

Учреждение образования
«Белорусский государственный университет транспорта»

Факультет «Промышленное и гражданское строительство»

Кафедра «Строительные конструкции, основания и фундаменты»

СОГЛАСОВАНО
Заведующий кафедрой СКОиФ
В.В. Талецкий
«12» 01 2017 г.

СОГЛАСОВАНО
Декан факультета ПГС
А.Г. Ташкинов
«__» 06 2017 г.

СОГЛАСОВАНО
Декан заочного факультета
В.В. Пигунов
«__» 09 2017 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
«ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ»

для специальности

1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство»

Составитель:

Беспалова Марина Вячеславовна, старший преподаватель кафедры «Строительные конструкции, основания и фундаменты» учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта»

Рассмотрено и утверждено
на заседании кафедры «17» января 2017 г.
протокол № 1

Рассмотрено и утверждено
на заседании совета факультета ПГС
«07» 06 2017 г.
протокол № 6

Рассмотрено и утверждено
на методической комиссии заочного факультета
«15» 09 2017 г.
протокол № 6

2 СПИСОК РЕЦЕНЗЕНТОВ

Г.А. Литвин – ведущий геолог ОАО «Гомельгеосервис»

Е.Ю. Трацевская – доцент кафедры «Геология и география» учреждения образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины» канд. геол.-минер. наук

ОГЛАВЛЕНИЕ

Пояснительная записка.....	4
1 Теоретический раздел.....	6
1.1 Конспект лекций по темам программы.....	7
1.2 Перечень презентаций.....	52
1.3 Основная и дополнительная литература.....	54
1.4 Учебно-методическая литература.....	55
2 Практический раздел.....	56
2.1 Содержание лабораторных работ для очной формы обучения.....	57
2.2 Примеры оформления графической части лабораторных работ.....	60
2.3 Содержание лабораторных работ для заочной формы обучения...	63
2.4 Перечень тем СУРС для студентов заочного обучения.....	64
2.5 Бланк задания на контрольную работу для студентов заочного обучения.....	65
2.6 Пример выполнения контрольной работы для студентов заочной формы обучения.....	71
3 Раздел контроля знаний.....	104
3.1 Перечень вопросов к зачету для студентов очной формы обучения.....	105
3.2 Перечень вопросов к зачету для студентов заочной формы обучения.....	108
3.3 Критерии оценки уровня знаний студентов.....	111
4 Вспомогательный раздел.....	115
4.1 Учебная программа по дисциплине.....	

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Краткая характеристика. Учебно-методический комплекс по учебной дисциплине (далее УМКД) – совокупность нормативно-методических документов и учебно-программных материалов, обеспечивающих реализацию дисциплины в образовательном процессе и способствующих эффективному освоению студентами учебного материала, а также учебные задания для тренинга, средства контроля знаний и умений обучающихся.

Инженерная геология рассматривается как наука о геологической среде и ее взаимодействии с инженерными сооружениями. Геологическая среда – это верхняя часть земной коры, служащая телом или основанием этих сооружений. От характера и степени ее взаимодействия с инженерными сооружениями во многом зависит их надежность и долговечность.

Учебно-методический комплекс дисциплины представляет собой совокупность учебно-методических материалов необходимых и достаточных для организации учебного процесса по дисциплине «Инженерная геология». При этом особое внимание уделяется на развитие студентами навыков логично мыслить, четко излагать свои суждения по проблемным вопросам, опираясь на фактический материал, осмысление сути геологических процессов и явлений.

Требования, которые учитывались при разработке УМКД

Цель дисциплины – научить студентов понимать законы формирования природной среды и происходящих в ней изменений при воздействии человека и на основе этих законов обеспечивать взаимодействие искусственных сооружений с природной средой с минимальным ущербом для нее и наиболее экономично, а также проектировать и возводить сооружения для защиты природной среды от вредных техногенных воздействий.

Задачи дисциплины:

- изложить основные научные направления инженерной геологии как науки о геологической среде, ее свойствах, динамике, рациональном использовании и охране в связи с инженерно-хозяйственной деятельностью человека;
- научить оценивать геологические условия и физические свойства горных пород района строительства;
- дать представление о мониторинге и на основе контроля и системы наблюдений научить составлять надежные прогнозы взаимодействия инженерных сооружений с геологической средой.

В теоретической части курса даются представления о происхождении и строении земли, структуре земной коры, истории образования и развития континентов и океанов, эволюции геологической среды, происхождении и эволюции жизни, физике и химии природных процессов и явлений.

Практическая часть курса ориентирована на обретение студентами навыков самостоятельного определения наиболее распространенных минералов и горных пород, а также работы с основными геологическими документами (картами, разрезами, стратиграфическими колонками).

Объем знаний и навыков, получаемый студентами в процессе изучения данного курса определяется следующими требованиями. Студент после прохождения дисциплины «Инженерная геология» должен знать:

- основы геологии и гидрогеологии;
- основные геодинамические процессы и методы борьбы с ними;
- методы расчета притока подземных вод к горным выработкам;
- водно-физические свойства грунтов и методы их определения;
- назначение и состав инженерно-геологических изысканий.

Студент должен уметь:

- строить геологическую колонку, инженерно-геологический разрез, карту гидроизогипс;
- рассчитывать скорость фильтрации подземных вод и напорный градиент потока по карте гидроизогипс; приток подземных вод к каналу и скважине;
- определять основные породообразующие минералы и горные породы.

А также владеть:

- методикой анализа геологической документации, получаемой при инженерно-геологических изысканиях, и применять ее для проектных целей при создании проектов гражданского и промышленного строительства;
- методикой составления описания геологического строения и гидрогеологических условий площадки территории строительства;
- методикой расчета притока подземных вод к горным выработкам.

При создании УМК по дисциплине «Инженерная геология» использовались следующие нормативные документы:

- Положением об учебно-методическом комплексе на уровне высшего образования, утвержденным постановлением Министерства образования РБ от 26.07.2011 № 167;
- Положением об учебно-методическом комплексе специальности (направлению специальности) и дисциплины на уровне высшего образования БелГУТ от 24.10.2013 № П-49-2013;
- Образовательным стандартом ОСВО 1-70 02 01-2013 по специальности «Промышленное и гражданское строительство»;
- Учебной программой по дисциплине «Инженерная геология» от 25.06.14 № УД-24.45/р.

1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1 КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ ПО ТЕМАМ

Тема 1. Введение

Инженерная геология – наука, которая связывает с геологической историей района строительные свойства грунтов.

Решает следующие задачи:

- обоснование выбора площадки.
- геологическое строение площадки,
- строительные свойства грунтов (пород),
- гидрогеологические условия,
- процессы внутренней динамики в районе и на площадке,
- процессы внешней динамики,
- влияние сооружения на окружающую среду.

Имеет свою терминологию и может предсказать дальнейшие изменения строительных свойств пород с течением времени.

Длительное историческое время проблемы геотехники решались эмпирическим путём. Первые строительные нормы были изданы египетским царём Хаммурапи. В древности или выбирали хорошие площадки (пирамиды на скале) или укрепляли основание (Вавилон).

С развитием промышленного капитализма появилась необходимость осваивать новые площадки (металлургические заводы располагались обычно у реки). Новые площадки ставили новые задачи. Начались поиски методов расчёта. Впервые решили эту задачу на основе количественных оценок у нас М.Н. Герсеванов, за рубежом – К. Терцаги. Произошло это в тридцатые годы прошлого века.

С созданием механики грунтов в геотехнику вошли строгие количественные методы. Однако надежда на то, что механика грунтов станет такой же строгой наукой, как строительная механика, не оправдалась. Объясняется это следующим:

- никогда не знаем механических свойств грунтов с необходимой полнотой, и знаем их тем хуже, чем сложнее геология. Вот почему введены нормы на изыскательские работы – меньше нельзя. Нужно иметь много образцов, которые следует обрабатывать статистическими методами (Д.Е. Польшин).

- неоднородность свойств грунтов и нелинейность их зависимости от нагрузок, что создаёт определённые математические трудности и заставляет в результате упрощений получать и применять грубо приближённые формулы.

- невозможность определения и учёта начальных напряжений .

- сложность прогноза изменения строительных свойств грунтов в процессе эксплуатации сооружения.

Направления развития

Развиваются новые для инженерной геологии области:

- разработка грунтов механизмами – сопротивление грунтов резанию.
- влияние сильных (военных) взрывов на различные грунты – необходимо знать сопротивление различных грунтов действию зарядов различной величины.

- область искусственного изменения свойств грунтов – наука особая «геотехнология».

Любое сооружение опирается на грунт или выполнено из грунта. Его конструкция и долговечность в значительной мере определяются строением верхнего слоя земной коры и происходящими в нём процессами. С другой стороны, строительная деятельность человека, преобразовывая окружающую природу, оказывает серьёзное влияние на геологическую обстановку, и, следовательно, на условия существования сооружения (закон взаимодействия).

Отличие грунтов от других строительных материалов состоит в том, что, например, в отличие от бетона, с течением времени прочность грунтов в откосах и склонах понижается в 2-2,5 раза.

Оценка окружающей обстановки и история образования грунтов показывают, что можно ожидать на различных площадках. В грунтах инженера интересуют строительные свойства.

Со свойствами грунтов и с инженерно-геологической обстановкой строителям приходится встречаться в разных отношениях.

Так, для фундаментов сооружений и их оснований решающее значение имеют прочность и сжимаемость .

Для железных дорог большое значение оказывают процессы промерзания, оттаивания грунтов и атмосферные воды.

Для мостов добавляется сопротивление грунтов размыву речным потоком.

Для тоннелей - определение давления грунта на обделку.

Для подпорных стен – удержание грунтов от оползания.

Для корректировки решений механики грунтов приходится прибегать к качественной оценке геотехнических условий, исходя из знания того, как различные геологические процессы и явления отражаются на свойствах грунтов.

Тема 2. Основные сведения о Земле. Минералы. Горные породы.

Форма Земли близка к шару, сплюснутому у полюсов (к этому выводу пришли французские ученые 17 века). Такую форму называют сфероидом. В связи с тем, что земная поверхность усложнена глубокими океаническими впадинами и высокими горными системами, эту истинную, присущую только Земле форму, назвали **геоидом**. Таким образом, **геоид** («землеподобный») - воображаемая уровенная поверхность, совпадающая с уровнем воды в Мировом океане, и характеризующаяся тем, что направление силы тяжести к ней всюду перпендикулярно.

Средняя плотность Земли $5,52 \text{ г/см}^3$. Плотность земной коры, слагающей верхние части нашей планеты, не превышает $2,7 \text{ г/см}^3$.

Теплота Земли обуславливается двумя источниками тепловой энергии: внешним – солнечной радиацией и внутренним – представляющим собой энергию, освобождаемую в результате радиоактивного и химического распада веществ в недрах планеты и других процессов.

Магнитность – Земля представляет собой могучий магнит с хорошо выраженной магнитной осью и двумя полюсами — южным и северным.

Оболочки Земли. Земля сложена из концентрических оболочек – геосфер, как бы вложенных друг в друга.

Первой наружной геосферой является *атмосфера* – воздушная оболочка Земли. Атмосфера состоит из нескольких оболочек.

<i>Название слоя</i>	<i>Краткая характеристика</i>
Тропосфера	Образование облаков, циклонов, антициклонов. С высотой температура понижается
Стратосфера	Большое содержание озона (макс. кол-во на высоте 20-25 км). Температура повышается до 10°C
Мезосфера	Температура понижается, характерен лучистый теплообмен
Термосфера	характерна ионизация воздуха под действием солнечной радиации
Экзосфера	Состав – атомы водорода, гелия и кислорода

Переходные слои между основными слоями называются соответственно *тропопауза, стратоплауза, мезоплауза.*

Выделяют четыре наружные геосферы – атмосферу, гидросферу, земная кора, биосферу – и 2 внутренние – мантия и ядро.

Атмосфера – это воздушная оболочка, окружающая Землю и вращающаяся вместе с ней вокруг оси (мощность - ≈ 20000 км).

Состав атмосферы (у поверхности Земли, в % по объему):

азот - 78,08%

инертные газы – 0,94

кислород – 20,95

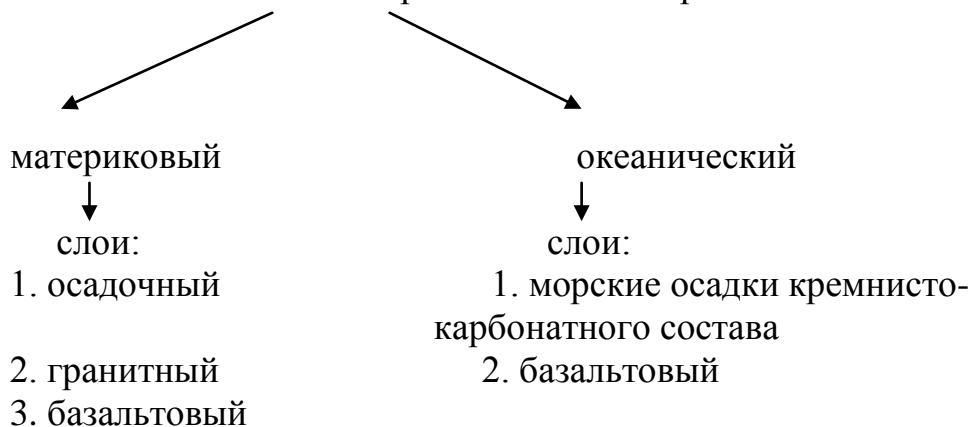
углекислый газ - 0,03

Гидросфера – водная прерывистая оболочка земного шара, представляющая собой совокупность океанов, морей, ледяных покровов, озер и рек.

Земная кора – внешняя слоистая оболочка Земли.

Мощность земной коры в высокогорных районах – 60-70 км, на равнинах – 30-35 км, под дном океана – 5-6 км.

Типы и строение земной коры



Земная кора	Слои	Плотность	Мощность слоя
	осадочные породы	2,4-2,5 г/см ³	5 м ÷ 30 км
	гранитно-метаморфические	2,7-2,8 г/см ³	10 ÷ 40 км
	базальтовые	2,9-3,0 г/см ³	–

Биосфера. Особая сфера Земли, населенная организмами; охватывает часть воздушной оболочки, гидросферу и поверхностные слои земной коры на глубину до 3 км.

Кроме перечисленных оболочек выделяют:

Литосфера – твердая оболочка Земли, включающая земную кору и верхнюю часть мантии (до глубины 50-100 км)

Астеносфера – слой повышенной пластичности вещества (близкий к точке плавления), который расположен внутри мантии на глубине от 100-250 до 400 км под континентами и на глубине от 50-100 до 400 км под океанами.

Характеристика внутренних слоев

Наименование слоя		Состояние	Плотность
Ядро	Внутреннее	Твердое	12,5-13,0 г/см ³
	Внешнее	Жидкое	верхняя граница 9,7-10,0 г/см ³ нижняя граница 11,0-11,5 г/см ³
Мантия	Нижняя	Твердое	5,5-5,7 г/см ³ Нижняя граница слоя
	Средняя	Твердое	
	Верхняя	Жидкое	3,3-3,4 г/см ³ Верхняя граница слоя

Наука, изучающая историю развития Земли, – *называется исторической геологией.*

Основная задача исторической геологии – восстановление последовательного хода развития земной коры и жизни на ней, и последовательности образования различных горных пород.

Основные методы определения относительного возраста пород

1. Стратиграфический метод
2. Палеонтологический метод

Стратиграфический метод: Осадочные горные породы, слагающие земную кору, расположены слоями один над другим; чем глубже залегает слой, тем он древнее.

Палеонтологический метод: Каждому пласту горной породы или их группе соответствуют определенные окаменелости.

Недостатки методов: невозможность определения возраста древнейших напластований и возраста магматических горных пород.

Абсолютный возраст горных пород определяется посредством изучения процессов радиоактивного распада некоторых элементов (уран, торий, калий, углерод).

Методы определения абсолютного возраста горных пород:

1. **Свинцовый** – Минерал уранит (закись урана) в процессе радиоактивного распада превращается в гелий и свинец; гелий в значительной мере улетучивается, а нерадиоактивный свинец накапливается. Скорость образования свинца из урана известна; произведя химический анализ уранита и установив в нем содержание урана и свинца, по соотношению количества совместно находящегося исходного урана и свинца определяют возраст вмещающей их пород.

2. **Аргоновый** – основан на том, что изотоп калия с атомным весом 40 в результате радиоактивного распада переходит в газ аргон с тем же атомным весом. Определяя содержание изотопа аргона и калия устанавливают возраст горной породы, включающей калиевые минералы.

3. **Углеродный метод** – в атмосфере имеются радиоактивные изотопы углерода, образующиеся под воздействием космических лучей. Растения в процессе своей жизнедеятельности поглощают из атмосферы вместе с углекислотой и радиоактивный углерод. По соотношению в ископаемых растительных остатках количества радиоактивного и неактивного углерода определяется время отмирания растений, а следовательно и возраст горной породы.

Геологическая история Земли разделяется на ряд отрезков времени, для каждого из которых характерно образование определенных комплексов пород. Это и позволило составить **геохронологическую и стратиграфическую шкалу**.

Возраст земной коры (литосферы) определяется 3–4 млрд. лет. Земля же как планета имеет возраст порядка 5–7 млрд. лет. Данная шкала уточняется. Цифры абсолютного возраста помогают достовернее составлять геологические карты и более обоснованно устанавливать закономерности развития земной коры, что в свою очередь дает возможность точнее определять закономерности распространения полезных ископаемых.

Определение возраста горных пород при инженерно-геологических исследованиях имеет существенное значение. Породы, образовавшиеся в одно и то же время и в одинаковых условиях, обычно обладают и одинаковыми строительными свойствами. Сведения об условиях строительства и эксплуатации каких-либо сооружений, в основании которых залегают породы определенного возраста и состава можно использовать при проектировании и строительстве новых объектов в других районах, где залегают породы того же возраста и состава, не проводя всего комплекса инженерно-геологических исследований.

Минерал – природное тело, однородное по химическому составу и физическим свойствам, образующиеся в результате физико-химических процессов в глубинах и на поверхности Земли.

Наука о минералах, их составе, строении, свойствах, условиях образования и изменения, называется **минералогия**. (“*minera*” – лат. – руда, рудник, рудная жила)

Основными физическими свойствами минералов являются: цвет, цвет черты (цвет минерала в порошке), блеск, твердость, плотность, спайность, излом и некоторые другие.

Ряду минералов присущи особые, только им характерные свойства: магнитность, реакция с соляной кислотой, вкус, запах и др.

Для того чтобы распознать минералы по внешним признакам и определить приблизительно их состав, надо знать *физические свойства* каждого минерала.

Цвет. Практически цвет минерала определяют на глаз, давая общепризнанные названия окраски или сравнивая с хорошо знакомыми предметами (соломенно-желтый, кирпично-красный).

Цвет черты (цвет минерала в порошке). Многие минералы в растертом состоянии имеют другой цвет, чем в монолите. Порошок можно получить, проводя образцом минерала черту на белой шероховатой фарфоровой пластинке, при условии, что твердость его меньше твердости фарфора (если твердость минерала выше твердости фарфора, то минерал образует на фарфоре царапину). Например, гематит, лимонит и магнетит в монолитах часто имеют одинаковый цвет, а цвет черты – красновато-бурый, желтовато-коричневый и черный соответственно.

Блеск является результатом отражения света от поверхности минерала. Различают минералы с металлическим и неметаллическим блеском. Иногда выделяют еще металловидный блеск.

Металлический блеск, напоминающий блеск поверхности металла, имеют минералы, дающие в большинстве случаев черную черту (самородные металлы – золото, серебро, платина; сульфиды – пирит, галенит, сфалерит).

Металловидный (или полуметаллический) блеск характерен для минералов, поверхность которых имеет вид потускневшего металла (графит, гематит).

Неметаллический блеск свойствен подавляющей части всех известных минералов. Среди неметаллических блесков обычно различают: а) стеклянный (кварц, кальцит, гипс); б) жирный – как бы смазанный маслом (нефелин); в) перламутровый (слюда, тальк); г) шелковистый – при тонковолокнистом строении (асбест, тремолит); д) алмазный (галенит, сфалерит); е) матовый – практически не блестит, часто с пористой, неровной поверхностью (каолинит);

Прозрачность – способность минерала пропускать свет. По прозрачности минералы подразделяют: а) на прозрачный (горный хрусталь, топаз); б) полупрозрачный (халцедон, опал); в) просвечивающий – пропускающий свет лишь в очень тонких пластинах (полевые шпаты, нефрит); г) непрозрачный (пирит, магнетит).

Излом – вид поверхности, образующейся при раскалывании минерала. Излом может быть: а) *раковистый* – имеющий вид вогнутой и концентрически-волнистой поверхности, напоминающий поверхность раковин (кварц); б) *занозистый* – с поверхностью, покрытой ориентированными в одном направлении «занозами» (гипс, роговая обманка); в) *неровный* (нефелин, берилл); г) *землистый* – с матовой шероховатой поверхностью (каолинит, лимонит); д) зернистый – встречающийся часто у минеральных агрегатов.

Спайность – способность минералов раскалываться по блестящим параллельным плоскостям по определенным кристаллографическим направлениям. Не следует путать плоскости спайности с природными гранями кристаллов. Виды спайности: а) *весьма совершенная* – минерал очень легко (ногтем) расщепляется

на отдельные тончайшие пластинки, образуя зеркально-блестящие плоскости спайности (слюда, гипс); б) *совершенная* – минерал раскалывается при слабом ударе молотком на гладкие параллельные пластинки, кубы или другие формы (галит, кальцит, полевой шпат); в) *средняя* – образует по плоскости спайности при расколе неровный угол (апатит); г) *несовершенная* – обнаруживается с трудом, при расколе образуется поверхность с неправильным изломом (оливин); д) *весьма несовершенная* – не обладает спайностью (кварц, золото).

Твердость – степень сопротивляемости минерала внешним механическим воздействиям (царапанию, резанию). Для определения твердости принята шкала Мооса, в которой используются минералы с известной и постоянной твердостью.

Плотность минералов колеблется в широких пределах: от значений примерно равных единице до $23,0 \text{ г/см}^3$. Плотность зависит от химического состава и структуры минералов. Подавляющая масса минералов имеет плотность от 2,5 до $3,5 \text{ г/см}^3$.

Минералы классифицируются по хим.составу на 8 классов:

I Самородные элементы. Они составляют менее 0,1 % массы земной коры. В целом самородные элементы делятся на металлы: серебро, золото, медь, платиноиды, иридий, осмий, рублидий, палладий; и неметаллы: сера, графит, алмаз, висмут.

II Сульфиды (соли сероводородной кислоты) – основной представитель пирит, имеет большую плотность $5,2 \text{ г/см}^3$, является вредной примесью к строительным материалам. Так, если он входит в состав мрамора, то при выветривании на поверхности последнего образуются бурые пятна, которые быстро выкрашиваются. Пирит – основное сырье для производства серной кислоты.

III Оксиды, гидроксиды: самый распространенный – кварц, другие представители – опал, халцедон, лимонит, корунд (разноводности: красный – рубин, синий – сапфир, темный – наждак).

IV Силикаты - наиболее распространенный класс, по весу составляет около 75 % земной коры. Представители – оловин, пироксен, тальк, слюда, полевые шпаты, топаз.

V Фосфаты – соли фосфорной кислоты. Представители – апатит, широко распространенный минерал, встречается в большинстве типов горных пород.

VI Сульфаты – соли серной кислоты. Представители – гипс, ангидрит, барит.

VII Карбонаты – соли угольной кислоты. Представители – кальцит, магnezит, доломит, малахит.

VIII Галоиды – соли соляной, фтористоводородной, бромистоводородной и др. кислот. По окраске эти минералы светлые, многие из них растворяются в воде. Представители – галит или поваренная соль, сильвин.

Наука, изучающая горные породы (их происхождение, вещественный состав, структуру и текстуру и условия залегания), именуется петрографией (петра - гр - скала, утес, камень). Горная порода – это плотные или рыхлые агрегаты, слагающие земную кору и состоящие из однородных или различных минералов, а также обломков других пород. Образуются в результате геологических процессов внутри земной коры или на ее поверхности.

В составе горной породы различают главные породообразующие минералы (в сумме составляющие 95 % объема породы) и второстепенные, слагающие ме-

нее 5 % горной породы.

Внутреннее строение горных пород характеризуется структурой и текстурой.

Структура – особенность внутреннего строения горных пород, связанная со степенью ее кристалличности, размерами минеральных зерен, слагающих породу, их формой.

Текстура – особенность внешнего строения горных пород, размещения минеральных зерен, их ориентировкой и окраской.

По своему происхождению горные породы делятся на три генетические группы: магматические, осадочные и метаморфические.

Магматические – горные породы, образовавшиеся в результате остывания огненно-жидкого силикатного расплава – магмы в недрах Земли и на ее поверхности.

Классифицируются:

А) в зависимости от условий образования на:

- глубинные (интрузивные) – гранит, габбро
- излившиеся (эффузивные) – пемза, базальт

Б) содержания двуокиси кремния SiO_2 или химсостава

1. содержание двуокиси кремния менее 42 % – ультраосновная (дунит, кимберлит)
2. $42\% < \text{SiO}_2 < 52\%$ – основная (габбро, базальт)
3. $52\% < \text{SiO}_2 < 65\%$ – средняя (сиенит, андезит)
4. более 65 % кислая (гранит, пемза)

Формы залегания магматический горных пород по способу их образования разделяют на *интрузивные* (батолиты, лакколлиты, лополиты, штоки, жилы) и *эффузивные* (купола, потоки, покровы).

1. **Батолиты** – крупное секущее интрузивное тело овальной или округлой формы размером от сотен до тысяч квадратных км.

2. **Лакколлиты** – грибообразное интрузивное тело, образующееся в результате внедрения магмы между слоями вмещающих пород, при котором вышележащие слои приподнимаются.

3. **Лополиты** – крупное линзовидное интрузивное тело, вогнутое в центральной части наподобие блюдца или чаши.

4. **Штоки** – неправильное крутопадающее более или менее изометричное в плане интрузивное тело.

5. **Жилы** – плитообразное тело, образовавшееся в результате выполнения трещинной полости жильной породой или метасоматического замещения горных пород вдоль трещин минеральными веществами.

6. **Купола** – сводообразное залегание магматических горных пород, которые образовались в результате периодической деятельности вулканов и имеют характер напластований.

7. **Потоки** – массивы эффузивных горных пород, которые образовались в результате излияния магмы на поверхность земли. Длина потоков больше ширины.

8. **Покровы** – массивы эффузивных горных пород, которые образовались в результате излияния магмы на поверхность земли. Длина и ширины потоков соразмерны.

Осадочными считаются породы, возникшие в условиях поверхностной температуры и давления из продуктов разрушения любых пород, выпавших в осадок на поверхности Земли или на дне моря.

Подразделяются по происхождению на обломочные (песок, глина, конгломерат), органогенные (мел, известняк), хемогенные (ангидрит, гипс) и смешанные (мергель)

Обломочные породы – произошли в результате дробления более крупных массивов или цементации окатанных и неокатанные обломков

Обломочные породы классифицируются по: величине зерен (крупнообломочные, песчаные, глинистые, пылеватые); степени окатанности (форм зерен) (окатанные, неокатанные); степени сцементированности (сцементированные, несцементированные).

По величине зерен различают грубообломочную (псефитовую), песчаную (псаммитовую), пылеватую (алевритовую) и глинистую (пелитовую) структуры. Для пород смешанного состава, типа валунного суглинка (морены), выделяют смешанные структуры.

Химические породы (хемогенные) образуются как химические осадки (соли) в замкнутых бассейнах, мелководьях, морских заливах и соленых озерах (каменная соль, гипс, ангидрит, известняки)

Органические (органогенные) формируются в результате жизни и деятельности живых организмов (известняки, мел, опока, трепел).

Породы смешанного происхождения. Довольно широко распространены у поверхности земли. Образуется частично из органогенного или обломочного материала, а частично из органогенного или хемогенного материала. Наиболее распространенной породой является мергель. Он состоит из глины и углекислого кальция (до 20–80 % CaCO_3). При меньшем содержании кальция порода называется известковой или мергелистой глиной, а при большем – глинистым известняком. Мергель – основное сырье для изготовления порландцемента.

Метаморфические – породы, образующиеся в земной коре из осадочных и магматических пород под воздействием значительного давления, высоких температур и химически активных веществ (газов и растворов). Например, органогенный пористый известняк превращается в мрамор, рыхлый песок – кристаллический кварцит, глины – в сланцы.

Типы метаморфизма

1. Контактный (на контакте интрузии с боковыми породами)
2. Гидротермальный (при воздействии горячих вод на породы, слагающие стенки трещин, по которым вода перемещается)
3. Динамометаморфизм (в результате огромных давлений, возникающих на глубине)
4. Региональный (при участии всех этих факторов на огромных пространствах (на глубине 8 км))

Классифицируются по текстуре

1. Массивные (кварцит, мрамор);
2. Полосчатая (гнейсы, сланцы)

Тема 3. Основы гидрогеологии

Воды, находящиеся в верхней части земной поверхности, носят название подземных.

Выявлением происхождения, состава, взаимодействия с горными породами подземных вод, а также законов их движения занимается наука, носящая название *гидрогеологии*.

Гипотезы формирования подземных вод

1. *Инфильтрационная* – вода, просачиваясь с поверхности земли, проникает в горные породы. Это движение воды носит название инфильтрации. Количество воды, инфильтрующейся с поверхности, определяется действием многих факторов: характером рельефа, составом поверхностных пород, их фильтрационной способностью и трещеноватостью, климатом местности, деятельностью человека, состоянием растительного покрова и рядом других факторов.

2. *Конденсационная* – в 1877 г. немецкий ученый О. Фольгер – согласно которой вода в горных породах образуется в результате конденсации водяных паров, проникающих в горные породы с поверхности земли вместе с воздухом.

3. *Ювенильная* – в 1902 г. Э. Зюсс предложил ювенильную теорию образования подземной воды, газы и пары, поднимаясь из расплавленной магмы по трещинам в земной коре, могут давать начало ювенильным водам. В отличие от инфильтрирующихся поверхностных вод, поступающих сверху вниз и называемых *вадозными*, ювенильные воды, имея глубинное происхождение, поступают в верхние слои земной коры из ее недр.

4. *Реликтовое* – подземные воды глубоких зон представляют собой осадочные воды древних бассейнов, захороненных и сохранивших свой первоначальный облик до настоящего времени.

В настоящее время можно считать установленным, что подземные воды образуются различными путями, в которых несомненно участвуют и инфильтрационные и конденсационные процессы. Немаловажное значение имеет также процесс *инфлюации* — поступления воды в недра Земли через крупные пустоты, щели, каналы и т. д.

По условиям залегания, питания и движения среди подземных вод выделяются несколько разновидностей.

Наиболее близко к поверхности располагаются *почвенные воды*, образующиеся за счёт увлажнения почв атмосферными осадками и конденсации влаги из воздуха. Это воды висячие, не подстилаемые водоупорными горизонтами. Они имеют большое значение в питании растений и процессах выветривания содержащихся в почве минералов, но хозяйственного значения не имеют.

Ниже зоны почвенных вод располагается толща практически сухих пород, содержащих в небольших количествах плёночную воду. Если в этой толще име-

ются прослойки или линзы водоупоров, то в периоды обильной инфильтрации (просачивания) атмосферных и поверхностных вод (периоды дождей, таяния снега, половодий и пр.) над ними происходит образование временных скоплений гравитационных вод. Мощность пород, насыщенных такими водами не превышает обычно 1 м. Эти временные водоносные горизонты называются *верховодки*.

Первый от поверхности Земли постоянно существующий в пределах рассматриваемой территории водоносный горизонт называется горизонтом *грунтовых вод*. Верхняя граница зоны постоянного насыщения пород грунтовыми водами носит название зеркала (или уровня) грунтовых вод. Зеркало грунтовых вод редко бывает горизонтальным. Часто оно повторяет рельеф и имеет четко выраженный наклон в сторону пониженных мест. Питание грунтовых вод осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, талых вод, вод поверхностных водоёмов. Мощность водоносного горизонта непостоянна и изменяется как по площади (в зависимости от рельефа), так и во времени (в зависимости от количества атмосферных осадков, режима водоёмов). Колебание уровня грунтовых вод во времени определяет наличие так называемой зоны периодического насыщения, находящейся непосредственно над зоной постоянного насыщения и являющейся водоносной в периоды повышения уровня грунтовых вод.

Водоносные горизонты, залегающие ниже горизонта грунтовых вод, разделяющиеся пластами водоупорных пород называются *межпластовыми водами*. Последние, в свою очередь, разделяются на *межпластовые безнапорные* и *межпластовые напорные (или артезианские) воды*.

Водоупор или *водоупорный слой* – это горная порода, практически не пропускающая через себя воду, или относительно (по сравнению с водопроницаемыми слоями пород) водонепроницаемый ее слой. Чаще всего это горизонты глин. Водоупор, покрывающий водоносную породу, образует *водоупорную кровлю*, а подстилающий водоносную породу – *водоупорное ложе*.

Безнапорные межпластовые воды отличаются от грунтовых тем, что находятся между двумя выдержанными водоупорными пластами. Эти воды не заполняют полностью водоносный слой. Межпластовые напорные (артезианские воды) – подземные воды, заключённые между водоупорными слоями и находящиеся под гидравлическим давлением. Вскрытые искусственным путём артезианские воды поднимаются выше кровли водоносного пласта. При достаточном напоре они изливаются на поверхность земли, а иногда даже фонтанируют. Линия, соединяющая отметки установившегося напорного уровня в скважинах, образует *пьезометрический уровень*.

Кроме вышеперечисленных имеются *воды спорадического распространения*, представляющие собой скопление подземных вод в гидравлически разобращенных линзах и пропластах, залегающих на различной глубине и находящихся внутри осадочной водо- или слабопроницаемой толщи. Они бывают как напорные, так и безнапорные.

Артезианские воды, в отличие от рассмотренных типов подземных вод, имеют напоры. При вскрытии скважинами этого горизонта вода поднимается значительно выше кровли водоносного пласта, а в некоторых случаях даже фонтанирует.

