физическим свойствам. К основным физическим свойствам относятся **форма, цвет, прозрачность, блеск, твёрдость, спайность, излом, специфические свойства (плотность, запах, магнитность, радиоактивность, ирризация, цвет черты, вкус, реакция с соляной кислотой).**

Форма кристаллов минералов определяется при внешнем осмотре образца минерала по боковым граням. Различают следующие формы кристаллов: **куб** (галит, пирит), **ромбоэдр** (кальцит, доломит), **шестигранная призма** (кварц), **восьмигранная призма** (оливин), **столбик игольчатой формы** (роговая обманка, кварц), **призматическая пластинка и столбик** (гипс), **таблетчатая, листовая** (хлорит, слюда) и др.

Цвет у некоторых минералов строго постоянный, например, глауконит, малахит зелёный, альбит – белый. Все минералы по цвету условно можно разделить на светлые и тёмные. Однако существует множество минералов цвет, которых меняется в зависимости от наличия примесей в них. Некоторые минералы изменяют свою окраску в зависимости от изменения угла попадания света на него. Такое свойство минералов называется ирризацией, например, оно присуще лабрадору.

Прозрачность – это способность минералов пропускать сквозь себя свет. Все минералы разделяют **на прозрачные** (кварц, мусковит), **непрозрачные** (магнетит, пирит), **полупрозрачные** (гипс, халцедон).

Блеск – это способность минералов отражать или преломлять свет своей поверхностью. Все минералы разделяют на минералы с **металлическим блеском** (магнетит, пирит), **полуметаллическим блеском** (лимонит), **неметаллическим блеском**. **Минералы с неметаллическим блеском подразделяют на виды блеска:** стеклянный (гипс, кальцит), жирный (тальк), перламутровый (слюда), алмазный (алмаз), матовый, шелковистый (роговая обманка).

Спайность – это способность кристаллических минералов раскалываться или расщепляться по строго определённым направлениям, образуя при этом гладкие часто зеркальные поверхности. Различают **весьма совершенную спайность, совершенную, несовершенную, весьма несовершенную**.

Излом – это вид поверхности, образующейся при раскалывании минерала перпендикулярно поверхностям спайности. Различают излом **ровный, неровный, землистый, зернистый, игольчатый, занозистый, раковистый, пластинчатый, таблитчатый и др.**

Плотность минералов находится в пределах от 0,6 до 21 г/см³. По плотности минералы можно разделить на минералы с малой плотностью - до 2,5(гипс), средней - 2,5...4(кварц, слюда), высокой - больше 4 (барит, рудные минералы).

Твёрдость – это способность минералов сопротивляться внешним физическим воздействиям в геологии, в частности - царапанию. Относительную твердость минералов определяют по шкале твердости Мооса. В этой шкале за эталон приняты десять минералов с постоянной твердостью.

Шкала твёрдости Мооса

Минерал-эталон	Твёрдость по Моосу	Упрощенное испытание твёрдости минерала
Тальк	1	Царапается мягким карандашом, шелушится ногтём.
Гипс	2	Царапается ногтём.
Кальцит	3	Царапается медной монетой.
Флюорит	4	Царапается стеклом.
Апатит	5	
Ортоклаз	6	Царапается лезвием стального ножа.
Кварц	7	Царапается напильником.
Топаз	8	Царапается корундом.
Корунд	9	Царапается алмазом.
Алмаз	10	Пришлифовывается алмазными кругами.

Минералы с твёрдостью 8-10 среди породообразующих минералов не встречаются.

Горные породы

Генетическая классификация и основные диагностические свойства горных пород

Петрография – это наука, которая занимается изучением состава, строения, происхождения, структуры, текстуры, форм залегания и применения в народном хозяйстве горных пород.

Горные породы – это закономерное сочетание минералов.

По генезису (происхождению) горные породы делятся на три группы: **магматические, осадочные и метаморфические.**

Магматические горные породы являются первичными горными породами, т.к. они образовались в результате застывания магмы.

Осадочные и метаморфические горные породы являются вторичными т.к. они образовались из ранее существовавших горных пород.

Магматические и метаморфические горные породы составляют приблизительно 95% массы земной коры, в то время, как на осадочные горные породы приходится только 5%. Однако, осадочные горные породы покрывают 75% земной поверхности.

Всего в природе насчитывается 1000 видов горных пород.

Горные породы всех трёх групп характеризуют по четырём диагностическим признакам: **цвету, минеральному составу, структуре, текстуре.**

Цвет горных пород зависит от цвета, входящих в породу минералов. Породы могут иметь цвет от белого, до черного.

Горные породы могут состоять из одного или из множества минералов. Горные породы, состоящие из одного минерала, называются **мономинеральными**. Горные породы, состоящие из множества минералов – **полиминеральными**.

Структура горных пород – характеризует внутреннее строение горных пород. Структура зависит от: формы, размера и степени кристаллизации слагающих горную породу минералов (полнокристаллическая, обломочная, оолитовая).

Текстура горных пород характеризует внешний вид горной породы. Текстура зависит от расположения минералов в горной породе (массивная, слоистая, пятнистая).

Состав горных пород нельзя выразить одной химической формулой. Химический состав выражается совокупностью окислов: SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , FeO , MgO , MnO , Na_2O , K_2O и др. Кроме этого в горные породы входит S, Ag, F, Cl и др.

Магматические горные породы

Магматическими горными породами называются породы, которые образовались в результате застывания магмы внутри земной коры или на её поверхности.

Под магмой мы понимаем сложный силикатный расплав, расположенный в нижних слоях литосферы или в верхних слоях верхней мантии земли при температуре 1300°-1500°С, в туго пластичном состоянии.

Лава – магма, которая вышла на поверхность земли.

Всего в природе насчитывается 600 видов магматических горных пород.

По происхождению магматические горные породы подразделяются на два класса: интрузивные (глубинные), и эффузивные (излившиеся).

Интрузивные (глубинные) – это магматические горные породы, образованные в результате застывания магмы внутри земной коры без прорыва её на поверхность. Эти породы образуются в условиях большого давления, больших температур. Остывание магмы происходит медленного и равномерного, кристаллы минералов успевают образоваться крупные, плотно прилегающие друг к другу, примером могут служить такие породы, как гранит, габбро, сиенит.

Эффузивные (излившиеся)– магматические горные породы, образованные в результате застывания магмы на поверхности земли или в приповерхностных зонах. Застывание происходит при низком давлении и температуре, быстрой отдаче теплоты и газовых компонентов. Кристаллы или совсем не видны или образуются мелкими не видны глазом (базальт, трахит). Так как остывание происходит быстро, в породах скапливаются пары воды и газы, в следствии этого образуются пустоты (каверны). Примером эффузивных пород служат: диабаз, базальт, липарит и др.

Основные **структуры** магматических горных пород: **полнокристаллическая (крупнозернистая), скрытокристаллическая, стекловатая (аморфная), порфировая, порфировидная.**

- **Полнокристаллическая** структура – это структура, при которой в породе видны крупные кристаллы минералов невооружённым глазом. Этот вид структуры подразделяются на: крупнозернистую (размер кристаллов >5мм), среднезернистую (размер кристаллов минералов от 1-5мм), мелкозернистую (размер кристаллов <1мм). Эта структура присущая интрузивным магматическим горным породам.
- **Скрытокристаллическая** структура – это структура, при которой в породе кристаллы минералов, видны только под микроскопом. Эта структура присущая эффузивным магматическим горным породам.
- **Стекловатая (аморфная)** – в породах с этой структурой кристаллы минералов отсутствуют (застывание породы на поверхности земли шло настолько быстро, что кристаллы минералов не успели выкристаллизоваться). Эта структура присущая эффузивным магматическим горным породам.

- **Порфировая** – основная масса породы находится в аморфном состоянии, но в ней содержатся крупные кристаллы минералов. Эта структура присущая эффузивным магматическим горным породам.
- **Порфировидная** – основная масса породы представлена мелко- и среднезернистыми кристаллами, и в ней выделяются крупные кристаллы. Эта структура присущая интрузивным магматическим горным породам.

Основные **текстуры** магматических горных пород): **массивная (плотная), пятнистая, шлаковая (пузырчатая), миндалекаменная, флюидальная, полосчатая.**

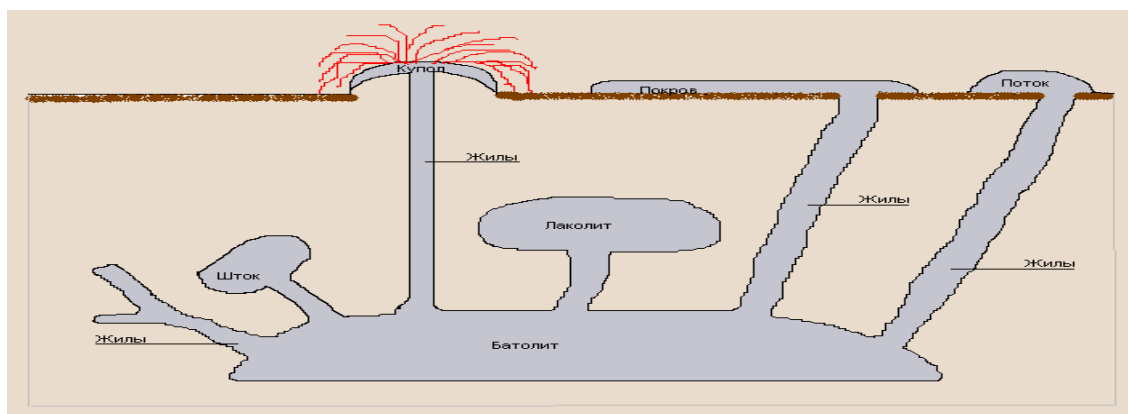
- **Массивная (плотная)** – порода сложена крупными кристаллами плотно прилегающими друг к другу или в породе нет кристаллов минералов и порода представлена аморфной массой; порода плотная не имеющая каверн и пустот.
- **Пятнистая** – неправильное чередование светлых и тёмных минералов.
- **Шлаковая (пузырчатая)** – наличие в породе пустот, каверн.
- **Миндалекаменная** – пустоты в породе заполнены вторичными минералами (опал, халцедон).
- **Флюидальная** – в породе видны следы течения лавы.
- **Полосчатая** – чередование светлых и тёмных полос.

Формы залегания магматических горных пород

Формы залегания горных пород по способу их образования разделяют на два типа: интрузивные формы и эффузивные формы залегания магматических горных пород.

Интрузивные магматические горные породы имеют такие формы залегания как: **батолиты, штоки, лакколиты, жилы.**

Эффузивные магматические горные породы имеют следующие формы залегания как: **купола, потоки, покровы.**



- **Батолиты** – крупные массивы интрузивных горных пород, занимающие по площади десятки тысяч км², пределы по глубине не найдены, возможно, достигают пределов верхней мантии Земли (не изменяют форму залегания вмещающих горных пород).
- **Штоки** – ответвления от батолитов неправильной формы, сложенные интрузивными горными породами, занимающие по площади сотни км², (не изменяют форму залегания вмещающих горных пород).
- **Лакколиты** – это ответвления от батолита грибовидной караваевообразной формы. При своём образовании лакколиты нарушают форму залегания вмещающих пород, подымая их над своим куполом.
- **Жилы** – это трещины в горных породах, которые заполнены магмой. Разделяю такие виды трещин, как секущие, межпластовые (горизонтальные).
- **Купол** – называется сводообразное залегание магматических горных пород, которые образовались в результате периодической деятельности вулканов и имеют характер напластований. Сложены эффузивными магматическими горными породами.
- **Потоки** – массивы эффузивных горных пород, которые образовались в результате излияния магмы на поверхность Земли. Длина потоков больше ширины.
- **Покровы** - массивы эффузивных горных пород, которые образовались в результате излияния магмы на поверхность земли (длина и ширина потоков соразмерны).

**Классификация магматических горных пород
по химическому составу
(содержанию диоксида кремния SiO₂)**

По содержанию SiO₂ магматические горные породы делятся на:

- **Ультракислые**, у которых содержание SiO₂ составляет более 75%;
- **Кислые** – содержание SiO₂ от 75% до 65%;
- **Средние** – содержание SiO₂ от 65% до 52%;
- **Основные** – содержание SiO₂ от 52% до 40%;
- **Ультраосновные** - содержание SiO₂ менее 40%.

По происхождению	Кислотность	Интрузивные	Эффузивные		Плотность ρ - г/см ³	Цвет
			Палеотипные (древние)	Кайнотипные (молодые)		
1	2	3	4	5	6	7
С полевыми шпатами	Ультракислые SiO ₂ - более 75%	аляскит, пегматит	-	-	2,6	Светлые
	Кислые SiO ₂ - от 75% до 65%	гранит	Кварцевый порфир	Липарит	2,6-2,7	
	Средние SiO ₂ - от 65% до 52%	сиенит, диорит	Бескварцевый порфир, Порфириты	Трахит, андезит	2,7-2,95	
	Основные SiO ₂ - от 52% до 40%	габбро, лабра- дорит	диабаз	базальт	2,8-3,0	Тёмные
Без полевых шпатов	Ультраоснов- ные SiO ₂ - менее 40%.	дунит, пери- дотит, пи- роксенит	-	-	2,9-3,1	

Осадочные горные породы

Осадочные горные породы это породы, которые образовались в результате разрушения, переноса, переотложения и уплотнения ранее существовавших магматических или метаморфических горных пород, в результате выпадения пород солей из перенасыщенных водных растворов и в результате жизнедеятельности живых организмов.

Осадочные горные породы – это вторичные горные породы, так как они образовались из ранее существовавших горных пород.

Процесс накопления осадков называется **седиментацией**.

Процесс преобразования осадков в породу, связанный с уплотнением, упрочнением и происходящий за счет уменьшения их пор называется процессом **диагенеза**.