Линия, соединяющая отметки установившегося напорного уровня в скважинах, образует *пьезометрический уровень артезианских вод*.

Возникновение напора обуславливается особыми условиями расположения в пространстве этого типа подземных вод. Наиболее часто оно определяется синклиналеобразной формой залегания пластов, среди которых чередуются прослойки песка и глины.

Характерные черты артезианских вод – их способность образовывать восходящие источники, несовпадение области питания с областью распространения, малая загрязненность и некоторые другие.

На обширной территории, имеющей синклиналеобразное строение, может образовываться один или несколько напорных горизонтов, расположенных в несколько этажей, разделенных водоупорными слоями. В этом случае говорят об артезианских бассейнах. Подобные артезианские бассейны – важнейшие источники питьевой и технической воды. Широкой известностью пользуется Подмосковский артезианский бассейн, имеющий ряд напорных горизонтов, из которых некоторые дают сильно минерализованную, а другие пресную воду.

Физические свойства:

1. Температура – зависит от физико-геологических условий, геологического строения, режима питания, в пределах от 5 до 100 С.

2. Цвет – зависит от химсостава и примесей.

3. Прозрачность – зависит от кол-ва растворенного минерального вещества, механических примесей.

4. Плотность – пресная – 1 г/см³, морская – 1-1,1 г/см³, высокоминеральная – 1,3 г/см³.

5. Вязкость – внутреннее сопротивление частиц воды движению, зависит от температуры и минерализации.

6. Электропроводность – зависит от ионно-солевого состава, оценивается величиной удельного электросопротивления.

7. Вкус – зависит от минерализации: соленый, горький, сладкий.

8. Запах – зависит от наличия газов биохимического происхождения.

9. Радиоактивность – вызвана присутствием радиоактивных элементов (уран, стронций, цезий, радий).

Химический состав:

1. Степень минерализации.

Суммарное содержание растворенных в воде минеральных веществ называют общей минерализацией. О ее величине судят по сухому или плотному остатку (мг/л), который получается после выпаривания определенного объема воды при тем-ре 105 С.

2. Жесткость.

Жесткость – свойство воды, обусловленное содержанием в ней ионов кальция и магния. Выражается в мг×экв, за 1 мг×экв жесткости принимается содержание в 1 л воды 20,04 мг иона кальция или 12,16 мг иона магния.

Разновидности:

1. Временная или карбонатная – определяется присутствием бикарбонатов, устраняется кипячением.

2. Постоянная – определяется присутствием серноокислых и хлористых солей, кипячением не устраняется.

3. Общая – сумма постоянной и временной.

По жесткости воду разделяют на: мягкую (менее 3 мг×экв), средней жесткости (3-6 мг×экв), жесткую (6-9 мг×экв), очень жесткую (более 9 мг×экв).

3. Агрессивность воды – способность воды разрушать бетон вследствие содержания в ней свободных кислот.

Виды агрессивности:

1. Общекислотная – оценивается величиной рН, в песках вода считается агрессивной при $pH < 7$, в глинах при $pH < 5$.

2. Сульфатная – определяется по содержанию иона Si_4^{2-} . Для песчаных пород агрессивной по отношению к бетону на портландцементе является, в которой содержание иона оказывается более 1000 мг/л; для суглинков – 1500 мг/л. Применение в бетонах сульфатостойких цементов позволяет строить в воде, содержащей до 3000 мг/л Si_4^{2-} .

3. Магнезиальная – устанавливается по содержанию иона магния.

4. Карбонатная – связана с воздействием на бетоны агрессивной углекислоты, этот вид возможен только в песчаных грунтах.

Кроме химического состава воды при оценке степени агрессивности воды по отношению к бетону учитывается и коэффициент фильтрации породы. Чем выше коэффициент фильтрации, тем более агрессивной считается вода.

Водообмен – процесс смены первоначально накопившихся вод поступающими вновь. Интенсивность водообмена зависит от глубины залегания.

Зоны водообмена:

1. Зона интенсивного водообмена (пресные) – глубина до 300-400 м, дренируются реками, обновление осуществляется за десятки и тысячи лет.

2. Зона замедленного водообмена (воды солоноватые и соленые) – глубина до 600-2000 м, обновление осуществляется в течение сотен тысяч лет.

3. Зона весьма замедленного водообмена (воды типа рассолов) – глубина более 2000 м, обновление осуществляется в течение сотен миллионов лет.

Режим подземных вод – изменение во времени их уровня, химического состава, температуры и расхода.

В естественных условиях характерен *ненарушенный (естественный)* режим. Он зависит от:

1. Метеорологических факторов – осадки, испарение, температура. М. факторы вызывают сезонные и годовые колебания, изменение химизма, температуры и расхода. Сезонные колебания обусловлены неравномерностью выпадения осадков и изменения температуры в течение года. Амплитуда колебания грунтовых вод не превышает 3 м. Многолетние колебания связаны с ритмическими изменения климата, амплитуда колебаний достигает 8 м и более.

2. Гидрологические факторы – зависимость от колебания уровня реки в полосе: до 0,5 м в песчано-галечных отложениях, до 6 км в хорошо проницаемых грунтах.

3. Геологические факторы – медленно действующие (тектонические движения, внутренняя теплота) и эпизодические (землетрясения, вулканизм, оползни).

Искусственный (нарушенный) режим формируется в результате влияния инженерно-строительной деятельности человека и проявляется в повышении и понижении уровня подземных вод, в изменении химсостава и температуры.

Повышению уровня подземных вод способствует строительство искусственных водоемов, орошение, утечка воды из промышленных бассейнов и сетей коммуникаций. Понижению – длительные откачки воды для водоснабжения, осушение заболоченных земель, строительное водопонижение.

Появление подземных вод в рыхлых породах ведет к ухудшению их механических свойств. В глинистых породах насыщение водой, как правило, приводит к текучести, а в песчаных – к плавучести. В известняках, гипсах, каменной соли подземные воды вызывают растворение вещества с образованием крупных пустот.

Динамика подземных вод – раздел гидрогеологии, изучающий закономерности движения подземных вод в зоне их полного насыщения.

Начало изучению законов движения подземных вод было положено работами французского гидравлика А. Дарси (1856), который установил основной линейный закон фильтрации в пористой среде и ввел понятие о коэффициенте фильтрации или водопроницаемости.

Передвижение подземных вод в грунтах делится на два вида:

1. Инфильтрационное – передвижение воды при частичном заполнении пор воздухом в зоне аэрации.

2. Фильтрационное – передвижение при полном заполнении пор водой.

Фильтрационные потоки различаются по характеру движения:

1. ламинарное – отдельные струйки движутся параллельно с небольшой скоростью сплошным потоком (две небольшие реки)

2. турбулентное – большие скорости, вихревые перемещения струй воды, разрывание сплошности потока (водопад).

Движение подземных вод может быть:

1. установившиеся – все параметры потока (скорость, расход, направление) не изменяются во времени.

2. Неустановившиеся – основные параметры изменяются во времени.

Для ламинарного течения подземных вод справедлив закон Дарси:

$$Q = kIF$$

где Q – расход воды (количество фильтрующей воды в единицу времени), м³/сут; k – постоянная величина для данной породы, характеризующая ее водонепроницаемость, это величина называется коэффициентом фильтрации, м/сут; I – гидравлический градиент; F – площадь через которую проходит фильтрация, м².

Действительная скорость фильтрации определяется с учетом пористости грунта $V_d = V/n$, где $V = Q/F$.

Для турбулентного течения подземных вод справедлив закон Шези-Краснопольского

$$Q = K_{ш} \sqrt{IFt}$$

где $K_{ш}$ – коэффициент Шези.

Коэффициент фильтрации – это скорость фильтрации при напорном градиенте, равном единице. Градиент напора или гидравлический градиент I показывает величину падения напора на единицу длины пути фильтрации $I = \Delta H/l$

Коэффициент фильтрации характеризует водопроницаемость грунтов.

Данные о водонепроницаемости необходимы при расчете притока воды в котлован, для определения мощности откачиваемых насосов, для определения степени воздействия агрессивных вод на материал фундамента, для решения вопросов водоснабжения и мелиорации.

Коэффициент фильтрации зависит от:

- от количества и размеров пор в грунте
- от степени окатанности частиц
- от минералогического состава грунта
- от вида грунта
- от крупности песчаных грунтов
- от минерализации и температуры воды, т.е. от вязкости воды

Методы определения коэффициента фильтрации:

1. Табличный (по Н.А. Плотникову)
2. Расчетный – используют связь коэффициента фильтрации грунтов с его грансоставом, пористостью, степенью однородности.
3. Лабораторные. Приборы для лабораторного определения подразделяются на два типа:
 - с постоянным напором, моделирующие установившиеся движение (универсальная трубка КФ, трубка Каменского);
 - с переменным напором, моделирующие неустановившиеся движение (компрессионно-фильтрационный прибор типа Ф-1М)
4. Полевые методы.

Разновидности: методы налива в шурфы и методы откачек.

Методы определения *K наливом в шурфы* применяют для определения фильтрующей способности грунтов в зоне аэрации. Разновидности: метод *Болдырева* и метод *Нестерова*. *Суть способов*: вода наливается в шурфы и под действием гравитации инфильтруется вниз и стороны. Строится график зависимости расхода воды от времени. Коэффициент фильтрации определяется из формулы Дарси. Недостатки этого способа – недоучет растекания воды из шурфа в стороны и отсутствие учета действия капиллярных сил, за счет которых происходит дополнительное всасывание воды.

Метод откачки – применяется в водонасыщенных грунтах. Суть: бурится куст скважин, одна из которых является центральной, остальные наблюдательные. Из центральной производится откачка воды, в результате происходит воронкообразное понижение уровня грунтовых вод, которое носит название *депрессионная воронка*.

Теория движения подземных вод разработана применительно к определению притока воды к водозаборным сооружениям.

Водозаборным называются сооружения, с помощью которого производится захват (забор) подземных вод для водоснабжения и других целей.

Типы водозаборных сооружений:

1. Вертикальные (буровые скважины, колодцы, шурфы и вертикальные стволы шахт).
2. Горизонтальные (осушительные каналы, закрытые дренажи, штреки).
3. Лучевые (водосборные колодцы с водоприемными лучами-фильтрами).
4. Каптаж источников подземных вод.

Тип сооружения для забора воды выбирают исходя из глубины залегания водоносного пласта, его мощности, литологического состава водоносных пород и намечаемой производительности водозабора.

Вертикальные водозаборы любого назначения, вскрывающие грунтовые и безнапорные межпластовые воды, носят общее название грунтовые колодцы, а водозаборы, вскрывающие напорные воды, называются артезианскими колодцами.

Грунтовые и артезианские колодцы могут быть совершенными и несовершенными.

Совершенными называются колодцы, доведенные до водоупора и имеющие проницаемые стенки в пределах всей мощности водоносного пласта, а несовершенными – колодцы, не доведенные до водоупорного ложа.

Типы несовершенных колодцев:

1. С проницаемыми стенками и дном;

2. С непроницаемыми стенками и проницаемым дном;
3. С проницаемыми стенками и непроницаемым дном.

Тема 4. Основы грунтоведения

Грунтоведение – учение о горных породах, являющихся основанием, средой либо материалом земляных сооружений.

Грунт – горная порода, почва или искусственное образование, представляющие собой многокомпонентные системы, изменяющиеся во времени, используемые как основание, среда или материал для строительства.

По СТБ 943 грунты подразделяются:

I. С жесткими структурными связями – скальные:

1) **Магматические** (*интрузивные* – гранит, диорит, сиенит, габбро, диабаз и др.; *эффузивные* – липарит, порфир, базальт, туф и др.)

2) **Метаморфические** (*регионально-метаморфизованные* – гнейс, кварцит, сланец; *динамометаморфизованные* – порфиرويد, тектоническая брекчия)

3) **Осадочные сцементированные** (*крупнообломочные* – конгломерат, брекчия, гравелит; *мелкообломочные* – песчаник, туффит; *пылевато-глинистые* – алевролит, аргиллит; *органогенные* – известняк, мергель, мел, опока, диатомит; *хемогенные* – гипс, ангидрит, галит)

4) **Искусственные** (*Искусственный грунт – грунт природного происхождения, закрепленный или уплотненный различными методами, насыпной и намывной, а также твердые отходы производства и бытовые*) – магматические, метаморфические и осадочные трещиноватые сцементированные грунты; крупнообломочные, песчаные, пылевато-глинистые несцементированные грунты – закрепленные или улучшенные (цементация, силикатизация, битумизация, замораживание, термическая обработка и т.д.)

II Без жестких структурных связей – нескальные (осадочные несцементированные и искусственные)

1. Крупнообломочные

Т а б л и ц а – Разновидности крупнообломочных грунтов (по грансоставу)

Грунты	Преобладающие обломки по крупности
Валунный (при преобладании неокатанных обломков – глыбовой)	Масса обломков крупнее 200 мм составляет более 50 % от массы воздушно-сухого грунта
Галечниковый (при преобладании неокатанных обломков – щебенистый)	То же, для обломков крупнее 10 мм
Гравийный (при преобладании неокатанных обломков – дресвяной)	То же, для обломков крупнее 2 мм

2. Песчаные

3. Глинистые грунты

Песчаные – несвязные грунты, сложенные угловатыми и окатанными обломками минералов, размером от 2 до 0,05 мм. Основная масса состоит из кварца и полевых шпатов.

По генезису разделяются: элювиальные, делювиальные, пролювиальные, аллювиальные, озерные, водно-ледниковые, ледниковые, озерно-ледниковые, морские, эоловые и смешанного происхождения.

Песчаные грунты классифицируются (строительная классификация):

- *по гранулометрическому составу* (гравелистый, крупный, средний, мелкий, пылеватый);
- *по показателю максимальной неоднородности U_{max}* (однородный (до 4), среднеоднородный (4–20), неоднородный (20–40), повышенной неоднородности (более 40));
- *по степени влажности* (маловлажный ($S_r - (0-0,5)$); влажные (0,5–0,8); водонасыщенные (0,8–1));
- *по прочности (сопротивлению грунтового при зондировании)* (прочный, средней прочности, малопрочный);

Пример наименования: *Песок средний неоднородный влажный средней прочности.*

Строительная классификация глинистых грунтов.

Глинистые грунты – группа осадочных пород с преобладанием тонких фракций ($< 0,01$ мм). Состоят из глинистых минералов, а также минералов обломочного (слюда, кварц, полевые шпаты) и химического (карбонаты, сульфаты) происхождения. Занимают около 60 % объема осадочных пород. Происхождение – обломочно-химическое.

Характерные свойства глинистых грунтов: пластичность, липкость, набухание, усадка.

Пластичность – способность глинистых грунтов деформироваться под нагрузкой без разрыва сплошности и восстанавливать форму при устранении действия внешних сил.

Глинистые грунты классифицируются (строительная):

* *по числу пластичности I_p*

Супесь – 1–3; Суглинки – 3–17; Глина – более 17.

* *по показателю текучести I_L*

Супеси (3 состояния)	Суглинки и глины (6 состояний)
Твердые, $I_L < 0$	Твердые, $I_L < 0$
Пластичные, $0 \leq I_L \leq 1$	Полутвердые, $0 < I_L \leq 0,25$
Текучие, $I_L > 1$	Тугопластичные, $0,25 < I_L \leq 0,5$
	Мягкопластичные, $0,5 < I_L \leq 0,75$
	Текучепластичные, $0,75 < I_L \leq 0,1$
	Текучие, $I_L > 1$

- по прочности (очень прочные, прочные, средней прочности и слабые)

Пример: *Глина твердая средней прочности.*

Грунты особого состава состояния и свойств.

1) Ил – водонасыщенный современный осадок водоемов, образовавшийся при наличии микробиологических процессов, природная влажность которого, как правило, превышает влажность на границе текучести, коэффициент пористости $e \geq 0,9$. Ил – начальная стадия формирования глинистых осадочных пород. Илы практически не держат нагрузки, под нагрузкой легко выдавливаются, при динамическом воздействии переходят в разжиженное состояние.

2) Торф – органоминеральный грунт, образовавшийся в результате естественного отмирания и неполного разложения болотных растений в условиях повышенной влажности при недостатке кислорода, содержащий по массе 50 % и более органических веществ.

3) Заторфованный грунт – песчаный, пылевато-глинистый или насыпной грунт, содержащий по массе от 10 до 50 % органического вещества.

Торф обладает огромной влажностью (2000 % и более по отношению к весу сухого вещества), значительной пористостью и, как следствие, очень сильной сжимаемостью. При высушивании объем торфа уменьшается в 7–10 раз, поверхность опускается на 1–2 м. Основанием не служить не может, обычно при строительстве их вырезают на всю мощность – т.е. проводится выторфовывание.

4) Засоленные грунты – это песчано-глинистые осадочные отложения, содержащие значительное количество водорастворимых солей.

Водорастворимые соли в определенной мере упрочняют грунты, но при эксплуатации зданий и сооружений происходит их увлажнение, что приводит к растворению солей и изменению физико-механических свойств грунтов.

5) Насыпные и намывные грунты. Данный тип грунтов относится к природным перемещенным образованиям, т.е. это грунты изъятые из мест их естественного залегания и подвергнутые частично производственной переработке в этом процессе.

Характерные черты насыпных грунтов:

- нарушение структуры грунта в теле насыпи, обуславливающая снижение прочности (по сравнению с естественным залеганием);
- фракционирование грунтов и самовыполаживание отвальных откосов;
- существенное изменение прочности насыпных грунтов во времени (увеличивается – за счет уплотнения, снижается – при увлажнении);
- возникновение в водонасыщенных глинистых грунтах насыпи порового давления, являющегося существенным фактором развития оползней различных типов.

Намывные грунты – создаются средствами гидромеханизации с помощью трубопроводов. Выделяют три стадии формирования свойств намывных грунтов: уплотнении, упрочнении и стабилизированное состояние намывных грунтов.

Характерной особенностью намывных и насыпных грунтов является большая разнородность состава и различная степень уплотненности.

б) Лессовые грунты. Лессовые грунты занимают около 14 % территории СНГ. Широкое распространение имеют на предгорных и горных равнинах, отсутствуют в поймах речных долин и на молодых террасах рек. Часто встречаются в Беларуси. Наиболее распространенная толщина лессовых отложений 10–25 м, мощность в Сибири до 70 м, в Китае – 400 м.

Классифицируются по числу пластичности: супесь, суглинок и глина лессовидные.

Характерные особенности: способность сохранять вертикальные откосы в сухом состоянии, быстро размокать в воде, высокая пылеватость, невысокая природная влажность (до 15–17 %), пористая структура (более 40 %) с сетью крупных и мелких пор, высокая карбонатность (до 35 %), засоление легко водорастворимыми солями.

Происхождение: эолово-почвенное. *Отрицательное свойство* – просадка при увлажнении под действием собственного веса.

Фазовый состав:

А) Твердая фаза – характеризуется минералогическим и гранулометрическим составом (т.е. какие минералы входят в состав и в каком количестве). Размеры, форма и минералогический состав частиц твердой фазы определяют физико-механические свойства грунтов.

Б) Жидкая фаза – это водный раствор различных солей, заполняющий поры грунта.

Виды воды в грунтах:

1) **Парообразная** – газовая компонента (водяной пар). Свободно передвигается в грунте при незначительной его влажности, при конденсации пара на поверхности грунта образуются другие виды воды.

2) **Связанная вода** – адсорбированная поверхностью минеральных частиц (молекулы воды связаны с поверхностью кристаллических частиц), составляет более 40 % от всей воды, содержащейся в грунте. плотность 1,2–1,4 г/см³, практически не сжимаема, замерзает при температуре – 4 °С.

а) *прочносвязанная (гигроскопическая)* – удерживается в грунтах на воздухе, плотность – 2 г/см³, температура замерзания – 78 °С, содержание – 1–20 %.

б) *рыхлосвязанная* – плотность 1,2–1,4 г/см³, практически не сжимаема, температура замерзания – 4 °С.

3) **Свободная вода:**

а) *капиллярная (вода углов пор, подвешенная вода, собственно капиллярная вода)*, – формируется за счет поднятия воды вверх от уровня грунтовых вод, образуя в массиве капиллярную кайму. Вода перемещается под воздействием сил поверхностного натяжения раздела вода–газ, вода из пор не вытекает.

б) *гравитационная (просачивающаяся, вода грунтового потока)* – просачивающаяся вода и вода грунтового потока (зона аэрации).

4) **Вода в твердом состоянии** – содержится в грунте в виде кристаллов льда при замерзании гравитационной воды.

5) **Вода кристаллической решетки** (кристаллизационная –участ-вует в построении кристаллической решетки минералов, сохраняя свою молекулярную форму, находится в решетке в виде нейтральных молекул H_2O).

В) Газообразная фаза грунта – количество воздуха в порах грунта. Газы в порах грунта могут находиться в свободном, адсорбированном и защемленном состоянии, а также в виде мелких пузырьков или в растворенном виде. Газообразная фаза свободно сообщается с атмосферой. Наличие в грунтах адсорбированных и защемленных газов обуславливают многолетнюю осадку насыпей из глинистых грунтов, деформации и разрывы земляных насыпей, уменьшению водопроницаемости грунтов.

В зависимости от способа определения физические характеристика подразделяются на две группы:

- *прямые* – определяются только опытным путем на основе лабораторных исследований ($\rho(\gamma)$, $\rho_s(\gamma_s)$, w и др.);
- *производные (косвенные)* – определяются только расчетными формулами ($\rho_d(\gamma_d)$, S_r , n , e , I_p , I_b и др.).

Гранулометрический состав – показывает какого размера частицы и в каком количестве содержатся они в грунте.

Содержание каждой фракции выражается в % по отношению к весу высушенного образца. Фракции – близкие по размеру частицы: 2-1 мм, 1-0,5 мм, 0,5-0,25 мм и т.д.

Определяется грансостав в лаборатории следующими методами: 1) *сит овый мет од* – рассев, навески грунта через набор сит; 2) *ареомет рический мет од* – определение плотности грунтовой суспензии поплавком с использованием математических формул – метод используется для определения грансостава пылеватых и глинистых частиц $< 0,1$ мм.

Конечным этапом изучения грансостава является:

- классификация песчаных и крупнообломочных грунтов
- оценка степени неоднородности
- оценка водопроницаемости
- нахождение угла естественного откоса
- для выбора R_0 (расчетное сопротивление грунтов).

Природная (естественная) влажность w – количество воды, содержащиеся в порах горных пород в естественном залегании, в долях единиц.

Определяется в лаборатории взвешиванием до и после высушивания образцов. Высушиваются образцы до постоянного веса при температуре 105–107 °С.

Степень влажности S_r – влажность, характеризующая степень заполнения пор грунта водой и характеризуется отношением объема воды к объему пор грунта, вычисляется по формуле

$$S_r = \frac{w\rho_s}{e\rho_w}$$

где w – естественная влажность, %; e – коэффициент пористости; ρ_w – плотность воды; ρ_s – плотность частиц грунта.

Пористость грунта n – суммарный объем всех пор в единице объема грунта, рассчитывается по формуле

$$n = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_s} \times 100 = 1 - \frac{\rho_d}{\rho_s} \times 100, \%$$

Коэффициент пористости e – отношение общего объема пор в грунте, к объему только грунтовых частиц, т.е. $e = (\Sigma V_{\text{пор}}/V_s)$, безразмерная величина, вычисляется по формуле

$$e = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d} = \frac{n}{1 - n}.$$

Плотность грунта ρ , г/см³ – это отношение массы породы, включая массу воды в ее порах, к занимаемому этой породой объему.

Плотность породы зависит от минералогического состава, влажности и пористости.

Плотность грунта под водой ρ_{sb} – это массы единицы объема при естественной пористости под водой. Численно равен массе единицы объема грунта с естественной структурой за вычетом гидростатической подъемной силы воды.

$$\rho_{sb} = \frac{\rho_s - \rho_w}{1 + e},$$

ρ_w – плотность воды, e – коэффициент пористости.

Плотность частиц грунта ρ_s , г/см³ – это отношение массы сухого грунта, исключая массу воды в его порах, к объему твердой части этого грунта.

Плотность частиц грунта численно равна массе единицы объема скелета грунта.

Зависит только от минералогического состава грунтов и возрастает с увеличением содержания тяжелых металлов (пирит).

Плотность частиц грунта изменяется для всех горных пород в пределах от 2,61 до 2,75 г/см³.

В лабораторных условиях определяется пикнометрическим способом. Используется для качественной оценки минералогического состава пород и в расчетах других фазовых характеристик.

Плотность сухого грунта ρ_d – отношение массы твердой компоненты грунта при естественной структуре, исключая массу воды в его порах, к занимаемому этой породой объему

Зависит только от минералогического состава и пористости и вычисляется по формуле

$$\rho_d = \rho / (1 + 0,01w)$$

ρ – плотность грунта; w – влажность грунта, %.

Под механическими свойствами понимают способность грунтов сопротивляться внешним силам.

Механические характеристики подразделяют на:

1) *Деформационные свойства* грунта характеризуют поведение грунта под статическими нагрузками, не приводящими к его разрушению. Они определяются в полевых и лабораторных условиях моделирующих работу грунта под сооружением (статические нагрузки). Для дорожного и антисейсмического строительства изучение деформационных свойств производится при действии вибрации и переменных нагрузок.

2) *Прочностные свойства грунта*, характеризуют способность грунта сопротивляться разрыву.

Деформационные характеристики

А) Сжимаемость.

Если сжатие происходит без возможности бокового расширения, то такой процесс *называется компрессионным сжатием*.

Количественными характеристиками сжимаемости являются *коэффициент уплотнения или сжатия, модуль осадки и модуль деформации*.

Методы определения характеристик сжимаемости:

1. лабораторные методы – в компрессионных приборах (одеметры – исключают возможность бокового расширения образца грунта) или приборах трехосного сжатия (стабилометры)

2. полевые – штамповые.

По данным компрессионных испытаний строится *компрессионная кривая* в координатах «коэффициент пористости – давление».

Б) Консолидация

Процесс уплотнения глинистых пород под постоянной нагрузкой принято называть *консолидацией*.

Теория сжатия глинистых грунтов во времени – называется **фильтрационной консолидацией**.

Количественной величиной консолидации является коэффициент консолидации C_k

К прочностным характеристикам грунтов относится – *сопротивление грунтов сдвигу*.

Сопротивление сдвигу характеризует прочность песчаных и глинистых грунтов, т.е. их способность сопротивляться разрушению.

Процесс нарушения сплошности породы в результате смещения (сдвига) одной части породы относительно другой по поверхности скольжения называется **сдвигом**.

Сопротивление сдвигу песчаных пород зависит от трения; глинистых – от трения и сцепления.

Силы трения действуют между слагающими частицами и характеризуются коэффициентом внутреннего трения $\text{tg } \varphi$.

Сцепление (c) обусловлено действием структурных связей между частицами.

Тема 5 – Процессы внутренней динамики Земли

Тектоника – отрасль геологии, изучающая движение и деформацию земной коры и особенности ее строения – так называемые геологические структуры, которые этим движением и деформацией создаются.

Осадочные породы, накапливаясь в морях, озерах и на поверхности континентов, образуют более или менее горизонтальные слои, или **пласты**. В результате тектонических движений они изменяют свое начальное горизонтальное положение, приобретая новую, более сложную ориентировку в пространстве. При этом пласты могут изгибаться, образовывать различные складки или перемещаться с разрывами сплошности. Подобные измененные формы залегания пластов носят название **дислокации** (франц – перемещение).

На горные породы действуют:

1. вертикальные силы – сила тяжести вышележащих толщ
2. горизонтальные силы – движение коровых плит.

Эти силы создают в породах напряжения, т.е. упругие и неупругие деформации.

Тектонические движения подразделяются на:

1. Колебательные – медленные вертикальные перемещения (поднятие и опускание) отдельных участков земной коры
2. Складчатые – более интенсивные, проявляющиеся в подвижных, более ограниченных по площади зонах земной коры.

Основной формой нарушения являются **складки** – волнообразные изгибы пластов осадочных пород, которые обычно встречаются в природе группами и тянутся нередко на десятки и сотни километров.

Основные формы складок:

Антиклиналь – выпуклая складка, в центральной части которой – ядро – расположены более древние породы.

Синклинали – вогнутая складка, в ядре которой расположены наиболее молодые породы.

Моноклинали – пласты однообразно наклонены к горизонту в одну сторону под одинаковым, обычно небольшим углом

Разрывные формы нарушений характеризуются разрывом сплошности пластов, сопровождающимся опусканием или поднятием одной части земной коры по отношению к другой. Наиболее распространенные формы разрывных нарушений – это сбросы, взбросы, сдвиги, надвиги, грабены, горсты.

Если часть земной коры опустилась, образуется **сброс**, если приподнялась – **взброс**, когда наблюдается смещение одной части масс горных пород относительно другой в горизонтальном направлении, происходит **сдвиг**, причем, если часть земной коры опустилась – **грабен**, если приподнялась – **горст**.

Примером грабенов являются впадины озер Байкала, Иссык-Куля, Красного моря, долина реки Рейн. Примерами горстовых поднятий могут служить хребты Алтая, Тянь-Шаня, Саян, Памирское и Тибетское плато.

Колебательные движения земной коры – это медленное неравномерное поднятие и опускание земной коры, происходящие повсеместно и непрерывно в течении всей истории Земли, они представляют собой основной тип тектонических движений, на фоне которых развиваются складчатые и разрывные дислокации, а также магматизм.

Магматизмом (от греческого *магма* – тесто) называется совокупность процессов, возникающих под действием сил внутренней динамики Земли и выражающихся в том, что расплавленные глубинные массы проникают в земную кору или изливаются на ее поверхности.

Основными структурными формами развития земной коры с древнейших времен являются геосинклинали и платформы.

Геосинклинали. Вытянутые в длину на тысячи километров участки земной коры, где колебательные движения разного знака (поднятие и опускание) характеризуется большой амплитудой, относительно большой скоростью и тесным расположением зон поднятия и прогибания, что сопровождается раздроблением геосинклинальной области на отдельные глыбы, движущиеся с весьма различной скоростью и иногда в различных направлениях

На первом этапе развития геосинклинали преобладает опускание земной коры, геосинклиналь заливается морем. На фоне общего опускания земная кора в геосинклиналях испытывает также и поднятия. Опускания и поднятия происходят циклично. По зонам разлома происходит подводное излияние, преимущественно базальтовых лав.

Второй этап характеризуется преобладанием поднятий литосферы с образование горных хребтов. Поднятие сопровождается трансформацией слоев осадочных пород в складки. На этом этапе интенсивно проявляется вулканическая деятельность. Геосинклиналями на второй стадии развития являются Альпы, Карпаты, Балканы, Крым, Кавказ. Опустившимися плитами в рассматриваемой геосинклинали являются впадины Средиземного и Черного морей. Везувий, Этна и другие вулканы действуют и ныне, а Эльбрус, Казбек, Арарат прекратили свою деятельность в самом недалеком прошлом.

Третий этап в развитии геосинклиналей характеризуется затуханием и прекращением вулканической деятельности, сейсмические явления (землетрясения) также не проявляются, образовавшиеся горы разрушаются, рельеф постепенно выравнивается и геосинклиналь из подвижной зоны литосферы превращается в более спокойную платформу.

Платформы. Это области земной коры, которым свойственна малая интенсивность тектонических движений и магматических проявлений. Для платформ характерны очень пологие и обширные прогибы – *синеклизы* и поднятия – *антеклизы*, имеющие сотни и тысячи километров в поперечнике при амплитуде колебаний 2–3 км, изредка даже 5–6 км.

Примерами платформ могут служить Русская и Сибирская возвышенности. Для платформ характерно двухъярусное строение. Верхний ярус собственно платформенный, сложен осадочными породами, залегающими спокойно. Нижний ярус, именуемый складчатым фундаментом, соответствует более ранней, геосин-

клинальной стадии развития данного участка земной коры и сложен породами, сильно дислоцированными, метаморфозными и пронизанными большим количеством магматических внедрений. Рельеф платформы преимущественно равнинный. При поднятии участка платформы море отступает – регрессирует.

Установлено, что район Стокгольма за 50 лет поднялся на 19 см, в районах правобережья нижнего Дона наблюдается поднятие, достигающие 8–9 мм в год. Район Санкт-Петербурга поднимается на 4–5 мм в год, Кольский полуостров – на 3–15 мм в год.

Областями опускания являются территории между Москвой и Санкт-Петербургом, бассейн Верхнего и Среднего Днепра (1,5 мм/год), побережье Черного моря (в районе Одессы до 5 мм/год), Витебск – 1,4 мм/год.

Уровень Мирового океана поднимается на 12-20 см/100 лет

Наблюдаются и горизонтальные смещения некоторых участков суши: в области Альп смещение, направленное в сторону Мюнхена, достигает 10 мм/год; Калифорнийское побережье (США) перемещается со средней скоростью около 5 мм/год.

На Памире Заалайский хребет и хребет Петра I переместились за последние тысячелетие к северу на 10-15 км.

Помимо вековых колебательных движений, земная кора испытывает также приливные движения, подобные приливам в морях и океанах. Приливные движения литосферы обусловлены притяжением Луны и Солнца. Амплитуда этих движений на полюсах равна нулю, а на экваторе достигает 55 см. Так земная кора в районе Москвы два раза в сутки передвигается вверх–вниз на 30 см с одновременным наклоном.

Землетрясения, или сейсмические (сейсмос - греч - землетрясение) явления, особый вид движения вещества, слагающего литосферу и подкорковые слои.

Проявляются эти движения в виде внезапных и резких упругих колебаний земной коры. Землетрясения обуславливают различные деформации, опускания и поднятия отдельных участков литосферы, образование сбросов, сдвигов.

Колебательные движения земной коры, которые проявляются в наше время, изучает **неотектоника**.

Виды землетрясений:

1. *Тектонические* – 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. Тектонические землетрясения поэтому рассматриваются здесь как основной вид землетрясений.

2. *Вулканические* – могут возникать при извержениях вулканов. Причиной таких землетрясений могут быть обрушения кровли и стенок больших пустот, образующихся под вулканами вследствие истечения больших количеств лавы. Могут быть вызваны взрывом магматических газов в недрах вулкана. Такие землетрясения ограничены по площади, часто большой мощности.