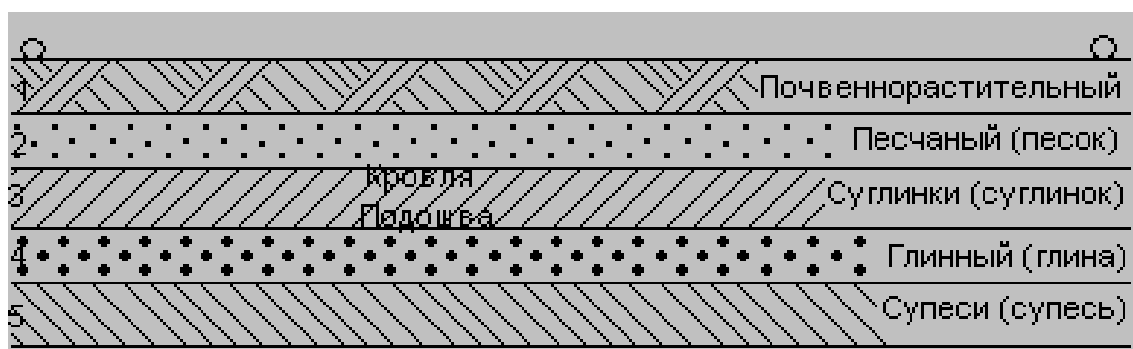
Осадочные горные породы занимают 5% объёма литосферы и 75% от общей площади Земли. Строительство чаще всего ведётся на осадочных горных породах, поэтому знание этих пород необходимо будущим строителям, проектировщикам.

По генезису (происхождению) осадочные горные породы делятся на три класса: **осадочные обломочные, осадочные химические, осадочные органические горные породы**.

Минеральный состав осадочные горные породы может быть представлен одним или несколькими минералами. Породы могут быть или полиминеральными или мономинеральными. Чаще всего мономинеральными являются осадочные химические горные породы.

Осадочные горные породы имеют **четыре отличительных признака**:

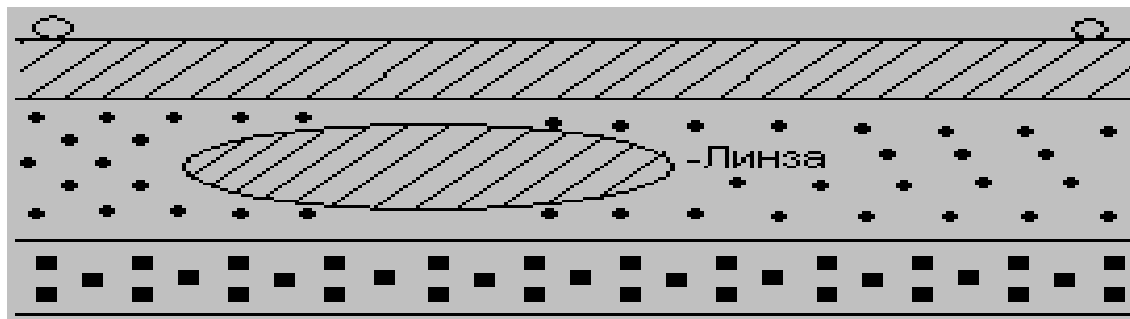
- **слоистость залегания;**
- **пористость;**
- **влияние климатических условий на их состава;**
- **наличие остатков древней фауны и флоры.**



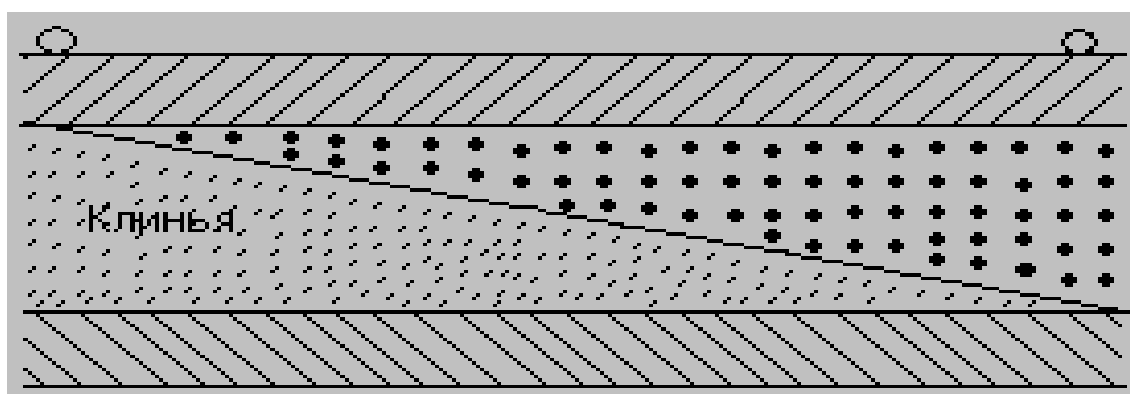
Слоистость залегания – осадочные горные породы проявляется в том, что эти породы залегают слоями (пластами).

Слоем – называется геологическое тело однородное по химическому составу, структуре, текстуре, по цвету, времени образования и палеонтологическим признакам.

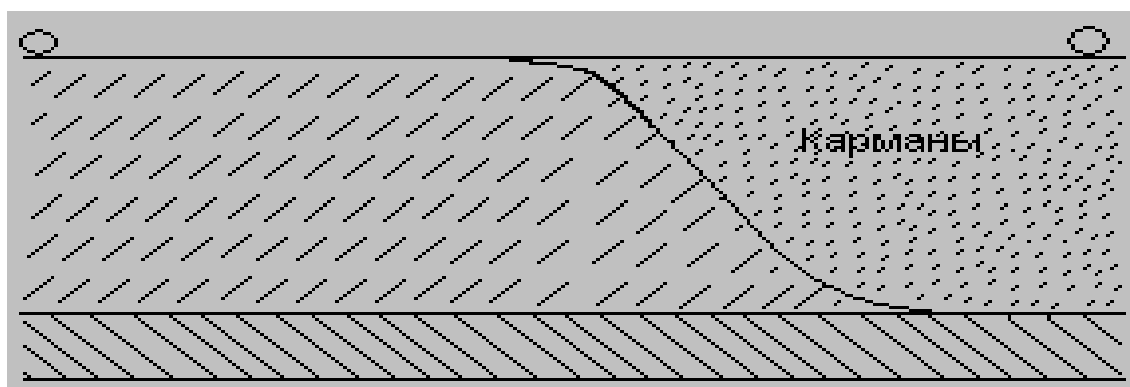
Если слой имеет значительную мощность и площадь распространения то он называется – **пластом**. Если в слоях горных пород залегают более тонкие слои других пород, то их называют – **прослоями**. Если в пластах горных пород залегают более тонкие пласты других осадочных горных пород, то они называются – **пропластками**. Осадочные горные породы могут залежать в виде **линз**.



Линзами называют незначительные по площади распространения слои осадочных горных пород, которые имеют значительную мощность и выклиниваются со всех сторон. Осадочные горные породы могут залежать в виде **клиньев и карманов**.



Залеганием в виде клина называется слой горных пород, который имеют тенденцию к выклиниванию с одной стороны.



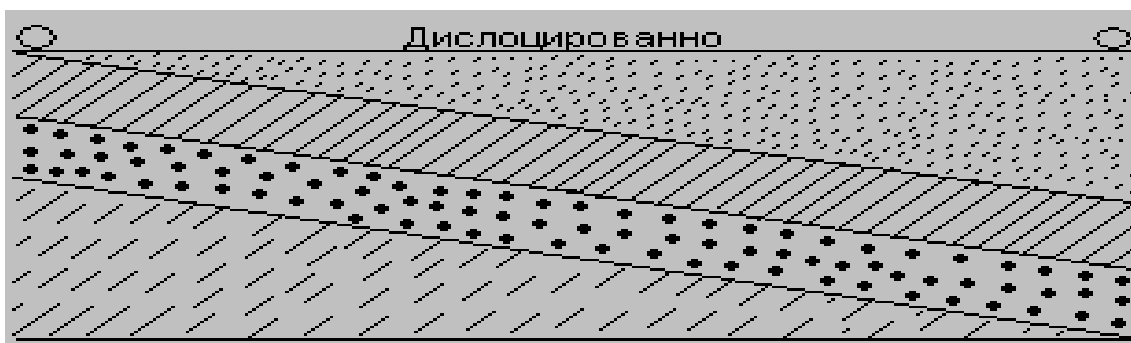
Карманами называется скопление осадочных горных пород в местах понижения рельефа.

Каждый слой осадочных горных пород характеризуется: **кровлей, подошвой и мощностью.**

- **Кровлей слоя** – называется условная плоскость, которая отделяет данный слой от вышележащих слоёв или пластов.
- **Подошвой слоя** – называется плоскость, которая отделяет данный слой от нижележащих слоёв или пластов.
- **Истинной мощностью слоя** - называется кратчайшее расстояние от кровли до подошвы слоя.

Толща осадочных горных пород – это группа слоёв или пластов различной мощности, объединяемых по их составу или возрасту.

Залегание пластов или слоёв может быть **нормальным** или **дислоцированным**.

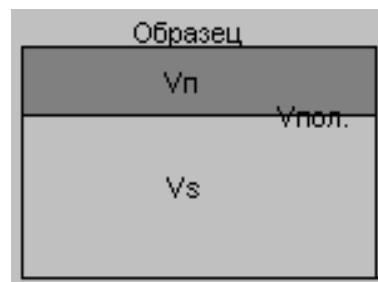
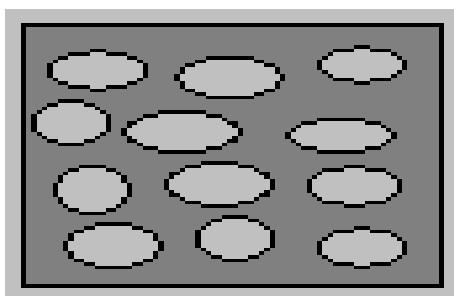


Нормальное залегание наблюдается тогда, когда кровля и подошва слоя или пласта располагаются параллельно линии горизонта.

Дислоцированное залегание – это изменённое первоначальное залегание горных пород, при этом слои горных пород могут залегать наклонно к линии горизонта или могут быть собранными в складки.

Наличие **пористости** объясняется тем, что осадочные горные породы состоят из обломков, частиц магматических и метаморфических горных пород, которые не полностью прилегают друг к другу.

Поры (пустоты) остающиеся в местах неплотного прилегания обломков друг к другу могут быть заполнены водой, воздухом, нефтью, газом.



Пористость характеризуется двумя величинами: **собственной пористостью** ($n=V_{п}/V$), **коэффициентом пористости** ($e=V_{п}/V_s$), где $V_{п}$ – объем пор,

содержащихся в горной породе, V – полный объем всей породы, V_s – объем твердых частиц.

Пористость (n) измеряется в %.

Коэффициент пористости (e) - величина безразмерная.

Пористость различных осадочных горных пород может колебаться в различных пределах. Ниже, в таблице представлена величина пористости для наиболее часто встречающихся осадочных горных пород.

Название породы	Пористость (n)
Торфы и илы	70% - 80%
Глины, суглинки	50% - 40%
Пески	40% - 30%
Известняковые ракушечники	40% - 30%
Песчаники	15% - 10%

Для сравнения, пористость (наличие трещин и пустот) магматических горных пород составляет 1% - 3%.

Влияние климатических условий на слоистость осадочных горных пород связано с изменением условий осадконакопления. При этом сказывается как периодические изменения состава осадков (в том числе кружности частиц), так и перерывы в их накоплении. Примером могут служить сезонные изменения осадков озер. Во время паводков реки наряду с мелкими частицами доставляют в озера в значительном количестве и более крупный материал – песок, в остальное время – только мелкий глинистый материал. В результате в течение года образуются два слоя – песчаный и глинистый. Также известно, что цвет осадочных горных пород зависит от климата, в котором образуются эти породы. В сухом жарком климате образуются осадочные горные породы красного цвета, в районах с холодным влажным климатом образуются породы с зеленовато-серой окраской.

Осадочные обломочные горные породы

Осадочные обломочные горные породы – это породы, которые образовались в результате переноса и переотложения, ранее существовавших магматических и метаморфических горных пород, в результате физического выветривания (перепада температур), действия ветра, постоянных и временных водотоков, ледников и живых организмов.

Осадочные обломочные горные породы классифицируются по: **размеру обломков, виду обломков, по связи между обломками (частицами).**

- **По размеру обломков** – делятся на **грубообломочные, среднеобломочные, мелкообломочные, тонкообломочные.**
- **По связи между частицами** – делятся на:
 - **рыхлые** – связь между твёрдыми частицами отсутствует;

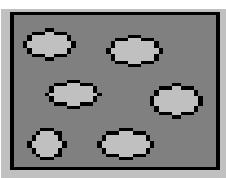
- **связные** – породы состоят из столь мелких частиц, что между этими частицами возникают силы меж молекулярного притяжения, силы Вандер-Ваальса (присуще осадочным мелко- и тонко обломочным горным породам);
- **сцементированные** – поры в породе заполнены цементирующим веществом, при этом ранее рыхлая порода становится скальной или полу скальной.

- **По виду обломков** – разделяются на **окатанные** и **неокатанные**.

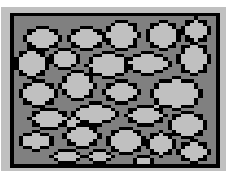
Сцементированные обломочные осадочные горные породы – это породы, у которых поры заполнены полностью и частично природными цементами.

Природные цементы в сцементированных обломочных осадочных породах бывают различные, например, глинистые, известковые (карбонатными), кремнистые, железистые, фосфатные, гипсовые и др. Самый прочный природный цемент - кремнистый; самый не прочный – глинистый.

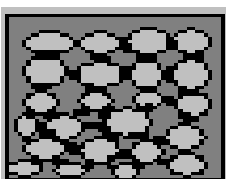
По количеству и текстуре цемента различают обломочные породы с **базальным, поровым и контактовым** цементом.



Базальный цемент - это такой вид цемента при, котором отдельные обломки породы не соприкасаются друг с другом, а как бы плавают в массе цемента.



Поровый цемент - это такой вид цемента при, котором все поры заполнены цементирующим веществом.



Контактный цемент - это такой вид цемента при, котором цемент присутствует только на контакте между твердыми частицами.

Осадочные обломочные горные породы по размерам обломков подразделяются на:

грубообломочные осадочные горные породы (псефиты) – все осадочные обломочные горные породы у которых обломки из которых они состоят больше 2мм. Эти породы могут состоять из окатанных и неокатанных обломков, находиться в рыхлом или сцементированном состоянии.

К **рыхлым окатанным** грубо обломочным горным породам относятся:

- **валуны**, состоят из обломков размером более 200 мм;
- **галька**, состоят из обломков размером более от 200 до 40 мм;
- **гравий**, состоят из обломков размером более от 40 до 2 мм.

К **рыхлым неокатанным** грубо обломочным горным породам относятся:

- **глыбы**, состоят из обломков размером более 200 мм;

- *щебень*, состоят из обломков размером более от 200 до 40 мм;
- *древя*, состоят из обломков размером более от 40 до 2 мм.

К *цементированным окатанным* грубо обломочным горным породам относятся:

- *конгломерат*, состоит из обломков размером 100 -10 мм;
- *гравелит*, состоит из обломков размером 40 - 2 мм.

К *цементированным неокатанным* грубо обломочным горным породам относятся:

- *брекчия*, состоит из обломков размером 100 -10 мм;
- *гравелит*, состоит из обломков размером 40 - 2 мм.

Среднеобломочные осадочные горные породы (псаммиты) – это все обломочные горные породы, которые имеют размер частиц от 2 – 0,05 мм. Эти породы могут состоять находиться в рыхлом или цементированном состоянии.

К *цементированным* среднеобломочным горным породам относится *песчаник*.

К рыхлым среднеобломочным горным породам относится *песок*. Песок по зерновому (гран) составу подразделяется на такие виды:

- *Гравелистый*, состоит из частиц размером от 2 – 1 мм;
- *Крупнозернистый*, состоит из частиц размером от 1 – 0,5 мм;
- *Среднезернистый*, состоит из частиц размером от 0,5 – 0,25 мм;
- *Мелкозернистый*, состоит из частиц размером от 0,25 – 0,1 мм;
- *Тонкозернистый*, состоит из частиц размером от 0,1 – 0,05 мм.

Мелкообломочные осадочные горные породы (пылеватые или алевриты) – это связные или цементированные осадочные горные породы, у которых размер частиц от 0,05 до 0,005 мм.

Частицы с размерами от 0,05 – 0,005 называются *пылеватыми*. Мелкообломочные горные породы бывают в связанном или в цементированном состоянии. В рыхлом состоянии в природном сложении эти породы находиться не могут. Это объясняется малыми размерами частиц составляющих мелко обломочные горные породы.

К *связным мелкообломочным* осадочным горным породам относятся:

- *лёсс*;
- *лессовидный суглинок*.

К *цементированным мелкообломочным* осадочным горным породам относятся *алевролит*.

Тонкообломочные осадочные горные породы (пелиты) – это все горные породы, которые находятся в связанном или цементированном состоянии(не бывают в рыхлом), и имеют размер частиц преимущественно менее 0,005 мм.

Частицы размером менее 0,005 мм называются глинистыми частицами. Их размер столь мал, что между ними возникают силы меж молекулярного притя-

жения (силы Ван-дер-Ваальса), это и объясняется тем, что эти породы не могут находиться в рыхлом состоянии.

К **связным тонкообломочным** осадочным горным породам относятся:

- супесь содержит глинистых частиц от 3% до 10%;
- суглинок содержит глинистых частиц от 10% до 30%;
- глина содержит глинистых частиц более 30%.

К **сцементированным тонкообломочным** осадочным горным породам относится – **аргиллит**.

Глина – это осадочная тонкообломочная горная порода, которая состоит из частиц размером менее 0,01 мм, но среди них должно быть не менее 30% частиц размером менее 0,005 мм.

Супесью – называется осадочная тонкообломочная горная порода, которая состоит из песчаных и глинистых частиц, но песчаных частиц в ней должно быть больше чем глинистых, а глинистых частиц (менее 0,005 мм) среди них должно быть от 3% до 10% по массе.

Суглинком – называются осадочная тонкообломочная горная порода, которая состоит из песчаных и глинистых частиц, но песчаных частиц в ней должно быть меньше чем глинистых, а глинистых частиц (менее 0,005 мм) среди них должно быть от 10% до 30% по массе.

Глинистые частицы передают некоторые специфические свойства тонкообломочным горным породам: **пластичность, набухание (при увлажнении), усадка (уменьшаться в размере при высыхании), пластичность, ползучесть, коррозионная активность и др.**

За счёт большого количества глинистых частиц, глина является водоупорной породой, которая не пропускает через себя воду.

Мелкообломочные осадочные горные породы, такие как **лёсс**, или **лессовидный суглинок** обладают большой пористостью (большие, крупные, вертикально расположенные поры). В сухом состоянии эти породы обладают связностью (именно за счёт этого хорошо держат вертикальный откос), достаточно большой прочностью. При увлажнении связь между пылеватыми частицами нарушается, происходит оплывание пылеватых частиц в крупные поры при этом объём породы резко уменьшается и в ней проявляются **просадочные свойства**.

Минеральный состав осадочных обломочных горных пород

Грубообломочные осадочные горные породы состоят из различных по величине и виду магматических и метаморфических горных пород, поэтому их минеральный состав соответствует минеральному составу тех пород из обломков которых они состоят.

Среднеобломочные осадочные горные породы состоят из таких минералов, как кварц, полевые шпаты, слюда. В них могут присутствовать различные цветные минералы, например, глауконит.

Мелкообломочные осадочные горные породы состоят из тонкодисперсного кварца, кальцита, глинистых минералов, в них может присутствовать гипс.

Тонкообломочные осадочные горные породы состоят:

- такие, как супесь, суглинок - из песчаных и глинистых минералов;
- такие, как глина – из глинистых минералов (*каолинит, гидрослюда, монтмориллонит*).

Структуры и текстуры осадочных обломочных горных пород.

У грубообломочных осадочных горных пород структура - грубообломочная.

У среднеобломочных осадочных горных пород структура песчаная (песок, песчаник).

У мелкообломочных осадочных горных пород структура - пылеватая (лесс).

У тонкообломочных осадочных горных пород структура - песчано-глинистая (супесь), глинисто-песчаная (суглинка), глинистая (глина).

Осадочным обломочным горным породам свойственны такие текстуры:

- плотная или массивная;
- рыхлая или беспорядочная;
- слоистая;
- макропористая;
- микропористая;
- кавернозная.

Осадочные грубообломочные и среднеобломочные горные породы чаще всего являются хорошим основанием для зданий и сооружений. Осадочные тонко обломочные горные породы в твердом, полутвердом, тугопластичном состоянии могут служить достаточно надежным основанием для зданий и сооружений, однако при увлажнении их прочностные и деформационные характеристики резко снижаются. Осадочные мелкообломочные горные породы в сухом состоянии хорошо держат откос, обладают достаточно высокими прочностными характеристиками, но при увлажнении размягчаются, проявляют просадочные свойства.

Осадочные обломочные горные породы широко используются в строительстве. Щебень, дресва – используются как наполнитель бетонов, подсыпка под дорожное полотно. Цементированные осадочные породы используются (конгломерат, брекчия, песчаник) используются как строительный камень. Песок применяется для производства силикатного кирпича, стекла, строительных растворов, как подсыпка под дорожное полотно, для устройства песчаных подушек под фундаменты. Лесс, супесь, суглинка, глина – используются для производства кирпича; глина как наполнитель строительных растворов.

Осадочные химические горные породы

Осадочные химические горные породы – это все осадочные горные породы, которые образовались в результате выпадения пород солей из перенасыщенных водных растворов, в результате коагуляции коллоидных растворов и в результате химического выветривания.

Осадочные химические горные породы это вторичные горные породы. Часто осадочные химические горные породы являются мономинеральными.

Все осадочные химические горные породы по химическому составу делятся на семь классов: **карбонатные, сульфатные, галоидные, фосфатные, железистые, алюминиевые, кремнистые.**

К **карбонатным** осадочным химическим породам относятся такие породы, как известняк химический, доломит, известковый туф, травертин. Эти породы состоят преимущественно из минерала кальцита химического происхождения. **Известняки** химические - образовались в результате выпадения кальцита в закрытых водоёмах при повышении концентрации растворов, в теплом климате. В состав известняков входят различные примеси, чаще всего обломочный материал. **Доломиты** – породы, состоящие преимущественно из минерала доломита, образуются так же как известняки химические. **Известковый туф** – породы, которые образуются в месте выхода подземных источников, насыщенных углекислым кальцием, на поверхность земли, эти породы обычно пористые, ноздреватые, часто имеют аморфное строение. Туфы, имеющие повышенную плотность и тонкопористость, часто кристаллическое строение, называются **травертинами**.

К **сульфатным** осадочным химическим породам относятся гипс и ангидрит. Обычно они залегают в земной коре совместно, ангидрит сверху перекрывается шапкой гипса. Эти породы так же образуются в результате выпадения солей из перенасыщенных водных растворов. Благодаря тому, что ангидрит при попадании в него влаги переходит в гипс, и увеличивается в объёме на 33% могут, происходить поднятия перекрывающих ангидрит пород с нарушением их первоначального залегания.

К **галоидным** осадочным химическим породам относятся каменная соль и сильвин. Каменная соль – породы, которые образуются в результате выпадения пород солей из перенасыщенных водных растворов, эти породы мономинеральные. Каменная соль состоит из минерала галита. Каменная соль и сильвин легко растворяются в воде, если бы эти породы не были перекрыты глинистыми породами, то они бы уже растворились под действием подземных и поверхностных вод.

К **фосфатным** осадочным химическим породам относятся различные фосфориты. Могут образовываться в результате химического выветривания и выпадения пород солей из перенасыщенных водных растворов.

К **железистым** осадочным химическим породам относятся рудные породы, например, бурый железняк.

К **алюминиевым** осадочным химическим породам относятся бокситы (алюминиевые руды). Образуются в результате химического выветривания.

К **кремнистым** осадочным химическим породам относится кремнь и кремнистый туф.

Структуры осадочных химических горных пород: *кристаллическая, аморфная.*

Текстуры осадочных химических горных пород: *плотная (массивная), полосчатая, кавернозная, пятнистая.*

Применение осадочных химических горных пород в строительстве

Осадочные химические горные породы могут использоваться, как основание для зданий и сооружений. Однако, благодаря их высокой растворимости в них могут образовываться каверны, пустоты, трещины, пещеры т.е. происходить карстообразование.

Карстообразованием называется процесс растворения горных пород подземными водами с образованием в них трещин, пустот, пещер. Процесс растворения горных пород протекает тем быстрее, чем выше коэффициент фильтрации подземных вод.

В результате наличия в осадочных химических горных породах трещин, пустот их прочные свойства резко снижаются, и поэтому прежде чем использовать их необходимо исследовать на наличие пустот, каверн, трещин.

Кроме этого осадочные химические горные породы могут использоваться, как строительный материал, например, доломит – как строительный камень, известняковый и кремнистый туф – как отделочный материал, бокситы – для производства алюминия, бурый железняк – для производства чугуна, железа.

Органические (или органогенные) осадочные горные породы

Органические или органогенные горные породы это горные породы, которые образовались в результате жизнедеятельности живых организмов.

Органогенные горные породы по образованию делятся на два класса: **фитогенные и зоогенные.**

Фитогенные это осадочные органические горные породы, которые образовались в результате жизнедеятельности растений.

Зоогенные это осадочные органические горные породы, которые образовались в результате жизнедеятельности животных.

По химическому составу органические горные породы делятся на четыре класса: **карбонатные, кремнистые, углеродистые, железистые.**

Карбонатные – к ним относится известняк органогенный, ракушечник, мел, жемчуг.

Кремнистые – к ним относится диатомит, трепел; и та и другая порода состоит из кремнистых остатков диатомовых водорослей и кремния химического происхождения (опала).

Углеродистые (каустобиолиты) – к ним относится торф, угли (каменный уголь, бурый уголь и антрацит), некоторые виды нефти.

Железистые – к ним относятся железные бабовины (найлены только на дне Черного моря в прибрежной полосе в районе Керчи). Эта порода образовывается за счет жизнедеятельности бактерий, которые поглощают железо из морских вод, а затем отмирая, скопления этих бактерий выпадают на дно моря в виде конкреций, содержащих железо органического происхождения.

Структуры и текстуры осадочных органических горных пород

Структуру осадочных органических горных пород определяют по преимущественному остатку организмов, из которых они образовались. Например, у мела структура – фораминиферовая, у диатомита – диатомовая. Также структуру в органических горных породах можно определять и по размеру обломков, остатков живых организмов из которых состоят породы. Таким образом выделяют три структуры осадочных органических горных пород: *макроорганогенную, микроорганогенную, детритусовую*.

- Макроорганогенная – состоит из больших, крупных остатков живых организмов (торф, бурый уголь, ракушечник).
- Микроорганогенная – состоит из мельчайших живых организмов или их остатков (мел, известняк органический, диатомит, трепел).
- Детритусовая – промежуточная между макро- и микроорганогенными структурами. В составе имеются крупные и мелкие частицы, обломки живых организмов.

Основными текстурам осадочных органических горных пород являются: *плотная (массивная), полосатая, кавернозная, рыхлая, пористая*.

Смешанные осадочные горные породы

Смешанные осадочные горные породы – породы, которые имеют в своем составе частицы органического, химического происхождения, а также обломочный материал. К смешанным осадочным горным породам относятся некоторые виды известняков, доломитов, опока, мергель.

Опока – кремнистая горная порода, она состоит из диатомовых водорослей и кремнезема химического происхождения. Мергель – карбонатная горная порода. Она состоит из углекислого кальция химического и органического происхождения и глинистых частиц механического происхождения. Это порода разнообразно окрашенная, в естественном состоянии может обладать значительной прочностью, однако при многократно повторяющемся намокании и высыхании растрескивается, переходит из массивной породы в отдельные обломки, а нередко в грязеподобную массу.

Применение в строительстве осадочных органических горных пород

Осадочные органические горные породы могут применяться как строительный камень в малоэтажном строительстве. Мел входит в состав строительных растворов, торф – изоляционный материал.

Метаморфические горные породы

Метаморфические горные породы – породы, которые образовались в результате процесса метаморфизма. Эти породы являются вторичными горные породами, так как они образовались из ранее существовавших пород.

Процесс метаморфизма – процесс глубинного преобразования ранее существовавших осадочных и магматических горных пород под действием факторов метаморфизма.

Факторами метаморфизма являются высокие температуры (порядка 1000 - 1500° С), высокого давления (порядка 1000 атм.) и химически активные вещества.

В зависимости от основного фактора, воздействующего на горные породы, различают следующие виды метаморфизма: **контактный (контактовый), динамический (динамометаморфизм), региональный.**

Контактный метаморфизм – это процесс глубинного преобразования магматических и осадочных горных пород под действием в основном высоких температур, а также химически активных веществ. При внедрении магматического вещества во вмещающие горные породы (чаще всего осадочного происхождения) на контакте этих пород происходит их оплавление. На некотором расстоянии наблюдается перекристаллизация пород под воздействием, как высоких температур так и химически активных веществ поступающих из магмы. Зона распространения контактового метаморфизма составляет несколько километров. По мере отдаления от магматических интрузий породы остаются менее преобразованными. При контактовом метаморфизме в породах чаще всего изменяется как структура, текстура и минеральный состав.