3. *Денудационные* – возникают за счет толчка из-за обрушения массива горных пород. Денудационные землетрясения характерны для карстовых районов,

поэтому их иногда называют карстовыми. Однако большие обвалы могут возникать и на поверхности земли, поэтому название “денудационные” является более общим. Денудационные землетрясения вызываются толчками малой мощности и распространяются на небольшие расстояния.

4. *Техногенные* – возникают в результате деятельности людей

5. *Морские (цунами)* – происходит поднятие морского дна и образование разрушающих волн. Цунами чаще всего зарождаются в Тихом океане и очень редко – Атлантическом.

Причины землетрясений: *главная причина* – движение земной коры; *перво-степенные причины* связаны с внутренними источниками энергии Земли: радиоактивный распад, процессы, связанные с действием силы тяжести, проявление центробежных сил (вокруг оси и вокруг солнца); и еще множество других.

Точка, в которой возникает сейсмический толчок, лежащая на некоторой глубине от поверхности, носит название *гипоцентра*. (Эта глубина колеблется в довольно широких пределах: от нескольких десятков до нескольких сотен километров). Проекция гипоцентра на земной поверхности именуется *эпицентром*.

По глубине положения очага землетрясения можно разделить на

1. нормальные (10-70 км)
2. среднефокусные (70-300 км)
3. глубокофокусным (более 300 км)

Около 70 % землетрясений относятся к первым двум видам, так как их очаг лежит в пределах верхней части литосферы.

Тема 6. Процессы внешней динамики Земли

Выветривание:

Сущность выветривания сводится к механическому разрушению и изменению минералогического состава горных пород, слагающих поверхностный слой земной коры, происходящему под воздействием температурных колебаний, замерзания и оттаивания воды, заполняющей трещины, деятельности различных организмов, дождя и других факторов.

Применяя термин “выветривание”, необходимо помнить, что он обозначает широкое воздействие на породу многих экзогенных факторов, а не действие одного лишь ветра.

Особенность выветривания – постепенное дробление вещества, при котором частично или полностью происходит исчезновение прочных связей (кристаллизационных), при этом возникают новые, сравнительно слабые в механическом отношении коллоидные связи.

Физическое выветривание обусловлено факторами, вызывающими главным образом механическое дробление пород. Разновидность его – так называемое *температурное выветривание*. Оно представляет собой воздействие колебаний температур на горные породы, при котором постоянно происходящее изменение размеров зерен минералов (укорочение и удлинение) приводит к образованию

микротрещин. Массивная порода с жесткими связями между частицами превращается в скопление зерен, слабо связанных друг с другом.

Подобное выветривание зависит от состава, структуры породы и условий изменения температур. Особенно подвержены температурному выветриванию крупнозернистые полиминеральные породы (например, гранит рапакиви).

В условиях земной поверхности особенно резкие суточные колебания температуры возникают в пустынных и горных местностях. Летом в дневное время в Каракумах температура почвы достигает 80°C , а вечером она падает до 20°C , иными словами, амплитуда суточных колебаний температуры достигает 60°C .

Возникающие при температурном расширении кристаллов напряжения весьма значительны. Так, при нагревании кристалла кварца от 20 до 60°C на концах кристалла было зарегистрировано давление в 545 кг/см^2 .

Еще более усиливает разрушение пород при механическом выветривании вода, проникающая в микротрещины и при замерзании увеличивающаяся в объеме на $9\text{--}11\%$. Сила, расклинивающая стенки трещин при образовании льда, достигает 2400 кг/см^2 . Возникающее при замерзании воды разрушение пород называют *морозным выветриванием*.

Ряд пород при попеременном намокании и подсушивании быстро растрескивается, превращаясь из массивных камней в скопление мелких чешуек. Примером могут служить мергели-трескуны из района Новороссийска, обладающие способностью после извлечения на поверхность земли быстро превращаться из массивной породы в скопление мелких обломков.

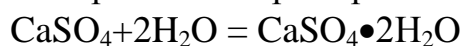
Механическое разрушение пород возникает и в других случаях: при кристаллизации солей в капиллярах, действии корней растений, под ударами песчинок, переносимых ветром, и т. д.

Все перечисленные процессы физического выветривания воздействуют и на искусственные строительные материалы. Так, в результате кристаллизации солей в капиллярах бетона, составляющего опору одного из мостов в Ростовской области, прочность бетона упала настолько, что он легко растирался руками. Особенно интенсивному физическому выветриванию подвержены фасады зданий и наружные части сооружений.

Химическое выветривание представляет собой разрушение горных пород, сопровождающееся изменением их состава. Наиболее активные вещества, химически взаимодействующие с породами, — вода, кислород, углекислота и органические кислоты.

Простейший вид химического выветривания — *растворение пород водой*. При 20°C в 100 г дистиллированной воды растворяется (в г): каменной соли — 35 ; гипса — $0,2$; кальцита (известкового шпата) — $0,0009\text{--}0,0035$

Другой процесс химического выветривания — *гидратация* — заключается в поглощении минералом воды, молекулы которой затем входят в состав кристаллической решетки. Примером может служить переход ангидрита в гипс:



Этот процесс сопровождается резким увеличением объема, достигающим 50 – 60 %. При этом возникающие напряжения в массиве настолько велики, что окружающие породы сминаются в мелкие складки (соляная тектоника).

Из других разновидностей химического выветривания большое распространение имеет окисление, которое ведет к разрушению пирита, закисных солей железа и других минералов. В конечном счете все соединения железа на поверхности Земли вследствие окисления переходят в лимонит (водный окисел железа).

В процессе жизнедеятельности организмы и растения воздействуют на горные породы, разрушая их механически и биохимически. Особенно значительно их биохимическое воздействие на породы.

Механическое воздействие корней и самой растительности весьма велико. Можно наблюдать, как прорастающие растения приподнимают и пробивают асфальт на улицах городов. Известны случаи, когда растение верблюжья колючка пробивала двадцатисантиметровые железобетонные плиты.

Велика роль различных бактерий, которые в процессе жизнедеятельности поглощают из пород одни вещества и выделяют другие. Воздействие бактерий особенно значительно в верхнем (почвенном) горизонте, где их количество достигает десятков миллионов на 1 г почвы.

Элювий. Продукты выветривания горных пород, остающиеся на месте их образования, носят название **элювия** (лат. — выносить). Если под действием силы тяжести и дождевых струек они перемещаются вниз по склонам, накапливаясь у подошвенной части на склонах холмов или гор, то подобные скопления материала называют **делювием** (лат. — смывать).

Отличительная черта элювия – его связь с коренной породой, подвергшейся выветриванию. Можно всегда проследить, как элювий постепенно переходит в коренную породу.

Мощность разрушенного слоя на различных породах и в разных физико-географических условиях колеблется от нескольких миллиметров до многих метров.

Особой формой элювия являются **почвы**, представляющие собой верхний слой коры выветривания.

Делювии – продукт выветривания, образуется на склонах гор и представляет собой скопления обломков различной величины. При их накоплении возникают процессы гравитационной дифференциации продуктов выветривания, что вызывает некоторую отсортированность делювиальных наносов, а в ряде случаев – появление грубой слоистости.

Делювий по гранулометрическому составу может быть представлен грубообломочными, песчаными, пылеватыми и глинистыми породами.

Геологическая работа в текучих водах:

Выпадающие на поверхность континентов атмосферные осадки, стекая в виде мелких струек вниз по склонам местности, осуществляют делювиальный смыв и перенос частиц пород. Струйки объединяются в более крупные потоки, произ-

водящие энергичный эрозионный размыв пород с последующим транспортированием и отложением образовавшихся продуктов.

С действием подобных потоков дождевых вод связано образование оврагов, а в горных местностях – возникновение грязевых потоков.

Главные пути стока воды с континентов в морские бассейны – реки. Речные воды проводят грандиозную геологическую работу по размыву, переносу и аккумуляции осадков.

Эти три процесса следует рассматривать как последующие этапы, или циклы, эрозии.

Эрозией принято называть размыв и разрушение поверхности земли энергией текущей воды.

Все выпавшее на поверхность количество воды растекается по ней тонким слоем, увлекая и смывая поверхностный слой грунта. Это явление носит название **ПЛОСКОСТ НОГО СМЫВА**.

Второй этап эрозии – **струйчатая эрозия**. Увеличение масс воды и ее скорости ведет к образованию рытвин, промоин и желобов. Основная ее опасность в том, что струйчатая эрозия предшествует оврагообразованию и часто является его непосредственной причиной.

Оврагообразование – это экзогенный процесс размыва горных пород на склоне с образованием единичных, вытянутых вдоль склона депрессий или целой системы отрицательных форм рельефа – оврагов.

Для возникновения и дальнейшего развития оврага достаточны три исходных условия:

- 1) наличие рытвины, следа колес и каких-либо других мелких углублений, направленных вниз по уклону местности;
- 2) достаточный уклон местности, обеспечивающий соответствующие размывающие скорости потоков дождевых вод;
- 3) сложение поверхности достаточно рыхлыми или способными к размыву отложениями.

Помимо указанных факторов, определенное значение имеют также климатические особенности местности.

Грязевые потоки, носящие названия сель (на Кавказе), или сіль (в Средней Азии), возникают в горных районах. Это грозное явление природы, приносящее большой ущерб народному хозяйству. Сели образуются при трех условиях:

- 1) наличии достаточно рыхлых пород или продуктов выветривания в верхних частях горных долин;
- 2) достаточно больших уклонах долин;
- 3) образовании водных потоков, вызванных выпадением ливней, таянием снегов, прорывом водоемов и другими причинами.

Реки представляют собой более или менее постоянные потоки, текущие в разработанном ими русле. Движущиеся массы речной воды производят многообразную геологическую работу.

В процессе размывающей и аккумулятивной деятельности реки вырабатывается определенный *продольный профиль*.

Характер его зависит от *базиса эрозии реки*, под которым понимается уровень моря или какого-либо другого бассейна, в который впадает река. Если продольный профиль реки достигает отметок базиса эрозии, то размывающая деятельность потока резко падает вплоть до полного прекращения течения воды в реке.

Различают три типа террас:

эрозионные, образовавшиеся в результате размыва
аккумулятивные, представляющие собой скопление речных отложений
цокольные, или смешанные

Помимо перечисленных террас, носящих название продольных, встречаются поперечные террасы, перегораживающие долину в направлении, перпендикулярном к руслу реки. Этот вид террас образуется, если долина пересекает гряды прочных горных пород, слабо поддающихся размыву (уступы, пороги).

Геологическая деятельность реки разнообразна. Главные процессы – размыв (речная эрозия), перенос и аккумуляция осадков.

Размыв. Выработка продольного профиля равновесия реки сопровождается эрозией долины – размывом. Различается *донная эрозия*, представляющая собой размыв дна, и *боковая эрозия*, расширяющая русло реки за счет размыва берегов.

Перенос. Речной поток имеет хорошую транспортирующую способность. Перенос материала рекой осуществляется: 1) в растворенном виде, 2) в коллоидных растворах и 3) в виде тонких и грубых взвесей.

Аккумуляция (отложение). Осадки, отлагаемые реками, носят название **аллювия** (лат. – намываю).

Для дельтовых частей рек характерно накопление большого количества тонко- и мелкопесчаного материала, а также пылеватых и глинистых частиц, образующих иловатые аллювиальные отложения.

В верхних течениях горных рек, где скорости потоков часто превышают 6–10 м/сек, накапливаются преимущественно валунногалечные, гравийные и крупнопесчаные отложения. При меньших скоростях отлагаются средне- и мелкопесчаные осадки. В равнинных реках со спокойным течением преобладают мелко- и среднезернистые аллювиальные отложения с прослоями иловатого (пылеватого) материала. В районах, подвергавшихся оледенению, в составе речного аллювия встречаются также переотложенные ледниковые песчано-галечные и песчано-гравийные отложения.

Геологическая работ а ледников

Различают ледники горные и материковые.

Горные (долинные) ледники образуются в высокогорных долинах выше снеговой линии и часто венчают вершины гор. Если горные долины сливаются, то образуются сложные ледники. Горные ледники такого типа распространены в Альпах, на Кавказе. Ледники этого типа называются альпийскими. Для альпийских ледников характерны сравнительно малые скорости движения льда: от 0,02 до 4 м в сутки

Мат ериковые ледники иначе называют еще покровными или гренландскими. Материковые ледники движутся от центра к периферии. Скорость движения их достигает 20-30 м в сутки.

Ученые установили, что в сравнительно недавнем геологическом прошлом некоторая часть территории СНГ, Западной Европы и Америки покрывалась ледниковым материками. В течение времени развития человека (антропогенный период), который начался миллион лет тому назад и продолжается в настоящее время, были три ледниковые эпохи. Во время самого крупного оледенения европейской части СНГ, получившего название днепровского (вторая ледниковая эпоха), ледники спустились далеко на юг по долинам рек Днепра и Дона, образовав днепровский и донской ледниковые языки. Центром этих древних оледенений явились районы Скандинавии, где мощность накопившегося льда превышала 3-4 км. Отсюда льды двигались на юг, переноса массы обломочного материала, скопления которого широко используются как источник естественных строительных материалов (щебня, гравия, песка, камня).

В процессе движения лед истирает и вспахивает поверхность земли, создает котловины, рытвины, борозды. Движущимся льдом увлекаются обломки горных пород и образуют подвижную прослойку ледника. Такие массы обломочного материала называют *моренами*. Существует *донная морена* – обломочный материал донной части ледника и *боковая* – породы боковой части ледника. На поверхности ледника также скапливаются обломки горных пород и образуют *поверхностную морену*. Каждый ледник имеет донную морену и две боковых, которые двигаются вместе с ледником. В процессе таяния ледника морены прекращают движение и образуют *отложенные морены*. Они представляют собой разнообразный материал от тонких, мелких частиц до крупных валунов диаметром 2-3 м и более.

В целом моренные отложения характеризуются неоднородностью состава, отсутствием слоистости, окатанности отложенного материала.

Большое количество различных мелких обломков несут подледниковые воды. При выходе из ледников воды растекаются веерообразно с частицами грунта и образуют *флювиогляциальные* (водно-ледниковые) отложения в виде форм, называемых *зандрами*, *озами* и *камами*. *Зандры* – широкие пологоволнистые равнины, расположенные за конечными моренами. *Озы* – накопление обломочного материала в виде гравийно-галечного отложения. *Камы* – холмы небольших размеров, разбросанные без всяких закономерностей. Каждое из этих отложений имеет свои особенности и состав. Зандры сложены более или менее отсортированным материалом, представленным (в непосредственной близости к моренам) галькой, гравием, крупным песком. Озы – из галечно-гравийно-песчаной смеси, хорошо промытой и слабо отсортированной. Камы состоят из хорошо отсортированных песков в сочетании с гравием, галькой и даже валунами.

Песчаные разновидности флювиогляциальных отложений обладают незначительной сжимаемостью. Однако они хорошо уплотняются при динамических нагрузках ввиду значительной пористости и тем самым могут вызвать большую осадку зданий и сооружений. Морена в состоянии природной влажности обладает достаточной плотностью и хорошо держит вертикальный откос в котловане. Сжимаемость ее относительно невелика и составляет 5-25 мм на 1 м толщи.

Флювиогляциальные отложения со строительной точки зрения уступают моренным глинистым грунтам, на все же рассматриваются как достаточно прочное основание. Успешно для строительства используются различные песчано-гравелистые и глинистые отложения озов и зандров. Исключение составляют покровные суглин-

ки(быстро размокают и могут проявлять просадочные свойства) и ленточные глины (в условиях водонасыщения проявляют просадочные свойства).

Недостатком ледниковых отложений является наличие крупных случайных включений в виде валунов, что зачастую приводит к неравномерной осадке зданий и сооружений.

Геологическая работ а морей, озер и водохранилищ

Океанические и морские бассейны занимают 70,8 % всей земной поверхности. Основные массы осадочных пород, слагающие поверхность литосферы, образовались путем накопления в морях и океанах.

В зависимости от действующих факторов разрушительная деятельность моря может быть механической, химической и биологической. Главное значение имеет первая форма разрушительной работы моря – механическая. Она связана главным образом с работой вол, ветра и приливно-отливными движениями масс океанической воды.

Сила удара морской волны довольно значительна. Так, у берегов Шотландии она достигает 38 т/м². В Черном море сила удара несколько меньше: так, в районе Сочи их наибольшая величина достигает 7,2 т/м².

Разрушающее действие морских волн называется **абразией** (срезание). Характер и скорость ее зависят в значительной степени от геологического строения и литологии берегов. Особенно энергичному разрушению подвергаются высокие берега. Значительно меньше абразия плоских и отлогих берегов.

Скорость разрушения берегов также зависит в определенной степени от состава пород. Наиболее медленно процесс происходит на участках берегов, сложенных гранитами, диоритами, гнейсами и др, быстрое разрушение – глинами, песками.

Огромную работу производит море по аккумуляции обломочного материала, образующегося в результате морской абразии и выноса его в моря реками. Сносимые с суши обломочные частицы, осаждаются в морских водоемах, называются *терригенными осадками*, химически растворенные вещества, выпадающие из морской воды, – *химическими осадками*, а накапливающиеся на дне моря твердые части скелетов животных организмов – *органическими осадками*. Из морских осадков образуются самые различные по составу и свойствам осадочные горные породы – *обломочные, хемогенные и органогенные*. Характерной особенностью является их значительная выдержанность по простиранию и большая однородность по составу, а значит, и физико-механическим свойствам, что при инженерно-геологической оценке пород имеет существенное значение.

В береговой полосе чаще всего накапливаются крупные обломки – глыбы, хорошо окатанные галька и гравий, различные зернистости пески.

На некотором удалении от берега, на глубинах до 200 м, отлагается преимущественно песчаный материал. Ширина полосы с песчаными образованиями – от нескольких километров до нескольких сотен километров. Здесь также широко распространены органогенные осадки.

На глубинах свыше 200 м, где подвижность морской воды невелика, осаждаются мелкодисперсный терригенный материал – пылеватые и глинистые частицы.

Котловины, заполненные водой и не связанные проливами с морями и океанами, называются **озерами**. Площадь озер самая различная, точно также различна глубина озер (0,8 м – оз Эльтон, 1741 м – Байкал). Озерные котлованы располагаются на различных высотах. Насчитывается несколько типов образования озер: в тектонических котлованах (Байкал), благодаря ледниковому выпахиванию (озера Карелии), в кратерах потухших вулканов, в результате провалов земной поверхности, в результате деятельности людей (заполнение водой выемок закрытых или заброшенных карьеров).

Геологическая работа озер подобна работе моря, но меньше по масштабам. Озерная абразия вызывается исключительно ветровыми волнами.

В озерах, так же как и в морях, аккумулируются осадки, приносимые впадающими реками, а также химические и биохимические. В результате испарения в бессточных озерах накапливается большое количество химического осадка (натриевые, калиевые, кальциевые соли (гипс и кальцит), нередко осаждаются оксиды железа). Среди органогенных осадков можно назвать озерные ракушечные известки, озерные диатомиты и др.

Для озер характерно образование большого количества органических осадков гнилостных илов (сапропеля).

При создании водохранилищ происходят процессы, аналогичные изложенным инженерно-геологическим явлениям. При этом создаются благополучные условия для волнообразования и берега, сложенные малоустойчивыми породами, начинают быстро разрушаться. Большое практическое значение имеет вопрос переработки (абразии) берегов внутренних искусственных водохранилищ, создаваемых на реках. Современное выявление ширины берега, подлежащего размыву (можно определить по формуле Б.В.Полякова), позволяет правильно проектировать размещение прибрежных городов и населенных пунктов.

Болот а, заболоченные т еррит ории

Болотами – называются участки земной поверхности, избыточно увлажненные, с развитой специфической растительностью и покрытые торфяниками. Большинство болот образовалось из озер в результате их обмеления и развития растительности. Избыточно увлажненные участки земной поверхности, где мощность торфа меньше 30 см, называется заболоченными землями и представляют собой начальную стадию развития болот. Болота в Беларуси занимают 7,51 % от всей площади.

По условиям залегания, питания и характеру растительности различают болота низинные, верховые, переходные. *Низинные болот а* располагаются в пониженных участках рельефа и имеют плоскую или вогнутую поверхность. Кроме атмосферных осадков в питании таких болот участвуют грунтовые или речные воды. Торфяники, образующиеся здесь, часто малокалорийны и обладают большой зольностью. *Верховые болот а* располагаются на водоразделах и имеют выпуклую поверхность. Питаются – атмосферными осадками. Торф отличается высокой калорийностью и малой зольностью.

Геологическая работ а вет ра

В нижних слоях атмосферы наблюдается неравномерное распределение тепла, которое ведет к постоянным изменениям ее плотности. Последнее вызывает возникновение горизонтальных и вертикальных перемещений воздуха в виде ветра. Скорость движения потоков воздуха может быть весьма высокой.

Геологическая деятельность ветра весьма многообразна. Им вызываются процессы выдувания (дефляция), обтачивания (корразия), перенос материала и его отложение (аккумуляция). Эти процессы, тесно взаимосвязанные, носят название **ЭЛОВЫХ**.

Песчаные частицы, переносимые ветром, с силой ударяются о поверхность твердых пород, вызывая истачивание их поверхности и появление на ней штрихов, борозд, желобов. Этот процесс называется **корразией**. В результате совместного действия дефляции и корразии происходит разрушение твердых пород, превращающихся в пыль и мелкие обломки, а также развиваются положительные и отрицательные формы рельефа. Особенно причудливые формы рельефа – останцы – образуются в пустынных областях, сложенных слоями твердых пород, имеющих различную сопротивляемость истиранию.

Ветер переносит глинистые, пылеватые, а также тонкопесчаные частицы (размером менее 0,26 мм) на многие сотни и даже тысячи километров. Во время длительно дующих из пустынь Средней Азии восточных ветров над Каспийским морем образуется пелена пыли из материала пустынь, которая достигает высоты 2 – 3 тыс. м. При этом воздух настолько запылен, что самолеты вынуждены подниматься выше этого слоя.

Тема 7. Основы инженерной геодинамики

Многолетняя мерзлота

Мерзлые породы – горные породы, имеющие отрицательную или нулевую температуру и содержащие в своем составе лед.

Мерзлые грунты подразделяются на:

1. Сезонномерзлые породы – это такие породы, которые летом оттаивают, а зимой промерзают.

2. Многолетнемерзлые породы сохраняют мерзлое состояние в течение сотен и тысяч лет. Эти породы имеют сезоннооттаивающий слой, называемый деятельным слоем.

Зона развития многолетнемерзлых пород называется **криолитозонами**.

Многолетняя мерзлота зависит от: климата (среднегодовая температура –2 С и менее); состава поверхностных пород; рельефа; положения уровня подземных вод

Под сливающейся мерзлотой понимают такой тип мерзлоты в разрезе, когда деятельный слой при замерзании непосредственно переходит в многолетнею мерзлоту.

При несливающейся мерзлоте между промерзшим деятельным слоем и мерзлыми грунтами остается слой талого грунта.

Процесс промерзания сопровождается развитием особых процессов и явлений: наледи морозное пучение, солифлюкции, термокарст.

А.) Наледи

Наледь – это скопление льда на поверхности земли в результате замерзания изливающихся подземных или речных вод.

Типы наледей:

1. *грунтовые* – морозы вызывают быстрое промерзание деятельного слоя, и надмерзлотные воды оказываются зажаты между двумя мерзлыми слоями, создается напор, вода устремляется в места наименьшего сопротивления (в подвалы, котлованы, дорожные выемки, трещины в промерзшем грунте).

2. *речные* – быстро промерзает вода русла, а поток ищет выход и сверху образуется бугор, который прорывается и вода течет сверху. Речные наледи деформируют мосты, трубы, водозаборные сооружения.

Меры борьбы – устройство специальных мерзлотных поясов:

1. в виде снежного вала, который задерживает промерзание деятельного слоя
2. для дорог – канавы глубиной $\frac{3}{4}$ мощности деятельного слоя и грунтовые валики. Породы под откосом и дном канавы замерзают быстрее и на большую глубину, тем самым создается препятствие для движения грунтовой воды в еще не промерзшем деятельном слое. Мерзлотные валики способствуют поднятию верхней границы вечномерзлого грунта.

Наледи используют как запас воды, т.к. они являются указателем нахождения воды и их выхода на поверхность.

Б) Морозное пучение

Морозное пучение – это увеличение объема водонасыщенных грунтов в результате расширения воды в порах при замерзании. Проявляется в виде *пучин* – поднятий поверхности земли высотой 0,2–0,5 м удлиненной формы и в виде бугров пучения или *булгуний*, которые образуются вследствие поднятия пород деятельного слоя нижележащей массой льда, непрерывно увеличивающийся в объеме за счет подпитывания надмерзлотными водами. Высота бугров 20–40 м, давление возникающее при образовании льда 40–60 атм.

Причины образования пучин:

1. наличие мелких и пылеватых песков, супесей, глин, крупнообломочных грунтов с глинистым заполнителем
2. суровые продолжительные морозы, обуславливающие глубокое сезонное промерзание
3. переувлажнение промерзающих пород из-за недостаточной регуляции поверхностного стока, в результате капиллярного поднятия, миграция пара, неглубокое залегание грунтовых вод.
4. неоднородность состава пород
5. геоморфологическое положение здания, сооружения, земполотна
6. конструктивные особенности земляного полотна, сложение пучинистыми грунтами

Меры борьбы: – осушение

1. отвод дождевых, талых и подземных вод (дренажные работы)
2. замена глинистых грунтов гравелисто-песчаными
3. добавление в грунт CaCl_2 – тогда замерзание грунтов начинается при температуре $-10-12\text{ C}$ и пучение проявляется в небольшой степени
4. электроосмотическое осушение

3. Солифлюкция – медленное течение вниз по склону переувлажненного оттаявшего мелкодисперсного грунта деятельного слоя под влиянием силы тяжести. Скорость небольшая несколько см в год.

Солифлюкция представляет собой опасность для существующих путей сообщения и сооружений, расположенных у подножия склонов.

Меры борьбы:

1. закрепление поверхности склона растительностью
2. планировка и выполаживание склона
3. перехват поверхностных и грунтовых вод, выходящих на склонах, нагорными и мерзлотными валиками и отвод их от склонов

4. Термокарст – процесс проседания и последующего образования провалов, блюдеч, воронок на поверхности многолетнемерзлых пород при оттаивании скопленений льда в толще грунта. Термокарстовые понижения во многих случаях заполнены водой, образуя озера и болота.

Болота в зоне вечной мерзлоты называются *мари*.

При освоении территорий с наличием термокарстов необходимо стремиться к сохранению положения верхней границы вечномерзлых грунтов.

Оползни и оползневые явления

Под оползнем понимается смещение земляных масс вниз по склону под действием силы тяжести, *гидродинамического давления*, сейсмических и др. сил.

Оползни происходят в том случае, когда сдвигающие – касательные напряжения оказываются больше внутренних сил сопротивления грунта (силы сцепления и трения). Этот процесс связан с разрушением структуры грунта и нарушением его устойчивости или равновесия на склоне.

Факторы, способствующие возникновению оползней:

1. подземные и поверхностные воды в горных породах на склоне
 - а) дополнительное увлажнение
 - б) взвешивающее действие от напорных вод
 - в) гидростатическое давление воды, заполняющей трещины
 - г) фильтрационное воздействие
2. процессы выветривания – ослабление связей
3. инженерная деятельность человека
4. сейсмические явления

Классификации оползней:

1. по месту их образования (склоны речных долин, морские побережья, города)

2. по объему оползших пород (малые – до 1000 м³, средние – до 100 тыс.м³ и большие свыше 100 тыс.м³)
3. по форме в плане (вытянутые в длину, вытянутые в ширину, округлые)
4. по степени активности (действующие и замершие)
5. по непосредственной причине возникновения или потери прочности (консистентные, суффозионные, структурные)
6. по положению поверхности скольжения, т.е по строению оползневого склона:
 - Оползень в однородных породах
 - Оползень на контакте двух различных пород
 - Оползень поперек напластований

Обвальные явления (гравитационные процессы)

Обвальные явления проявляются в быстром и внезапном перемещении масс горных пород на высоких и крутых склонах (крутизна склона более 20–25 град).

Разновидности:

–**вывал** – обрушение или внезапный отрыв и падение отдельных глыб горных пород.

–**обвал** – обрушение земляных масс, при которых возникает вращение перемещающихся пород.

–**осыпь** – скопление в нижней части крутых склонов обломочного материала (щебень, дресва), который по мере накопления и увлажнения осыпи начинает перемещаться.

Условия образования обвальных явлений:

1. климатические факторы (физическое выветривание (температура) – вызывает трещиноватость пород)
2. особенности рельефа
3. состав, свойства, физическое состояние пород
4. сейсмические явления

Меры борьбы:

1. *профилактические* – направленные на предупреждение явления или приостановление его развития в ранней стадии (надзор за состоянием склонов, обрушение отдельных камней, наблюдение за скоростью движения осыпей и т.д.)

2. *инженерные* – направленные на устранение действия процесса или снижение его интенсивности (посадка растительности (для осыпей); защитные ж.б. галереи, тоннели; закрепление анкерами; автоматические сигналы)

Суффозионные явления

Суффозией называется процесс выноса частиц грунта током подземных вод с образованием пустот, воронок или провалов, сопровождается оседанием поверхности земли.

Различают суффозию механическую, связанную только с перемещением частиц породы, и химическую, связанную с процессами выщелачивания.

Причины суффозионных процессов:

- неоднородность породы по гранулометрическому составу, наличие более мелких частиц среди более крупных
- определенная величина гидродинамического напора
- наличие области выноса разгрузки

Меры борьбы, связаны с прекращением движения воды:

- противодиффузионные завесы, томпонаж
- дренажи
- шпунтовые ограждения
- устройство обратных фильтров, для уменьшения выходного градиента и скорости подземного потока

Карст

Карст разновидность химического выветривания.

Химическое выветривание представляет собой разрушение горных пород, сопровождающееся изменением их состава. Разновидности: растворение, гидротация.

Карстом называется явление растворения водой некоторых горных пород, в процессе, которого образуются различные типы пустот и полостей.

В зависимости от пород различают следующие типы карста:

1. ***карбонатный*** – карстующейся породой служит известняк или доломит – трудно растворимые породы, скорость растворения исчисляется геологическими отрезками времени, 1 ч. кальцита растворяется в 30000 ч. воды
2. ***сульфатный*** – гипс, ангидрит – среднерастворимые породы, скорость соизмерима со сроками службы сооружений, 1ч.гипса на 480 ч. воды.
3. ***соляной*** – каменная соль, хлориды – легкорастворимы – скорость весьма велика, 1ч.каменной соли на 3 ч.воды.

Классификация в зависимости от рельефа:

1. поверхностный (открытый) карст, проявляется заметно и сильно в рельефе
2. глубинный (подземный) карст
3. смешанный тип: поверхностный плюс глубинный, широко развит в горном Крыму с поверхности на глубину до 1000 м и более

Факторы возникновения карста:

1. климат (наиболее развитие в условиях влажного и избыточно влажного климата)
2. минералогические особенности и условия залегания (практически растворимые горные породы, трещиноватость и водопроницаемость)
3. движущаяся вода с растворяющей особенностью

Тема 8. Инженерно-геологические изыскания для строительства

Инженерно-геологическая съемка является комплексным методом изучения геологического строения местности, гидрогеологических условий, очагов развития геологических процесс для целей проектирования и строительства инженерных сооружений.

Цель – производственная оценка природных факторов с учетом технологии изысканий, технологии строительства и их экономической целесообразности.

Инженерно-геологическая съемка определяет все другие виды работ.

Комплекс работ по съемке состоит из трех этапов:

I подготовительный – состоит из дешифрирования аэроснимков, сбор литературных, фондовых, архивных данных.

II полевой –

а) описание и изучение естественных и искусственных обнажений горных пород (с отбором образцов и проб)

б) гидрогеологические наблюдения

в) геоморфологические наблюдения (рельеф)

г) размещение и проходка картировочных разведочных выработок

д) поиск и предварительная оценка месторождений строительных материалов

е) изучение причин деформации оснований сооружений и земляного полотна (при производстве съемочных работ на существующих ж.д.)

ж) необходимые топографические работы (абрис трассы)

з) текущая камеральная обработка материалов и составление предварительного отчета.

III камеральный – состоит из окончательной камеральной обработки, составления и защиты окончательного отчета, сдачи документов на хранение

Перечисленные наблюдения и сделанные выводы носят целенаправленный характер применительно к проектированию промышленных и гражданских сооружений (автомобильных и ж.д. сооружений)

Масштаб инженерно-геологической съемки устанавливается в зависимости от:

- стадии проектирования
- целевого направления
- сложности инженерно-геологических условий данной местности

Детальность инженерно-геологической съемки зависит от масштаба. В зависимости от масштаба инженерно-геологические съемки подразделяются на:

- мелкомасштабные от 1:500 000 и мельче
- среднемасштабные от 1:200 000 до 1:25 000
- крупномасштабные от 1:10 000 и крупнее

По своему назначению различают карты:

1. инженерно-геологических условий, составляемые для всех видов наземного строительства и используемые для общей оценки природных условий строительства объекта

2. инженерно-геологического районирования, которые составляются как для общих, так и для специальных целей на основе общности инженерно-геологических условий выделяемых площадей

3. специальные, составление которых осуществляется применительно к требованиям конкретного объема строительства

Скважиной называется горная выработка, имеющая при малом диаметре достаточно значительную длину. Началом скважины называется устья, а ее конец - забоем. Пространство от устья до забоя скважины называется стволом. Скважины могут быть вертикальные или наклонные.

Главное назначение скважины - извлечение нефти, газа или воды на поверхность, то есть скважина является каналом, соединяющим нефтяной, газовый или водяной пласт с поверхностью земли, а так же извлечение образцов грунта (керна) для изучения свойств грунта.