Динамический метаморфизм – процесс преобразования ранее существ-



вовавших магматических и метаморфических горных пород на больших глубинах.

нах под действием больших давлений (основной фактор). При динамометаморфизме структура и текстура метаморфических горных пород меняется, а минеральный состав остается неизменным. Динамометаморфизм связан с горообразовательными процессами.

Региональный метаморфизм – процесс глубинного преобразования горных пород под действием всех трёх факторов: высокого давления, высоких температур и химически активных веществ. Отличительная особенность этого вида метаморфизма является то, что он происходит на больших глубинах и охватывает огромные районы в земной коре. Предполагают, что эта форма метаморфизма связана с погружениями целых регионов земной коры на большие глубины в недра Земли в области очень высоких температур. С этим видом метаморфизма связано происхождение гранито-гнейсового Украинского кристаллического массива. При региональном метаморфизме структура, текстура и минеральный состав по отношению к ранее существовавшим горным породам меняется.

Структура, текстура и минеральный состав метаморфических горных пород

Основная структура метаморфических горных пород – кристаллическая вторичная (кристаллобластическая).

Основные текстуры метаморфических горных пород: массивная, сланцеватая, гнейсовая.

Массивная текстура присуща породам с плотным прилеганием крупных кристаллов друг к другу.

Сланцеватая текстура характерна породам у которых присутствуют продолговатые плоские кристаллы минералов ориентированные преимущественно в одну сторону. С наличием этой текстуры у метаморфических горных пород объясняет их сланцеватость. Под сланцеватостью понимают способность породы расслаиваться на отдельные относительно тонкие пластины. Этим свойством обладают все сланцы, филиты.

Гнейсовая текстура характерна для пород с чередованием полос массивной и сланцеватой текстур (наблюдается у гнейсов).

Минеральный состав метаморфических горных пород чаще всего соответствует минеральному составу пород, из которых они образовались. Однако в метаморфических горных породах присутствуют такие минералы, которые характерны только для этих пород, например гранат, серицит, графит, серпентин и др. Некоторые виды минералов в процессе метаморфизма преобразуются и поэтому не могут присутствовать в метаморфических горных породах, например, галит, гипс, ангидрит.

Все метаморфические горные породы по структурно-текстурным признакам делятся на два класса: ***массивные и сланцеватые***.

К массивным метаморфическим горным породам относятся мрамор, скарны, роговина, амфиболиты, кварциты.

К сланцеватым породам относятся гнейсы, филиты и различные сланцы.

Формы залегания метаморфических горных пород

В основном метаморфические горные породы сохраняют формы залегания пород, из которых они образовались. В том случае, если метаморфические горные породы образовались из осадочных горных пород, то они будут залегать в земной коре в виде пластов, слоев, линз, клиньев. Если же метаморфические горные породы образовались из магматических горных пород, то они будут залегать в виде массивов. Однако имеются и отличия в формах залегания метаморфических горных пород, состоящие в том, что эти породы собраны в складки, покрытые системой трещин.

Применение в строительстве метаморфических горных пород

Метаморфические горные породы широко распространены на Украине. Прочность метаморфических горных пород значительно превышает требования, которые обычно предъявляются к основаниям промышленных и гражданских зданий. Поэтому эти породы можно считать хорошим основанием для зданий и сооружений. Однако, сланцеватость метаморфических пород обуславливает анизотропность механических свойств этих пород – плоскости сланцеватости являются плоскостями пониженной прочности этих пород. Поэтому применение этих пород в качестве строительного камня ограничено (касается сланцев, филитов).

Массивные метаморфические горные породы могут применяться как строительный камень, а также в дорожном строительстве, как подсыпка под дорожное полотно. Мрамор является ценным отделочным материалом. Гнейс применяется, как строительный камень, наполнитель бетонов и в дорожном строительстве (бордюрный камень). Филиты или кровельные сланцы применяются как кровельные материалы (могут заменять черепицу).

Основы геоморфологии

Геоморфология - это наука, которая изучает рельеф земной поверхности, его происхождение и развитие.

Перепад высот на нашей планете составляет около 20 км. Неодинаковые абсолютные высоты на нашей планете соответствуют разным формам рельефа.

Рельефом называется совокупность разных по форме неровностей земной коры, которые отличаются по высоте и происхождению.

Формами рельефа называются природные тела, которые составляют определённые участки земной коры.

Существуют различные формы рельефа. Основной причиной этого многообразия является взаимодействие внутренних эндогенных и внешних экзогенных сил и процессов, происходящие на Земле.

По происхождению формы рельефа подразделяют на 2 группы:

- Формы рельефа, обусловленные деятельностью эндогенных сил (тектоникой Земли);
- Формы рельефа, обусловленные деятельностью экзогенных сил на поверхность Земли.

Такое разделение проводится в зависимости от преобладающего фактора - силы, вызывающей образование данной формы рельефа.

По оказываемому на поверхность Земли действию экзогенные и эндогенные процессы практически являются антиподами. Эндогенные процессы создают огромные неровности рельефа. Экзогенные – их сглаживают. Под действием **эндогенных**, внутренних сил на Земле создаются огромные складчатые пояса, происходит передвижение вещества мантии. Эти процессы приводят к горизонтальным и вертикальным движениям литосферы. **Эпейрогенические** (медленные, вековые) движения приводят к изменению наибольших форм рельефа – материков и океанических впадин.

Экзогенные процессы (выветривание, действие текучих вод, ветра, льда) за миллионы лет практически полностью разрушают горы, создают на их месте равнины и заполняют продуктами разрушения понижения, впадины.

Формы рельефа, относящиеся ко 2-ой группе (вызванные экзогенными силами) подразделяются на:

- эрозионные (вызванные деятельностью текучих вод, ветром, ледниками);
- аккумулятивные - накопление наносов (вызваны деятельностью текучих вод, ветром, ледниками).

Среди аккумулятивных форм рельефа выделяют:

- речные (аллювиальные);
- ветровые (эоловые);
- ледниковые.

Элементы рельефа

К элементам рельефа относят: поверхности, линии, точки, составляющие формы рельефа.

Поверхности образуют форму рельефа. Они могут быть горизонтальными, выпуклыми, вогнутыми и сложными.

Линии являются результатом пересечения поверхностей. Различают линии: **водораздельную, водосливную, подошвенную и бровку.**

Водораздельная линия - разделяет поверхностный сток двух противоположных склонов.

Водосливная линия – результат пересечения двух поверхностей склонов и проходит по дну долин, балок, оврагов и т.д.

Подошвенная линия - ограничивает основание склонов различной формы рельефа.

Бровка – линия, по которой происходит перегиб склона, т. е. резкая смена его крутизны.

К характерным точкам относятся:

- вершинные (наиболее высокие точки на данном участке местности);
- перевальные (находятся на дне понижения горных хребтов);
- устьевые (расположены в устьях рек);
- донные (наиболее низкие точки понижения рельефа).

Формы рельефа

Формы рельефа образуются из различных сочетаний элементов рельефа.

Различают такие формы рельефа:

- **планетарные формы рельефа** – материки и океанические впадины;
- **основные формы рельефа** – равнины, горы, подводные равнины, срединные океанические хребты, глубоководные желоба;
- **мелкие формы рельефа** – яры, речные террасы, речные долины, дюны, барханы, каньоны, подводные вулканы. Эти формы рельефа, в отличие от планетарных и основных, непостоянны во времени.

Все выше перечисленные формы рельефа делятся на:

- **Положительные;**
- **Отрицательные.**

Положительные формы рельефа – это выпуклые по отношению к плоскости горизонта формы рельефа, окружённые более низкими элементами рельефа.

Отрицательные формы рельефа – вогнутые формы рельефа, окружённые повышенными участками рельефа.

К положительным формам рельефа относят:

- **Нагорья** – сплошная система горных хребтов и вершин, значительно возвышающихся над уровнем моря.
- **Горный кряж** – невысокий горный хребет с пологими склонами и с плоской или слабовыпуклой вершинной поверхностью.
- **Горный хребет** – вытянутая возвышенность с относительной высотой более 200м. с крутыми скалистыми склонами.
- **Гора** – изолированная возвышенность с относительной высотой более 200 м, с крутыми склонами.

- **Вершины и пики** – наиболее возвышенные точки горных хребтов и нагорий.
- **Плоскогорье** – приподнятая обширная нагорная равнина с плоскими вершинными поверхностями и хорошо выраженными склонами (примером может служить Средне-сибирское плоскогорье).
- **Плато** – приподнятая равнина, ограниченная хорошо выраженными, нередко обрывистыми, склонами.
- **Гряда** – узкая вытянутая возвышенность с крутизной склона более 20° , с плоскими или округлыми вершинами.
- **Увал** – вытянутая возвышенность значительной длины (10-15 км.) с пологими ровными или выпуклыми вершинными поверхностями.
- **Холм** – обособленная возвышенность куполообразной или конической формы с пологими склонами, относительной высотой до 200 м.
- **Курган** – искусственный холм.
- **Бугор** – изолированная куполообразная возвышенность с резко выраженной подошвенной линией, с плоской вершиной и крутизной склонов менее 25° .
- **Конус выноса** – невысокая возвышенность, располагающаяся в устье русла водостоков, имеющая вид усечённого конуса со слабовыпуклыми пологими склонами.

К отрицательным формам рельефа относят:

- **Котловина** – понижение значительной глубины с крутыми склонами.
- **Впадина** – понижение небольшой глубины с пологими склонами.
- **Балка** – вытянутое углубление значительной длины, с трёх сторон имеющая пологие задернованные, часто покрытые растительностью склоны; открыта в сторону общего уклона, с четвёртой стороны; длина может достигать нескольких километров.
- **Овраг** – вытянутое углубление с крутыми, местами отвесными, обычно обнажёнными склонами; длина и глубина оврага могут быть различны.
- **Промоина** – небольшое вытянутое мелкое углубление, обычно с крутыми обнажёнными склонами с трёх сторон и резко выраженной бровкой.
- **Ложбина стока (лощина)** – вытянутое углубление с пологими склонами, покрытыми растительностью, с неявно выраженной бровкой; глубиной – несколько метров; незначительной протяженностью (200-500 м).

Морфометрические показатели форм рельефа:

- Абсолютная высота;
- Абсолютная глубина;
- Угол наклона земной поверхности;
- Густота или интенсивность горизонтального расчленения. Определяется длиной эрозионной сети;
- Показатель густоты расчленения, (относительная величина);
- Глубина расчленения или интенсивность вертикального расчленения (относительная высота).

Глубина расчленения и угол наклона земной поверхности обозначаются абсолютными величинами, которые можно вычислить для любой точки на земной поверхности.

Размеры форм рельефа

По своим размерам различные формы рельефа могут находиться в пределах от нескольких сантиметров квадратных до десятков и сотен тысяч километров квадратных.

По своей величине формы рельефа делятся на семь основных групп:

- **Мельчайшие формы рельефа** представляют собой рельеф до нескольких сантиметров по высоте и нескольких сантиметров квадратных по площади (песчаная рябь, борозды на полях). Эти формы не наносятся на топографические карты;
- **Очень мелкие формы рельефа** имеют высоту от нескольких дециметров до 1-2 м (кочки, рытвины, промоины). Наносятся на крупные карты. Они указывают на значительную плоскостную эрозию в данной местности;
- **Мелкие формы рельефа (микрорельеф)** – это небольшие участки земной поверхности, размером – от нескольких м², иногда 10 - 100 м²; высотой – 1,0-2,5 м. Указываются на картах масштабов – 1:10000 , 1:5000 и крупнее;
- **Средние формы рельефа (мезорельеф)** имеют значительную протяжённость до нескольких десятков км, глубину расчленения рельефа до 200 м; в плане измеряются от сотен до тысяч м². Положительный мезорельеф - холмы, бугры, курганы, гребни, уступы, террасы, гряды, невысокие возвышенности. Отрицательный мезорельеф - неглубокие овраги, балки, ложбины, большие карстовые воронки. Этот рельеф показывается на картах масштаба 1:50000, что позволяет оценить природные и инженерно-геологические условия целых посёлков и микрорайонов;
- **Крупные формы рельефа (макрорельеф)** – это значительные в плане участки земли составляющие 10-100 км²; расчленение достигает 200-2000м. Эти формы рельефа отображаются на картах масштабов

1:1000000, 1:100000. Положительные формы макрорельефа - горы, хребты, нагорья, массивы. Отрицательные формы макрорельефа - большие долины, озёрные впадины крупных водоемов (Ладожское, Онежское озера). Этот рельеф позволяет дать оценку крупным территориям;

- **Крупнейшие формы рельефа (мегарельеф)** – измеряется по площади от 10 до 100тыс. км². Расчленение составляет порядка 500 - 4000 м. К такому типу рельефа можно отнести, например. Приволжскую возвышенность, Западно - Сибирскую возвышенность. Изображается мегарельеф на мелких картах масштабом 1:1000000;
- **Величайшие (планетарные) формы рельефа** измеряется в плане миллионами км². Расчленение составляет 2500-6500 м, а максимальное расчленение достигает 20 км. Положительными формами мегарельефа являются материки; отрицательными – океанические впадины.

Таким образом, необходимо подчеркнуть, что формы рельефа отображаются в масштабах от 1:2000 до 1:1000000. Это объясняется, например, различными задачами, которые стоят перед строителями объектов.

На картах крупные формы рельефа отображаются горизонталями, а мелкие – условными обозначениями.

Однако надо помнить, что формы рельефа не являются неизменными, застывшими во времени. С течением времени под действием различных экзогенных и эндогенных сил они меняются и переходят из одной формы в другую. Свою стабильность формы рельефа сохраняют лишь на какой-то период времени.

Типы рельефа

Типом рельефа или комплексом называется определённое сочетание форм рельефа, закономерно повторяющихся на обширных пространствах поверхности земной коры, имеющие сходное происхождение, геологическое строение и историю развития.

Различают основные три типа рельефа:

- **равнинный;**
- **холмистый;**
- **горный.**

Равнинный рельеф – это плоские равнины с колебанием высот до 10 м. **Эта форма рельефа (равнины) подразделяется по ряду признаков:**

1) по своему положению относительно уровня моря:

- отрицательные равнины – лежат ниже уровня моря;
- низменные равнины – лежат на высоте от 0 до 200 м над уровнем моря;
- возвышенные равнины – располагаются на высоте от 200 до 500 м над уровнем моря;

- нагорные – располагаются на высоте более 500 м над уровнем моря;
- 2) по общей форме поверхности:
- горизонтальные равнины;
 - наклонные равнины;
 - вогнутые равнины;
 - выпуклые равнины;
- 3) по глубине и степени расчленения:
- плоские, нерасчлененные, слаборасчлененные (имеют уклон около 0,005%);
 - мелкорасчленённые;
 - глубокорасчленённые.
- 4) По истории происхождения:
- структурные;
 - аккумулятивные;
 - скульптурные.

Структурные равнины – это поверхности, обусловленные геологическим строением, например, при изливании лавы на поверхность Земли, лава заполняет вогнутые формы рельефа, попадающие на ее пути, застывает и образует ровные поверхности.

Аккумулятивные равнины называются пространства, образовавшиеся в результате накопления эрозионных материалов на дне морей, рек или на суше.

Скульптурные равнины – возникают в результате разрушения горных пород под действием различных агентов. Различают абразионные равнины (морские волны разрушают побережье) и денудационные (участок суши с близко расположенными коренными породами, которые обнажаются с течением времени под действием выветривания, ветра, ледников, текучих вод).

Холмистый тип рельефа – переходный тип рельефа между равнинным и горным, с колебанием высот до 200 м. К этому типу рельефа относятся холмы, ложбины, котловины.

Горный тип рельефа представляет собой крупные с относительной высотой более 200 м возвышенностью (горы, хребты) и понижениями (долины, впадины, котловины).

По происхождению горы принято делить на:

- **тектонического происхождения** (складки, надвиги, взбросы, сбросы, горсты и грабены);
- **вулканического** происхождения
- **эрозионного** происхождения - горы образованы в результате глубокого эрозионного расчленения древних аккумулятивных равнин из-за поднятия из них базисов эрозии.

По высотному признаку горы делятся на:

- **высокие**, имеющие высоту более 2000 м; для этих гор характерны сели, снежные обвалы, лавины;
- **средней высоты** - 700 – 2000 м; для этих гор характерны осыпи, курумы;
- **низкие горы** - высотой до 700 – 800 м; для этих гор характерны пологие склоны.

Для инженеров строительных специальностей необходимо уметь решать следующие геоморфологические задачи:

1. Оценка формы рельефа на строительной площадке с целью установления формы и типа рельефа;
2. Определение пригодности для строительства данного рельефа (с учетом динамики развития рельефа);
3. Определение происхождения рельефа для оценки его устойчивости во времени.
4. Оценка влияния динамики изменения рельефа на устойчивость и эксплуатационную пригодность строительных объектов.

Основы геодинамики 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.

Процессы внешней динамики Земли (экзогенные процессы) вызваны внешними силами Земли.

К процессам внутренней динамики Земли относятся: тектонические движения, вулканизм, землетрясения, образования магматических горных пород и процессы метаморфизма.

Под тектоническим движением понимают перемещение вещества Земной коры, нарушающее первоначальное залегание горных пород. Тектонические движения делятся на

- эпейрогенические или колебательные, вертикальные перемещения;
- орогенические или горообразовательные.

Эпейрогенические (колебательные) движения – 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. Поднимается и Канада, и район Нью-Йорка со средней скоростью около 6 – 10 мм в год. Район Западной Франции поднимается со средней скоростью порядка 20 – 30 мм в год. Поднимается в настоящее время район Прикаспия, это поднятие и является одной из причин обмеления Каспийского моря. Но не все районы на Земле поднимаются, некоторые наоборот опускаются, например, Северное побережье Африки опускается, а западное и восточное поднимаются; район Москвы опускается на 20 мм в год, Голландия, Нидерланды также в настоящее время испытывают опускание земной поверхности. Эти подъёмы и опускания наблюдаются везде на поверхности Земли. С эпейрогеническими колебаниями могут быть связаны возникновение разломов в земной коре.

Орогенические (горообразовательные) движения – 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 (горизонтального) залегания горных пород называется *дислокацией*.

Различают следующие формы дислокаций:

- пликативные;
- дизъюнктивные.

Пликативными дислокациями называются нарушения нормального залегания горных пород без разрыва их оплошности (плавные, волнообразные изгибы слоев горных пород). Такие нарушения горных пород называют складчатыми дислокациями.

Дизъюнктивными дислокациями называются нарушения нормального залегания горных пород с разрывом их сплошности.

Основной формой пликотивной дислокации является: **складка, флексура, моноклираль.**



Складкой называется пликативное нарушение горных пород с изгибом их сложения. Складка бывает антиклиналь и синклиналь.

Антиклиналь – складка, с вершиной вверх.

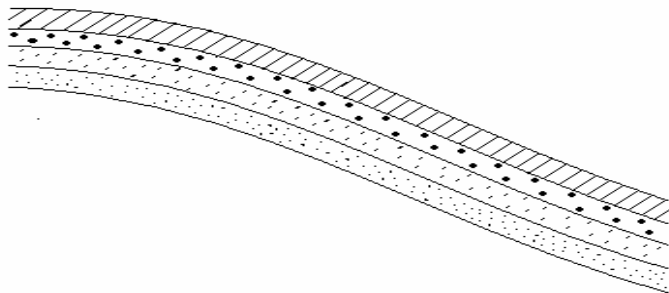
Синклиналь – складка с вершиной направленной вниз.

Складка имеет следующие характеристики:

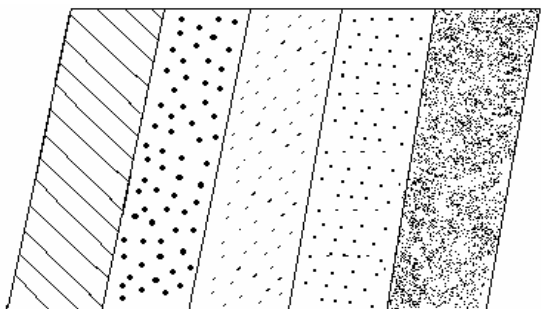
- ось складки – условная, вертикальная линия, проходящая через наивысшую или наинизшую точку складки;
- крылья складки – пологие падения слоёв горных пород от наивысшей точки или поднятия от наинизшей точки складки;
- замок складки – наинизшая (наивысшая) точка складки.

Флексура – пликативная форма нарушения залегания горных пород без разрыва их сплошности, представляющая одиночный мягкий изгиб горных пород.

Флексура



Моноклираль



Моноклираль – пликативная форма залегания горных пород представляющая пологое падение горных пород с преимущественно одним направлением.

Все складки по форме поперечного профиля могут разделяться на: косые, наклонные, лежащие, опрокинутые. Складки наблюдаются в естественных обнажениях, например, в горах или в искусственных, например, в горных выработках. Складки часто имеют огромные размеры.

Дизъюнктивные нарушения первоначального залегания горных пород (с разрывом их сплошности)

Рассмотрим прежде всего такое понятие, как сместитель. **Сместитель** – трещина в горных породах по которой происходит смещение горных пород. Ширина раскрытия трещины колеблется от нескольких сантиметров до нескольких метров. Трещины сместителей обычно заполнены разрушенными горными породами - щебнем, дресвой. Эти горные породы могут быть сцементированными или сильно обводнены подземными водами, которые поднимаются по этим трещинам. Строителям не рекомендуется возводить здания и сооружения на месте сместителей или вблизи их. В зависимости от того, как горные породы перемещаются по сместителю различают следующие формы разрывных дислокаций: сброс, взброс, сдвиг, надвиг, горст, грабен.

Сброс – смещение слоёв горных пород по сместителю вниз.

Взброс – перемещение слоёв горных пород по сместителю вверх.

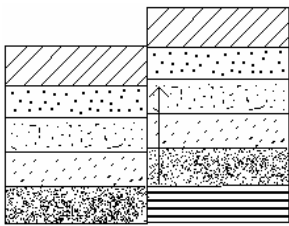
Сдвиг – взаимное перемещение слоёв горных пород друг по почти горизонтально расположенному сместителю.

Надвиг – перемещение слоёв горных пород по сместителю вверх по очень полого наклонённому смесителю.

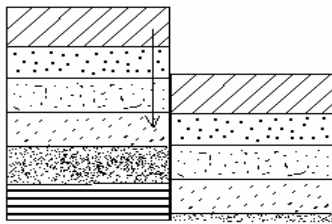
Горст – поднятие слоев горных пород между двумя сместителями вверх.

Грабен – перемещение слоёв горных пород между двумя сместителями вниз (таким образом образовались озеро Байкал, Красное море).

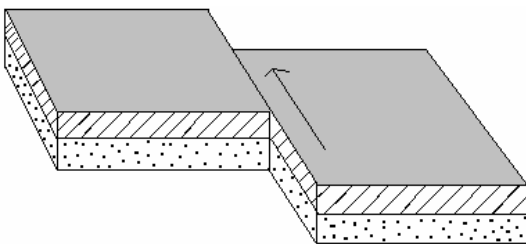
Взброс



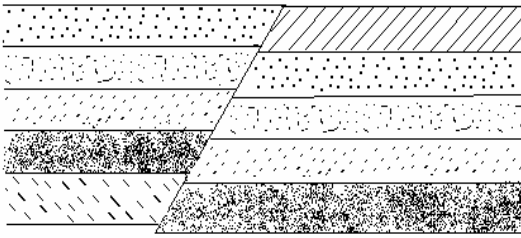
Сброс



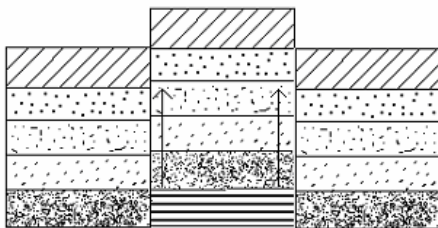
Сдвиг



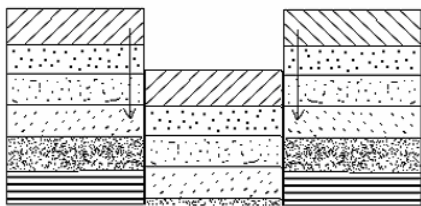
Надвиг



Горст



Грабен



Вулканизм

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 определенных 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 500 действующих вулканов и около 4 тыс. – потухших, не действующих. Из 500 вулканов около 70 вулканов – подводные. Вулканы на земной поверхности распространены не равномерно. Существуют два пояса, по которым распространена основная масса вулканов: Тихоокеанический огненный пояс, который проходит от Антарктики по Курильским, Японским, Филиппинским островам, вдоль Новой Зеландии до Антарктиды, по тихоокеанскому побережью Южной и Северной Америки. Этот пояс по суши совпадает с меридианами. Второй пояс проходит по Средиземному морю и пересекает Атлантический океан (Средиземноморский пояс) совпадает с параллелью на этом уровне.

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

Строение вулканов. Тип вулканов

Вулкан обычно имеет форму конуса, сложенный продуктами вулканической деятельности. В центре имеется овальный или круглой формы кратер. К кратеру снизу подходит канал или каналы, которые связаны с верхними слоями мантии Земли и по которым магма поступает в кратер вулкана.

Извержениям часто предшествуют взрывы и землетрясения, связанные с тем, что магма прорываясь вверх вырывает пробку из застывшей ранее магмы в канале. Далее наблюдается выброс различных газов, водяных паров, пепла и отдельных обломков камней различных размеров – вулканических бомб и затем начинается извержение магмы на поверхность Земли. В зависимости от преобладания тех или иных факторов перед началом деятельности вулкана и в зависимости от состава магмы (кислая или основная) все вулканы подразделяются на пять типов:



Тип вулкана Кракатау характеризуется очень вязкой, густой лавой. Она застывает очень быстро в жерле вулкана, не давая выхода парам и газам. После скопления большого количества паров и газов происходит мощный взрыв, разрушающий весь вулкан. Характерен выброс большого количества пепла и газов. Лава может совсем не появиться. Так в результате взрыва вулкана Кракатау в воздух было выброшено более 88 км³ пепла и пемзы.

Пелейский тип вулкана назван по имени вулкана Мон-Пеле (Лысая гора) на островах Мартиника. Для данного типа вулканов также характерна вязкая лава. Извержение сопровождается сильными взрывами, подземными толчками, выбрасывается большое количество пепла, камней и бомб. Магма - вязкая. При этом типе из вулкана из кратера выжимается лава и создаёт конус, не изливается по склонам.

Визувий тип вулкана имеет вязкие, средние и кислые лавы, которые быстро застывают в жерле вулкана. Поэтому извержение начинается со взрывов, выбрасывается большое количество пепла, вулканических бомб, лапиллов, вулканических газов. Затем начинает изливаться лава, течёт по склону не быстро, образует мощные потоки и далеко не разливается. Из нее часто образуются безформенные глыбы. К данному типу вулканов относятся вулканы Визувий, Этна, Волькано, Курильских островов, Камчатки.

Страмболианский тип вулкана характеризуется текучей лавой основного состава, температурой порядка 1000 – 1100°С. Излиянию лавы предшествуют взрывы, выброс большого количества газов и водяных паров, которые имеют высокую температуру. Эти газы и пары собираются над жерлом вулкана в виде «итальянской сосны», а затем оседают на склонах вулкана, и сползают вниз по склону. Огненные пары сжигают всё на своём пути. Затем начинает изливаться лава, которая сползает по склонам вулкана со скоростью от 20 м/с до 4-5 м/с.

Гавайский тип вулкана объединяет вулканы Гавайских островов и Исландии. Для него характерны подвижные и текучие лавы бедные газами, базальтового состава. Извержение происходит спокойно, без взрывов и не сопровождается выбросами пепла и газов, магма медленно поднимаясь по каналам заполняет кратер вулкана и затем стекает по склонам вулкана с большой скоростью.

После того как вулканическая деятельность заканчивается в этом районе часто возникают грязевые вулканы и гейзеры.

Землетресения

Землетресения – 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 землетресения являются результатом быстрой разрядки напряжений, накопившихся в недрах Земли. Наука, изучающая землетресения называется сейсмологией. Явления сопровождающие землетресения – сейсмическими. Приборы фиксирующие колебания вещества земной коры при землетресениях называют - сейсмографы – (построен по принципу маятника).