Классификация способов бурения

Бурение скважины шнековым способом. Шнек – это стальная труба, на которую навита спираль из стальной ленты. По внешнему виду напоминает шнек штопор или бур, которым рыбаки сверлят зимой лед. Между собой шнеки соединяются с помощью резьбы, шестигранника или шпонок. Шнековый способ бурения заключается в разрушении породы благодаря вращению бура. Разрушенная порода поднимается по шнековой спирали вверх и удаляется из скважины. Высота породы по спирали шнека становится возможным потому, что шнек вращается быстрее, чем порода. Сила трения удаляется породы о стенки скважины больше силы трения породы о стальной шнек, поэтому порода не вращается вместе со шнеком, а скользит по нему. Подобно тому, как гайка, накручивая на болт, перемещается вдоль оси болта, удаляется порода перемещается вдоль оси шнека вверх. Шнековый способ бурения наиболее подходит для бурения неглубоких скважин в рыхлых и мягких породах. Шнековым способом бурят скважины 30-50 м.

Бурение скважины роторным способом. При роторном способе бурения скважины порода разрушается с помощью вращающегося бура. Вращение на бур передается от ротора, расположенного на поверхности, с помощью колонны буровых труб. Роторный способ позволяет бурить скважины диаметром от 76 мм до 215 мм. При использовании долот различного диаметра роторный способ позволяет бурить внутри обсадных труб. Чтобы закрепить стенки скважины и предотвратить обрушения, в скважину опускают обсадные трубы, а дальнейшее бурение проводят долотом меньшего диаметра.

Бурение скважины колонковым способом. Колонковый метод бурения состоит в том, вращающийся бур в форме кольца разрушает породу не по всему сечению забоя а только по краям. Разрушенная порода вымывается промывочной жидкостью, которая нагнетается в колонну буровых труб с помощью насоса. Внутренняя часть (керна) остается внутри труб. Периодически керн отрывают от дна и поднимают на поверхность.

Ударно-канатный способ бурения. Наиболее простой в технологическом плане способ ударно-канатного бурения скважины заключается в том, что буровое долото поднимают на тросе над забоем и затем отпускают. Долото ударяется о дно скважины и разрушает породу, которая затем удаляется с помощью желонки. Бурение скважины шнековым способом

Буровая установка – комплекс машин и механизмов, предназначенный для бурения, крепления скважин, а также шахтных стволов. Буровые установки для разведки месторождений полезных ископаемых, разработки месторождений

нефти, газа, подземных вод и глубинных геологических исследований по способу монтажа и транспортировки разделяют на разборные (стационарные) и неразборные.

Разборные буровые установки предназначены для сооружения скважин глубиной 2000-10000 г.

Неразборные буровые установки, разделяют на самоходные и несамоходные.

Самоходные буровые установки постоянно смонтированные на транспортном средстве (автомашине, тракторе, самоходной буровой основе, буровом судне).

Несамоходные буровые установки перевозимых на транспортном средстве, не имеет двигателя.

Горно-проходческие работы – это комплекс геологических работ, выполняемых с помощью технических средств. С помощью буровых скважин и выработок выясняют геологическое строение и гидрогеологические условия строительной площадки на необходимую глубину, отбирают пробы грунтов и подземных вод, проводят опытные работы и стационарные наблюдения.

Разведочные выработки располагают в зависимости от размещения фундаментов – по периметру или по осям здания. Количество выработок зависит от ряда факторов, в том числе от этажности здания и сложности геологического строения площадки.

Горные выработки дают возможность получить более точные и достаточные данные, которые можно посмотреть в естественном залегании.

Наиболее распространенным видом горных выработок является шурф. Применяют еще расчистки, канавы, штольни.

Шурф – колодцеобразная вертикальная горная выработка прямоугольного или круглого сечения, проходима с поверхности до глубины 20 м. Шурф круглого сечения называют дудкой. Наиболее распространен на изысканиях шурфы глубиной 3–5 м (на практике 3 м), сечением $1 \times 1,25 \text{ м}^2$, большего сечения $> 2 \text{ м}^2$ для проведения опытных работ.

Проходка шурфа осуществляется – ручным способом (лопатой) и механизированным способом (шурфопроходческие установки, шурфобуры (круглые шурфы до 10–30 м и диаметром до 900 мм)).

По мере проходки шурфа непрерывно ведут шурфовочный журнал, где записывают данные о вскрываемых породах, условиях их залегания, появлении грунтовых вод; производят отбор образцов, составляют зарисовку шурфа по всем четырем сторонам.

Недостатком шурфования является высокая стоимость и трудоемкость работ, особенно в водонасыщенных породах.

Расчистка – неглубокие выработки, применяемые для снятия маломощного покрова делювия или элювия со склонов.

Канавы (траншея) – узкие и неглубокие (до 2 м) открытые выработки, осуществляются обычно вручную, с целью обнажения коренных пород, лежащих под наносами. Канавы проходятся перпендикулярно к направлению падения пород.

Штольни – подземные горизонтальные выработки, обычно на склонах вглубь скальных массивов.

Геофизической разведкой называется один из видов геологической работы, выполняемой с помощью геофизических приборов для изучения геологических условий территорий.

Задачи:

1) выявлять структурно-тектонические особенности участка, разделяя его на части в зависимости от расположения геологических структур, тектонических нарушений;

2) изучать геологический разрез, выделяя в нем распространения однородных толщ;

3) изучать распространение четвертичных отложений и рельеф поверхности коренных пород, мест размывов;

4) выделять и изучать распространение зон выветривания и разрушения горных пород;

5) выявлять и прослеживать распространение зон повышенной трещиноватости, тектонических нарушений;

6) выявлять глубину залегания и распространения водопроницаемых и водупорных горных пород;

7) исследовать глубину и условия залегания подземных вод, направление и скорость их движения и устанавливать области питания и разгрузки;

8) изучать глубину залегания, мощность, распространение многолетней мерзлоты и ее строение;

9) изучать глубину залегания и распространения участков закарстованных горных пород, выявлять карстовые полости;

10) устанавливать расположение подземных горных выработок, остатков или частей сооружений;

11) выявлять мощность и распространение оползневых накоплений, искусственно отсыпанных пород и отвалов;

12) производить поиски и предварительную разведку некоторых видов минеральных строительных материалов;

13) исследовать влажность, плотность, деформационные свойства;

14) исследовать напряженное состояние горных пород.

Геофизические методы разведки позволяют успешно решать задачи только тогда, когда наблюдается определенная неоднородность геологической среды, т. е. когда в ее пределах горные породы различаются по физическому состоянию (влажность, разрушенность, трещиноватость и др.) и свойствам (удельное электрическое сопротивление, плотность, магнитная восприимчивость и др.)

В практике инженерных изысканий применяют следующие геофизические методы:

- электрические;
- сейсмические;
- гравиметрические;
- магнитометрические;
- ядерные.

Из *электроразведочных* методов наиболее часто применяют методы, основанные на различной способности горных пород проводить постоянный электрический ток:

- 1) вертикальное электрическое зондирование (ВЭЗ);
- 2) электропрофилирование (ЭП);
- 3) электрический каротаж (ЭК).

Факторы, влияющие на электрическое сопротивление горных пород: удельное сопротивление насыщающей горные породы воды, ее количества, минерализации.

Основой *сейсморазведочных* методов является скорость распространения упругих волн, возбуждаемых в горных породах взрывами, ударами или вибрационными установками.

В полевой сейсморазведке используют следующие методы:

- 1) метод отраженных волн (МОВ);
- 2) метод преломленных волн (МПВ);
- 3) корреляционный метод преломленных волн (КМПВ).

Ядерные методы разведки подразделяются на две группы:

- 1) методы, основанные на изучении естественной радиоактивности горных пород, подземных и поверхностных вод и воздуха;
- 2) методы, в которых используются явления, возникающие в результате искусственного облучения горных пород нейтронами или гамма-излучениями.

Исследование грунтов в полевых условиях позволяет определять значения характеристик физико-механических свойств грунтов в условиях естественного залегания грунтов без разрушения их структуры и текстуры, с сохранением режима влажности. Здесь лучше, чем по результатам лабораторных анализов, моделируется работа массивов грунтов в основаниях зданий и сооружений

К полевым опытным работам относятся:

1. полевые испытания грунтов для определения деформационных и прочностных характеристик
2. опытно-фильтрационные работы при гидрогеологических исследованиях – см. вопрос 18 – это метод налива в шурфы (Болдырева и Нестерова), метод опытных откачек

К полевым методам определения сравнительной сжимаемости и деформационных свойств относятся: метод пробных статических нагрузок в шурфах и скважинах; прессиометрия; зондирование; вращательный срез

А) Метод пробных статических нагрузок в шурфах и скважинах (метод штампов)

В нескальных грунтах на дне шурфов или скважин устанавливают штампы, на которые передают назагрузки.

Штамп в шурфе – это железобетонная плита. Форма штампа находится в зависимости от фундамента, который он моделирует, и может быть различной, но чаще плита круглая площадью 5000 см². Для создания под штампом заданного напряжения применяют домкраты или платформы с грузом.

Испытание грунтов может проводиться и в скважинах диаметром более 320 мм, на забой скважины опускают штамп площадью 600 см², нагрузка на штамп передается через штангу, на которой располагается платформа с грузом.

Осадку штампов измеряют прогибомерами. Загрузку штампа производят ступенями и выдерживают определенное время. Значение нагрузки устанавливается в зависимости от вида грунта и его состояния.

В итоге работы строят графики: осадки штампа от давления; осадки штампа во времени по ступеням нагрузки. После этого вычисляют модуль деформации грунта E , МПа.

Б) Прессиометрия – вид испытания на сжатия применяется для определения модуля общей деформации глинистых грунтов в скважинах на глубине до 20 м от поверхности земли. Сущность метода заключается в обжатии грунта в скважине с измерением давления обжатия и соответствующих этому давлению деформаций. Прессиометр представляет собой цилиндрическую камеру с эластичными стенками, устанавливают в скважине на определенную глубину. Используется два типа конструкции прессиометра: гидравлические и пневматические.

В) Зондирование (пенетрация). Используется для изучения состава и свойств песчано–глинистых пород на глубину 15–20 м.

Сущность метода в определении сопротивления проникновению в грунт металлического наконечника – зонда. Зондирование дает представление о плотности и прочности грунтов на определенной глубине и характеризует изменение в вертикальном разрезе.

По способу погружения различают зондирование динамическое и статическое. При динамическом – фиксируется глубина погружения зонда, число ударов – залог; при статическом – глубина погружения, усилие для задавливания зонда.

Статическое зондирование позволяет:

- расчленить толщу грунтов на отдельные слои;
- определить глубину залегания скальных и крупнообломочных грунтов;
- оценить качество искусственно уплотненных грунтов;
- измерить мощность органогенных грунтов на болотах.

Динамическое зондирование позволяет определить:

- мощность толщ четвертичных отложений;
- границы между слоями;
- степень уплотнения насыпных и намывных грунтов.

Скоростной метод – пенетрационно-каротажный. Данные получают с помощью пенетрационно-каротажной станции СПК.

Г) Метод вращательного среза – применяется в пластичных глинистых породах для определения сопротивления сдвигу.

Сущность метода состоит в измерении крутящих моментов при вращении в грунте крестообразного наконечника крыльчатки. Крыльчатый четырехлопостной зонд опускается в забой скважины вдавливается в грунт и поворачивается. При этом замеряют крутящий момент и рассчитывается сопротивление сдвигу

$$\tau = M_{\text{крут}}/K$$

K – постоянная крыльчатки

1.2 ПЕРЕЧЕНЬ ПРЕЗЕНТАЦИЙ

Тема – *Введение*

- История развития Земли (24 слайда)
- Внутреннее строение нашей планеты (18 слайдов)
- Природные чудеса света (37 слайдов)
- Научные гипотезы происхождения солнечной системы (14 слайдов)
- Строение Земного шара (12 слайдов)

Тема – *Минералогия и петрография*

- Классификация минералов (25 слайда)
- Магматические горные породы (16 слайдов)
- Структура и текстура магматических горных пород (19 слайдов)
- Кристаллическая форма минералов (27 слайдов)
- Физические свойства минералов (24 слайда)
- Шкала Мооса (28 слайдов)
- Классификация осадочных горных пород (15 слайдов)
- Происхождение названий минералов (27 слайдо)

Тема – *Эндогенные процессы*

- Землетрясения (16 слайдов)
- Тектоника (12 слайдов)
- Сейсмические пояса Земли (10 слайдов)

Тема – *Экзогенные процессы*

- Геологическая работа ветра (16 слайдов)
- Геологическая работа ледников (18 слайдов)
- Геологическая деятельность рек (15 слайдов)
- Геологические процессы, изменяющие рельеф (32 слайда)
- Выветривание (23 слайда)
- Аллювиальные процессы (25 слайдов)
- Оврагообразование (31 слайд)

Тема – *Гидрогеология*

- Артезианские воды (12 слайдов)
- Водообмен и режим подземных вод (22 слайда)
- Гидрогеология (13+15 слайдов)

Тема – *Грунтоведение*

- Механические свойства грунтов (27 слайдов)
- Техническая мелиорация грунтов (27 слайдов)
- Физические свойства грунтов основания (7 слайдов)

- Лабораторные и полевые методы определения физических свойств грунтов (12 слайдов)
- Консолидация грунтов (9 слайдов)
- Методика отбора проб грунта на глубине (17 слайдов)

Тема – *Процессы, влияющие на устойчивость грунтов и сооружений*

- Многолетняя мерзлота (20 слайдов)
- Процессы и явления в зоне вечной мерзлоты (16 слайдов)
- Карст (23 слайда)
- Осыпи (13 слайдов)
- Суффозия (14 слайдов)
- Геологически опасные явления (16 слайдов)
- Склоновые процессы (16 слайдов)
- Физико-геологические процессы, влияющие на устойчивость грунтов (26 слайдов)

Тема – *Инженерно-геологические изыскания*

- Бурение (24 слайда)
- Буровые работы (16 слайдов)
- Горно-проходческие работы (16 слайды)
- Горные выработки (13 слайдов)
- Инженерно-геологические изыскания (60 слайдов)
- Полевые методы геологического и геофизического изучения горных пород (36 слайдов)
- Геофизические методы (16 слайдов)

1.3 ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Автор, наименование учебника	Количество экземпляров в научно-технической библиотеке
Седенко М.В. Геология, гидрогеология и инженерная геология. Изд. 2-е, Минск: Высш. шк., 1975, 384 с.	241
Пешковский Л.М., Перескокова Т. М. Инженерная геология. М., 1982, 340 с.	2
Ананьев В.П., Коробкин В.И. Инженерная геология. М.: Высш. шк., 1973, 299 с.	1
Маслов Н.Н., Котов М.Ф. Инженерная геология. М.: Стройиздат, 1971.	7
Фролов А.Ф., Коротких И.В. Инженерная геология: Учебное пособие для гидрогеологических специальностей. М.: Недра, 1983, 332 с.	1
Черноусов С.И. Инженерная геология. Новосибирск: СГУПС, 1999, 75 с.	5
Шварцев С.Л. Общая гидрогеология. М.: Недра, 1996, 422 с.	2
Маслов Н.Н. Основы инженерной геологии и механики грунтов. М.: Высш. шк., 1982	5
Гальперин А.М., Зайцев В.С., Норватов Ю.А. Гидрогеология и инженерная геология. М.: Недра, 1989, 382 с.	1
Климентов П.П., Богданов Г.Я. Общая гидрогеология. М.: Недра, 1977, 366 с.	
Богомолов Г.В., Шпаков О.Н. Гидрогеология с основами инженерной геологии: учебное пособие. М., 1975.	
Гидрология и гидротехнические сооружения: Учебное пособие/ под ред. Н.Н. Смирнова. М.: Высш. шк., 1988, 471 с.	1
Короновский Н.В. Геология: Учебник для вузов. М.: Академия, 2003, 445 с.	1
Практикум по гидрогеологии: Учебник для техникумов. М.: Стройиздат, 1996	3

1.4 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА

1.4.1 Беспалова М.В. Журнал лабораторных работ по дисциплинам «Инженерная геология», «Дорожное грунтоведение, механика земляного полотна», БелГУТ, Гомель, 2005. – 200 экз. на кафедре, электронный вариант).

1.4.2 Беспалова М.В. Инженерная геология. В 4 ч. Ч. I. Породообразующие минералы: лаб. практикум. Гомель: БелГУТ, 2010. – 38 с. (500 экземпляров – в библиотеке университета, 30 экземпляров – на кафедре, электронный вариант).

1.4.3 Беспалова М.В. Инженерная геология. В 4 ч. Ч. II. Горные породы: лаб. практикум. Гомель: БелГУТ, 2011. – 46 с. (500 экземпляров – в библиотеке университета, 30 экземпляров – на кафедре, электронный вариант).

1.4.4 Беспалова М.В. Инженерная геология. В 4 ч. Ч. III. Гидрогеологические карты и расчеты: лаб. практикум. Гомель: БелГУТ, 2013. – 32 с. (500 экземпляров – в библиотеке университета, 30 экземпляров – на кафедре, электронный вариант).

1.4.5 Беспалова М.В. Инженерная геология. В 4 ч. Ч. IV. Геологические карты и разрезы: лаб. практикум. Гомель: БелГУТ, 2014. – 44 с. (500 экземпляров – в библиотеке университета, 30 экземпляров – на кафедре, электронный вариант).

1.4.6 Беспалова М.В. Инженерная геология: учебно-метод. пособие по выполнению контрольной работы для студентов ФБО. Гомель: БелГУТ, 2006. – 44 с. (500 экземпляров – в библиотеке университета, 10 экземпляров – на кафедре, электронный вариант).

2 ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ДЛЯ ОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Лабораторная работа № 1 – Породообразующие минералы – 2 часа.

Практическое определение свойств минералов по специально подобранной коллекции, заполнение соответствующих таблиц журнала. При макроскопическом изучении образцов минералов определение их цвета, цвета черты, блеска, спайности, твердости, реакции с соляной кислотой. Сопоставление и уточнение полученных данных с имеющимся описанием минералов.

Лабораторная работа № 2 – Магматические горные породы – 2 часа.

Практическое определение свойств магматических горных пород по специально подобранной коллекции, заполнение соответствующих таблиц журнала. При макроскопическом изучении образцов магматических горных пород определение их цвета, блеска, структуры и текстуры. Сопоставление и уточнение полученных данных с имеющимся описанием магматических горных пород.

Лабораторная работа № 3 – Осадочные горные породы – 2 часа.

Практическое определение свойств осадочных горных пород по специально подобранной коллекции, заполнение соответствующих таблиц журнала. При макроскопическом изучении образцов осадочных горных пород определение их цвета, структуры и текстуры. Сопоставление и уточнение полученных данных с имеющимся описанием осадочных горных пород.

Лабораторная работа № 4 – Метаморфические горные породы – 2 часа.

Практическое определение свойств метаморфических горных пород по специально подобранной коллекции, заполнение соответствующих таблиц журнала. При макроскопическом изучении образцов метаморфических горных пород определение их цвета, структуры и текстуры. Сопоставление и уточнение полученных данных с имеющимся описанием метаморфических горных пород.

Лабораторная работа № 5 – Основы геохронологии. Определение возраста и стратиграфической последовательности их образования – 2 часа.

Пользуясь геохронологической шкалой расположить предложенные геологические периоды в хронологическом порядке, написав их условные буквенные обозначения. Указать между породами какого возраста имеется стратиграфический перерыв.

Прочитать наименование и относительный возраст, предложенных магматических горных пород (приведены условные обозначения состава и возраст). Определить какая из пород образовалась раньше.

Прочитать наименование и относительный возраст, предложенных четвертичных отложений (приведены условные обозначения условий образований и возраст). Определить какая из пород образовалась раньше.

Расположить индексы эр в геохронологической последовательности от древнейших к современным.

Назвать периоды предложенных эр и расположить их в стратиграфической последовательности.

Лабораторная работа № 6 – Построение карты гидроизогипс, топографического и геологического профиля – 2 часа.

Необходимо по предложенным вариантам:

- 1 Подсчитать абсолютные отметки уровня грунтовых вод в скважинах.
- 2 Построить карту гидроизогипс по отметкам уровня грунтовых вод методом интерполяции (сечение гидроизогипс через 1 м).
- 3 Вычислить по карте скорость движения подземных вод при коэффициенте фильтрации, равном 8 м/сут.
- 4 Определить направление движения подземных вод в отдельных пунктах карты.
- 5 Вычислить абсолютные отметки поверхности земли и поверхности воды на пикетах.
- 6 Построить топографический и гидрогеологический профиль по железнодорожной трассе.
- 7 Показать на топографическом профиле проектную линию максимального углубления выемки с учетом высоты капиллярного поднятия $h_{\text{кап}} = 1,5$ м.

Лабораторная работа № 7– Построение геологической колонки – 2 часа.

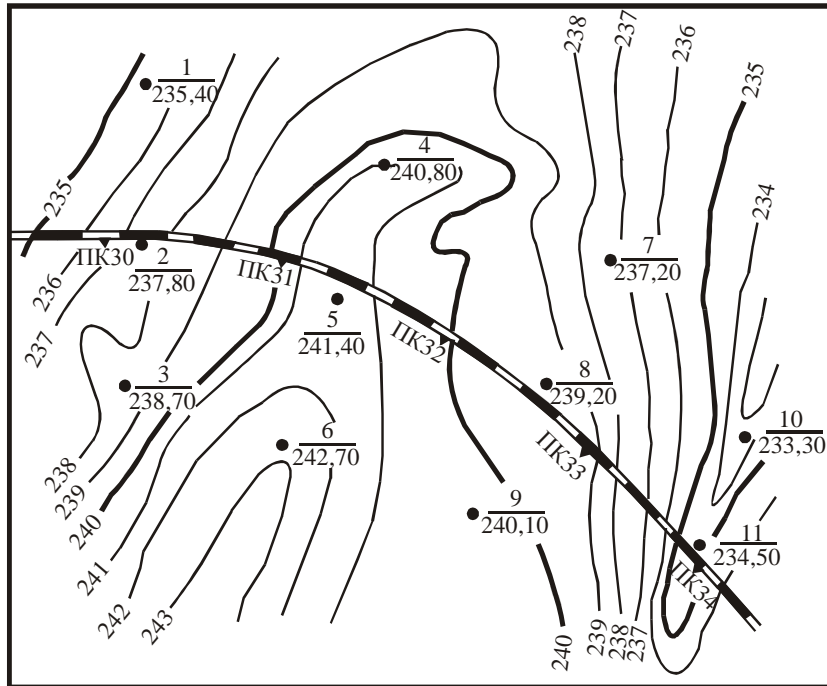
Необходимо используя описание буровых скважин построить геологическую колонку скважины на миллиметровой бумаге формата А 4.

Лабораторная работа № 8 – Построение геологического разреза – 2 часа.

Необходимо используя описание четырех буровых скважин построить геологический разрез в заданном масштабе на миллиметровой бумаге формата А 4.

2.2 ПРИМЕРЫ ОФОРМЛЕНИЯ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

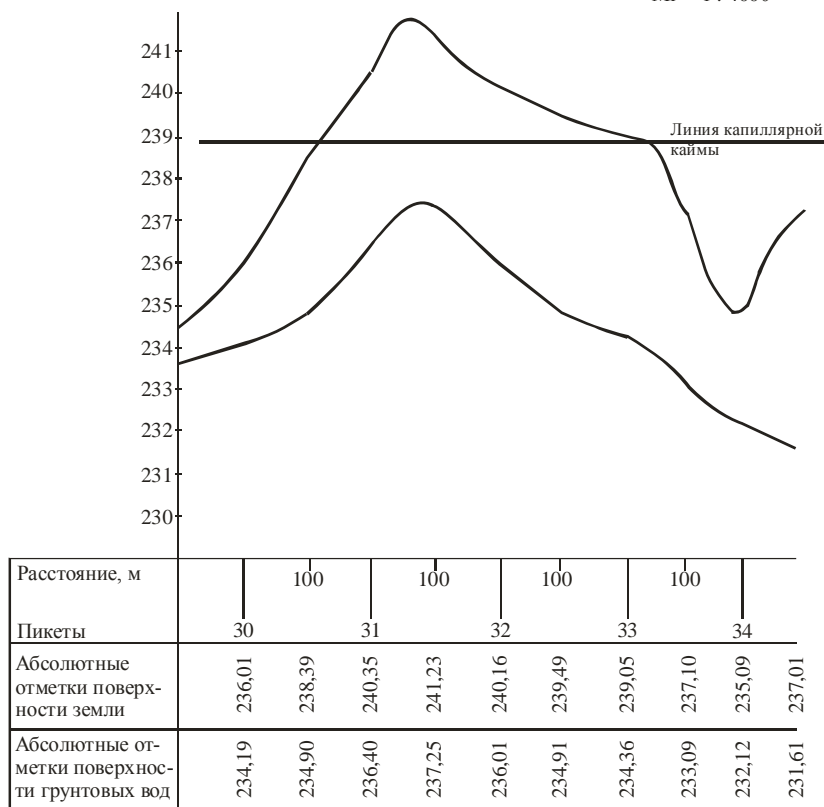
а)



б)

Топографический и гидрогеологический профиль по железнодорожной трассе

М_в = 1 : 100
М_г = 1 : 4000



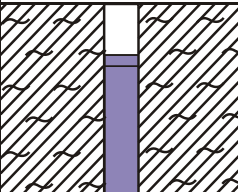
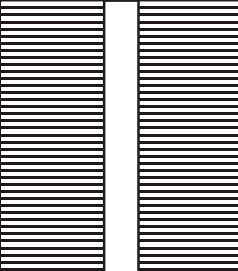
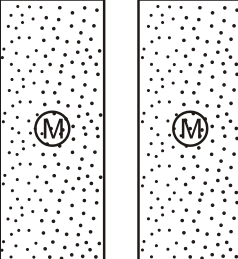
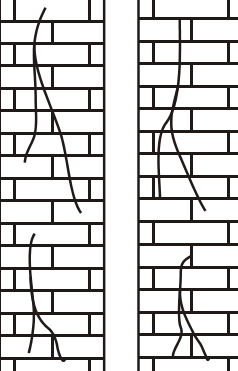
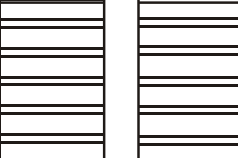
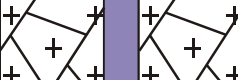
Пример оформления графической части лабораторной работы № 6: а) построение карты гидроизогипс; б) построение топографического и гидрогеологического профиля

Геологическая колонка буровой скважины № 41

Абсолютная отметка устья – 140,1 м

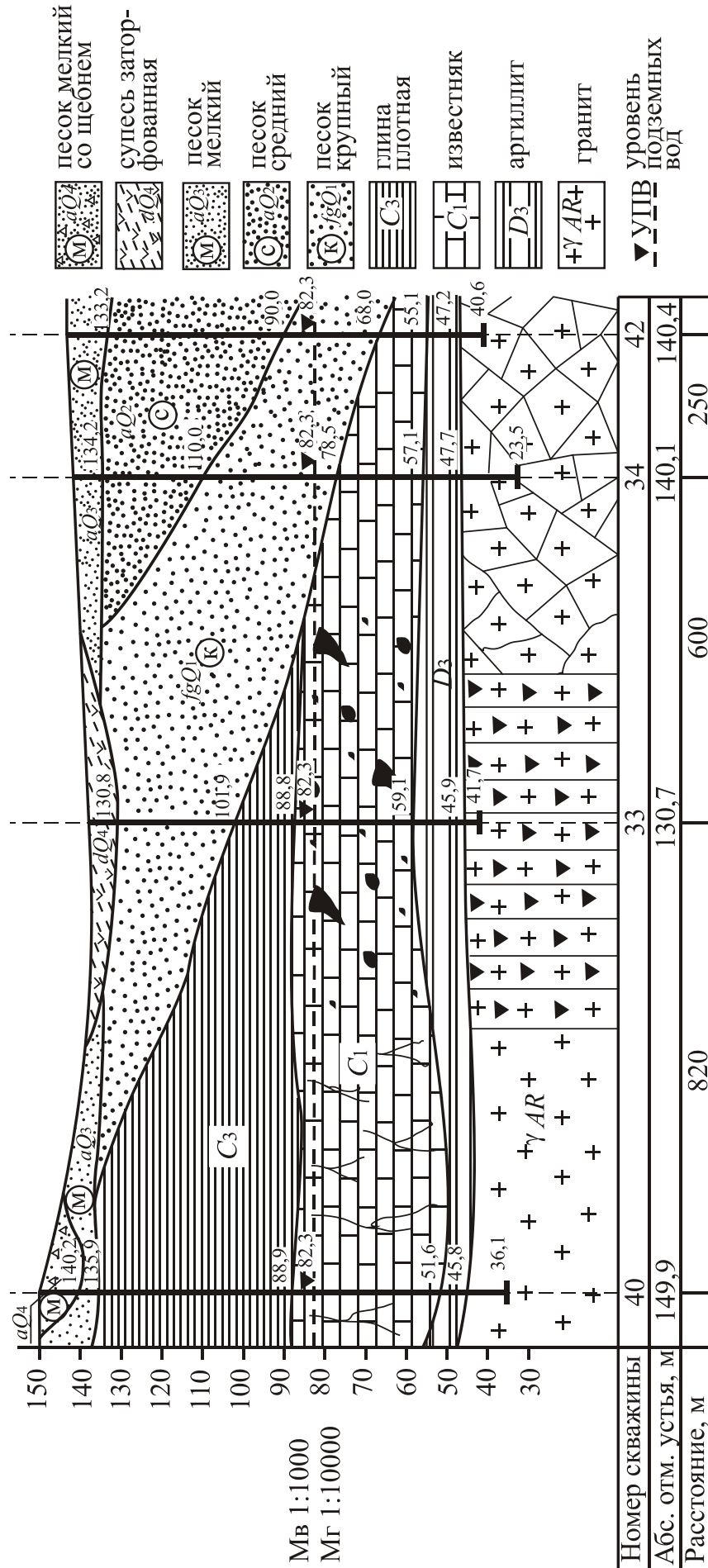
Абсолютная отметка забоя – 54,2 м

М 1 : 200

Глубина, м	Номер слоя	Геологический возраст	Мощность слоя, м	Абс. отм. подошвы слоя, м	Колонка	Абс. отм. уровня подземных вод, м	Описание пород	
1	2	3	4	5	6	7	8	
1	1	fgQ_4	5,5	134,6		138,6	Суглинок бурый иловатый	
2						138,4		
3								
4								
5								
6	2	eQ_3	14,9	119,7		134,6	Глина плотная	
?								
15								
16								
17								
18	3	eQ_1	18,4	101,3		1,5 м над устьем	Песок жёлтый мелкий	
19								
20								
21								
22								
?	4	C_1	39,8	61,5			Известняк трещиноватый	
35								
36								
37								
38								
39	5	D_3	4,3	57,2			Аргиллит	
40								
41								
42								
43								
44	6	γAR	3,0	54,2		57,2	Гранит трещиноватый	
45								
46								
47								
48								
49								
50								
51								
52								
53								
54								
55								
56								
57								
58								
59								
60								
61								
62								
63								
64								
65								
66								
67								
68								
69								
70								
71								
72								
73								
74								
75								
76								
77								
78								
79								
80								
81								
82								
83								
84								
85								

Пример оформления геологической колонки (к лабораторной работе № 7)

Геологический разрез по линии скважин 40-33-34-42



Пример оформления геологического разреза (к лабораторной работе № 8)

2.3 СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ДЛЯ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Лабораторная работа № 1 – Породообразующие минералы – 2 часа.

Практическое определение свойств минералов по специально подобранной коллекции, описание минералов и их основных физических свойств. При макроскопическом изучении образцов минералов определение их цвета, цвета черты, блеска, спайности, твердости, реакции с соляной кислотой. Сопоставление и уточнение полученных данных с имеющимся описанием минералов.

Лабораторная работа № 2 – Горные породы – 2 часа.

Изучение классификаций генетических типов горных пород по специально подобранным коллекциям магматических, осадочных и метаморфических горных пород, описание отдельных представителей. При макроскопическом изучении образцов горных пород определение их цвета, блеска, структуры и текстуры. Сопоставление и уточнение полученных данных с имеющимся описанием горных пород.

Лабораторная работа № 3 – Построение геологической колонки – 2 часа.

Необходимо используя описание буровых скважин построить геологическую колонку скважины на миллиметровой бумаге формата А 4.

2.4 ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ СУРС ДЛЯ СТУДЕНТОВ ЗАОЧНОГО ОБУЧЕНИЯ

- 1 Классификация подземных вод по происхождению.
- 2 Классификация подземных вод по условию залегания.
- 3 Классификация подземных вод по напорности.
- 4 Классификация подземных вод по минерализации.
- 5 Классификация подземных вод по температуре.
- 6 Классификация подземных вод по составу солей.
- 7 Грунтовые воды.
- 8 Верховодка.
- 9 Карстовые воды.
- 10 Трещинные воды.
- 11 Артезианские воды.
- 12 Виды передвижения подземных вод в грунтах.
- 13 Закон Дарси.
- 14 Закон Шези-Краснопольского.
- 15 Градиент напора.
- 16 Лабораторные методы определения коэффициента фильтрации.
- 17 Полевые методы определения коэффициента фильтрации.
- 18 Коэффициент пьезопроводности.
- 19 Коэффициент уровнепроводности.
- 20 Коэффициент водопроницаемости.
- 21 Типы водозаборных сооружений.
- 22 Совершенные и несовершенные водозаборы.
- 23 Методы осушения котлованов при строительстве.
- 24 Баланс и запасы подземных вод.
- 25 Загрязнение подземных вод.

2.5 БЛАНК ЗАДАНИЯ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ЗАОЧНОГО ОБУЧЕНИЯ

ОД-210046

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
Кафедра «Строительные конструкции, основания и фундаменты»

ЗАДАНИЕ на контрольную работу по дисциплине «ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ» (для студентов заочного факультета)

Контрольная работа закрепляет теоретические знания и заключается в письменных иллюстрированных схемами ответах на 12 контрольных вопросов. Требования к оформлению – стандартные.

Номер варианта определяется двумя последними цифрами учебного шифра: числом десятков и единиц. Исходные данные помещены в таблицах.

Контрольные вопросы

1. Объясните значение инженерной геологии для строительства зданий и сооружений и их эксплуатации.
2. Опишите минералы (таблица 1) и горные породы (таблица 2), отвечая на вопросы, помещенные в примечаниях к этим таблицам.