Структура землетрясений

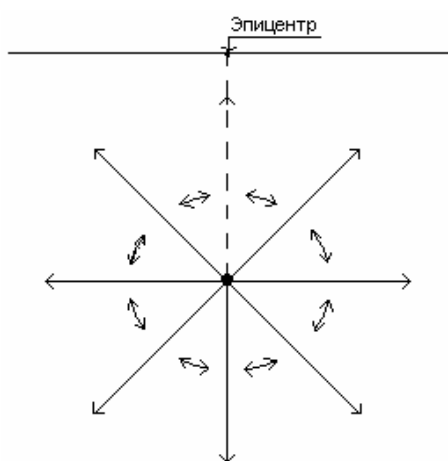
При каждом землетрясении можно установить точку в недрах Земли, в которой произошел толчок, вызвавший его. Эту точку называют очагом или **гипоцентром** землетрясения. Если через гипоцентр провести земной радиус, то точку пересечения этого радиуса с земной поверхностью называют **эпицентром** землетрясения. Очевидно эпицентр является проекцией гипоцентра на земную поверхность. В тех случаях когда эпицентр находится не на поверхности суши, а на дне моря, землетрясения называют моретрясениями. Следствием моретрясений являются громадные морские волны - цунами, часто возникающие в Тихом океане. В эпицентре землетрясения проявляются с наибольшей силой. 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; через жидкую и газообразную среду они не проходят. 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.

В Украине землетрясения оцениваются по 12^{ти} бальной шкале. Практически воздействие землетрясений на здания и сооружения учитываются при бальности 7 и более. Землетрясения на Земле происходят каждые 5 минут. Однако разрушительных в год бывает около 100, катастрофических – 1-3. Продолжительность землетрясений составляет от нескольких секунд до часов, иногда до лет. Например, Алма-атинское землетрясение, происшедшее в 1887 году, длилось около трех лет и за это время произошло более 600 толчков. Изучая закономерности землетрясений, известный сейсмолог Монтесю де-Баллор еще в прошлом веке установил, что с большей или меньшей регулярностью землетрясения происходят в двух сравнительно узких зонах, пересекающих Землю в виде двух кругов под углом 67° один к другому. Первый круг – тихоокеанский или индо-японо-малайский проходит по берегам берегам Тихого океана от Антарктики через Австралию, зондские острова, по восточному побережью Азии и Японским островам к Камчатке и далее по западному побережью Северной и Южной Америки к Антарктиде. На эту зону приходится 41,8 % всех землетрясений. Второй круг – альпийско-кавказско-гималайский идет по берегам Средиземного моря, через Кавказский и Гималайские хребты, пересекается с тихоокеанским кругом и продолжается далее через вулканические острова Тихого и Атлантического океанов к побережью Средиземного моря. На эту зону приходится 53,5% всех

землетрясений. Вне указанных кольцевых зон отмечается только 4,7% землетрясений. Таким образом можно разделить всю земную кору на зоны сейсмические и асейсмические. В асейсмических зонах землетрясения или не происходят или являются редчайшим исключением. На основе изучения сейсмических явлений составляют карты распространения землетрясений, на которых отмечаются зоны с землетрясениями различной бальности.

Сейсмическим районом на Украине являются Крым, Карпаты и Буковина. Так например, землетрясение произошедшее в Крыму в 1927 году после главной разрушительной фазы продолжалось еще 2 года и за это время произошло более 200 толчков.

В зависимости от причин возникновения землетрясения различают следующие три типа землетрясений: **обвальнo-провальнoе (денудационнoе), вулканическoе и тектоническoе или горообразовательнoе.**



- Провальнo-обвальнoе (денудационнoе) землетрясения** 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 текущих вод). В этом случае происходит обвал горных пород в подземные пещеры. Такой тип землетрясения не имеет широкого распространения.
- Вулканический тип землетрясений** – связан 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** землетрясения 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.

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.

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.

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 экзогенным процессам относятся: денудационные и биологические процессы.

Процессы денудации – это процессы разрушения горных пород на поверхности земли и перенос продуктов разрушения в пониженные участки, где происходит их накопление и образование толщ осадочных горных пород. К ним относятся процессы выветривания горных пород, процессы 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.

Выветриванием называется процесс физического и химического разрушений минералов и горных пород на месте их первоначального залегания. Разрушение происходит под действием определенных агентов выветривания. К агентам выветривания относятся перепад температур, химическое воздействие воды, как растворителя, воздействие живых организмов, различных газов и ки-

слот (минерального и органического происхождения). В зависимости от преимущественного действия того или иного агента выделяю следующие виды выветривания:

- **физическое выветривание;**
- **химическое выветривание;**
- **биологическое выветривание.**

Физическое выветривание - называется процесс разрушения горных пород на месте их первоначального залегания, в основном под воздействием перепада температур днем и ночью или зимой и летом. Так, например, днем поверхность горных пород нагревается, а так как тепло медленно проникает в толщу породы, то внешние слои расширяются больше, чем внутренние. Такое неодинаковое расширение горной породы вызывает ее растрескивание и расслоение. Смена нагревания и охлаждения в течение суток и года усиливает процесс раскалывания горной породы на все более мелкие и мелкие обломки. Этот процесс происходит многократно. Трещинообразованию способствует также и вода. Попадая в трещины горных пород при понижении температуры, она превращается в лед. Лед, как известно, занимает больший объем в сравнении с водой. Поэтому он оказывает расклинивающее воздействие на горные породы. К неодинаковому нагреванию приводит и цвет минералов и горных пород. Темно окрашенные минералы и горные породы нагреваются сильнее, чем светлые, а поэтому выветривание их идет интенсивнее. Для разрушения горных пород большое значение имеет различие в величине коэффициентов теплового расширения минералов, составляющих породу. Поэтому при смене нагревания и охлаждения породы, состоящие из нескольких минералов, разрушаются более интенсивно. Физическое выветривание характерно для районов с резкоконтинентальным климатом. Обычно минеральный состав разрушающихся пород не меняется по отношению к ранее существовавшим. Таким образом, в процессе физического выветривания горные породы распадаются на обломки различной величины.

Химическое выветривание - происходит в результате воздействия на горные породы паров и газов воздуха, а также воды, обогащенной кислородом, углекислым газом, солями и различными кислотами. Отличительная особенность химического выветривания является то, что этот вид выветривания происходит в районах с влажным, теплым климатом, при этом виде выветривания минеральный состав разрушенных пород изменяется. Часто на месте первоначальных минералов возникают вторичные минералы, а некоторые породы (каменная соль, гипс, известняк, ангидрид) могут раствориться полностью. Дождевая вода, проходя через атмосферу, обогащается азотом, затем, попадая на почву и проходя через нее, она обогащается угольной кислотой и органическими кислотами и попадает на горные породы. Она является уже растворителем. Таким образом, химическое выветривание приводит к преобразованию ранее существовавших горных пород в новые породы, а иногда полному их растворению.

Биологическое (органическое) выветривание является следствием жизнедеятельности живых организмов. Органический мир изменяет и разрушает

горные породы, воздействуя на них непосредственно механически и физически. Разрушение горных пород происходит под воздействием живых организмов, животных или растений. При этом минеральный состав горных пород может меняться. Этот вид выветривания происходит в районах с различным климатом. Под воздействием корней растений разрушаются даже самые прочные горные породы (магматические и метаморфические). В трещины между породами проникают корни, они растут и разрывают горные породы. Животные (землеройки, черви) буравят и измельчают породы. Огромную работу производят различные группы бактерий. Химическое воздействие живых организмов сказывается, как при их жизни, так и после их отмирания. Живые организмы выделяют органические кислоты, уголекислоту, аммиак и другие азотистые соединения, разрушающие горные породы.

В результате совместной деятельности всех видов выветривания создается мощный слой выветрившихся пород. Этот слой носит название – **кора выветривания**. Кора выветривания – область земной коры, в которой протекают процессы выветривания (химическое, физическое, биологическое). Мощность коры выветривания составляет 5-10 метров. Кора выветривания неоднородна по разрезу сверху вниз: наверху мелкие и мельчайшие частицы продуктов полного выветривания, ниже – более крупные обломки – продукты неполного выветривания. Еще ниже – продукты выветривания, располагающиеся между еще не выветрившимися участками. С корой выветривания связано понятие **элювий**. Продукты выветривания, оставшиеся на месте выветривания, называются элювиальными отложениями или элювием.

Геологическая деятельность текучих вод

Горные породы, подвергшиеся процессу выветривания, легко теряют свою прочность и легко размываются текучими водами.

Атмосферные осадки, выпавшие на наклонную поверхность, стекают по ней в виде тонких струек, увлекая за собой частицы породы. Этот процесс плоскостного смыва частиц породы называется **делювиальным**. Продукты смыва сносятся водой на нижние более пологие участки склонов, где и отлагаются. У подошвы склона образуется пологий **делювиальный шлейф**. Уклон его мал, составляет всего 4° - 5° , поэтому сила дождевых потоков уже не может преодолеть силу тяжести продуктов сноса. Таким образом, делювиальный процесс приводит к обнажению верхних и выхолаживанию нижних частей склона. Делювиальные отложения состоят обычно из суглинков и супесей. Однако в них могут содержаться и крупные обломки (древя, щебень, глыбы), которые под действием силы тяжести скатываются вниз по склону. Для делювия характерно то, что отложения генетически не связаны с подстилающими породами, так как являются наносными привнесенными с верхних частей склона. Отсортированность и слоистость делювиальных пород незначительна, причем вверху склона залегают более крупные обломки, а внизу – более мелкие. Просачивание дождевых вод через толщу делювия вызывают образования характерной вертикальной пористости, напоминающей вертикальную пористость лессов. Поэтому

глинистые делювиальные отложения часто относятся к группе лессовидных пород.

Эрозия – процесс размыва горных пород водным потоком. В результате эрозии возникают промоины, рытвины, овраги, долины. Все это - эрозионные формы рельефа. Эрозия происходит не бесконечно. Предел уровня размыва горных пород под действие водного потока называется – **базисом эрозии**. Для рек базисом эрозии может служить поверхность озера или моря, в которое впадает река. Для водных потоков текущих на дне оврагов, базисом эрозии является уровень реки, озера или другого оврага, в которые они впадают. Размыв горных пород обычно осуществляется выше базиса эрозии. Ниже базиса эрозии водный поток теряет живую силу и уже не может производить размывающую работу. Текучие воды не только разрушают горные породы, но и переносят продукты разрушения на новые места, где продукты разрушения отлагаются. Процесс отложения разрушенного материала текучими водами называется **процессом аккумуляции**. В результате аккумуляционной водных потоков образуются аккумулятивные формы рельефа - речные террасы.

Работа рек

Река со всеми ее притоками называется **речной системой**, а площадь, занимаемая речной системой, называется **речным бассейном**. Существуют огромные речные бассейны (бассейн реки Амазонки составляет около 7 млн. км²). Углубление в земной поверхности, в котором протекает река, называется **долиной реки**. Часть долины, заполненная водой при самом низком (меженном) уровне, называется **руслом**; часть долины, заполняемая паводковыми водами – **поймой**; незаливаемые горизонтальные участки долины реки – **террасами**.

Если рассмотреть профиль реки, то ее условно можно представить в виде полого падающей кривой и разделить на три участка:

- I. **Верхнее течение** – на этом участке водный поток имеет наибольшую скорость движения, он оказывает размывающее действие на горные породы, происходит эрозия берегов и дна реки. Обломки горных пород переносятся, перекатываются ниже по течению.
- II. **Среднее течение** – на этом участке водный поток замедляет свою скорость, однако, продолжает оказывать размывающее воздействие на горные породы. На этом участке реки происходит выпадение из водного потока на дно реки наиболее крупных обломков и частиц горных пород, щебенистых галечниковых, гравийных, песчаных. Таким образом, в среднем течении реки наблюдаются, как эрозионные, так и аккумулятивные процессы.
- III. **Нижнее течение** – на этом участке поперечный профиль реки имеет почти горизонтальный вид, водный поток теряет свою скорость, он больше не оказывает размывающего действия на дно реки. Основное значение приобретает боковая эрозия, приводящая к разрушению берегов, перемещению русла и расширению речной долины. Размывание одного из берегов реки особенно сильно у рек, текущих в меридиональном направлении.

В северном полушарии размывается правый берег, а в южном – левый. Основным процессом, происходящим в нижнем течении реки – аккумулятивный. На дне реки скапливаются отложения, образованные из частиц, принесенных водным потоком. Эти **отложения называются аллювиальными или аллювием**. Аллювий может быть русловым, пойменным и дельтовым. **Русловый аллювий** сложен в основном песками различной крупности. **Пойменный аллювий** характеризуется тонкой, почти горизонтальной слоистостью, слагается глинистыми породами. **Дельтовый аллювий** откладывается в устье рек при их впадении в моря и озера. В дельтовом аллювии встречаются песчаные и глинистые фракции. Таким образом, можно сказать, что **аллювий** – отложения продуктов размыва накопленные в речных долинах, отличается окутанностью и отсортированностью частиц, слагающих его.

В результате геологической деятельности постоянных водотоков (рек) образуются такие формы рельефа как террасы. В верховьях рек образуются эрозионные террасы, в следствии эрозионной деятельности рек. В средней части и нижней части рек образуются цокольные и аккумулятивные террасы. К **эрозионным** относятся **террасы**, сложенные коренными породами, без накопления осадков на их поверхности. **Аккумулятивные террасы** представляют собой горизонтальные площадки вдоль русла реки, сложенные целиком из наносов. Первая от русла реки терраса называется - пойменной террасой. В период таяния снегов пойменная терраса заливается водами. **Цокольные террасы** сложены коренными породами, прикрытыми сверху наносами.

В результате деятельности постоянных и временных водотоков образуются аллювиальные и делювиальные отложения. Делювиальные отложения представляют собой смесь не отсортированных неокатанных обломков разной крупности горных пород. Аллювиальные отложения представляют собой хорошо отсортированные окатанные частицы и обломки, причем по мере приближения к базису эрозии реки попадают все более мелкие частицы пород (пески, суглинки, глины, илы).

Геологическая деятельность моря

Геологическая деятельность моря - разрушение пород слагающие морские берега, перенос продуктов разрушения на новые места, их отложения, и своеобразные биогенные процессы, протекающие около морского дна. Разрушение морских берегов под действием волн называется морской абразией. В начале происходит разрушение морских берегов с помощью волн, а затем после захвата продуктов разрушения горных пород морскими волнами происходит истирание берегов под действием обломков горных пород. Морское дно можно разделить 4 зоны:

- **литоральная зона** – начинается от уровня самого высокого прилива до уровня самого низкого отлива. Обычно эта зона составляет от нескольких метров до сотен метров. В этой зоне происходят процессы абразии и про-

цессы аккумуляции. В этой зоне образуются морские террасы абразионного и аккумулятивного характеров. Здесь накапливаются большое количество гальки, гравия и песка (образуются морские пляжи).