Т а б л и ц а 1 – Исходные данные к описанию минералов

Число единиц шифра	Минерал	Число единиц шифра	Минерал
0	Пирит, апатит	5	Кварц, галит
1	Биотит, опал	6	Серпентин, ангидрит
2	Гипс, сера	7	Полевые шпаты
3	Кальцит, оливин	8	Халцедон, авгит
4	Каолинит, графит	9	Лимонит, мусковит

Примечание – При описании минералов следует назвать: класс, химический состав, цвет, цвет черты, блеск, спайность, излом, твердость, реакция с HCl и указать породы, в которые входит этот минерал

Т а б л и ц а 2 – Исходные данные к описанию пород

Число десятков шифра	Породы	Число единиц шифра	Породы
0	Гранит, мергель	0	Глинистый сланец
1	Габбро, песок, кварц	1	Мрамор
2	Диорит, суглинок	2	Гнейс
3	Андезит, глина	3	Кварцит
4	Базальт, торф	4	Слюдяной сланец
5	Дунит, лёсс	5	Известняк
6	Опока, мергель	6	Аргиллит
7	Известняк, песчаник	7	Конгломерат
8	Сиенит-порфир, супесь	8	Мел
9	Брекчия	9	Торф

Примечание – При описании пород указать: группу, происхождение, минералогический состав, структуру, текстуру, цвет, реакцию с HCl, практическое применение

3. Назовите основные физико-механические свойства горных пород, необходимые для проектирования и строительства. Опишите условия образования и строительные свойства грунтовых отложений (таблица 3).

Т а б л и ц а 3 – Исходные данные к описанию строительных свойств отложений

Число единиц шифра	Отложения	Число единиц шифра	Отложения
0	эоловые	5	пролювиальные
1	морские	6	озерные
2	элювиальные	7	болотные
3	делювиальные	8	техногенные
4	аллювиальные	9	ледниковые

4. Перечислите методы определения абсолютного и относительного возраста пород. Пользуясь геохронологической таблицей [4] и данными таблицы 4 назовите эры и периоды геологической истории Земли.

Т а б л и ц а 4 – Исходные данные к вопросу определения возраста пород

Число десятков шифра	Индексы	Число единиц шифра	Индексы
0	Q ₄ , C ₁	0	Q ₃ , O ₁
1	N ₂ , J ₁	1	N ₁ , C ₃
2	Q ₂ , C ₂	2	Q ₁ , Q ₃
3	K ₂ , O ₁	3	K ₁ , C ₂
4	J ₃ , Q ₄	4	J ₂ , Q ₃
5	T ₃ , S ₁	5	T ₁ , Q ₁
6	T ₂ , O ₁	6	C ₃ , O ₂
7	C ₁ , N ₁	7	C ₂ , N ₁
8	D ₃ , Q ₃	8	S ₂ , D ₁
9	O ₃ , N ₂	9	C ₂ , T ₁

5. Опишите сущность процессов внутренней динамики Земли (эндогенных процессов). Приведите схемы нарушений форм залегания пород (таблица 5). Покажите зависимость силы землетрясений от геоморфологического строения участка, состава и обводненности пород.

Т а б л и ц а 5 – Исходные данные к описанию форм дислокации пород

Число единиц шифра	Формы дислокации	Число десятков шифра	Формы дислокации
0	Сброс	0	Надвиг
1	Сдвиг	1	Моноклираль
2	Складка	2	Грабен
3	Моноклираль	3	Взброс
4	Флексура	4	Ступенчатый сброс
5	Горст	5	Флексура
6	Грабен	6	Горст
7	Взброс	7	Складка
8	Ступенчатый сброс	8	Надвиг
9	Сдвиг	9	Сброс

6. Объясните сущность процессов внешней динамики Земли (экзогенных процессов). Опишите процессы (таблица 6) и возможные защитные мероприятия.

Т а б л и ц а 6 – Исходные данные к описанию процессов внешней динамики

Число единиц шифра	Процессы	Число десятков шифра	Процессы
0	Выветривание	0	Сели
1	Эрозия	1	Процессы в многолетней мерзлоте
2	Курумы	2	Плывуны
3	Плоскостной смыв	3	Абразия
4	Почвообразование	4	Механическая суффозия
5	Заболочиваемость	5	Органическое выветривание
6	Карст	6	Химическая суффозия
7	Оползни	7	Процессы, вызванные динамическими воздействиями
8	Просадки лёссов	8	Оврагообразование
9	Геологическая работа рек	9	Обвальные явления

7. Приведите классификацию подземных вод. Опишите разные фазовые состояния воды в породах, а также условия залегания и движения подземных вод (таблица 7).

Т а б л и ц а 7 – Исходные данные к вопросу о состоянии и условиях залегания воды в горных породах

Число единиц шифра	Состояние воды	Число десятков шифра	Состояние воды
0	Гравитационная	0	Грунтовая
1	Гигроскопическая	1	Верховодка
2	Парообразная	2	Грунтовая
3	Пленочная	3	Межпластовая напорная
4	В твердом состоянии	4	Трещинная и карстовая
5	Пленочная	5	Межпластовая безнапорная
6	Гигроскопическая	6	Трещинная
7	Гравитационная	7	Верховодка
8	Парообразная	8	Межпластовая безнапорная
9	Пленочная	9	Верховодка

8. Сформулируйте основной закон фильтрации подземных вод. Опишите методы определения коэффициента фильтрации. Назовите требования к питьевой воде. Объясните причины агрессивности воды к бетону и металлу.

9. Опишите методы инженерно-геологических исследований (таблица 8).

Т а б л и ц а 8 – Исходные данные к описанию методов инженерно-геологических изысканий

Число единиц шифра	Методы	Число десятков шифра	Методы
0	Инженерно-геологическая съемка	0	Отбор образцов пород и проб воды
1	Бурение скважин	1	Определение коэффициента фильтрации
2	Проходка шурфов	2	Динамическое зондирование
3	Лабораторные исследования физико-механических свойств пород	3	Полевые методы исследования сжимаемости пород
4	Статическое зондирование грунтов	4	Определение возраста пород
5	Определение просадочности пород	5	Определение прочности пород
6	Динамическое зондирование пород	6	Определение устойчивости склонов
7	Геофизические методы	7	Полевые методы исследования сжимаемости пород
8	Определение прочности пород	8	Определение устойчивости склонов
9	Инженерно-геологические карты	9	Сейсморазведка

10-12. Ответьте на ниже приведенные вопросы в соответствии с таблицей 9.

Т а б л и ц а 9 – Номера вопросов по вариантам

Сумма двух последних цифр шифра	№ вопросов	Сумма двух последних цифр шифра	№ вопросов
0	1, 21, 41	10	11, 31, 51
1	2, 22, 42	11	12, 32, 52
2	3, 23, 43	12	13, 33, 53
3	4, 24, 44	13	14, 34, 54
4	5, 25, 45	14	15, 35, 55
5	6, 26, 46	15	16, 36, 56
6	7, 27, 47	16	17, 37, 57
7	8, 28, 48	17	18, 38, 58
8	9, 29, 49	18	19, 39, 59
9	10, 30, 50	19	20, 40, 60

1. Предмет, цель и задачи геологии.
2. Связь инженерной геологии с другими науками и ее практическое применение.
3. Дисциплины в составе геологии (минералогия, петрография, динамическая геология, историческая геология, гидрогеология и геоморфология и т.д.). Дайте определение или характеристику данным дисциплинам.
4. Геологические методы исследования.
5. Научные направления инженерной геологии.
6. Научные гипотезы происхождения Земли.
7. Дайте краткую характеристику строения Земли: форма Земли, атмосфера, гидросфера, биосфера, ядро, мантия, земная кора, литосфера.
8. Земная кора (определение, мощность, химический состав, типы, слои).
9. Тепловой режим земной коры: температурные зоны, геотермический градиент и геотермическая ступень.
10. Гравитационное, магнитное и электрическое поля Земли.
11. Понятие о минералах: происхождение, структура, морфологические особенности, химический состав.
12. Физические свойства минералов: цвет, цвет черты, блеск, спайность, излом, твердость, иризация, органолептические свойства, магнитность, реакция с HCl, взаимодействие с H₂O, габитус.
13. Понятие о горных породах: генетическая классификация, минеральный состав, структура и текстура горных пород.
14. Классификация, структура, текстура и минеральный состав магматических горных пород.
15. Формы залегания магматических пород.
16. Инженерно-геологическая характеристика интрузивных магматических пород.
17. Инженерно-геологическая характеристика эффузивных магматических пород.
18. Классификация, структура, текстура и минеральный состав осадочных горных пород.
19. Дайте определение или характеристику следующим понятиям: литогенез, гипергенез, седиментогенез, диагенез, катагенез, метагенез, эпигенез, генезис.
20. Характерные особенности (черты) осадочных горных пород.
21. Инженерно-геологическая характеристика осадочных горных пород без жестких связей.
22. Инженерно-геологическая характеристика осадочных горных пород с жесткими связями.
23. Классификация, структура, текстура и минеральный состав метаморфических горных пород.
24. Физико-механические свойства метаморфических горных пород.
25. Технические каменные материалы.
26. Дайте определение или характеристику следующим понятиям: грунтоведение, грунт, искусственный грунт. Перечислите основные задачи грунтоведения.
27. Состав и строение грунтов: твердая, жидкая, газовая и биотическая компоненты, типы структурных связей.
28. Классификация грунтов по СТБ 943-2007 «Грунты. Классификация».
29. Характеристики физических свойств грунтов.
30. Подразделение физических характеристик грунтов в зависимости от способа определения, приведите примеры.
31. Гранулометрический состав грунтов. Методы его определения и области применения.
32. Плотность грунта, плотность частиц, плотность сухого грунта, плотность водонасыщенного грунта (методы определения, расчетные формулы, характеристика).
33. Влажность, степень влажности, пористость, коэффициент пористости грунта (методы определения, расчетные формулы, характеристика).
34. Строительная классификация глинистых грунтов.
35. Строительная классификация песчаных грунтов.

36. Классификация глинистых грунтов по числу пластичности и консистенции (показателю текучести). Дайте наименование глинистого грунта по числу пластичности (I_p) и консистенции (I_l), если известно: $w = 15\%$; $w_L = 24\%$; $w_P = 19\%$.

37. Классификация глинистых грунтов по числу пластичности и консистенции (показателю текучести). Дайте наименование глинистого грунта по числу пластичности (I_p) и консистенции (I_l), если известно: $w = 27\%$; $w_L = 40\%$; $w_P = 22\%$.

38. Классификация песчаного грунта по степени влажности. Дайте наименование песчаного грунта по степени влажности, если известно: $w = 19\%$; $\rho = 2,01 \text{ г/см}^3$; $\rho_s = 2,63 \text{ г/см}^3$.

39. Классификация песчаного грунта по степени влажности. Дайте наименование песчаного грунта по степени влажности, если известно: $w = 16\%$; $\rho = 1,91 \text{ г/см}^3$; $\rho_s = 2,65 \text{ г/см}^3$.

40. Определите: плотность сухого грунта ρ_d ; плотность водонасыщенного грунта ρ_{sb} ; пористость грунта n ; коэффициент пористости e ; степень влажности S_r , если известно: $\rho = 1,91 \text{ г/см}^3$; $\rho_s = 2,65 \text{ г/см}^3$; $w = 16\%$.

41. Определите: плотность сухого грунта ρ_d ; плотность водонасыщенного грунта ρ_{sb} ; пористость грунта n ; коэффициент пористости e ; степень влажности S_r , если известно: $\rho = 2,07 \text{ г/см}^3$; $\rho_s = 2,78 \text{ г/см}^3$; $w = 14\%$.

42. Глинистые грунты. Пластичность, консистенция, липкость, набухание, усадка.

43. Классификационные характеристики глинистых грунтов. Использование глины в строительстве.

44. Механические свойства грунтов. Показатели прочностных свойств.

45. Механические свойства грунтов. Показатели деформационных свойств.

46. Теплофизические, электрические, капиллярные свойства грунтов.

47. Плотность грунта и удельный вес грунта (отличие, взаимосвязь, область применения).

48. Техническая мелиорация грунтов и ее основные методы: трамбование, укатка, силикатизация, цементация, глинизация, известкование, битуминизация и обжиг.

49. Водные свойства пород: влагоемкость, водоотдача и водопроницаемость.

50. Водообмен подземных вод: круговорот воды в природе и уравнение его баланса, интенсивность водообмена подземных вод.

51. Химический состав и физические свойства подземных вод: соли, газы и органические соединения, минерализация, жесткость, агрессивность, плотность, электропроводность и радиоактивность.

52. Процессы формирования подземных вод. Классификация подземных вод по происхождению.

53. Жесткость подземных вод. Виды жесткости. Классификация подземных вод по общей жесткости, температуре и содержанию газов.

54. Движение гравитационных подземных вод. Инфильтрация, инфлюация и фильтрация. Основные виды и законы движения подземных вод.

55. Агрессивность подземных вод. Факторы, обуславливающие агрессивность. Виды агрессивности по отношению к бетону.

56. Определение направления и скорости движения подземных вод: форма движения, карта гидроизогипс, метод трех скважин, метод красителей.

57. Коэффициент фильтрации и методы его определения.

58. Динамика подземных вод. Закон Дарси. Закон Краснопольского.

59. Откачка воды из скважин и колодцев. Пробные, опытные, опытно-эксплуатационные. Оди-
ночные, кустовые и групповые откачки.

60. Запасы, ресурсы и охрана подземных вод. Категории запасов. Зоны охраны подземных вод.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Седенко М.В. Геология, гидрогеология и инженерная геология. – Мн.: Выш. школа, 1975
2. Пешковский Л.М., Перескокова Т.М. Инженерная геология. – М.: Выш. школа, 1982
3. Сергеев Е.М. Инженерная геология. – М.: МГУ, 1982
4. Трацевская Е.Ю. Сборник задач и упражнений по дисциплине “Инженерная геология и охрана окружающей среды”. – Гомель: БелГУТ, 1995.
5. Беспалова М.В. Инженерная геология: Лабораторный практикум, Ч. 1-2. – Гомель: БелГУТ. – 2011.
6. Тихомирова А.И. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине “Инженерная геология”/ Часть 1. Породообразующие минералы и горные породы. – Гомель: БелГУТ, 1986.

Дата выдачи задания _____

Срок выполнения задания _____

Руководитель _____

2.6 ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Содержание

- 1 Значение инженерной геологии для строительства зданий и сооружений и их эксплуатации.....
 - 2 Описание минералов (серпентин, ангидрит) и горных пород (андезит, глина).....
 - 3 Основные физико-механические свойства горных пород, знание которых необходимо для проектирования и строительства. Описание условий образования и строительных свойств озерных отложений.....
 - 4 Методы определения абсолютного и относительного возрастов пород (К₂, О₁, С₂, О₂).....
 - 5 Описание сущности процессов внутренней динамики Земли (эндогенных процессов). Схемы нарушения форм залегания пород (грабен, взброс). Зависимость силы землетрясения от геоморфологического строения участка, состава и обводненности пород.....
 - 6 Описание сущности процессов внешней динамики Земли (экзогенных процессов). Карст. Абразия.....
 - 7 Классификацию подземных вод. Гигроскопическая. Межпластовая напорная.....
 - 8 Основной закон фильтрации подземных вод. Методы определения коэффициента фильтрации и расхода плоского потока подземных вод. Требования к питьевой воде. Причины агрессивности воды к бетону и металлу.....
 - 9 Динамическое зондирование пород. Полевые методы исследования сжимаемости пород.....
 - 10 Гравитационное, магнитное и электрическое поле Земли.....
 - 11 Подразделение физических характеристик грунтов в зависимости от способа образования.....
 - 12 Водообмен подземных вод: круговорот воды в природе и уравнение его баланса, интенсивность водообмена подземных вод.....
- Список литературы.....

1 Значение инженерной геологии для строительства зданий и сооружений и их эксплуатации

Инженерная геология – отрасль геологии, изучающая верхние горизонты земной коры и динамику последней в связи с инженерно-строительной деятельностью человека. Рассматривает состав, структуру, текстуру и свойства горных пород как грунтов; разрабатывает прогнозы тех. процессов и явлений, возникающих при взаимодействии сооружений с природной обстановкой, и пути возможного воздействия на процессы с целью устранения их вредного влияния.

Инженерно-геологические изыскания для строительства обеспечивают комплексное изучение природных и техногенных условий территории (региона, района, площадки, участка, трассы) объектов строительства, составление прогнозов взаимодействия этих объектов с окружающей средой, обоснование их инженерной защиты и безопасных условий жизни населения. На основе материалов инженерных изысканий для строительства осуществляется разработка предпроектной документации, в том числе градостроительной документации и обоснований инвестиций в строительство, проектов и рабочей документации строительства предприятий, зданий и сооружений, включая расширение, реконструкцию, техническое перевооружение, эксплуатацию и ликвидацию объектов, ведение государственных кадастров и информационных систем поселений, а также рекомендаций для принятия экономически, технически, социально и экологически обоснованных проектных решений.

Наличие материалов инженерно-геологических и геодезических изысканий на площадке проектируемого дома позволяет избежать многих ошибок проектирования, строения и прокладки наружных инженерных систем: правильно расположить все строения на отведенном участке, вспомогательные помещения внутри коттеджа, которые требуют подачи воды и отвода хозяйственных стоков, организовать отвод поверхностных вод с учетом рельефа местности.

При обустройстве автономного источника водоснабжения (колодец или скважина) и местных очистных сооружений без инженерно-геодезических и гидрогеологических изысканий просто нельзя обойтись. Изыскания проводят для определения несущих характеристик грунтов, состава и уровня грунтовых вод. Характер грунта на участке диктует конструктивное устройство фундамента, возможность устройства подвала, способ прокладки коммуникаций, тип очистных сооружений и в целом влияет на экономичность строительства.

Уже на стадии выбора строительной площадки необходимы самые детальные изыскания, ведь только на основе полной картины геологического строения площадки и физико-механических свойств грунтов можно возвести объект без перерасхода бетона и гидроизоляционных материалов, качественно рассчитать конструкцию фундамента и гидроизоляции с учетом всех негативных факторов, способствуя тем самым сокращению сроков и стоимости строительства. Но никак не наоборот – сэкономив на инженерно-геологических изысканиях, требовать от проектировщиков удешевления стоимости строительства.

Недостаточное изучение инженерно-геологических условий, а иногда игнорирование их при проектировании и строительстве нередко приводят к еще более грозным последствиям – авариям и разрушению сооружений. То, что они должны предшествовать проектным работам, – аксиома. Только тогда заказчик может быть уверен в том, что построенное здание окажется жестким, недеформируемым и неподтопляемым.

2 Описание минералов (серпентин, ангидрит) и горных пород (андезит, глина)

Серпентин – класс силикаты и алюмосиликаты

Название произошло от лат. «serpens» – змея (из-за окраски, похожей на кожу змеи). Синоним – змеевик.

Хим. ф. – $MgO \cdot SiO_2 \cdot 2H_2O$.

Морфология. Плотные массы, смятые в мелкие складки, агрегаты волокнистые, пластинчатые, зернистые. Часто содержит прожилки асбеста.

Свойства. *Цвет* – темно-зеленый, оттенки желтого, бурого, почти белый. Пятнистый, полосчатый. *Цвет черты* – белый. *Прозрачность* – непрозрачный. *Блеск* – восковой, жирный. *Спайность* – весьма совершенная, но макроскопически наблюдается крайне редко. *Твердость* (шкала Мооса) – 2,5-4. *Излом* – ровный, реже раковистый. *Прочность* – высокая вязкость. *Плотность* – 2,5–2,6 г/см³. *Диагностический признак* – Пестрая окраска, жирный блеск, часто наблюдающиеся зеркала скольжения. В серной и соляной кислотах разлагается с выделением кремнезема SiO₂. При нагревании в закрытой трубке выделяет много воды. Постепенно переходит в магнезит, халцедон, опал, лимонит. *В реакцию с HCl* не вступает.

Происхождение. Образуется в результате метасоматических и гидротермальных изменений оливина, авгита, роговой обманки, интрузивных ультраосновных пород. Образуется серпентиниты, змеевиковые сланцы.

Использование. Серпентин – чудесный поделочный и облицовочный материал. Отходы такого производства идут на изготовление огнеупорного кирпича.

Ангидрит – класс сульфаты.

Название произошло от греч. «an» – приставка отрицания, «hydor» – вода. Синоним – кубический шпат (из-за формы обломков при раскалывании).

Хим. ф. – $Ca[SO_4]$.

Морфология. Кристаллы редки; толстостолбчатые и призматические, нередко со штриховкой на гранях, двойники. Сплошные и зернистые массы, псевдоморфозы.

Свойства. *Цвет* – белый с голубым, серым, красным оттенком, некоторые кристаллы бесцветны. *Цвет черты* – белый. *Прозрачность* – иногда прозрачен или просвечивает. *Блеск* – стеклянный, перламутровый, жирный. *Спайность* – совершенная. *Тв.* (шкала Мооса) – 3–3,5. *Излом* – неровный, ровный. *Прочность* – хрупкий. *Плотность* – 2,95–2,98 г/см³. *Диагностический признак* – цвет, прямоугольные выколки по спайности, твердость. Слабоустойчив к внешним атмосферным воздействиям. Растворяется в воде (2,1–3,3 г/л). При гидратации переходит в гипс, увеличиваясь в объеме на 30 %. Растворяется в кислотах, не выделяя CO₂↑ (отличие от мрамора, известняка, доломита, магнезита). В порошке растворяется в серной кислоте. Сплавляется в белую эмаль. *В реакцию с HCl* не вступает.

Происхождение. Типичный химический осадок лагун, гидротермальный генезис. Встречается самостоятельно, образуя одноименную горную породу, часто сочетается с галенитом и гипсом. Месторождения многочисленны: Приуралье, Донбасс, Литва, Архангельская, Вологодская, Куйбышевская, Горьковская области. В Беларуси ангидритовые слои и пачки распространены среди пород верхнефранской соленосной формации и верхнедевонской галитовой субформации Припятского прогиба. Прослои, гнезда и включения ангидритов часто встречаются в породах наровского, евлановского и др. горизонтов девонских отложений Припятского прогиба.

Использование. Из ангидрита получают серу, применяют в бумажной промышленности, медицине, сельском хозяйстве (в качестве удобрения), производстве серной кислоты, цемента, эмалей, глазурей и красок. Используют для изготовления декоративной настольной скульптуры малых форм.

Андезит – магматическая излившаяся, средняя горная порода.

Название. По месту нахождения в горах Анды в Южной Америке.

Мин. с. Плагиоклазы – 46 %, роговая обманка – 31 %, магнетит, апатит и др.

Свойства. *Цвет* – темно-серый, зеленый, коричневый, красный. *Блеск* – стеклянный. *Структура* – тонкозернистая, очень часто порфиристая; *текстура* – пористая, однородная. *Диагностический признак* – шероховатость поверхности и наличие вулканического стекла в основной массе – отличие от порфиров и порфиритов; вкрапленники полевого шпата в виде кристаллов со стеклянным блеском – отличие от диабазы и базальта; вкрапленники роговой обманки и пироксена, а также в целом темный цвет – отличие от трахита. *В реакцию с HCl* не вступает.

Происхождение. Образуются при остывании магмы среднего состава вблизи и на земной поверхности

Формы залегания и регион распространения. Обширные лавовые потоки, покровы и купола. Встречаются на Кавказе, Украине, Восточной Сибири, США, Мексике и др. В Беларуси встречается в отложениях Волынской серии верхнего протерозоя.

Использование. В строительстве применяются как строительный камень (бут) и как щебень, для изготовления кислотоупорного бетона, битумных мастик.

Глина – обломочная глинистая осадочная горная порода

Название. От греч. «glina» – глина; группа – нескальные.

Мин. с. Каолинит, монтмориллонит или другие слоистые алюмосиликаты (глинистые минералы). В глине также могут содержаться песчаные и карбонатные частицы.

Свойства. *Цвет* – бурый, серый, белый (каолиниты), голубой (кембрийские глины), желтоватый (бентониты, флоридины), зеленый (глаукониты, монтмориллониты), розовый, красный (комовые глины, железисто-монтмориллонитовые глины), коричневый, черный. *Структура* – пелитовая. *Текстура* – слоистая, пятнистая, сетчатая. *Диагностический признак* – в полевых условиях существует следующая методика определения: образец увлажняют и перемешивают до тестообразного состояния, из подготовленного грунта на ладони скатывают шарик и пробуют раскатать его в шнур толщиной около 3 мм или чуть больше, затем полученный шнур необходимо свернуть в кольцо диаметром 2–3 см. Глину можно скатать в длинный тонкий шнур, из которого получается кольцо без трещин.

Ген. Глинистые породы представляет собой продукт разложения и выветривания полевошпатовых и некоторых других горных пород. В результате многолетних изменений температуры, действия солнечных лучей, мороза, дождей, ветра кристаллические горные породы растрескивались и разрушались. При химическом взаимодействии горных пород с углекислым газом воздуха, водой породы постепенно превращались в глинистые минералы, карбонаты и кварц. При наличии карбонатных частиц *в реакцию с HCl* вступает.

Использование. Глины широко применяются в промышленности (в производстве керамической плитки, огнеупоров, тонкой керамики, фарфорофаянсовых и сантехнических изделий), строительстве (производство кирпича, керамзита и др. стройматериалов), для бытовых нужд, в косметике и как материал для художественных работ (лепка), в пищевой промышленности (очистка масел, соков). Производимый из керамзитовых глин путём отжига со вспучиванием керамзитовый гравий и песок широко используются при производстве строительных материалов (керамзитобетон, керамзитобетонные блоки, стеновые панели и др.) и как тепло- и звукоизоляционный материал. Производится также в виде песка – керамзитовый песок. В зависимости от режима обработки глины получается керамзит различной насыпной плотности.

3 Основные физико-механические свойства горных пород, знание которых необходимо для проектирования и строительства. Описание условий образования и строительных свойств озерных отложений.

В зависимости от способа определения **физические характеристика** подразделяются на прямые – определяются только опытным путем на основе лабораторных исследований (грансостав, плотность грунта ρ (γ), плотность частиц грунта ρ_s (γ_s), влажность w и др.); и производные (косвенные) – определяются только расчетными формулами (плотность скелета грунта ρ_d (γ_d), степень влажности S_r , пористость n , коэффициент пористости e , число пластичности I_p , показатель текучести I_L , и др.).

1. *Гранулометрический состав.* Под зерновым составом содержание по массе групп частиц грунта различной крупности по отношению к общей массе абсолютно сухого грунта. По данным зернового состава породы может быть получена приблизительная характеристика водопроницаемости песчаных пород; по тем же данным могут быть даны оценка возможности вымывания мелких песчаных частиц породы из-под основания сооружений и другие приблизительные показатели. На основании данных анализа зернового состава может быть дана оценка пород в качестве материала для бетона, земляных плотин, дамб и др.

Для определения зернового состава применяются следующие виды анализа:

- Механический анализ производят путем разделения пород на ряд фракций, которые отличаются диаметром частиц. После разделения на фракции определяют процентное содержание частиц каждой фракции в исследуемой породе.

- Ситовый анализ заключается в просеивании частиц через набор сит с отверстиями различного диаметра. Этот способ служит для анализа песков.

- Метод Сабанина, основанный на принципе разделения фракций по скорости падения частиц, взвешенных в спокойной жидкости, служит для определения глинистых и пылеватых песчаных пород.

- Пипеточный метод, принцип которого заключается в отборе пипеткой проб частиц, не успевших в определенные сроки осесть в процессе отстаивания; применяется для анализа глинистых пород.

- Ареометрический метод заключается в измерении специальным ареометром плотности взмученных в воде частиц породы, изменяющейся по мере осаждения их в водной среде.

- Метод Рутковского, основанный на способности глинистых фракций набухать в воде и на различной скорости падения частиц в воде в зависимости от их размеров. Пользуясь этим методом, можно выделить в породе три группы фракций: глинистую, пылеватую и песчаную.

Механический анализ применяется для связных и несвязных пород, имеющих размер частиц не свыше 20 мм.

По гранулометрическому составу пески подразделяются на гравелистые, крупные, средние, мелкие, пылеватые.

2. *Плотность частиц ρ_s , г/см³* – это отношение массы частиц грунта к их объему, численно равен массе единицы объема скелета грунта. Зависит только от минералогического состава грунтов и возрастает с увеличением содержания тяже-

лых металлов (пирит). Предельные значения различны, например: торф 0,5-0,8; песок – 2,65-2,67; супесь – 2,68–2,72; мергель – 2,65–2,8.

В лабораторных условиях определяется пикнометрическим способом. Используется для качественной оценки минералогического состава пород и в расчетах других фазовых характеристик.

3. *Плотность грунта* ρ , г/см³ – важное физической свойство, определяющее другие свойства, а также структурно-текстурные особенности грунтов.

Плотность грунта – это масса единицы объема грунта при естественной влажности и ненарушенной структуре. Ее величина зависит от минералогического состава, влажности и пористости.

Плотность большинства осадочных пород (песчаных, глинистых, пылеватых, карбонатных) в большей степени зависит от пористости и влажности и меньше от минералогического состава, т.к. он сравнительно постоянен. $\rho = 1,30\text{--}2,40$ г/см³. Определяется методом режущего кольца. Имеют методы, измеряющие непосредственно в массиве: ядерные и пенетрационные (зондирование).

4. *Плотность скелета грунта* – масса твердой компоненты, в единице объема при естественной структуре, зависит только от минералогического состава и пористости и вычисляется по формуле

$$\rho_d = \rho / (1 + w)$$

Используется для расчета пористости и коэффициента пористости

5. *Плотность грунта под водой* ρ_{sb} – это массы единицы объема при естественной пористости под водой. Численно равен массе единицы объема грунта с естественной структурой за вычетом гидростатической подъемной силы воды.

$$\rho_{sb} = (\rho_s - \rho_w) / (1 + e)$$

6. *Пористость грунтов*. Между твердыми частицами грунта в результате их неплотного прилегания друг к другу образуются промежутки различной величины, которые называются порами. Суммарный объем всех пор в единице объема грунта называется общей пористостью и обозначается n , %

$$n = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_s} \cdot 100,$$

где ρ_s – плотность частиц грунта; ρ_d – плотность скелета грунта.

7. *Коэффициент пористости* – называется отношение общего объема пор в грунте, к объему только грунтовых частиц, безразмерная величина

$$e = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d},$$

где ρ_s – плотность частиц грунта; ρ_d – плотность скелета грунта.

8. *Степень влажности* S_r (влажность, характеризующая степень заполнения пор грунта водой) вычисляется по формуле

$$S_r = \frac{w \rho_s}{e \rho_w},$$

где w – природная влажность в долях единиц; ρ_s – плотность частиц грунта; e – коэффициент пористости; ρ_w – плотность воды.

9. *Число пластичности* I_p определяется по формуле

$$I_P = w_L - w_P,$$

где w_L – влажность на границе текучести, %; w_P – влажность на границе раскатывания, %.

10. Показатель текучести I_L определяется по формуле

$$I_L = \frac{w - w_P}{w_L - w_P},$$

Пылевато-глинистые грунты подразделяются:

* по числу пластичности I_P

Супесь – $1 \leq I_P \leq 7$; суглинок – $7 < I_P \leq 17$; глина – $I_P > 17$;

* по показателю текучести I_L .

Супеси бывают:

– твердые, $I_L < 0$;

– пластичные, $0 \leq I_L \leq 1$;

– текучие, $I_L > 1$.

Суглинки и глины бывают:

– твердые, $I_L < 0$;

– полутвердые, $0 < I_L \leq 0,25$;

– тугопластичные, $0,25 < I_L \leq 0,5$;

– мягкопластичные, $0,5 < I_L \leq 0,75$;

– текучепластичные, $0,75 < I_L \leq 0,1$;

– текучие, $I_L > 1$;

К механическим свойствам грунтов относятся деформационные (сжимаемость, консолидация) и прочностные (сопротивление грунтов сдвигу)

Сжимаемость грунтов. Деформационные свойства дисперсных грунтов определяются их сжимаемостью под нагрузкой, обусловленной смещением частиц относительно друг друга и соответственно уменьшением объема пор, вследствие деформации частиц породы, воды, газа.

При определении сжимаемости грунтов различают показатели, характеризующие зависимость конечной деформации от нагрузки и изменение деформации грунта во времени при постоянной нагрузке. К первой характеристике показателей относятся коэффициент уплотнения, коэффициент компрессии, модуль осадки, ко второй – коэффициент консолидации.

В качестве деформационной характеристики грунта часто используют модуль общей деформации E_0 , характеризующий остаточные и упругие деформации. Его определяют различными методами, в т. ч. по компрессионной кривой, испытанием грунта статической нагрузкой, с помощью прессиометров, а также по простейшим физическим характеристикам грунта.

Сжатие грунта в условиях отсутствия бокового расширения называется *компрессионным сжатием*.

График компрессионного сжатия строится в прямоугольных координатах «нагрузка – коэффициент пористости» (рис. 1).

Коэффициент сжимаемости m_0 численно равен тангенсу угла наклона касательной к компрессионной кривой в данной точке

$$m_0 = \operatorname{tg} \alpha$$

для любого интервала изменения давления

$$m_0 = \frac{e_1 - e_2}{p_2 - p_1}, \text{ МПа}^{-1},$$

где e – коэффициент пористости; p – давление, МПа.

Коэффициент относительной сжимаемости

$$m_v = \frac{m_0}{1 + e_0}, \text{ МПа}^{-1},$$

m_0 – коэффициент сжимаемости, МПа⁻¹;
– коэффициент пористости до начала сжатия грунта.

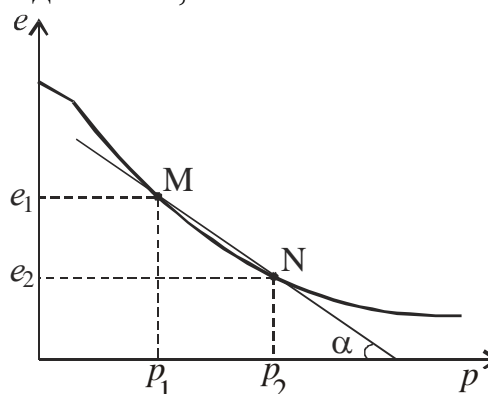


Рис. 1 – Компрессионная кривая

Компрессионный модуль деформации

$$E_k = \frac{\beta}{m_v}, \text{ МПа}, \quad \text{где } \beta = \left(1 - \frac{2\nu^2}{1 - \nu}\right);$$

ν – коэффициент Пуассона; выбирается в зависимости от вида грунта: для песков и супесей – 0,3, для суглинков – 0,35, для глин – 0,42.

Переход от компрессионного модуля деформации к его значениям, получаемым в геологических выработках, производится путем умножения E_k на корректирующий коэффициент m , находящийся в интервале от 2 до 6 и зависящий от коэффициента пористости грунта. Компрессионный модуль деформации необходимо определять в интервале 0,1–0,2 МПа.

Предпосылки теории **фильтрационной консолидации** сводятся к следующему:

- скелет грунта линейно-деформируемый, деформируется мгновенно после приложения к нему нагрузки и вязкими связями не обладает;
- структурной прочностью грунт не обладает, давление в первый момент полностью передается на воду;
- грунт полностью водонасыщен, вода и скелет объемно несжимаемы, вся вода в грунте гидравлически непрерывна;
- фильтрация подчиняется закону Дарси.

Грунты в основании сооружений, а также при неодинаковых отметках их поверхности испытывают воздействие не только нормальных, но и касательных напряжений. Когда касательные напряжения по какой-либо поверхности в грунте достигают его предельного сопротивления, происходит сдвиг одной части массива грунта по другой.

Сопротивление грунта сдвигу, характеризует прочностные свойства грунтов, (предельное) может быть установлено испытанием его образцов на прямой сдвиг (срез), путем трехосного сжатия, вдавливанием штампа с шаровой или конусообразной поверхностью, по результатам среза грунта крыльчаткой по цилиндрической поверхности и другими способами.

Сопротивление грунтов сдвигу, знание которого необходимо для решения инженерно-геологических задач. Под действием некоторой внешней нагрузки в определенных зонах грунта связи между частицами разрушаются, и происходит смещение одних частиц относительно других – грунт приобретает способность неограниченно деформироваться под данной нагрузкой. Разрушение грунта про-

исходит в виде перемещения одной части массива относительно другой.

Если образец песка 1 поместить в сдвиговой прибор в виде кольца, разрезанного по горизонтальной плоскости (рис. 2, а), то, приложив силу N и постепенно увеличивая силу T , можно достигнуть среза (сдвига) одной части образца по другой приблизительно по линии, обозначенной пунктиром. Прибор имеет нижнюю неподвижную обойму 4; верхнюю подвижную обойму 3 и зубчатые фильтрующие пластины сверху и снизу 2.

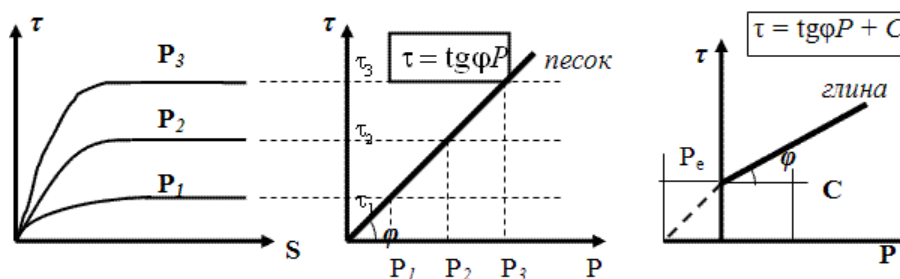


Рис.2 – графики сопротивления сдвигу сыпучего (б) и связного (в) грунта

Если мы проведем несколько таких опытов при различном вертикальном напряжении $\sigma = N/A$ (где A – площадь образца в плоскости среза), то получим, что чем больше σ , тем больше предельное сопротивление грунта сдвигу τ_{ui} . По данным экспериментов построим зависимость предельного сопротивления сыпучего грунта сдвигу τ_{ui} от давления (рис. 2,б). На основе многочисленных опытов установлено следующее: для несвязных (идеально сыпучих) грунтов экспериментальные точки в пределах обычных изменений напряжений (до 0,5 МПа) оказываются на прямой, выходящей из начала координат. В таком случае для любого нормального напряжения

$$\tau_{ui} = \sigma_i \operatorname{tg} \varphi$$

где $\operatorname{tg} \varphi$ – коэффициент внутреннего трения, характеризующий трение грунта о грунт: $\operatorname{tg} \varphi = f$; φ – угол внутреннего трения.

Зависимость установлена Ш. Кулоном еще в 1773 г. Она выражает закон сопротивления сыпучих грунтов сдвигу, который формулируется так: предельное сопротивление сыпучих грунтов сдвигу прямо пропорционально нормальному напряжению. Этот закон называется законом Кулона.

Для глинистых грунтов $\tau_{ui} = \sigma_i \operatorname{tg} \varphi + c$, где c – сцепление.

Озёрные отложения, осадочные образования на дне озёр современных и древних, существовавших в прошлые геологические эпохи. О. о. относятся к континентальным отложениям, но в то же время обладают некоторыми признаками, присущими морским отложениям (хорошая сортировка материала, горизонтальная слоистость и др.). Отличительные черты О. о.: линзовидное залегание, небольшое число остатков специфической фауны и занесённых с берегов остатков растений и животных, а также тесная связь с аллювиальными и др. типами континентальных осадков. В особую категорию выделяют озёрно-ледниковые отложения. В пресноводных озёрах накапливаются механические осадки, среди которых часто преобладают тонкозернистые с чёткой горизонтальной слоистостью, а также сапропель, диатомит. При зарастании озёра нередко превращаются в торфяные болота. Характер О. о. изменяется в зависимости от климата. В областях с холодным климатом отлагается обломочный песчано-глинистый материал, иногда с ленточной слоистостью; в озёрах умеренного пояса вместе с обломочным материалом накапливаются железо («бобовые» руды), кремнезём (диатомиты), карбонат кальция, органические вещества (торф, сапропель и др.). В засушливых областях,

где распространены солоновато-водные и солёные озёра, отлагаются карбонаты, галит, гипс, а в бессточных озёрах – доломитовые осадки, иногда сода. Озёрно-ледниковые отложения, лимногляциальные отложения, донные осадки озёрных бассейнов, образованные талыми ледниковыми водами у края ледника или среди полей мёртвого льда. Представлены сортированными, преимущественно слоистыми, образованиями разного состава, от грубых песков (прибрежные фации) до глин. Наиболее характерны ленточные глины.

Среди древних осадочных толщ к О. о. относятся глины и мергели девонского и пермского возраста, доломиты, соленосные отложения и т.д.

На заболоченных участках имеются современные озерно-болотные отложения и торф, которые имеют низкую несущую способность и в качестве грунта основания зданий и сооружений выступать не могут.

4 Методы определения абсолютного и относительного возрастов пород (K_2 , O_1 , C_2 , O_2)

Установление возраста горных пород необходимо для оценки их свойств и определения положения среди других пород. Различают абсолютный и относительный возраст горных пород.

Абсолютный возраст – это продолжительность существования породы, выраженная в годах.

Для его определения применяют методы, основанные на использовании процессов радиоактивных превращений.

Методы определения абсолютного возраста горных пород:

1. Свинцовый – Суть: минерал уранит (закись урана) в процессе радиоактивного распада превращается в гелий и свинец; гелий в значительной степени улетучивается, а нерадиоактивный свинец накапливается. Зная скорость образования свинца из урана и определив их соотношение в данном минерале, можно найти возраст породы в миллионах лет.

2. Аргоновый – основан на том, что изотоп калия с атомным весом 40 в результате распада переходит в газ аргон с тем же атомным весом. Определяя содержание изотопа аргона и калия устанавливают возраст горных пород, включающие калиевые минералы.

3. Углеродный – определяют возраст по соотношению радиоактивного и неактивного углерода в ископаемых растительных остатках. Растения в процессе своей жизнедеятельности поглощают из атмосферы вместе с углекислотой и радиоактивный углерод. Период полураспада C^{14} равен 5568 лет.

Абсолютные значения возраста горных пород приведены в геохронологической шкале.

Относительный возраст позволяет определить возраст горных пород относительно друг друга, т.е. установить очередность образования пород.

Для установления относительного возраста используют два метода:

1) Стратиграфический метод применяют для толщ с ненарушенным горизонтальным залеганием слоев. Считается, что нижележащие слои являются более древними, чем вышележащие.

2) Палеонтологический метод – в основу положена история развития органи-

ческой жизни на Земле. Т.е. зная последовательность и период жизни вымерших организмов, по их остаткам можно определить относительный возраст слоев осадочных горных пород.

Геологическая история Земли разделяется на ряд отрезков времени, для каждого из которого характерно образование определенных комплексов пород. На основе этого составлена геохронологическая и стратиграфическая шкала.

Все время делится на пять эр: Кайнозойская KZ (91,5 – 97 млн. лет); Мезозойская MZ (550–570 млн. лет); Палеозойская PZ (более 2500 млн. лет); Протерозойская PR; Архейская AR – самая древняя.

Эры делятся на периоды, а периоды на отделы.

K_2 – Мезозойская эра MZ, меловой период, позднемеловой отдел.

C_2 – Палеозойская эра PZ, каменноугольный период, среднекаменноугольный отдел.

O_2 – Палеозойская эра PZ, ордовикский период, среднеордовикский отдел.

O_1 – Палеозойская эра PZ, ордовикский период, раннеордовикский отдел.

5 Описание сущности процессов внутренней динамики Земли (эндогенных процессов). Схемы нарушения форм залегания пород (грабен, взброс). Зависимость силы землетрясения от геоморфологического строения участка, состава и обводненности пород.

Эндогенные процессы – это процессы, связанные с проявлением внутренней энергии Земли (процессы внутренней динамики Земли).

Вещество земного шара развивается во всех своих частях, в том числе и в глубинных. В недрах Земли под внешними ее оболочками происходят сложные физико-механические и физико-химические преобразования вещества, в результате которых возникают мощные силы, воздействующие на земную кору и коренным образом преобразующие последнюю. Вот эти-то преобразующие процессы и называются эндогенными процессами. Наиболее отчетливо эндогенные процессы выражаются в явлениях вулканизма, под которыми понимаются процессы, связанные с перемещением магмы как в верхние слои земной коры, так и на ее поверхность. Явления внедрения магмы в земную кору получили название, глубинного вулканизма, или плутонизма. Вторым видом эндогенных процессов являются землетрясения, проявляющиеся в определенных участках земной поверхности в виде кратковременных толчков или сотрясений. Кроме кратковременных и сильных колебаний типа землетрясении, земная кора испытывает колебания, при которых одни участки ее опускаются, а другие поднимаются. Движения эти совершаются очень медленно со скоростью нескольких сантиметров или даже миллиметров в столетие, они недоступны непосредственным наблюдениям без приборов. Но так как эти движения совершаются повсеместно и непрерывно в течение многих миллионов лет, то конечные результаты их весьма существенны.

Осадочные породы, накапливаясь в морях, озерах и на поверхности континентов, образуют более или менее горизонтальные слои, или пласты. В результате тектонических движений они изменяют свое начальное горизонтальное положение, приобретая новую, более сложную ориентировку в пространстве. При этом пласты могут изгибаться, образовывать различные складки или перемещаться с разрывами сплош-

ности. Подобные измененные формы залегания пластов носят название дислокации (франц – перемещение).

Основной формой нарушения являются складки – волнообразные изгибы пластов осадочных пород, которые обычно встречаются в природе группами и тянутся нередко на десятки и сотни километров.

Основные формы складок: антиклиналь – выпуклая складка, в центральной части которой – ядре – расположены более древние породы. Синклинали – вогнутая складка, в ядре которой расположены наиболее молодые породы. Моноклинали – пласты однообразно наклонены к горизонту в одну сторону под одинаковым, обычно небольшим углом. Флексура – коленнообразная складка.

Разрывные формы нарушений характеризуются разрывом сплошности пластов, сопровождающимся опусканием или поднятием одной части земной коры по отношению к другой. Наиболее распространенные формы разрывных нарушений – это сбросы, взбросы, сдвиги, надвиги, грабены, горсты.

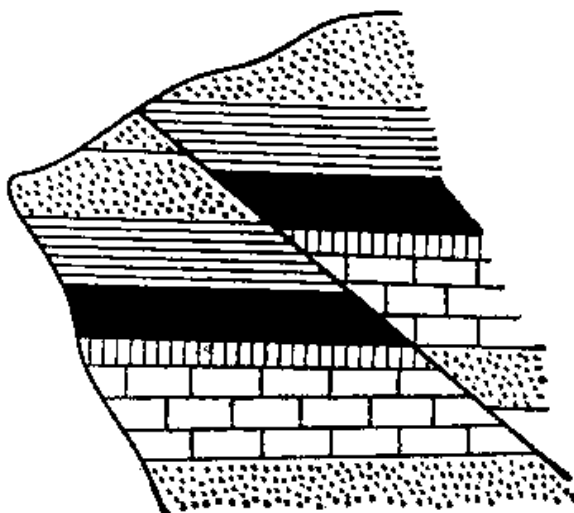


Рисунок 4 – Взброс

Степень разрушения и скорость распространения сейсмических волн зависит от:

1. жесткости связи в грунта, т.е. в плотных породах скорость распространения сейсмического толчка больше, нежели в рыхлых связных и несвязных грунтах, однако сила землетрясения (его балльность), наоборот, возрастает в последних. Приращение сейсмической балльности для грунтов: граниты – 0, песчаники плотные – 0,5–0,8, сланцы – 1,1, гипсы – 0,6–0,8, гравийные грунты 1,1–1,5, пески мелкие и пылеватые – 1,4–1,8, суглинки 1,7–2,1, насыпн.грунты – 2,3–3, обводненные и насыпные грунты –3,9.

2. от обводненности, водонасыщенности, высокого уровня грунтовых вод

Геологические структуры и тектонические нарушения, расположенные поперек движения сейсмических волн, могут уменьшать интенсивность землетрясений.

Отдельно стоящие и резко очерченные формы рельефа (холмы, крутые склоны гор и оврагов) могут повышать сейсмичность территории на один балл.

В установлении места и силы землетрясений достигнуты значительные успехи (изучение геологической среды, накопление данных регистрации землетрясений и их статистическая обработка.). Гораздо труднее определить время начала землетрясений.

Основные принципы изыскания и строительства в сейсмически активных районах:

1. проведение сейсмического микрорайонирования

2. выбор оптимального участка, наименее подверженных последствиям сейсмического толчка

3. различные мероприятия, направленные как на улучшение несущей способности, прочности и устойчивости основания, так и на увеличение сопротивления сооружения воздействию на него инерционных сил, возбуждаемых сейсмическим толчком.

Мероприятия по улучшению прочности и устойчивости сооружений и их оснований разделяются на:

1. конструктивные, к которым относится применение материалов и конструкций (жесткие рамы, каркасы, анкера, пояса жесткости, качающиеся фундаментные опоры и др. Из материалов более сейсмически устойчивы дерево и железобетон)

2. укрепительные, под которыми понимают различные способы улучшения грунтов оснований.

6 Описание сущности процессов внешней динамики Земли (экзогенных процессов). Карст. Абразия.

Экзогенные процессы протекают на поверхности и в приповерхностной зоне земной коры в форме механического и физико-химического её взаимодействия с гидросферой и атмосферой. К ним относятся: выветривание, геологическая деятельность ветра (эоловые процессы, дефляция), проточных поверхностных и подземных вод (эрозия, денудация), озёр и болот, вод морей и океанов (абразия), ледников (экзарация) и т.д. Главные формы проявления Экзогенные процессы на поверхности Земли: разрушение горных пород и химическое преобразование слагающих их минералов (физическое, химическое, органическое выветривание); удаление и перенос разрыхлённых и растворимых продуктов разрушения горных пород водой, ветром и ледниками; отложение (аккумуляция) этих продуктов в виде осадков на суше или на дне водных бассейнов и постепенное их преобразование в осадочные горные породы (седиментогенез, диагенез, катагенез).

Карст (от нем. Karst, по названию известнякового плато Крас в Словении) – совокупность процессов и явлений, связанных с деятельностью воды и выражающихся в растворении горных пород и образовании в них пустот, а также своеобразных форм рельефа, возникающих на местностях, сложенных сравнительно легко растворимыми в воде горными породами – гипсом, известняком, мрамором, доломитом и каменной солью.

Наиболее характерны для карста отрицательные формы рельефа. По происхождению они подразделяются на формы, образованные путём растворения (поверхностные и подземные), эрозионные и смешанные. По морфологии выделяются следующие образования: карры, колодцы, шахты, провалы, воронки, слепые карстовые овраги, долины, поля, карстовые пещеры, подземные карстовые каналы. Для развития карстового процесса необходимы следующие условия:

- ровная или слабо наклонная поверхность, чтобы вода могла застаиваться и просачиваться внутрь;
- значительная толщина горных пород, поддающихся карстованию (растворению), и их трещиноватость;
- низкая минерализованность и существенное количество воды, входящей в эти породы;
- уровень подземных вод должен стоять низко, чтобы было достаточное пространство для вертикального движения воды.

По глубине уровня подземных вод различают карст глубокий и мелкий. Различают также «голый», или средиземноморский карст, у которого карстовые формы рельефа лишены почвенного и растительного покрова (например, Горный Крым), и «покрытый» или среднеевропейский карст, на поверхности которого сохраняется кора выветривания и развит почвенный и растительный покров.

Карст характеризуется комплексом поверхностных (воронки, карры, желоба, котловины, каверны и др.) и подземных (карстовые пещеры, галереи, полости, ходы) форм рельефа. Переходные между поверхностными и подземными формами – неглубокие (до 20 м) карстовые колодцы, естественные туннели, шахты или провалы. Карстовые воронки или иные элементы поверхностного карста, через которые в карстовую систему уходят поверхностные воды, называются поноры.

Абразия (abrasio - соскабливание, сбривание) – процесс механического разрушения волнами и течениями коренных пород. Особенно интенсивно абразия проявляется у самого берега под действием прибоя (наката). Горные породы испытывают удар волны, коррозионное разрушение под действием ударов камней и песчинок, растворение и другие воздействия. Менее интенсивно протекает подводная абразия, хотя ее воздействие на дно в морях и озерах распространяется до глубины несколько десятков метров, а в океанах до 100 м. и более.

Абразию следует отличать от размыва, разрушающего рыхлые, чаще всего голоценовые отложения. Такое толкование абразии и размыва применяется в океанологии. В общей геологии и геоморфологии обычно под абразией понимают процесс разрушения коренных и рыхлых пород. Своеобразно абразионные процессы протекают на берегах полярных областей, нередко образованных мерзлыми грунтами, содержащими лед.

В результате абразии создаются специфические формы рельефа: абразионные уступы (клифы), волноприбойные ниши, кекуры ("отпрядыши"), подводные абразионные террасы или платформы (бенчи) и др. Этот процесс часто называют абразией механической, в отличие от абразии термической (термоабразии), т.е. разрушения берегов, сложенных многолетнемерзлыми горными породами и льдом, и абразии химической (разрушения берегов в результате химического воздействия воды). Чем менее устойчивы горные породы, больше уклон прилегающей зоны дна и значительнее сила волн, тем выше скорость абразии. Под действием волн происходит протаивание мерзлых пород с полным или частичным выносом протаявшего материала. Процесс разрушения волнами таких берегов получил название термоабразии. Наиболее интенсивна абразия в зоне прибоя. Длина абразионных участков на берегах водоёмов земного шара около 400 тыс. км. (51% общей длины). В среднем с клифов в водоёмы поступает 3,45 млрд. м³ в год обломочного материала, с бенчей – 7,4 млрд. м³ в год. Образующиеся при абразии песок, галька, гравий и более крупный обломочный материал слагают подводную аккумулятивную террасу, причленяющуюся к бенчу, и аккумулятивные береговые и подводные формы рельефа (косы, пересыпи и др.), с которыми связаны прибрежно-морские россыпи и месторождения строительных материалов.

7 Классификацию подземных вод. Гигроскопическая. Межпластовая напорная.

Подземные воды разнообразны по условиям распространения, химическому составу, физическим свойствам, поэтому не случайно, что до настоящего времени единая классификация их отсутствует. Были предложены десятки классификаций, основанных на различных принципах.

Для инженерных целей широкое распространение получила классификация подземных вод, разработанная акад. Ф. П. Саваренским.

В основу своей классификации он положил два фактора: а) гидравлический характер подземной воды и б) условия их залегания в земной коре.

Для инженерно-гидрогеологических целей можно пользоваться несколько измененной классификацией Г. В. Богомолова, в основу которой положены те же принципы, что и в классификацию Ф. П. Саваренского.

В ней выделяются следующие основные типы подземных вод:

– воды безнапорные:

а) верховодка,

- б) грунтовые воды,
- в) межпластовые;
- воды напорные:
- г) артезианские;

Помимо перечисленных главных типов, существует ряд своеобразных видов подземных вод, приближающихся к тем или иным выделенным основным разновидностям. К ним относятся: а) трещинные и карстовые воды, б) минеральные воды и некоторые другие.

Источники минеральных вод могут быть холодными (до 20° С), теплыми (до 40° С), горячими или термы (более 40° С).

По степени минерализации или по содержанию растворенных веществ подземные воды разделяются на следующие виды:

1. пресные, содержание до 1 г/л растворенных веществ
2. слабосоленные – 1–3 г/л солей
3. сильносоленные – 3–10
4. соленые – 10–50
5. слабые рассолы – 50–100 г/л солей
6. крепкие рассолы – свыше 100 г/л растворенных веществ

По составу растворенных веществ выделяют: по анионам – гидрокарбонатные, сульфатные и хлоридные воды, а по катионам – кальциевые, магниевые и натриевые.

Нередко в подземных водах имеются различные газы, и в зависимости от их наличия различают углекислые, сероводородные, радоновые и другие виды подземных вод.

По своему происхождению грунтовые воды могут быть: инфильтрационные, конденсационные, ювенильные и реликтовые.

Вода в грунтах может находиться в парообразном, жидком и твердом состоянии. От содержания того или иного количества различных видов воды зависят свойства и качества грунтов, а в глинистых грунтах вода служит главным фактором, обуславливающим их свойства.

Впервые подробные и обстоятельные исследования видов и свойств воды, находящейся в песчаных и глинистых грунтах, были проведены в 1916–1936 г. А. Ф. Лебедевым. Им была предложена классификация видов воды в грунтах, которая послужила ряду исследователей основой для разработки своих классификаций. В современном грунтоведении пользуются классификацией, предложенной Е. М. Сергеевым, который подразделяет воду на пять видов: в виде пара; связанная – прочносвязанная (гигроскопическая) и рыхлосвязанная; свободная – капиллярная и гравитационная; в твердом состоянии; кристаллизационная и химически связанная.

Гигроскопическая вода – 1) в почво-грунтах вода, поглощаемая сухими почво-грунтами из воздуха. Количество ее зависит от механического состава почво-грунтов и относительной влажности воздуха. Количество гигроскопической воды определяется путем высушивания образца почвы при t 105 – 110 °С до постоянного веса; 2) в породах вода, физически наиболее прочно связанная с поверхностью частиц молекулярными силами. При ее связывании породы выделяет тепло, назы-

ваемое теплотой связывания, что указывает на огромную силу связи гигроскопической воды с частицами. Этим она отличается от связанной в порах воды др. видов. Количество гигроскопической воды находится в равновесии с упругостью водяного пара воздуха, она увеличивается или уменьшается в зависимости от влажности воздуха. В отличие от обычной жидкой воды, данная вода не способна к растворению и непосредственному передвижению под воздействием силы тяжести. Ее удельный вес >1 , температура замерзания ниже -78°C ; 3) в минералах вода, молекулы которой связаны с поверхностью кристаллических частиц (адсорбционная). В значительных количествах находится в твердых коллоидах. Вода, адсорбированная на поверхности отдельных слоев в минералах слоистой структуры, называется межплоскостной водой. В большинстве геохим. процессов гигроскопической воды находится в избытке (вполне подвижна, по Коржинскому). Возможность поглощения гигроскопической воды при образовании минералов зависит от соотношения отдельных компонентов и температур. Понижение температуры способствует реакциям с поглощением воды.

Выделение воды гигроскопической из минералов представляет собой эндотермический процесс, отражающийся на кривых нагревания, полученных в результате термического анализа. Тем самым минералы могут служить геол. термометрами.

Воды, залегающие в водопроницаемой толще пород, заключенной между двумя водоупорными слоями, называют *межпластовыми* водами. Верхний водоупорный слой в этом случае называется водоупорной кровлей, а нижний – водоупорным ложем. Грунтовые воды имеют обычно свободную уровенную поверхность.

Напорные межпластовые (артезианские) воды связаны с залеганием водоносных слоев в виде синклиналей или моноклиналей. Площадь распространения напорных водоносных горизонтов называют артезианским бассейном.

Отдельные части водоносных слоев залегают на различных высотных отметках, что и создает напор подземных вод. Напорных подземных горизонтов может быть несколько. Каждый из них имеет область питания там, где водоносные слои выходят на поверхность и имеют высокие отметки

Напорность вод характеризуется пьезометрическим уровнем. Высотное положение уровня связано с характером залегания водоносных слоев. Он может быть выше поверхности земли или быть ниже ее. В первом случае, выходя через буровые скважины, вода фонтанирует, во втором – поднимается лишь до пьезометрического уровня.

Напорные воды встречаются не только в слоях, залегающих между двумя водоупорами, но и в массивах скальных, трещиноватых пород (трещиноватые воды), а также в карстовых пустотах (карстовые воды) и в вечной мерзлоте.

Артезианские воды обычно залегают на большой глубине и приурочены к синклинальным (прогнутым) геологическим структурам (создаются наиболее благоприятные условия для образования гидростатического напора.) Напорные воды встречаются и при моноклиналином (однослоновом) залегании водоносных пластов; могут быть приурочены также и к зонам тектонических нарушений и разломов.

Геологические структуры синклинального типа, содержащие один или несколько напорных водоносных горизонтов и занимающие значительные площади, называют артезианскими бассейнами. При моноклиналином залегании слоев образуется артезианский склон.

8 Основной закон фильтрации подземных вод. Методы определения коэффициента фильтрации и расхода плоского потока подземных вод. Требования к питьевой воде. Причины агрессивности воды к бетону и металлу.

Начало изучению законов движения подземных вод было положено работами французского гидравлика А. Дарси (1856), который установил *основной линейный закон фильтрации* в пористой среде и ввел понятие о *коэффициенте фильтрации* или водопроницаемости.

Разделяют два вида движения воды:

1. ламинарное – отдельные струйки движутся параллельно с небольшой скоростью сплошным потоком (две небольшие реки)
2. турбулентное – большие скорости, вихревые перемещения струй воды, разрывание сплошности потока (водопад)

Закон Дарси (основной закон фильтрации) справедлив только для ламинарного течения выражается формулой

$$Q = kIFt$$

где Q – расход воды (количество фильтрующей воды в единицу времени), м³/сут; k – постоянная величина для данной породы, характеризующая ее водонепроницаемость, это величина называется *коэффициентом фильтрации или водонепроницаемости*, м/сут; I – гидравлический градиент; F – площадь через которую проходит фильтрация, м²; t – время, сут.

Скорость ламинарного потока может быть выражена следующим образом:

$$V = Q/F$$

Коэффициент фильтрации численно равен скорости фильтрации при гидравлическом градиенте $I = 1$.

Коэффициент фильтрации характеризует водопроницаемость грунтов.

Данные о водонепроницаемости необходимы при расчете притока воды в котлован, для определения мощности откачиваемых насосов, для определения степени воздействия агрессивных вод на материал фундамента, для решения вопросов водоснабжения и мелиорации.

В механике грунтов водопроницаемость положена в основу теории фильтрационной консолидации для расчета времени затухания осадок фундамента.

Коэффициент фильтрации зависит от:

- от количества и размеров пор в грунте
- от степени окатанности частиц
- от минералогического состава грунта
- от вида грунта
- от крупности песчаных грунтов
- от минерализации и температуры воды, т.е. от вязкости воды

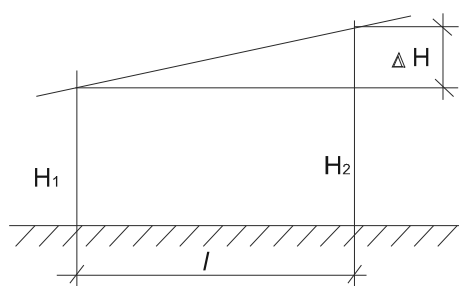
Характеристикой проницаемости грунтов, не зависящей от свойств жидкости, служит коэффициент проницаемости [K_n].

$$K_\phi = K_n(\gamma/\mu)$$

где γ – удельный вес жидкости, Н/м³; μ – динамическая вязкость жидкости, Па·с

$$K_n = 1,04 \text{ мм}^2 \approx K_\phi \approx 1 \text{ м/сут (вода)}$$

Градиент напора I .



Градиент напора показывает величину падения напора на единицу длины пути фильтрации

$$I = \Delta H / L$$

Начальный градиент фильтрации I_n определяется только для глинистых грунтов. В глинах поры очень маленького диаметра. Для того чтобы началась фильтрация, необходимо создать некоторое давление, которое и называется начальным градиентом.

Для турбулентного течения подземных вод справедлив закон Шези-Краснопольского

$$Q = K_{ш} \sqrt{IFt}$$

где $K_{ш}$ – коэффициент Шези.

Предложено много различных методов для определения значений коэффициента фильтрации. Их можно разбить на три группы: а) расчетные приемы; б) определение K в лабораторных условиях; в) полевые методы.

Расчетные методы основаны на экспериментальной зависимости между водопроницаемостью и структурными особенностями пород (гранулометрическим составом и пористостью). Наиболее часто применяется формула А. Газена.

Предложено значительное количество методов лабораторного определения коэффициента фильтрации. Все они могут быть разделены на две группы:

1. Метод определения K в свободных образцах (необходимых в момент определения давления), используется закон Дарси
2. Метод определения K в образцах, находящихся под определенным давлением

Лабораторные методы по сравнению с расчетными дают возможность получить данные о фильтрующей способности пород, более приближающиеся к действительным. Они в свою очередь значительно уступают полевым методам, позволяющим получать наиболее достоверные величины коэффициента фильтрации.

Главные разновидности полевого определения коэффициента фильтрации – методы налива в шурфы и методы откачки.

Методы определения коэффициента фильтрации наливом в шурфы применяют для определения фильтрующей способности грунтов выше уровня грунтовых вод.

Наиболее простая разновидность налива воды в шурфы – *способ А. К. Болдырева*. Для проведения испытания этим способом предварительно роют шурф на глубину залегания слоев, водопроницаемость которых требуется исследовать. В шурфе создается уровень воды высотой 10 см. Вода подается до тех пор, пока не установится постоянный расход, обеспечивающий сохранение указанного уровня воды в шурфе.

Недостатки этого способа – недоучет растекания воды из шурфа в стороны и отсутствие учета действия капиллярных сил, за счет которых происходит дополнительное всасывание воды.

Некоторым усовершенствованием методики определения коэффициента фильтрации наливом является *способ Н. С. Нестерова*, при котором на дне шурфа устанавливаются два стальных цилиндра, вставленных друг в друга. Налив производится одновременно в оба кольца. Предполагается, что вода из внутреннего кольца идет только на инфильтрацию в вертикальном направлении, а из бокового кольца она расходуется также на боковое растекание и капиллярное всасывание.

Метод откачки – главный способ определения коэффициента фильтрации в водонасыщенных, однородных и неоднородных пластах. Он основан на том, что при откачке воды из скважины или шурфа на прилегающем участке возникает понижение уровня грунтовой воды, имеющее характер депрессионной воронки

Значения коэффициента фильтрации, получаемые при откачке, являются средними для исследуемой толщи.

Откачка может осуществляться как из одной скважины или шурфа (так называемая одиночная откачка), так и из группы скважин или шурфов (кустовая откачка). В последнем случае одна из скважин (опытная) используется для откачки, а остальные служат наблюдательными, помогающими установить характер изменения уровня воды на прилегающем участке. Расстояние между опытной и наблюдательными скважинами выбирается (в зависимости от гранулометрического состава пород) от 15 до 100 м. Опытная скважина оборудуется фильтром, который предохраняет частицы пород от выноса их из исследуемой толщи гидродинамическим давлением, возникающим при откачке. Фильтры представляют собой трубы, снабженные отверстиями и покрытые с поверхности медными сетками с различными размерами ячеек, выбираемыми в зависимости от крупности зерен, слагающих породы.

Откачка ведется не менее чем при трех заданных величинах понижения уровня. При каждом понижении длительность откачки должна быть такой, чтобы обеспечить при постоянном количестве откачиваемой воды (или, как говорят, дебита скважины) сохранение определенного уровня воды в опытной и наблюдательных скважинах. При правильно проведенной откачке величины коэффициентов фильтрации, соответствующих каждому этапу понижения, должны быть достаточно близкими.

Типичным примером плоского потока может служить движение подземных вод к траншеям, штольням и другим горизонтальным выработкам.

Подготовка пригодной для питья воды должна обеспечивать такой ее качественный состав, который бы не нарушал нормального функционирования организма человека. Основными требованиями, предъявляемыми к питьевой воде, являются безопасность в эпидемическом отношении, безвредность по токсикологическим показателям, хорошие органолептические показатели и пригодность для хозяйственных нужд. Оптимальная температура воды для питьевых целей находится в пределах 7–11 °С. Наиболее близки к этим условиям воды подземных источников, которые отличаются постоянством температуры. Их в первую очередь рекомендуется использовать для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Органолептические показатели (мутность, прозрачность, цветность, запахи и привкусы) воды, потребляемой для хозяйственно-питьевых целей, определяются веществами, встречающимися в природных водах, добавляемыми в процессе обработки воды в виде реагентов и появляющимися в результате бытового, промышленного и

сельскохозяйственного загрязнения водоисточников. К химическим веществам, влияющим на органолептические показатели воды, кроме нерастворимых примесей и гуминовых веществ относятся встречающиеся в природных водах или добавляемые в них при обработке хлориды, сульфаты, железо, марганец, медь, цинк, алюминий, гекса- мета- и триполифосфат, соли кальция и магния. Допустимые концентрации химических соединений, попадающих в природные воды с бытовыми, промышленными и сельскохозяйственными стоками, устанавливаются для источников централизованного водоснабжения Министерством здравоохранения и фиксируются как предельно допустимые концентрации (ПДК) в Санитарных нормах и правилах.