- **неритовая зона** – это зона (зона шельфа) охватывает все материки и распространяется на 60-70 км от литоральной зоны. Глубина от 20 до 200 м, в этой зоне имеют место и аккумулятивные и абразионные процессы. В неритовой зоне откладываются продукты разрушения горных пород, принесенные реками. На некотором расстоянии от берега, там, где волнение не достигает дна, осаждаются мелкие частицы, продукты морского разрушения и речного стока, здесь отлагаются глинистые осадки, илы. Кроме продуктов разрушения берегов и твердого стока рек в неритовой зоне отлагаются химические и органические горные породы.
- **батиальная зона** – глубина 200-2400м. в этой зоне процессы абразии отсутствуют, так как нет движения воды. Здесь меньше живых организмов. Следовательно, осадков накапливается мало (в основном глубоководные илы).
- **абиссальная зона (морская бездна)** - простирается от 2400 (2500м). В этой зоне аккумулятивные процессы крайне скудны. Абразионных процессов нет. Здесь накапливается в основном красные глины и глубоководные илы, имеющие космическое происхождение.

Для человека важны две первые зоны. Литоральная зона явилась толчком для выхода жизни из океана на сушу. В неритовой зоне ведется добыча полезных ископаемых (нефти, газа, угля, железной руды).

Геологическая деятельность льда

Наука, которая занимается изучением льда, его физических свойств, происхождением и деятельностью называется *гляциологией*. Эта наука разделяет все вида льда:

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

Отрицательные температуры обуславливают существование в природе воды в форме льда и снега. Граница на земной поверхности, за которой можно обнаружить снег и лед, называется снеговой границей или *снеговой линией*. По направлению от экватора к полюсам снеговая линия становится все ниже и ниже и примерно у границ Антарктиды и Гренландии доходит до уровня моря. На экваторе снеговая граница проходит на высоте около 4000 м над уровнем моря. В зимнее время года снеговой покров в умеренном поясе образуется значительно ниже снеговой границы.

Снеговой покров имеет большое геологическое значение, главным образом в период весеннего таяния. Струи талых вод дают начало делювиальным,

пролювиальным и аллювиальным процессам, обуславливают весенние паводки и питание многих внутренних водоемов.

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*.

Горные ледники образуются в высокогорных долинах, выше снеговой линии, венчают горные вершины. Ледники этого типа называются альпийскими.

Материковые ледники иначе называют покровными или Гренландскими. Такими ледниками покрыта, например, Гренландия.

Несмотря на то, что лед является твердым телом, он все же обладает значительной пластичностью. Потому в долинных ледниках движение льда подобно течению воды в реках с той лишь разницей, что скорость льда в 10000 раз меньше.

В покровных ледниках масса льда, достигнув определенной толщины, давит своим весом на ниже лежащие слои, выжимая их в стороны. Достигнув моря, масса льда откалывается, образуя плавающие ледяные горы – *айсберги*.

Ледники высокогорных долин подобны рекам и имеют свои берега и ложе. При своем движении ледник пропахивает берега и дно ложа. Этот процесс называется *экзарацией* или *ледниковым выпахиванием*.

Обломки горных пород, выпаханных ледником, увлекаются движущимся льдом и образуют подвижную прослойку, передвигающуюся по ложу ледника. Эти движущиеся прослойки, состоящие из обломков горных пород, усиливают выпахивающее действие и по мере продвижения вниз становятся все более мощными. Такие движущиеся массы обломочного материала называют *моренами*. Нижнюю часть, передвигающуюся по дну ледника, называют *донной мореной*, а боковые части, передвигающиеся по берегам, называют *боковыми моренами*. Во время движения ледника на его поверхности могут скапливаться обломки горных пород, упавшие со склонов гор. Такие обломки, постепенно накапливаются, образуют верхнюю, или *поверхностную морену*. Каждый высокогорный ледник обязательно имеет три морены: донную и две боковые. Когда ледник опускается ниже снеговой границы и начинает таять, принесенные им морены также прекращают движение и образуют неподвижные, *отложенные морены*. Различают три вида отложенных морен: *конечные, продольные, основные*.

Конечные морены образуются из материала движущихся морен всех видов. Они образуют перед концом ледника валы или гряды и, окаймляя ледник, имеют слегка дугообразную форму.

Продольные морены – это валы, отложенные боковыми моренами вдоль ледника.

Основные морены образуются из донной и внутренних морен в результате вытаявания внутренней части ледника. Образование основных морен связано с быстрым отступлением ледника или с полным его исчезновением.

При таянии ледников талые воды, текущие по поверхности ледника, иногда образуют достаточно большие потоки. До конца ледника такие потоки не доходят. Встречая на своем пути ледяные трещины, воды стекают вниз на дно ледника, где соединяются с талыми водами, возникающими внутри ледника. Выходы вод образуют в краях ледника так называемые ледниковые ворота. Выходя из - под ледников, воды растекаются широким веерообразным шлейфом, а принесенные ими осадки образуют отложения, которые называются **флювиогляциальными (водно-ледниковыми)**. Флювиогляциальные отложения образуют особые формы рельефа: **зонды, озы, камы**.

Зондры или зондровые поля, образуют пологоволнистые равнины. Материал зондровых полей более или менее отсортирован и представлен в непосредственной близости от морен – галькой, гравием, крупным песком, далее пески меньшей крупности, затем самые мелкие пылеватые и глинистые частицы.

Озы – это гряды, сложенные гравийно-галечниковым материалом. Они имеют вид узких извилистых валов длиной 30 – 40 км при ширине основания 40 – 100 м и высоте гребня 4 – 5 м.

Камы – небольшие холмы, расположенные без какой-либо закономерности. Сложены Камы слоистыми хорошо отсортированными песками, с примесью крупнообломочного материала: гравия, гальки и даже небольших валунов. В материале кам также присутствуют тонкие глины.

В настоящую геологическую эпоху принято считать, что на земле наблюдается период потепления. Однако ранее на Земле были периоды похолодания, которые сопровождались наступлением так называемых крупных оледенений или ледниковых веков. Ледниковые века сменялись меж ледниковыми веками. Древние оледенения занимали территории, примерно в три раза больше, чем площади занятые современными ледниками. Ледники доходили до 50° северной широты. На территории современной Украины ледник спускался далеко по долине Днепра. Сравнительно хорошо изучены оледенения, происходившие не более миллиона лет назад. Геологические исследования показали, что оледенения происходили и в более древние эпохи. Древнейшие морены находят в Индии, Африке, Австралии.

Отложения древних оледенений, в основном, сходны с отложениями современных ледников, но конечно они несколько преобразованы и отделены от образований последующих оледенений толщинами межледниковых отложений.

Эоловые процессы

Геологические процессы связаны с деятельностью ветра, называются **эоловыми**. Они разрушают массивы горных пород и обнажают их от продуктов выветривания.

Ветер – движение воздушных масс. Под действие ветра происходит: выдувание (дефляция), обтачивание горных пород, а также перенос и отложение продуктов разрушения на новых местах.

В пустынных районах ветер является главной денудационной силой. **Выдувание** происходит в пустынных районах, в результате образуются столовые горы. Горные породы, изъеденные сверлящим и обтачивающим действием ветра, принимают самые причудливые формы. **Дефляция корразия** приводит к тому, что остатки наиболее крепких пород образуют колонны, «каменные грибы», шаровидные столбы, кольца.

Дефляции (выдуванию) всегда сопутствует **обтачивание (корразия)**. Корразия - разрушение горных пород под действием миллионов песчинок, увлекаемых за собой ветром и с силой ударяемых о всякое препятствие.

Частицы горных пород, поднимаемые ветром, сортируются: крупные частицы (размером 3-4 см) подбрасываются ветром на высоту 2-3 м, песчаные частицы поднимаются на 8 – 10 м, наиболее мелкие песчинки взлетают на несколько десятков метров, а пыль – до тысячи и более метров. Чем мельче частицы, тем дальше они уносятся от места разрушения массивной породы.

Глинистые, пылеватые и песчаные частицы переносятся ветром на десятки, сотни и даже тысячи километров. Их отложения (аккумуляция) сопровождается сортировкой по кружности частиц. Раньше всего аккумулируются песчаные частицы. Наиболее крупные из них просто перекатываются по земной поверхности и достаточно самого небольшого препятствия, чтобы их задержать. Вокруг препятствия образуют сначала бугры, в дальнейшем бугры быстро растут, достигая высоты до 30 м. Такие песчаные холмы – **барханы** – имеют своеобразную серповидную форму. С наветренной стороны склон барханов - пологий, с подветренной – более крутой. Группа барханов образует бархановые цепи, занимающие громадные площади. Бархановые отложения неустойчивы и передвигаются в направлении действия ветра. Скорость передвижения составляет от нескольких сантиметров до 7 – 12 м в год.

На пустынных берегах морей и рек движущиеся пески образуют такую форму отложений, как **дюны**. Дюны – это длинные валы нанесенного песка с асимметричными наветренным и подветренным склонами.

Кроме этого надо отметить образование эоловых отложений в виде лессовидных пород. Эти отложения связаны с переносом мельчайших пылеватых и глинистых частиц на очень большие расстояния. Там, где ветер теряет силу происходит выпадение этих частиц на поверхность земли. 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. Установлено, что скорость их образования может составлять до 10 – 15 см в год. Когда растительность, оказывается под слоем отложений она отмирает. За счет этого образуется своеобразная структура с вертикальной направленностью пустот. Пустота, поры в таких отложениях значительно больше частиц их составляющих. Такие пустоты принято называть макропорами. Их объем достигает 40% от объема всей породы.

Эоловые, пылевато-глинистые отложения 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. Пылевато-глинистые породы эолового происхождения называются *лессами*.

Основы инженерной геологии

Это прикладная отрасль геологии, занимается изучением:

- верхнюю часть земной коры, физико-механических свойств горных пород в связи с их использованием, как оснований для зданий и сооружений;
- инженерно-геологических процессов и явлений в верхних слоях земной коры, которые вызваны хозяйственной деятельностью человека или влияющие на хозяйственную деятельность человека.

Инженерная геология включает в себя такие разделы как:

- грунтоведение – науку, изучающую различные виды грунтов, их физико-механические свойства;
- механику грунтов – науку, изучающую прочностные и деформационные свойства горных пород;
- инженерную геодинамику – науку, изучающую различные инженерно-геологические процессы и явления;
- специальную инженерную геологию, которая подразделяется на строительную, дорожную, моренную, военную инженерную геологию, мерзлотоведение, лесоведение.

Задачами инженерной геологии, прежде всего, является:

- выбор места, участка наиболее благоприятного для строительства зданий и сооружений с инженерно-геологической точки зрения;
- изучение физико-механических свойств грунтов, для выбора наиболее рационального типа Фундаментов;
- изучение инженерно-геологических процессов и явлений с целью выбора мероприятий по борьбе с этими процессами.

В инженерной геологии все горные породы, почвы, отходы хозяйственной деятельности человека, которые могут использоваться, как основания для зданий и сооружений, как среда или материал для их возведения, называются *грунтами*.

Все грунты разделяются по ряду признаков на классы, группы, подгруппы, типы, виды и разновидности.

Существует два класса грунтов: скальные и нескальные.

Скальные грунты – это грунты, которые имеют жесткие кристаллизационные или цементационные связи между твердыми частицами. Грунты этого класса практически не сжимаемы под нагрузками от зданий и сооружений. В зависимости от условий образования, состава, структуры, текстуры, состава цемента этим грунты разделяются на следующие типы грунтов:

- магматические;
- метаморфические;
- осадочные цементированные;
- искусственные.

В зависимости от ряда показателей скальные грунты делятся на разновидности. К таким показателям относятся прочности на одноосное сжатие в водонасыщенном состоянии R_C , коэффициент размягчаемости в воде k_{sof} , степень растворимости в воде осадочных цементированных грунтов, степень выветрелости k_{wr} .

По пределу прочности на одноосное сжатие в водонасыщенном состоянии R_C (МПа) скальные грунты разделяются на следующие группы:

- очень прочные (магматические и метаморфические) $R_C > 120$ МПа;
- прочные (осадочные цементированные горные породы) $120 \geq R_C > 50$ МПа;
- средней прочности (осадочные цементированные) $50 \geq R_C > 15$ МПа;
- малопрочные (осадочные цементированные) $15 \geq R_C > 5$ МПа;
- полускальные (осадочные искусственно цементированные) $R_C \leq 5$ МПа.

Скальными искусственными грунтами называются скальные выветрелые и нескальные грунты, закрепленные методами цементации, смолизации, силикатизации, термическим обжигом.

Нескальными грунтами называются грунты, которые не имеют жестких связей между твердыми частицами.

Нескальные грунты разделяются на следующие типы грунтов: крупнообломочные, песчаные, пылевато-глинистые, биогенные, почвы и искусственные нескальные грунты.

Крупнообломочными называются нецементированные грунты, содержащие более 50 % по массе обломков кристаллических или обломочных пород с размерами частиц более 2 мм. К этому типу грунтов относятся валунные (глыбовые), галечниковые (щебеночные), гравийные (дресвяные).

Песчаными называются сыпучие в сухом состоянии грунты, содержащие менее 50 % по массе частиц крупнее 2 мм и не обладающие пластичностью. К этому типу грунтов относятся пески гравелистые, крупные, средней кружности, мелкие, пылеватые.

Пылевато-глинистыми называются связные грунты, обладающие пластичностью. Наличие в этих грунтах пылеватых и глинистых частиц обуславливает у них специфические свойства (пластичность, набухаемость, усадка, размокаемость, сжимаемость, липкость, ползучесть, коррозионная активность). К этому типу грунтов относятся супеси, суглинки, глины, лессы, лессовидные суглинки, илы.

Биогенными называются грунты, в которых содержится большое количество органических веществ. К этому типу грунтов относятся сапропели, заторфованные грунты, торфы. **Сапропелями** называется пресноводный ил, содержащий более 10% по массе органических веществ. **Заторфованными** грунтами называются грунты, содержащие в своем составе от 10% до 50% по массе органических веществ. Чаще всего заторфованными являются песчаные и супесчаные грунты. **Торфом** называется грунт, содержащий в своем составе более 50% по массе органических веществ.