Водородный показатель рН большинства природных вод близок к 7. Постоянство рН воды имеет большое значение для нормального протекания в ней биологических и физико-химических процессов, приводящих к самоочищению. Для воды хозяйственно-питьевого назначения он должен находиться в пределах 6,5-8,5.

Количество сухого остатка характеризует степень минерализации природных вод; оно не должно превышать 1000 мг/л и лишь в отдельных случаях допускается 1500 мг/л. При употреблении воды с повышенным солесодержанием наблюдается гиперминерализация организма человека, что приводит к появлению различных функциональных заболеваний.

Жесткость природных вод, по-видимому, не является вредной для организма, однако наличие ионов кальция и магния в воде в большом количестве нежелательно, так как делает ее непригодной для хозяйственно-бытовых нужд; норма общей жесткости - 7 мг * экв/л, максимальная допустимая величина - 10 мг * экв/л.

Сумма концентраций хлоридов и сульфатов, придающих привкус воде, выраженная в долях максимальных допустимых величин каждого из них в отдельности, не должна превышать единицу. Железо и марганец ухудшают органолептические показатели природных вод и могут создать условия для развития в трубопроводах железистых и марганцовистых бактерий, способных забивать, а иногда и полностью закупоривать водопроводные трубы. В подземных водах, не подвергаемых обезжелезиванию, может быть допущено содержание железа 1 мг/л.

Остаточный алюминий, появляющийся в виде гидроксида в очищенной воде в результате обработки алюминиевыми коагулянтами, увеличивает ее мутность; присутствие его в количествах, превышающих допустимые, может обусловить образование осадка в отобранной потребителем воде.

Окисляемость воды является важным гигиеническим показателем ее качества. Резкое повышение окисляемости свидетельствует о загрязнении водного источника и необходимости проведения соответствующих мероприятий в случае его использования.

Азотсодержащие вещества (аммиак, нитриты и нитраты) образуются в воде в результате протекания химических процессов и гниения растительных остатков, а также за счет разложения белковых соединений, попадающих почти всегда со сточными бытовыми водами, конечным продуктом распада белковых веществ является аммиак. Присутствие в воде аммиака растительного или минерального происхождения не опасно в санитарном отношении. Воды, причиной образования аммиака в которых является разложение белковых веществ, непригодны для питья. По наличию в воде тех или иных азотсодержащих соединений судят о време-

ни ее загрязнения. Наличие в воде аммиака и отсутствие нитритов указывает на свежее загрязнение. Совместное присутствие этих веществ свидетельствует о том, что с момента загрязнения уже прошло некоторое время. Отсутствие аммиака при наличии нитритов и особенно нитратов указывает, что загрязнение воды произошло давно и вода за это время уже самоочистилась. Пригодной для питьевых целей считается вода, содержащая лишь следы аммиака и нитритов, а по стандарту допускается содержание не более 10 мг/л нитратов. При наличии в воде более 50 мг/л нитратов наблюдается нарушение окислительной функции крови - метгемоглобинемия.

Кремнекислота, присутствующая в природных содах в количестве 30-40 мг/л, не вредна для здоровья и не учитывается при санитарно-гигиенической оценке воды.

Углекислота встречается в больших или меньших количествах во всех природных водах. Часть ее, находящаяся в равновесии с гидрокарбонатами, не вступает в химические реакции. Эта углекислота называется равновесной или инактивной. Избыточная свободная (агрессивная) углекислота является причиной коррозионной активности вод, приводящей к ухудшению их органолептических свойств. При недостатке равновесной углекислоты происходит образование карбонатных отложений.

Кислород попадает в воду из воздуха в результате растворения его, а также благодаря фотосинтезу, осуществляемому населяющими поверхностные воды зелеными организмами. Наличие органических веществ и легкоокисляющихся неорганических соединений приводит к снижению концентрации кислорода в воде и ухудшению ее как среды для развития ряда организмов (рыб, аэробных микробов). Уменьшение содержания растворенного в воде кислорода при ее пятисуточном хранении (биохимическое потребление кислорода - БПК₅, мг/л) является важной гигиенической величиной, характеризующей загрязнение воды органическими веществами.

Сероводород может содержаться в природных водах в небольших количествах. Он придает воде неприятный запах, вызывает развитие серобактерий и интенсифицирует процесс коррозии металлов.

Токсические вещества (бериллий, молибден, мышьяк, селен, стронций и др.), а также радиоактивные вещества (уран, радий и стронций-90) попадают в воду с промышленными стоками и в результате длительного соприкосновения воды с пластами почвы, содержащими соответствующие минеральные соли. При наличии в воде нескольких токсических или радиоактивных веществ сумма концентраций или излучений, выраженная в долях концентраций, допустимых для каждого из них в отдельности, не должна превышать единицу.

Для полной характеристики источника водоснабжения данные химического анализа воды должны быть дополнены результатами бактериологических и биологических исследований.

Подземные воды могут содержать некоторые соединения, оказывающие агрессивное воздействие на цементы. Поэтому при проектировании бетонных, железобетонных и бутобетонных гидротехнических сооружений, фундаментов и различных подземных сооружений необходимо уметь оценить степень агрессивности подземных вод.

Нужно учитывать, что при одном и том же химическом составе воды последняя может оказаться в песчаных породах агрессивной, а в суглинках – неагрессивной. Это обусловлено различием скорости движения воды в различных породах: чем она выше, тем больше массы воды успевает воздействовать на поверхность бетона.

Общий показатель агрессивности воды по отношению к бетонам – реакция среды, характеризуемая величиной рН. В песчаных породах агрессивной является вода с рН меньше 7,0, а в суглинистых – с рН меньше 5,0.

По отношению к бетонам существуют следующие виды агрессивности подземных вод.

Сульфатная, определяемая по содержанию иона SO_4^{2-} . Для песчаных пород агрессивной по отношению к бетону на портландцементе является такая вода, в которой содержание этого иона оказывается более 1000 мг/л. Для суглинков соответствующая величина определяется цифрой 1500 мг/л. Если содержание в подземных водах аниона SO_4^{2-} превосходит указанные значения, возникает необходимость применения в бетонах специальных сульфатостойких цементов. Последние позволяют строить в воде, содержащей до 3000 мг/л SO_4^{2-} .

Магнезиальная агрессивность определяется содержанием в воде иона Mg^{2+} . При содержании его более 2000 мг/л вода агрессивна по отношению к бетонным сооружениям в песчаных породах. В суглинках магнезиально-агрессивной является вода, содержащая более 5000 мг/л иона магния.

Карбонатная агрессивность определяется растворяющим воздействием на бетоны агрессивной углекислоты. Карбонатная агрессивность возникает только в песчаных породах. В суглинках и глинах ею можно пренебречь. Содержание свободной углекислоты, вызывающей агрессивное воздействие на бетоны, определяется по специальным таблицам или графикам.

Агрессивное действие подземных вод на металлы (коррозия металлов). Подземная вода с растворенными в ней солями и газами может обладать интенсивной коррозионной активностью по отношению к железу и другим металлам. Подземные воды обладают коррозионными свойствами при содержании в них также агрессивной углекислоты, минеральных и органических кислот, солей тяжелых металлов, сероводорода, хлористых и некоторых других солей. Мягкая вода действует значительно агрессивней, чем жесткая. Влияние сильноокислых и сильнощелочных вод способствует наибольшему разъеданию металлов. Коррозии способствует повышение температуры воды, увеличение скорости ее движения, электрического поля в грунтовых толщах.

9 Динамическое зондирование пород. Полевые методы исследования сжимаемости пород.

Если получить данные о составе и физических свойствах песчаных грунтов, залегающих выше уровня грунтовых вод, достаточно просто, то с нижележащими слоями возникают сложности. По факту, организация, занимающаяся изысканиями, попросту не может получить образцы грунта, расположенного на остаточной большой глубине – порядка 15-20 метров от поверхности – и, как следствие, не имеет исходных данных для составления подробной карты участка, на котором будет производиться строительство и для которого готовится строительный про-

ект. А это может служить не просто препятствием к строительству, но и поводом вовсе отказаться от площадки, данные по грунтам на которой неполны или субъективны.

Если статические исследования грунта работают по принципу «пока зонд движется», то для динамического способа характерны равновеликие по силе воздействия зонда на грунт: зонд вбивается в почву и слои грунта под ней, причем количество и сила ударов заранее известны. В результате определяется характер сопротивления грунтов, оценивается толщина слоев, взаиморасположение разных по толщине и плотности слоев.

Для динамического зондирования подходит (и используется) малогабаритное и не слишком мощное геологическое оборудование. Как следствие, область применения данного метода исследования грунтов достаточно узкая. Главным образом, речь идет об исследовании песчаных и глинистых грунтов, как естественного залегания, так и намывных и насыпных. Именно для песка и глины методика динамического исследования позволяет получить весьма точные и полные данные о структуре грунта, его физико-механических особенностях.



Совместно с методом статического зондирования, динамическое зондирование позволяет получить информацию, достаточную для разработки проекта строительства.

Хотя принципиально оборудование для зондирования грунтов динамическим методом одинаково – что в России, что в странах Западной Европы и США – отличия в оснащении буровой установки для проведения исследований грунта есть.

Стандартом является проведение зондирования с помощью молота весом 30, 60 или 120 килограммов, штангой в 42 мм (высота сбрасывания молота варьируется от 0,4 до 1 метра) и конического зонда. Для Европы и США вес молота составляет порядка 63 килограммов, а высота падения его – 0,76 метра при диаметре штанги в 30 мм.

Этапы зондирования:

- Геологическое оборудование монтируется на подготовленной площадке, выбирается соответствующая оснастка, чьи массогабаритные параметры не выходят за указанные выше пределы;
- После настройки производится забивание зонда в грунт ударами молота (количество ударов и высота падения фиксированы);
- После каждой серии ударов замеряется глубина погружения зонда в грунт;
- Зондирование прекращается, если глубина погружения зонда достигла проектной или в случаях, когда погружение зонда после очередной серии ударов молота не превышает 3-4 сантиметра делается вывод о высокой плотности грунта или о появлении в слоях глины и песка более плотного материала).

Характерной особенностью динамического зондирования является его непрерывность вплоть до момента, когда необходима замена или наращивание буровых штанг. По итогам зондирования составляется график – и именно в таком виде информация о плотности и чередования слоев грунта предоставляется для дальнейшей обработки.

В графике отражается наиболее важный показатель – условное динамическое сопротивление грунта. Вычисление его осуществляется по формуле:

$$P=kA\Phi/S$$

Ряд величин в этой формуле имеют вполне определенные значения, не нуждающиеся в вычислении и определяемые уже перед началом процедуры зондирования путем настройки буровой установки и её оснастки.

Так, A – удельная энергия зондирования, не может принимать других значений кроме 280, 1120 и 2800 Ньютонов на сантиметр. $A \Phi$ – коэффициент трения штанг о грунт – определяется по таблицам, так что в измерении тоже не нуждается, равно как и K – коэффициент, показывающий, сколько энергии при ударе молота было потеряно вследствие инерционности буровой установки.

Преимущества технологии динамического зондирования

Список преимуществ технологии – и это несмотря на явно второстепенное её положение среди методик исследования и испытания грунтов – весьма обширен. Вот только некоторые из них:

- Экономичность (буровые установки, которые используются для динамического зондирования, могут быть весьма малогабаритными и совсем не энергоёмкими);
- Возможность с высокой точностью определять структуру грунта на выделенной под строительство и благоустройство площадке;
- Простота настройки и работы, высокая производительность – геологическое оборудование для проведения динамического зондирования недорогое, простое в обслуживании и ремонте;
- Получение достоверной информации о структуре слоев грунта в условиях, когда другие методы исследований невозможны;
- Быстрота проведения исследования.

Хотя, теоретически, нет никаких противопоказаний для использования динамического зондирования на любых типах грунта, наибольшее распространение

методика получила при исследовании песчаных и песчано-глинистых грунтов. Особенно актуально проведение динамического исследования на площадках, где основу составляют песчаные грунты – по берегам водоемов, вокруг искусственных возвышений вроде насыпных холмов и дорог, поднятых на местностью, благоустроенных с использованием толстых песчаных подушек территорий. Именно здесь, в условиях, когда более дорогие технологии исследования ибо вообще невозможны, либо не отличаются экономичностью, динамическое зондирование показывает себя во всей красе.

Полевые методы исследования сжимаемости пород. И лабораторные, и полевые методы изучения пород при инженерно-геологических исследованиях имеют свои достоинства, и выбор тех или других определяется геологическими условиями, условиями строительства и стадией исследований. Полевые опыты проводятся в тех случаях, когда ввиду особенности текстуры пород или условий их залегания (например, при тонкослоистой перемежаемости) не представляется возможным взятие монолитов, удовлетворяющих требованиям, предъявляемым при лабораторном определении сопротивления сжатию и сдвигу.

Полевые испытания при исследовании устойчивости пород под действием вертикальной нагрузки, или, как их чаще называют, опытные нагрузки, являются наиболее распространенным видом полевых опытов при изучении пород в качестве основания.

Опыты с пробными нагрузками можно рассматривать в одних случаях как моделирование поведения сооружения, а в других – как средство получения данных для вычисления модуля сжимаемости и коэффициента бокового расширения пород в условиях их естественного залегания.

Моделирование природного или искусственно вызванного процесса возможно лишь в том случае, если между размерами модели и моделируемого объекта существует такое соотношение, при котором процесс, протекающий при проведении опыта, и процесс, происходящий в натуре (моделируемый), подчиняются одному и тому же закону. В данном случае это требование можно считать выполненным, если осадка штампа при заданной единичной нагрузке на него находится в прямой зависимости от его размера. При этом характер этой зависимости (например, прямолинейность) должен сохраняться при пользовании штампами различных размеров, достигающих до величин, соизмеримых с размерами площади основания фундамента, для проектирования которого проводятся исследования.

В соответствии с этим квадратный штамп, берется размером в 5000 см^2 . По результатам испытаний, проводимых при помощи такого штампа, выраженных в величинах осадки при заданной нагрузке, можно с достаточной для практики точностью вычислять величины ожидаемых осадок сооружения, исходя из закона пропорциональности между размером штампа и величиной его осадки. Надо, однако, заметить, что при этом подразумевается подобие формы штампа и площади основания, т. е. что фундамент имеет квадратную форму. Если фундамент под зданиями ленточный (как обычно), такое вычисление осадки является условным.

Использование опытов со штампом для определения ожидаемой осадки сооружений с очень большой площадью основания допустимо только условно, так как линейная закономерность возрастания осадки при очень больших размерах основания экспериментально еще не подтверждена и так как глубина зон, захва-

тываемых деформациями под штампом и фундаментом, зависит от размеров последних. Следовательно, ввиду неоднородного по глубине геологического строения сжимающихся толщ, под штампом размером в 5000 см^2 и фундаментом в $30 \times 70 \text{ м}$ будут деформироваться породы с разными свойствами. Поэтому предположение, что осадка штампа моделирует осадку, является недопустимым.

Ввиду изложенного опыты со штампом можно использовать только для получения модуля сжимаемости, обобщенного для пород в пределах активной зоны под штампом. А так как активная зона под штампом охватывает лишь верхние слои в активной зоне под сооружением с большой площадью основания, то, очевидно, опытов с нагрузками на штамп надо проводить несколько, на разных глубинах ниже предполагаемой отметки заложения подошвы фундамента.

Соответственно сказанному выше, при инженерно-геологических исследованиях надо проводить два типа испытаний пород основания опытными нагрузками:

1. в шурфах или на дне строительных котлованов, применяя большие штампы, соизмеримые с площадью подошвы фундамента (или с его шириной при ленточных фундаментах) и устанавливаемые на отметке предполагаемого заложения фундамента;
2. в буровых скважинах с применением малых штампов площадью в 300 см^2 , на разных глубинах в пределах активной зоны под фундаментом сооружения.

Если при опытах с большим штампом вычисляется обобщенный модуль сжимаемости для пород в активной зоне под штампом, а следовательно и под фундаментом (при соизмеримости их размеров), то при опытах с малым штампом в скважинах получают характеристики пород из отдельных пластов (если их мощность составляет около $0,5 \text{ м}$ и более). Поэтому отметки, на которых устанавливаются штампы в скважинах, следует выбирать, сообразуясь с геологическим разрезом, с расчетом получения характеристики всех пород способных деформироваться под нагрузкой, передаваемой на них от сооружения.

Укладка груза производится с расчетом повысить нагрузку на указанную ступень при легких (песчаных) породах за 1 час, а при тяжелых (глины) – за 2 часа.

После повышения нагрузки на каждую ступень наблюдают за возрастанием осадки штампа, пользуясь для этого измерительными приборами или приспособлениями, позволяющими производить измерения с точностью до $0,1 \text{ мм}$. Скорость осадки постепенно уменьшается, и когда она достигает $0,1 \text{ мм}$ за 2 часа, нагрузку повышают. Один или два раза за время опыта (обычно при достижении величины нагрузки 1 или 2, реже 4 кг/см^2) производят разгрузку для наблюдения за упругой отдачей породы.

Нагружение штампа указанными ступенями продолжают до тех пор, пока не отмечается:

1. разрушение породы вокруг штампа, выражающееся в ее выпирании или в образовании в ней трещин;
2. скачок в возрастании осадки при очередной ступени нагрузки
3. переход осадки в равномерную, продолжающуюся без прибавления груза.

Одновременно с записыванием наблюдений в журнал вычеркиваются графики осадок. Графики бывают двух видов: одни показывают зависимость осадки от времени при постоянной нагрузке, другие — зависимость осадки от величины

нагрузки. График первого вида характеризует скорость и время затухания осадки при данной ступени нагрузки. График второго вида характеризует величины конечных деформаций пород под штампом при разных величинах нагрузок.

10 Гравитационное, магнитное и электрическое поле Земли.

Гравитационное поле Земли выражается в распределении силы тяжести в Земле и на ее поверхности. По закону Ньютона все тела во Вселенной взаимно притягиваются, независимо от состава и расстояния между ними. Сила притяжения (сила тяжести) измеряется ускорением свободно падающего тела и обозначается в единицах, получивших название гал = 1 см/с², миллигал – тысячная доля гала. Средняя величина силы тяжести на земной поверхности исчисляется в 982 гала, или 982 см/с² (при 983 см/с² на полюсе и 978 см/с² на экваторе).

Сила тяжести на Земле зависит от многих причин. На практике установлено, что на распределение силы тяжести влияют: форма земной поверхности, состав пород, залегающих в недрах Земли; превышение точки наблюдения над уровнем моря и др. Ускорение свободного падения над поверхностью Земли определяется как гравитационной, так и центробежной силой, обусловленной вращением Земли.

Так, на полюсах ускорение силы тяжести больше, чем на экваторе на 5,7 гала. На каждый метр высоты сила тяжести уменьшается на 0,308 миллигала. В направлении от поверхности в глубь Земли сила тяжести возрастает в среднем на один миллигал на каждые 12 метров. Центробежное ускорение силы тяжести на экваторе достигает 3,392 гал. Максимальная величина ускорения силы тяжести, полученная расчетным путем, составляет 1037,7 см/с², или 1037 гал на глубине 2900 м. В ядре ускорение свободного падения начинает быстро снижаться, доходя в промежуточном слое «F» до 452 см/с², на глубине 6000 км оно оставляет 126 см/с², а в центре Земли равно нулю.

На характер изменения силы тяжести на поверхности Земли оказывают влияние различия в плотностях горных пород. Плотность горных пород разная и она меняется быстро как по поверхности Земли, так и в глубину. Поэтому на поверхности Земли фиксируются участки, отличные от средней величины силы тяжести. Известно, что сила тяжести напрямую зависит от плотности пород в конкретной точке земной поверхности. Соединяя точки с равными значениями силы тяжести, строят карты равного значения силы тяжести для различных участков поверхности Земли. Такие карты, на которых изображены аномалии силы тяжести, называются гравиметрическими. Изучение аномалий силы тяжести помогает при поисках рудных полезных ископаемых.

Кроме того, океанские приливы на Земле, запаздываемые ежедневно на 50 минут, возникают из-за изменения суммарного гравитационного действия Солнца и Луны, которое подвержено суточным, месячным и годичным вариациям, обусловленным вращением Земли, движением Луны по орбите вокруг Земли и движением Земли вокруг Солнца. Деформация за счет приливных сил Земли достигает 30 см, Луны - 40 см, водная поверхность поднимается до 1 метра, а в заливе Фапти (Атлантический океан) до 18 метров.

Электрическое поле Земли. Его сравнивают со сферическим конденсатором, отрицательный заряд которого находится в верхних слоях Земли, а положительный – в верхних слоях атмосферы. Нижние слои атмосферы выступают в качестве

изолятора. Напряженность электрического поля Земли изменяется от 130 В/м в средних широтах до 70-80 В/м у полюсов. Электрическое поле непостоянно по времени года, в течение суток и зависит от активности Солнца, различных атмосферных явлений, от изменения магнитного поля Земли. В то же время электрическое поле Земли, электрические токи, обязаны своим происхождением вращению оболочек Земли и конвекционному перемещению внутреннего вещества Земли, т.е. Земля работает как обычная динамомашинa, в которой механическая энергия перемешивающегося вещества системы накапливает возникающие электрические токи и связанный с ними магнетизм.

Магнитное поле Земли. Свыше 4000 лет назад человечество познакомилось со свойством природы, которое заставляет магнитную стрелку занимать ориентированное положение север-юг. Но прошло много времени, прежде чем в средние века английский ученый Уильм Гильберт (1540-1603) в книге «О магните, магнитных телах и большом магните – Земле», вышедшей в свет в 1600 г., сделал вывод, что Земля обладает магнитным полем. Происхождение главного магнитного поля Земли объясняют, как уже отмечалось выше, действием системы электрических токов, возникающих при вращении Земли в связи со сложными конвективными движениями в жидком внешнем ядре. Напряженность магнитного поля Земли колеблется от 0,6-0,7 эрстед у магнитных полюсов до 0,25-0,42 эрстед у экватора. Магнитное поле Земли продолжается в атмосфере, но сила его убывает пропорционально расстоянию в кубе. Магнитное поле Земли имеет полюса: северный и южный. Ученые установили, что северный магнитный полюс располагается в настоящее время вблизи Южного географического полюса (Земля Виктория в Антарктиде), а южный магнитный полюс – вблизи северного географического полюса (Северная Гренландия).

Магнитное поле Земли со временем меняет свое положение. Оно как бы «блуждает» по Земле. Можно восстановить положение магнитного поля Земли, которое оно занимало в древние геологические эпохи. Для этого используют палеомагнитный метод. По этому методу определяют намагниченность горных пород, приобретенную ими в момент образования (так называемая остаточная намагниченность). Оказалось, что все горные породы обладают остаточной намагниченностью. Так, магматические породы, кристаллизуясь из магмы, становятся магнитными и приобретают магнитное поле, которое существовало в этот момент. А осадочные породы намагничиваются в момент накопления осадка. В осадочных породах почти всегда присутствуют частички гематита, магнетита, титаномагнетита и др. (ферромагнитные минералы). Они-то и намагничиваются. По данным палеомагнитного метода установлено, что магнитное поле Земли меняет свое положение через каждые 1200-1500 лет, т.е. северный магнитный полюс становится южным, а южный – северным, т.е. происходят **инверсии** (от лат. «инверсио» – переворачивание) **магнитного поля**. Магнитные полюсы Земли и географические полюсы не совпадают. Между магнитным полюсом и географическим присутствует некоторый угол, равный около $11,5^\circ$, называемый магнитным склонением. Ось магнитного диполя сейчас наклонена к оси вращения Земли под углом $10,5^\circ$.

На Земле регистрируются три самые крупные магнитные аномалии: одна – между Енисеем и Леной, вторая – в Антарктиде и третья – в Канаде. Магнитные аномалии совершают полный оборот вокруг Земли, а само магнитное поле Земли уменьшается приблизительно на 0,15% за 100 лет.

Магнитное поле Земли и окружающего пространства в жизни планеты имеет

важное значение. Оно предохраняет Землю от магнитных солнечных бурь. Пространство, в котором проявляется напряженность магнитного поля, называется магнитосферой (рисунок 7).

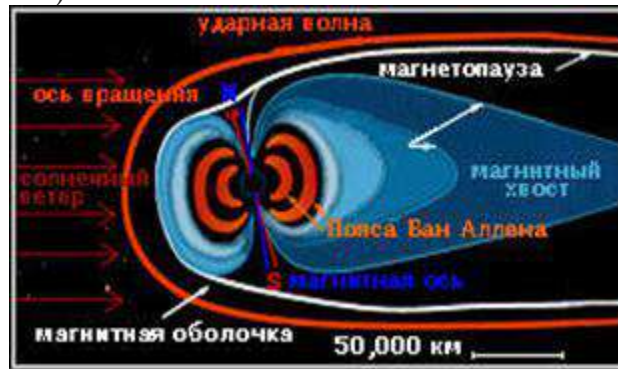


Рисунок 7 – Магнитное поле Земли

Со стороны, обращенной к Солнцу, магнитосфера сжата межпланетным полем и магнитным давлением солнечного ветра. Под действием солнечного ветра магнитосфера приобретает резко асимметричную форму. Вокруг Земли имеются две кольцеобразные области с высокой концентрацией высокоэнергичных электронов и протонов, которые были захвачены магнитным полем планеты. Пояса были обнаружены первым американским искусственным спутником Земли "Эксплорер-1", запущенным 31 января 1958 г. Пояса названы по имени Джеймса Ван Аллена – физика, руководившего экспериментом на "Эксплорере-1". Внутренний пояс Ван Аллена лежит над экватором на высоте около 0,8 земных радиусов. Во внешнем поясе область наибольшей концентрации находится на высоте от 2 до 3 земных радиусов над экватором, а обширная область, простирающаяся от внутреннего пояса до высоты 10 земных радиусов, содержит протоны и электроны более низкой энергии, которые, по-видимому, принесены в основном солнечным ветром. Поскольку магнитное поле Земли отклоняется от оси вращения планеты, внутренний пояс опускается вниз к поверхности в Южной части Атлантического океана, недалеко от побережья Бразилии. Эта Южноатлантическая аномалия представляет потенциальную опасность для искусственных спутников. В результате попадания в околоземное пространство электрически заряженных частиц, как правило, выбрасываемых из Солнца при солнечных вспышках, происходит существенное уменьшение горизонтальной компоненты магнитного поля Земли, продолжающееся обычно несколько часов, – это так называемая геомагнитная буря. Во время таких бурь наблюдаются полярные сияния, отмечаются нарушения радиосвязи, а в некоторых случаях ухудшается самочувствие людей. Магнитосфера вместе с радиационными поясами служит щитом от уничтожающего действия корпускулярного излучения Солнца и межпланетного магнитного поля.

11 Подразделение физических характеристик грунтов в зависимости от способа образования.

Для использования грунтов в строительных целях внешних отличительных признаков недостаточно, каждый грунт имеет свои, только ему присущие строительные свойства, наибольшее значение имеют физико-механические характеристики.

Изучение грунтов в лаборатории и полевых условиях позволяет определять их

физико-механические свойства, классифицировать по строительным нормам и определять несущую способность грунта и выполнять необходимые расчеты при проектировании зданий и сооружений.

В зависимости от способа определения физические характеристики подразделяются на две группы:

- *прямые* – определяются только опытным путем на основе лабораторных исследований (ρ (γ) – плотность грунта (определяется методом режущего кольца), ρ_s (γ_s) – плотность частиц грунта (определяется в лаборатории пикнометрическим методом), w (влажность – определяется в лаборатории высушиванием до и после взвешивания) и др.);
- *производные (косвенные)* – определяются только расчетными формулами (ρ_d (γ_d), S_r , n , e , I_p , I_L , и др.).

12 Водообмен подземных вод: круговорот воды в природе и уравнение его баланса, интенсивность водообмена подземных вод.

В природе распространены атмосферные (дождь, облака, туман), поверхностные (океан, море, реки) и подземные воды. Единство вод на Земле проявляется в ходе их круговорота.

Различают большой, малый и внутренний (местный) круговорот воды. При большом круговороте испарившаяся с поверхности Мирового океана влага переносится на сушу, где выпадает в виде осадков, которые вновь возвращаются в океан в виде поверхностного и подземного стока.

Малый круговорот характеризуется испарением влаги с поверхности океана и выпадением её в виде осадков на ту же водную поверхность. В ходе внутреннего круговорота испарившаяся с поверхности суши влага вновь попадает на сушу в виде атмосферных осадков.

Интенсивность водообмена подземных вод. В процессе круговорота воды в природе происходит постоянное возобновление природных вод, в том числе и подземных. Процесс смены первоначально накопившихся вод поступающими вновь называют водообменом. Подсчитано, что в круговороте воды на Земле ежегодно участвует более 500 тыс. км³ воды. Наиболее активно возобновляются речные воды (см.табл. 1).

Объём гидросферы и интенсивность водообмена

Части гидросферы	Объём всей воды, тыс. км ³	Объём пресных вод, тыс. км ³	Интенсивность водообмена, число лет
Мировой океан	1370000	-	3000
Подземные воды	60000	4000	5000
Ледники	24000	24000	8600
Озёра	280	155	10
Почвенная влага	85	83	1
Пары атмосферы	14	14	0,027
Речные воды	1,2	1,2	0,032

Интенсивность водообмена подземных вод различна и зависит от глубины их залегания. По Н.К. Игнатовичу, в верхней части земной коры выделяют следующие вертикальные зоны:

1) Зона интенсивного водообмена (воды преимущественно пресные) расположена в самой верхней части земной коры до глубины 300-400 м, реже более. Подземные воды этой зоны дренируются реками; в масштабе геологического времени – это воды молодые; водообмен осуществляется за десятки и тысячи лет;

2) Зона медленного водообмена (воды солоноватые и солёные) занимает промежуточное положение и располагается до глубины 600-2000 м. Обновление вод в процессе круговорота происходит в течение сотен тысяч лет;

3) Зона весьма замедленного водообмена (воды типа рассолов) приурочена к глубоким зонам земной коры и полностью изолирована от поверхностных вод и атмосферных осадков. Водообмен – в течение сотен миллионов лет.

Наибольшее значение для водоснабжения имеют подземные воды, циркулирующие в зоне интенсивного водообмена. Постоянно пополняясь атмосферными осадками и водами поверхностных водоёмов, они, как правило, отличаются значительными запасами и высоким качеством. Воды двух нижних зон, расположенных до глубины 10-15 км, практически в процессе круговорота не возобновляются, запасы их не пополняются.

Ниже глубины 10-15 км вода предположительно находится в парообразном состоянии.

Количественное выражение круговорота воды. Круговорот воды в природе количественно описывается уравнением водного баланса

$$Q_{a.o} = Q_{подз} + Q_{пов} + Q_{и}$$

где:

$Q_{a.o}$ - количество атмосферных осадков;

$Q_{подз}$ – подземный сток;

$Q_{пов}$ – поверхностный сток;

$Q_{и}$ – испарение.

Основные расходные ($Q_{подз}$ $Q_{пов}$ $Q_{и}$) и приходные ($Q_{a.o}$) статьи водного баланса зависят от природных условий, главным образом от климата, рельефа и геологического строения изучаемого района.

Изучение водного баланса отдельных районов или земного шара в целом необходимо для целенаправленного преобразования круговорота воды, в частности для увеличения запасов пресных подземных вод, используемых для водоснабжения.

Список литературы

1. **Дудинцева, И.Л.** Инженерная геология: задание на контрольную работу— Москва: РГОТУПС, 2008. – 34 с.
2. **Ананьев, В. П.** Инженерная геология: учеб. для строит. вузов / В. П. Ананьев, А. Д. Потапов. – М.: Высш. шк., 2000. – 511 с.
3. **Безрук, В. М.** Геология и грунтоведение: учеб. для вузов / В.М. Безрук. – М.: Недра, 1984. – 224 с.
4. **Ларионов, А. К., Ананье, В.П.** Основы минералогии, петрографии и геологии: учеб. для вузов. – М.: Высшая школа, 1969. – 463 с.
5. **Беспалова М.В.** Инженерная геология: лабораторный практикум в 4-х частях.

3 РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

3.1 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

1. Инженерная геология как наука.
2. Основные направления инженерной геологии. Методы науки.
3. Основные сведения о Земле.
4. Строение атмосферы.
5. Строение литосферы.
6. Внутренние оболочки Земли.
7. Наружные оболочки Земли.
8. Гипотезы о происхождении Земли.
9. Определение минерала, физические свойства минералов.
10. Классификация минералов. Представители каждого класса, химические формулы.
11. Петрография. Горные породы. Основные генетические типы горных пород (определения).
12. Определение понятий «структура», «текстура».
13. Магматические породы (классификация, формы залегания).
14. Структура, текстура, трещиноватость магматических пород, их инженерно-геологическая характеристика, использование в строительстве.
15. Метаморфические породы (классификации, типы метаморфизма).
16. Инженерно-геологическая характеристика метаморфических пород, использование их в строительстве.
17. Общая характеристика осадочных горных пород, их особенности, стадии формирования. Классификация.
18. Классификация обломочных горных пород, их инженерно-геологическая характеристика, использование в строительстве.
19. Органогенные, хемогенные и породы смешанного происхождения. Использование в строительстве.
20. Стратиграфия. Относительный и абсолютный возраст горных пород. Методы определения абсолютного возраста горных пород. Геохронологическая шкала.
21. Гидрогеология как наука. Гипотезы происхождения подземных вод.
22. Классификация подземных вод по условиям залегания.
23. Верховодка и грунтовые воды.
24. Артезианские воды. Классификация подземных вод по гидравлическим свойствам.
25. Физические свойства и химический состав подземных вод.
26. Динамика подземных вод. Закон Дарси. Закон Краснопольского.
27. Коэффициент фильтрации. От чего зависит. Методы определения.
28. Начальный градиент фильтрации, определение, схема, с какими связан процессами. Типы водозаборов.
29. Грунтоведение. Задачи грунтоведения. Определение понятий «грунт», «искусственный грунт». Структурные связи в грунтах.
30. Фазовый состав грунта. Виды воды в грунтах.