Почвенный грунт – это природное образование, слагающее верхний слой земной коры и обладающее плодородием.

Искусственные уплотненные в природном залегании, насыпные, намывные преобразованные различными способами грунты или перемещенные грунты природного происхождения и отходы производственной или хозяйственной деятельности человека.

Инженерно-геологические процессы и явления

Инженерно-геологические процессы и явления - это 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, пльвуны, сели и процессы, связанные с вечной мерзлотой**. В данном лекционном курсе будут рассмотрены лишь некоторые инженерно-геологические процессы и явления.

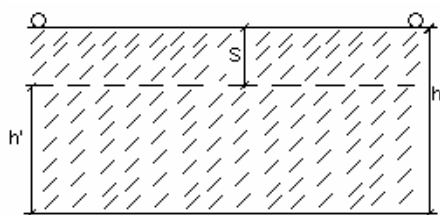
Просадка – это быстро развивающаяся осадка, вызванная резким изменением структуры грунта, при его замачивании. Просадочные явления наблюдаются в определенном типе грунтов – в лессовых и лессовидных грунтах. Просадка этих грунтов связана с их увлажнением. При повышении влаги в этих грунтах нарушается связи между твердыми частицами, происходят процессы растворения кальцита и гипса, нарушаются связи, основанные на межмолекулярном притяжении между пылеватыми частицами. При увлажнении этих грунтов нарушаются водноколлоидные связи между частицами. Все перечисленные факторы приводят к тому, что при увлажнении пылеватые частицы оплывают в крупные поры, происходит резкое уменьшение в объёме лёссовых грунтов.

Просадочные грунты характеризуются **начальным просадочным давлением p_{sl}** и **относительной просадочностью ε_{sl}** .

Относительной просадочностью называется относительное сжатие грунтов при заданном давлении после их замачивания. Начальным просадочным давлением называется минимальное давление, при котором проявляются просадочные свойства грунтов при их полном водонасыщении. Просадочными называются грунты, у которых коэффициент относительности $\varepsilon_{sl} \geq 0,01$,

$$\varepsilon_{sl} = \frac{h_i - h_i^*}{h_o},$$

где h_i - высота образца посадочного грунта при заданном давлении; h_i' - высота образца посадочного грунта при заданном давлении в замоченном состоянии; h_0 - высота образца просадочного грунта, находящегося под действием природного давления.

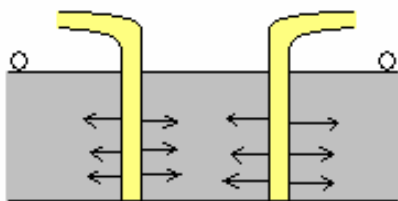


В зависимости от возможности проявления просадки грунтов от собственного веса различают два типа просадочных грунтов:

При **первом типе** грунтов просадка возможна в основном от внешней нагрузки, а просадка грунта от собственного веса отсутствует или не превышает 5 см. Для этого типа грунтов просадка начинается при достижении начального просадочного давления равного $p_{st} = 0,13 - 0,2$ МПа.

Для **второго типа** просадочных грунтов характерно развитие просадки при замачивании под действием собственного веса грунтов. Для этого типа грунтов начальное просадочное давление $p_{st} = 0,08 - 0,12$ МПа, суммарная величина просадки всей грунтовой толщи $S > 5$ см.

Меры борьбы с просадочным явлениями



- ***Предупредительные.*** Необходимо предусматривать меры по предохранению лёссовых грунтов от замачивания, а именно: изоляция трубопроводов, водонесущих конструкций, гидроизоляция поверхности земли вокруг зданий, устройство отмосток и содержание их в

порядке.

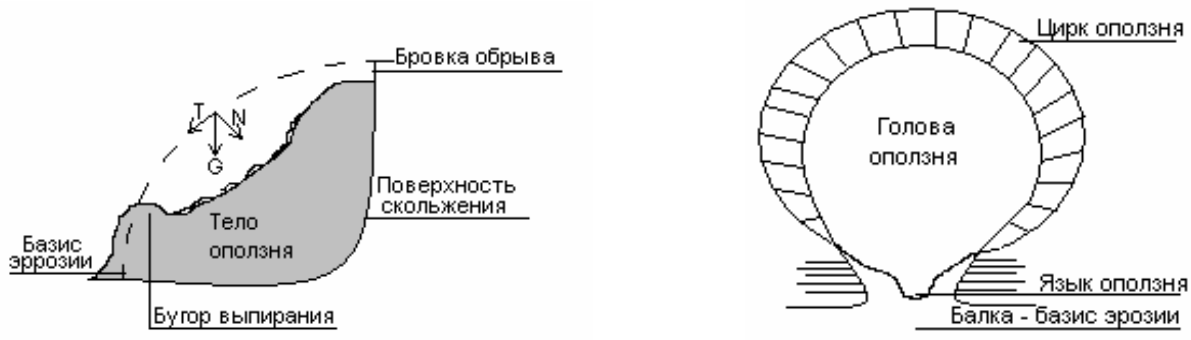
- ***Конструктивные.*** Повышение жесткости зданий, устройство фундаментов в виде монолитных лент, монолитных железобетонных плит, устройство свайных фундаментов.
- ***Меры борьбы связанные с ликвидацией процессов просадочности.*** Предварительное замачивание лёссовых грунтов в котлованах, применение трамбовки, применение силикатизации (нагнетание силикатного раствора), термический обжиг.

Оползни

Оползнями называется – 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 оползня, язык оползня,*
- *цирк оползня.*



В зависимости от того, в каком состоянии находится склон, различают склон в устойчивое состояние, когда $K_{уст} > 1$; оползневой процесс не происходит

$$- K_{уст} = \frac{N \cdot \operatorname{tg} \varphi + CF}{T}, \text{ где}$$

$K_{уст} = 1$ неустойчивое состояние склона

$K_{уст} < 1$ происходит сползание горных пород к местному базису эрозии

$K_{уст}$ равен отношению всех сил удерживающих горные породы от оползания ко всем силам сдвигающим эти горные породы по плоскости скольжения.

Силы удерживающие: $N \cdot \operatorname{tg} \varphi$ – силы трения, N – вес всего склона, $\operatorname{tg} \varphi$ – тангенс угла внутреннего трения горных пород составляющего оползневой склон, C – силы сцепления возникновения на границе между оползающим телом и поверхностью скольжения, F – площадь поверхности скольжения. T – сумма всех сдвигающих сил.

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.

Меры борьбы с оползнями

1. Предупредительные, пассивные.

1.1. Запрещается подрезка оползневого склона.

1.2. Запрещаются различные подсыпки на оползневых склонах.

1.3. Запрещается возведение построек на оползневых склонах и вблизи них.

- 1.4. Запрещается проведение взрывных работ вблизи оползневых склонов.
- 1.5. Запрещается уничтожение растительности на оползневом склоне.
- 1.6. Запрещается поливка и сброс поверхностных вод на оползневые склоны.
- 1.7. Запрещается распашка оползневых склонов.
- 1.8. Запрещается езда по оползневым склонам.

2. *Конструктивные (активные).*

- 2.1. Устройство дренажей на оползневых склонах.
- 2.2. Устройство прошивки тела оползня металлическими или железобетонными шпильками (сваями). Заглублять сваи необходимо ниже плоскости скольжения не менее чем на 2 м.
- 2.3. Устройство подпорных стен, для удерживания оползневого склона.
- 2.4. Устройство контрбанкетов. (Верхнюю часть склона срезают и этим грунтом подсыпают нижнюю часть оползня).
- 2.5. Силикатизация оползневого склона.

Обвалы

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

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 разнородное 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

Плывунами называются – 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;
- Истинные плывуны.

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 - малым механическим сцеплением, малой вязкостью, низкой водопроницаемостью, низким сопротивлением сдвигу, текучестью, эластичностью.

Меры борьбы с плывунами

1. Искусственное осушение с помощью прокладки дренажной системы (***этим способом можно осушить только ложные плывуны***).
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 плывунами.
3. Способ замораживания применим для обоих видов плывунов, наиболее эффективен для истинных плывунов. Суть способа состоит в закачке по трубам раствор хлористого кальция, находящегося при $t - 20C^{\circ}$, в оплывающие грунты. Это способ временного удержания плывунов.
4. Силикатизация применяется для удержания ложных плывунов.
5. Удержание плывунов с помощью сжатого воздуха, (нагнетают сжатый воздух в подземные выработки под давлением 2,5 атм.).

Карст

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 осадочно-химических горных породах: известняках, доломитах, гипсах, ангидритах и каменной соли.

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.

Геологический разрез

Геологический разрез - это проекция геологических структур на вертикальную плоскость.

На геологическом разрезе должны быть приведены следующие данные: возраст пород, состав пород, мощность пород, условия залегания, гидрогеологические условия.

Инженерно-геологический разрез –это во многом тот же геологический разрез, но на котором приводятся дополнительные сведения: физико-механические характеристики грунтов и некоторые инженерно-геологические процессы и явления.

Геологические разрезы строят по следующим данным:

1. По обнажению горных пород (по выходу горных пород на поверхность склонов гор);
2. По данным, взятым из геологических карт (*геологическая карта* – это проекция геологических структур на горизонтальную плоскость);
3. По данным полученным при проходе геологоразведочных выработок (шурфов, шахт, штолен, дудок, зачисток, скважин).

Шурфами называются вертикальные горные выработки, имеющие в плане прямоугольное или квадратное сечение. Размеры шурфов в плане от 1,5 на 2

метра. По глубине шурфы могут достигать 10 м, но при этом должно осуществляться крепление стенок шурфов. Отрывка шурфов может осуществляться вручную или механизировано, а на заключительном этапе зачищаются стенки вручную. Цель отрывки шурфов является:

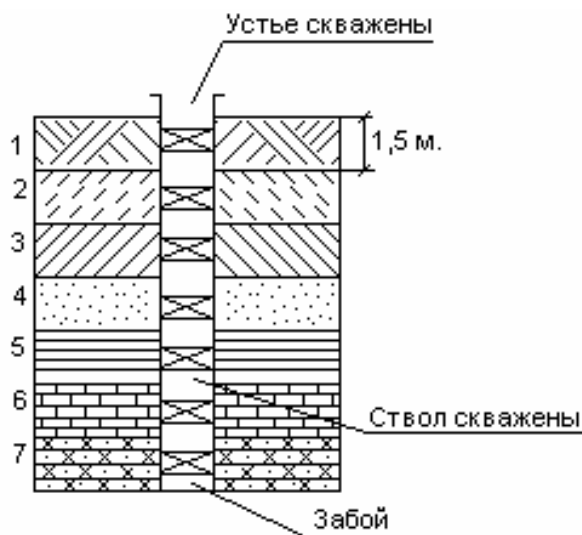
1. Отбор образцов грунтов (монолитов) с разных глубин и с разных литологических разновидностей горных пород;
2. Отбор образцов грунта с целью испытания этого грунта в лаборатории и определения физико-механических свойств.
3. Изучения последовательности напластования горных пород по глубине.
4. В шурфах могут проводиться полевые испытания горных пород.

Шахты – горные выработки в сечении представлены собой квадрат. Разрабатываются механизированным путём с целью разведки и добычи полезных ископаемых.

Дудки – это вертикальные горные выработки, в сечении представлены собой круг имеющие диаметр 1-1,5 м, разрабатываются механизированным способом. Цель проходки дудок такая же, как и у шурфов.

Скважина – вертикальная или наклонная горная выработка, в поперечном сечении представляющая собой круг. При инженерно-геологических изысканиях бурят скважины диаметром 50-250мм.

Скважина имеет ряд характеристик - **устье скважины, забой скважины, ствол скважины.**



Устье скважины – место пересечения ствола скважины с поверхностью земли.

Забой скважины – дно скважины, где ведётся разработка грунта режущим инструментом.

Скважина может проходиться вручную или механизировано. Цель проходки скважин состоит в определении напластования грунтов по глубине, а также в отборе образцов грунта с каждой литологической разновидности горных пород и определении уровня залегания грунтовых вод.

Рекомендованная литература

1. В.П. Ананьев, А.Д. Потапов. Инженерная геология, -М.: «Высшая школа».- 2002.
2. В.П. Ананьев, Л.В. Передельский. Инженерная геология и гидрогеология, -М.: «Высшая школа».- 1980.
3. Вялов С.С. Геологические основы механики грунтов.- М.: «Высшая школа», 1978.
4. Гольдштейн М.Н. Механические свойства грунтов.-М.: Стройиздат.1971.
5. В.П. Ананьев, А.Д. Потапов. Основы геологии, минералогии и петрографии. -М.: «Высшая школа».- 1999.
6. Л.Д. Белый. Инженерная геология.- М. : «Высшая школа», 1985.
7. Денисов Н.Я. Инженерная геология и гидрогеология.- М.: Госстройиздат, 1957.
8. Денисов Н.Я. Инженерная геология.- М.: «Высшая школа», 1960.
9. Зоценко М.Л. и др. Инженерна геологія. Механіка ґрунтів, основи і фундаменти.-К.: «Вища школа», -1992 -407с.
10. В.Д. Ломтадзе. Инженерная геология. – Ленинград, «Недра».- 1977.
11. Маслов Н.Н. Механика грунтов в практике строительства.-М.: Стройиздат, 1977.
12. Н.Н. Маслов. Основы инженерной геологии и механики грунтов, - М.: «Высшая школа».- 1982.
13. Справочник по инженерной геологии /Под общей редакцией М.В. Чурина, - М.: «Недра».- 1984.
14. Цытович Н.А. Механика грунтов.-М.: «Высшая школа». 1983-288с.
15. А.В. Чебанов, Ю.Т. Лупан, В.Г.Таранов. Основы геологии и гидрогеологии, - Киев 1993.
16. Строительные нормы и правила. СНиП 2.02.01-83. Основания зданий и сооружений.

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Мішурова Тетяна Віталіївна

Конспект лекцій

з дисципліни

“Інженерна геологія”

(для студентів напряму підготовки 6.060101 – «Будівництво»

та іноземних учнів)

(Рос. мовою)

Редактор: М. З.Аляб'єв

Коректор: З.І. Зайцева

План 2008, поз.123 Л

Підп. до друку 12.06.08
Друк на різнографі
Тираж 100 пр.

Формат 60x84/1/16
Ум. друк. арк. 2,6
Зам.№

Видавець і виготовлювач:

Харківська національна академія міського господарства
вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: rectorat@ksame.kharkov.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 731 від 19.12.2001