31. Классификация грунтов по СТБ 943-2007.
32. Строительная классификация крупнообломочных и песчаных грунтов.
33. Глинистые грунты. Пластичность, консистенция, липкость, набухание, усадка.
34. Классификационные характеристики глинистых грунтов. Использование глины в строительстве.
35. Гранулометрический состав грунтов. Методы его определения и области применения.
36. Физические свойства грунтов (плотность грунта, плотность частиц, плотность скелета грунта, плотность грунта под водой).
37. Физические свойства грунтов (влажность, степень влажности, пористость, коэффициент пористости).
38. Механические свойства грунтов. Показатели прочностных свойств.
39. Механические свойства грунтов. Показатели деформационных свойств.
40. Теплофизические, электрические, капиллярные свойства грунтов.
41. Лессовые грунты, состав, особенности и происхождение. Просадочные явления в лессовых грунтах.
42. Инженерно-геологическая характеристика илов, торфов и заторфованных грунтов.
43. Инженерно-геологическая характеристика насыпных, намывных и засоленных грунтов.
44. Тектонические движения, классификация (формы складок, разрывных нарушений, геосинклинали, платформы).
45. Сейсмические явления (виды землетрясений, причины, интенсивность, магнитуда).
46. Выветривание горных пород (определение, типы, грунты).
47. Оврагообразование. Сели.
48. Геологическая работа рек. Типы долин, речные отложения.
49. Геологическая работа ледников.
50. Геологическая работа морей, озер и водохранилищ.
51. Геологическая работа ветра.
52. Болота, заболоченные территории.
53. Плывуны, зыбучие пески.
54. Обвальные явления и суффозия.
55. Карст. Классификации, причины, противокарстовые мероприятия.
56. Оползни.
57. Мерзлые грунты, строение, мощности, причины образования. Методы строительства на многолетней мерзлоте.
58. Процессы, связанные с многолетней мерзлотой.
59. Методы технической мелиорации (цементация, силикатизация, смолизация, битумизация).
60. Методы технической мелиорации (термическое укрепление, электрохимический способ, электросиликатизация, замораживание, осушение).
61. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Этапы и стадии проектирования.

62. Инженерно-геологическая съемка. Этапы. Масштаб.
63. Категории сложности геологических условий и их характеристика.
64. Горнопроходческие работы (бурение, горные выработки).
65. Геофизические методы и аппаратура.
66. Полевые опытные работы. Определение водных свойств водоносных горизонтов.
67. Полевые опытные работы. Исследование деформационных свойств горных пород.
68. Полевые опытные работы. Режимные стационарные наблюдения. Лабораторные и камеральные работы.

3.2 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

1. Содержание инженерной геологии как науки. Научные направления. Современные проблемы инженерной геологии.
2. Основные сведения о Земле. Строение атмосферы.
3. Строение литосферы. Типы воздействия человека на литосферу. Техногенез.
4. Физические параметры Земли. Внутренние оболочки Земли.
5. Наружные оболочки Земли.
6. Гипотезы о происхождении Земли.
7. Определение минерала, физические свойства минералов.
8. Классификация минералов. Представители каждого класса, химические формулы.
9. Петрография. Горные породы. Основные генетические типы горных пород (определения). Определение понятий «структура», «текстура».
10. Магматические породы (классификация, формы залегания).
11. Структура, текстура, трещиноватость магматических пород, их инженерно-геологическая характеристика, использование в строительстве.
12. Метаморфические породы (классификации, типы метаморфизма).
13. Инженерно-геологическая характеристика метаморфических пород, использование их в строительстве.
14. Общая характеристика осадочных горных пород, их особенности, стадии формирования. Классификация.
15. Классификация обломочных горных пород, их инженерно-геологическая характеристика, использование в строительстве.
16. Органогенные, хемогенные и породы смешанного происхождения. Использование в строительстве.
17. Стратиграфия. Относительный и абсолютный возраст горных пород. Методы определения абсолютного возраста горных пород. Геохронологическая шкала.
18. Гидрогеология как наука. Гипотезы происхождения подземных вод.
19. Учет гидрогеологических условий при строительстве. Режим подземных вод. Главные причины колебаний уровня грунтовых вод.
20. Классификация подземных вод по условиям залегания. Верховодка и грунтовые воды.
21. Артезианские воды. Классификация подземных вод по гидравлическим свойствам.
22. Физические свойства и химический состав подземных вод.
23. Динамика подземных вод. Закон Дарси. Закон Краснопольского.
24. Коэффициент фильтрации. От чего зависит. Методы определения.
25. Начальный градиент фильтрации, определение, схема, с какими связан процессами. Типы водозаборов.
26. Грунтоведение. Задачи грунтоведения. Определение понятий «грунт», «искусственный грунт». Структурные связи в грунтах.

27. Фазовый состав грунта. Виды воды в грунтах.
28. Классификация грунтов по СТБ 943-2007.
29. Крупнообломочные и песчаные грунты. Классификация.
30. Глинистые грунты. Пластичность, консистенция, липкость, набухание, усадка.
31. Классификационные характеристики глинистых грунтов. Использование глины в строительстве.
32. Гранулометрический состав грунтов. Методы его определения и области применения.
33. Физические свойства грунтов (плотность грунта, плотность частиц, плотность скелета грунта, плотность грунта под водой).
34. Физические свойства грунтов (влажность, степень влажности, пористость, коэффициент пористости).
35. Механические свойства грунтов. Показатели прочностных свойств.
36. Механические свойства грунтов. Показатели деформационных свойств.
37. Теплофизические, электрические, капиллярные свойства грунтов.
38. Лессовые грунты, состав, особенности и происхождение. Просадочные явления в лессовых грунтах.
39. Инженерно-геологическая характеристика илов, торфов и заторфованных грунтов.
40. Инженерно-геологическая характеристика насыпных, намывных и засоленных грунтов.
41. Тектонические движения, классификация (формы складок, разрывных нарушений, геосинклинали, платформы).
42. Сейсмические явления (виды землетрясений, причины, интенсивность, магнитуда).
43. Выветривание горных пород (определение, типы, грунты).
44. Оврагообразование. Сели.
45. Геологическая работа рек. Типы долин, речные отложения.
46. Геологическая работа ледников.
47. Геологическая работа морей, озер и водохранилищ.
48. Геологическая работа ветра.
49. Болота, заболоченные территории.
50. Пылуны, зыбучие пески.
51. Обвальные явления и суффозия.
52. Карст. Классификации, причины, противокарстовые мероприятия.
53. Оползни.
54. Мерзлые грунты, строение, мощности, причины образования. Методы строительства на многолетней мерзлоте.
55. Процессы, связанные с многолетней мерзлотой.
56. Методы технической мелиорации (цементация, силикатизация, смолизация, битумизация).
57. Методы технической мелиорации (термическое укрепление, электрохимический способ, электросиликатизация, замораживание, осушение).

58. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Этапы и стадии проектирования.
59. Инженерно-геологическая съемка. Этапы. Масштаб.
60. Категории сложности геологических условий и их характеристика.
61. Горнопроходческие работы (бурение, горные выработки).
62. Геофизические методы и аппаратура.
63. Полевые опытные работы. Определение водных свойств водоносных горизонтов.
64. Полевые опытные работы. Исследование деформационных свойств горных пород.
65. Полевые опытные работы. Режимные стационарные наблюдения. Лабораторные и камеральные работы.

3.3 КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ ПРИ ТЕКУЩЕМ И ИТОГОВОМ КОНТРОЛЕ

Текущий контроль знаний студентов

При подготовке к лабораторным работам студенты проводят самостоятельную работу по подготовке к выполнению лабораторных работ, и подготовке отчетов по лабораторным работам. Правила и образцы оформления отчетов по лабораторным работам, имеются в учебной лаборатории кафедры.

В качестве текущего контроля успеваемости студентов применяются индивидуальные собеседования при защите студентами лабораторных работ и тестовые задания по лекционному материалу.

Показателем успеваемости студента является выполнение необходимого минимума всех видов задания на лабораторных занятиях в течение семестра.

Итоговый контроль знаний студентов

Итоговый контроль знаний студентов проводится на зачете.

КРИТЕРИИ ОЦЕНОК КОНТРОЛЬНЫХ СРОКОВ (КС)

10 баллов (А) заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного программного материала, самостоятельно выполнивший все предусмотренные программой задания, глубоко усвоивший основную и дополнительную литературу, рекомендованную программой, активно работавший на практических, семинарских, лабораторных занятиях, разбирающийся в основных научных концепциях по изучаемой дисциплине, проявивший творческие способности и научный подход в понимании и изложении учебного программного материала, ответ отличается богатством и точностью использованных терминов, материал излагается последовательно и логично.

9 баллов заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое знание учебного программного материала, самостоятельно выполнивший все предусмотренные программой задания, глубоко усвоивший основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой, активно работавший на практических, семинарских, лабораторных занятиях, показавший систематический характер знаний по дисциплине, достаточный для дальнейшей учебы, а также способность к их самостоятельному пополнению, ответ отличается точностью использованных терминов, материал излагается последовательно и логично.

8 баллов заслуживает студент, обнаруживший полное знание учебно-программного материала, не допускающий в ответе существенных неточностей, самостоятельно выполнивший все предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой, активно работавший на практических, семинарских, лабораторных занятиях, показавший систематический характер знаний по дисциплине, достаточный для дальнейшей учебы, а также способность к их самостоятельному пополнению.

7 баллов заслуживает студент, обнаруживший достаточно полное знание учебно-программного материала, не допускающий в ответе существенных неточностей, самостоятельно выполнивший все предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой, активно работавший на практических, семинарских, лабораторных занятиях, показавший систематический характер знаний по дисциплине, достаточный для дальнейшей учебы, а также способность к их самостоятельному пополнению.

6 баллов заслуживает студент, обнаруживший достаточно полное знание учебно-программного материала, не допускающий в ответе существенных неточностей, самостоятельно выполнивший основные предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой, отличавшийся достаточной активностью на практических (семи-

нарских) и лабораторных занятиях, показавший систематический характер знаний по дисциплине, достаточный для дальнейшей учебы.

5 баллов заслуживает студент, обнаруживший знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, не отличавшийся активностью на практических (семинарских) и лабораторных занятиях, самостоятельно выполнивший основные предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой, однако допустивший некоторые погрешности при их выполнении и в ответе, но обладающий необходимыми знаниями для их самостоятельного устранения.

4 балла заслуживает студент, обнаруживший знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, не отличавшийся активностью на практических (семинарских) и лабораторных занятиях, самостоятельно выполнивший основные предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой, однако допустивший некоторые погрешности при их выполнении и в ответе, но обладающий необходимыми знаниями для устранения под руководством преподавателя допущенных погрешностей.

3 балла заслуживает студент, обнаруживший знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, не отличавшийся активностью на практических (семинарских) и лабораторных занятиях, самостоятельно выполнивший основные предусмотренные программой задания, однако допустивший погрешности при их выполнении и в ответе, но обладающий необходимыми знаниями для устранения под руководством преподавателя наиболее существенных погрешностей.

2 балла выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях или отсутствие знаний по значительной части основного учебно-программного материала, не выполнившему самостоятельно предусмотренные программой основные задания, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, не отработавшему основные практические, семинарские, лабораторные занятия, допускающему существенные ошибки при ответе, и который не может продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

1 балл — отсутствие знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта или отказ от ответа (отказ от ответа, представленный ответ полностью не по существу содержащихся в задании вопросов).

0 баллов (не аттестован) – получает студент, систематически пропускавший занятия без уважительной причины.

+ получает студент, не изучающий дисциплину.

у – получает студент, пропускавший занятия по уважительной причине.

4 ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

Учреждение образования
«Белорусский государственный университет транспорта»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета ИТ С

 А. Г. Ташкинов

«25» 06 2014 г.

Регистрационный № УД- 24.45 /р.

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:
1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство»

Факультет *Промышленное и гражданское строительство*
Кафедра *Строительные конструкции, основания и фундаменты*
Курс *2*
Семестр *4*
Лекции *18 часов*
Лабораторные занятия *16 часов* Зачет *4 семестр*
Всего аудиторных часов по дисциплине *34*
Всего часов по дисциплине *70*
Форма получения высшего образования *дневная*

Составила *М.В. Беспалова, старший преподаватель*

2014 г.

Учебная программа составлена на основе типовой программы «Инженерная геология»

«28» декабря 2011, регистрационный № ТД-Л.093/тип.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению в качестве рабочего варианта на заседании кафедры «Строительные конструкции, основания и фундаменты»

«10» 06 2014

Протокол № 8

Заведующий кафедрой

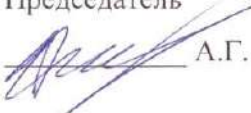
 В.В. Талецкий

Одобрена и рекомендована к утверждению методическим советом факультета «Промышленное и гражданское строительство»

«25» 06 2014

Протокол № 7

Председатель

 А.Г. Ташкинов

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Актуальность изучения учебной дисциплины

Инженерная геология рассматривается как наука о геологической среде и ее взаимодействии с инженерными сооружениями. Геологическая среда – это верхняя часть земной коры, служащая телом или основанием этих сооружений. От характера и степени ее взаимодействия с инженерными сооружениями во многом зависит их надежность и долговечность.

Программа разработана на основе компетентностного подхода, требований к формированию компетенций, сформулированных в образовательных стандартах ОСВО 1-70 02 01-2013 «Промышленное и гражданское строительство».

Дисциплина относится к циклу общепрофессиональных и специальных дисциплин, осваиваемых студентами специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство».

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель дисциплины – научить студентов понимать законы формирования природной среды и происходящих в ней изменений при воздействии человека и на основе этих законов обеспечивать взаимодействие искусственных сооружений с природной средой с минимальным ущербом для нее и наиболее экономично, а также проектировать и возводить сооружения для защиты природной среды от вредных техногенных воздействий.

Задачи дисциплины:

- изложить основные научные направления инженерной геологии как науки о геологической среде, ее свойствах, динамике, рациональном использовании и охране в связи с инженерно-хозяйственной деятельностью человека;
- научить оценивать геологические условия и физические свойства горных пород района строительства;
- дать представление о мониторинге и на основе контроля и системы наблюдений научить составлять надежные прогнозы взаимодействия инженерных сооружений с геологической средой.

Требования к уровню освоения содержания учебной дисциплины

В результате изучения дисциплины студент должен закрепить и развить следующие академические (АК) и социально-личностные (СЛК) компетенции, предусмотренные в образовательном стандарте ОСВО 1-70 02 01-2013:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом;

АК-3. Владеть исследовательскими навыками;

АК-4. Уметь работать самостоятельно;

АК-5. Быть способным выдвигать новые идеи (обладать креативностью);

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем;

АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером;

СЛК-2. Быть способным к социальному взаимодействию;

СЛК-6. Уметь работать в коллективе.

В результате изучения дисциплины студент должен овладеть следующими профессиональными компетенциями (ПК), предусмотренными образовательным стандартом ОСВО 1-70 02 01-2013:

ПК-3. Анализировать и оценивать результаты работы и полученные данные в области промышленного и гражданского строительства;

ПК-10. Проектировать конструктивные схемы зданий и сооружений различного функционального назначения в составе группы специалистов или самостоятельно;

ПК-14. Определять актуальные направления научных исследований в области строительства с целью внедрения в практику эффективных строительных материалов, конструкций и технологий;

ПК-15. Организовать работу по подготовке рефератов, научных статей и заявок на изобретения в области промышленного и гражданского строительства;

ПК-24. Осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективам развития строительной отрасли, инновационным технологиям, проектам и решениям.

Для приобретения профессиональных компетенций в результате изучения дисциплины студент должен

знать:

- основы геологии и гидрогеологии;
- основные геодинамические процессы и методы борьбы с ними;
- методы расчета притока подземных вод к горным выработкам;
- водно-физические свойства грунтов и методы их определения;
- назначение и состав инженерно-геологических изысканий;

уметь:

- строить геологическую колонку, инженерно-геологический разрез, карту гидроизогипс;
- рассчитывать скорость фильтрации подземных вод и напорный градиент потока по карте гидроизогипс; приток подземных вод к каналу и скважине;
- определять основные породообразующие минералы и горные породы;

владеть:

- методикой анализа геологической документации, получаемой при инженерно-геологических изысканиях, и применять ее для проектных целей при создании проектов гражданского и промышленного строительства;
- методикой составления описания геологического строения и гидрогеологических условий площадки территории строительства;
- методикой расчета притока подземных вод к горным выработкам.

Структура содержания учебной дисциплины

Содержание дисциплины представлено в виде тем, которые характеризуются относительно самостоятельными укрупненными дидактическими единицами содержания обучения. Содержание тем опирается на приобретенные ранее студентами компетенции при изучении дисциплин «Инженерная геодезия», «Строительные материалы и изделия» и «Химия».

Трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы. Рекомендуемая форма контроля – зачет.

Методы (технологии) обучения

Основными методами (технологиями) обучения, отвечающими целям изучения дисциплины, являются:

- элементы проблемного обучения (проблемное изложение, вариантное изложение, частично-поисковый метод), реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, реализация творческого подхода, реализуемые на лабораторных занятиях и при самостоятельной работе.

Организация самостоятельной работы студентов

При изучении дисциплины используется следующая форма самостоятельной работы:

- контролируемая самостоятельная работа в виде решения индивидуальных задач в аудитории во время проведения лабораторных занятий под контролем преподавателя в соответствии с расписанием;
- подготовка рефератов по индивидуальным темам, в том числе с использованием патентных материалов.

Диагностика компетенций студента

Оценка учебных достижений студента при защите лабораторных работ и на зачете проводится по системе зачет (незачет).

Оценка промежуточных учебных достижений студентов осуществляется в соответствии с десятибалльной шкалой оценок.

Для оценки достижений студентов используется следующий диагностический инструментарий (в скобках – какие компетенции проверяются):

- выступление студента на конференции по подготовленному реферату (АК-1–АК-4, СЛК-2, СЛК-6, ПК-3, ПК-15, ПК-24);
- проведение текущих контрольных опросов по отдельным темам (АК-1–АК-6, СЛК-2, ПК-3, ПК-14, ПК-15, ПК-24);
- защита выполненных лабораторных работ (АК-1–АК-6, ПК-3, ПК-14);
- сдача зачета по дисциплине (АК-1–АК-6, СЛК-2, СЛК-6, ПК-3, ПК-10, ПК-14, ПК-15, ПК-24).

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Введение

Инженерная геология, ее объект, содержание и связь с другими науками. Значение инженерной геологии для промышленного и гражданского строительства. Роль инженерной геологии при охране геологической среды.

Влияние местных геологических факторов на местоположение древних городов. Геология и планирование.

Тема 2. Основные сведения о Земле. Минералы. Горные породы

Строение и состав Земли. Развитие Земли и земной коры во времени. Основные физические характеристики Земли. Гипотезы происхождения Земли (Канта-Лапласа, О.Шмидта, В.Г.Фесенкова). Возраст горных пород, относительная геохронология, абсолютная геохронология; стратиграфическая шкала.

Минералы. Понятие о минералах, их физические свойства (цвет, блеск, прозрачность, твердость, спайность, излом); классификация. Главнейшие породообразующие минералы.

Горные породы. Понятие о горных породах, их классификация по генезису.

Магматические горные породы. Классификация по химическому составу, по условиям образования; формы залегания, структура. Текстура. Инженерно-геологические характеристики.

Осадочные горные породы, их особенности, классификация по происхождению. Классификация обломочных осадочных пород. Генетические типы и их инженерно-геологическая оценка.

Метаморфические горные породы. Условия образования, виды метаморфизма; текстура и классификация пород; их инженерно-геологическая характеристика.

Тема 3. Основы гидрогеологии

Понятие о гидрогеологии как науке; происхождение подземных вод. Классификация подземных вод: верховодка, грунтовые воды, артезианские. Их характеристика по гидравлическому характеру, условиям залегания, особенностям режима. Понятие о капиллярной кайме. Классификация подземных вод по условиям залегания (пластовые, трещинные, карстовые); их характеристика.

Физические свойства и химический состав подземных вод. Оценка агрессивности вод и их пригодности для питьевого и водохозяйственного водоснабжения.

Динамика подземных вод. Основной закон движения подземных вод – закон Дарси. Понятие о коэффициенте фильтрации, проницаемость, гидравлический градиент, гидроизогипсы. Определение направления и скорости течения подземных вод, коэффициента фильтрации (полевые, лабораторные методы). Гидрогеология Беларуси.

Тема 4. Основы грунтоведения

Понятие о грунтах, структурные связи в грунтах (кристаллизационные, коагуляционные, коагуляционно-кристаллизационные).

Виды воды в грунтах (прочносвязная, слабосвязная; капиллярная, гравитационная), их характеристика. Влажность грунтов; степень влажности – методы

определения, где используется. Характерные влажности глинистых грунтов, число пластичности, показатель текучести – методы определения, расчетные формулы. Классификация глинистых грунтов. Набухание и усадка грунтов.

Гранулометрический состав грунтов, методы определения. Классификация крупнообломочных грунтов. Классификация грунтов по СТБ 943-93.

Плотность частиц грунта, плотность грунта и плотность сухого грунта. Понятие, формулы для расчета, примеры численных значений для различных грунтов, где используются.

Пористость и коэффициент пористости, понятие и формулы для определения. Классификация песчаных грунтов.

Механические свойства грунтов. Деформационные свойства, структурная прочность, компрессионная кривая, коэффициент сжимаемости, модули общих, упругих, остаточных деформаций. Области применения.

Прочностные свойства. Удельное сцепление, коэффициент внутреннего трения, угол внутреннего трения – определение и области применения.

Грунты особого состава и свойств. Лессовые грунты: определение, особенности, классификация. Илы: определение, классификация, инженерно-геологическая характеристика. Торфы и заторфованные породы: определение, особенности строительства.

Примеры градостроительных ошибок из-за недоучета грунтовых условий.

Тема 5. Процессы внутренней динамики Земли

Тектонические нарушения (складчатые и разрывные). Скальные нарушения, классификация складок. Разрывные нарушения, примеры. Примеры влияния тектонических нарушений на инженерно-геологические условия строительства. Влияние формы залегания слоев горных пород на условия строительства. Колебательные движения земной коры, неотектонические движения.

Сейсмические влияния. Определение, классификация по происхождению, примеры. Гипоцентр и эпицентр. Магнитуда землетрясений, 9-ти бальная шкала Рихтера, 12-ти бальная шкала. Влияние инженерно-геологических особенностей территории на приращение сейсмической бальности. Особенности строительства в сейсмических районах.

Тема 6. Процессы внешней динамики Земли

Выветривание пород: химическое, физическое, биологическое; агенты выветривания. Элювий, инженерно-геологическая оценка элювия.

Геологическая работа текучих вод. Определение, формирование делювия. Оврагообразование, противоэрозионные мероприятия. Сели, определение, примеры, меры защиты. Геологическая работа рек, определение, строение речных долин, формирование аллювиальных отложений. Особенности строительства на пойменных территориях.

Геологическая работа ледников. Определение, классификация ледников. Инженерно-геологическая оценка ледниковых отложений.

Геологическая работа морей и озер. Абразия. Противоабразионная защита.

Болота. Определение, классификация по генезису и строительная. Строительство на болотах и заболоченных территориях.

Геологическая работа ветра. Определение, примеры, меры защиты от подвижных песков.

Тема 7. Основы инженерной геодинамики

Процессы, связанные с деятельностью подземных вод. Плывуны, определение. Характеристика псевдоплывунов и истинных плывунов. Суффозия. Определение, условия возникновения, предупреждение суффозии.

Процессы, связанные с деятельностью поверхностных и подземных вод. Карст. Определение, распространение, классификация. Противокарстовые мероприятия.

Процессы, связанные с деятельностью гравитационных сил. Оползни – определение, строение, классификация, причины образования. Противооползневые мероприятия. Обвальные явления.

Многолетняя мерзлота. Определение, распространение. Процессы, возникающие при промерзании и оттаивании горных пород: морозное пучение, наледи, термокарст, солифлюкция. Особенности строительства на многолетнемерзлых грунтах.

Тема 8. Инженерно-геологические изыскания для строительства

Задачи и цели инженерно-геологических изысканий, основные виды работ, выполняемых в практике инженерно-геологических изысканий.

Инженерно-геологическая съемка, выбор масштаба, содержание съемочных работ.

Разведочные работы. Определение, содержание разведочных работ. Применение геофизических методов разведки, бурение скважин, проходка горных выработок.

Полевые опытные работы. Определение водных свойств водоносных горизонтов. Исследование деформационных свойств (метод пробных статических нагрузок, прессиометрия). Определение прочностных свойств грунтов (методом плоского сдвига и вращательного среза). Зондирование горных пород. Лабораторные и камеральные работы.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА

Номер темы	Название темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов			Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Форма контроля знаний
		лекции	практические занятия	лабораторные занятия			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Введение (2 ч.) Взаимосвязь с другими науками; краткая история становления и развития, основоположники инженерной геологии. Влияние местных геологических факторов на местоположение древних городов. Геология и планирование.	2			методические пособия и др.	[1,3,4,5,6]	
2	Основные сведения о Земле. Минералы. Горные породы (14 ч.)	4		10			
2.1	Строение и состав Земли. Основные физические характеристики Земли. Возраст горных пород, относительная геохронология, абсолютная геохронология; стратиграфическая шкала.	2		2	методические пособия и др.	[1,3,4,5,6,9]	контр. раб.
2.2	Минералы. Горные породы. Магматические горные породы. Осадочные горные породы. Метаморфические горные породы. Особенности, классификация.	2		8	методические пособия и др.	[1,3,4,5,6,9,18,19]	контр. раб.
3	Основы гидрогеологии (5 ч.)	3		2			
3.1	Классификация подземных вод. Характеристика по гидравлическому характеру, условиям залегания, особенностям режима. Физические свойства и химический состав подземных вод.	2			методические пособия и др.	[2,7,10,13,14,15,20]	контр. раб.
3.2	Динамика подземных вод. Понятие о коэффициенте фильтрации, проницаемость, гидравлический градиент, гидроизогипсы. Определение направления и скорости течения подземных вод.	1		2	методические пособия и др.	[2,7,10,13,14,15,20]	контр. раб.
4	Основы грунтоведения (3 ч.)	3					
4.1	Понятие о грунтах, структурные связи в грунтах. Виды воды в грунтах. Влажность грунтов, степень влажности. Число пластичности, показатель текучести. Классификация глинистых грунтов. Набухание и усадка грунтов. Гранулометрический состав грунтов. Плотность частиц грунта, плотность грунта и плотность сухого грунта. Пористость и коэффициент пористости.	2			методические пособия и др.	[1,2,8,11]	контр. раб.
4.2	Механические, деформационные свойства, прочностные свойства.	1			методические пособия и др.	[1,2,11]	контр. раб.

1	2	3	4	5	7	8	9
5	Процессы внутренней динамики Земли (1 ч.) Тектонические нарушения. Колебательные движения земной коры, неотектонические движения. Сейсмические влияния. Определение, классификация по происхождению, примеры. Особенности строительства в сейсмических районах.	1			методические пособия и др.	[1,2,3,4,6]	контр. раб.
6	Процессы внешней динамики Земли (2 ч.) Выветривание пород. Оврагообразование, противозрозионные мероприятия. Сели. Геологическая работа рек. Особенности строительства на пойменных территориях. Геологическая работа ледников. Геологическая работа морей и озер. Абразия. Противоабразионная защита. Болота. Строительство на болотах и заболоченных территориях. Геологическая работа ветра. Меры защиты от подвижных песков.	2			методические пособия и др.	[1,2,3,4,6]	контр. раб.
7	Основы инженерной геодинамики (1 ч.) Плывуны. Суффозия. Карст. Оползни. Обвальные явления. Классификация, причины образования. Многолетняя мерзлота. Особенности строительства на многолетнемерзлых грунтах.	1			методические пособия и др.	[1,2,3,4]	
8	Инженерно-геологические изыскания для строительства (6 ч.) Задачи и цели инженерно-геологических изысканий. Инженерно-геологическая съемка. Разведочные работы. Полевые опытные работы. Лабораторные и камеральные работы.	2		4	методические пособия и др.	[1,2,3,4,9,21]	зач.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Пешковский Л.М., Перескокова Т.М. Инженерная геология. – М., 1982, – 340 с.
2. Седенко М.В. Геология, гидрогеология и инженерная геология. Изд. 2-е, – Минск: Высш. шк., 1975, – 384 с.
3. Ананьев В.П., Коробкин В.И. Инженерная геология. – М.: Высш. шк., 1973, – 299 с.
4. Маслов Н.Н., Котов М.Ф. Инженерная геология. – М.: Стройиздат, 1971.
5. Фролов А.Ф., Коротких И.В. Инженерная геология: Учебное пособие для гидрогеологических специальностей. – М.: Недра, 1983, – 332 с.
6. Черноусов С.И. Инженерная геология. – Новосибирск: СГУПС, 1999, – 75 с.
7. Шварцев С.Л. Общая гидрогеология. – М.: Недра, 1996, – 422 с.
8. СТБ 943-2007. Грунты. Классификация. – 23 с.
9. СНБ 1.02.01-96. Инженерные изыскания для строительства. – Мн.: Минстройархитектуры, 1999. – 110 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

10. Чернышов С.Н., Ревелис И.Л., Чумаченко А.Н. Задачи и упражнения по инженерной геологии. – М., 1984, – 185 с.
11. Маслов Н.Н. Основы инженерной геологии и механики грунтов. – М.: Высш. шк., 1982.
12. Гальперин А.М., Зайцев В.С., Норватов Ю.А. Гидрогеология и инженерная геология. – М.: Недра, 1989, – 382 с.
13. Клименков П.П., Богданов Г.Я. Общая гидрогеология. – М.: Недра, 1977, – 366 с.
14. Богомоллов Г.В., Шпаков О.Н. Гидрогеология Белорусского кристаллического массива. – Мн.: Наука и техника, 1974, – 156 с.
15. Гидрогеология и гидротехнические сооружения: Учебное пособие / под ред. Н.Н. Смирнова. – М.: Высш. шк., 1988, – 471 с.
16. Короновский Н.В. Геология: Учебник для вузов. – М.: Академия, 2003, – 445 с.
17. Практикум по гидрогеологии: Учебник для техникумов. – М.: Стройиздат, 1996.
18. Беспалова М.В. Инженерная геология. В 4 ч. Ч. I. Породообразующие минералы: лабораторный практикум. – Гомель: БелГУТ, 2011. – 38 с.
19. Беспалова М.В. Инженерная геология. В 4 ч. Ч. II. Горные породы: лабораторный практикум. – Гомель: БелГУТ, 2011. – 46 с.
20. Беспалова М.В. Инженерная геология. В 4 ч. Ч. III. Гидрогеологические карты и расчеты: лабораторный практикум. – Гомель: БелГУТ, 2013. – 32 с.
21. Беспалова М.В. Инженерная геология. В 4 ч. Ч. IV. Геологические карты и разрезы. – Гомель: БелГУТ, 2014. – 48 с.

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

1. Породообразующие минералы
2. Магматические горные породы
3. Осадочные горные породы
4. Метаморфические горные породы
5. Основы геохронологии. Условные обозначения на инженерно-геологических картах и разрезах
6. Построение карты гидроизогипс, решение по ней некоторых гидрогеологических вопросов
7. Построение геологической колонки на основании разведочных выработок
8. Построение геологического разреза по данным разведочных выработок.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ» С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Механика грунтов, основания и фундаменты	Строительные конструкции, основания и фундаменты		
Строительные материалы и изделия	Промышленные и гражданские сооружения		
Технология строительного производства	Строительное производство		

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ
В УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«Инженерная геология»**

для специальности
1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство»
на 2016/2017 учебный год

Форма получения высшего образования – дневная и заочная.

Для заочной формы обучения при сроке обучения 6 лет дисциплина изучается в 7 и 8 семестрах (распределение аудиторных часов по семестрам и видам занятий приведено в таблице 1).

Для заочной формы обучения при сроке обучения 4 года дисциплина изучается в 7 и 8 семестрах (распределение аудиторных часов по семестрам и видам занятий приведено в таблице 2).

Таблица 1 – Распределение аудиторных часов по семестрам и видам занятий для заочной формы обучения при сроке обучения 6 лет

Семестр	Всего часов	Зачетных единиц	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные занятия	СУРС	Форма текущей аттестации
7	4	0	4	4			
8	66	2	10	2	6	2	Зач., контр. раб.
	70	2	14	6	6	2	

Таблица 2 – Распределение аудиторных часов по семестрам и видам занятий для заочной формы обучения при сроке обучения 4 года

Семестр	Всего часов	Зачетных единиц	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные занятия	Форма текущей аттестации
7	4	0	6	4	2	
8	66	2	6	2	4	Зач., контр. раб.
	70	2	12	6	6	

Форма проведения зачета – письменно.

ХАРАКТЕРИСТИКА КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ (для заочной формы обучения при сроке обучения 6 и 4 года)

1. Объяснить значение инженерной геологии для проектирования и строительства. Перечислить задачи.
2. Описать горные породы заданного геолого-литологического разреза. Описать их генезис, минералогический и химический состав, структуру, текстуру и условия залегания, возможность использования в строительстве.
3. Назвать основные физико-механические показатели свойств горных пород, указать величины их предельных значений.
4. Определить возраст пород заданного геолого-литологического разреза.
5. Перечислите процессы внутренней динамики Земли, которые проявляются на участке.
6. Объясните сущность процессов внешней динамики Земли. Перечислите процессы, протекающие на участке, указать условия их возникновения и возможные защитные мероприятия.
7. Охарактеризовать гидрогеологические условия участка, дать инженерно-геологическую оценку.
8. Перечислить вопросы, требующие дополнительных изысканий для оценки строительного участка.

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ УПРАВЛЯЕМОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

1. Классификация подземных вод.
2. Динамика подземных вод.

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры «Строительные конструкции, основания и фундаменты» (протокол № 5 от 12.05.2016).

Заведующий кафедрой
канд. техн. наук, доцент

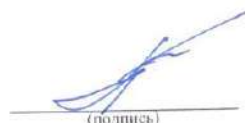


(подпись)

В.В. Талецкий

УТВЕРЖДАЮ:

Декан заочного факультета
канд. техн. наук, доцент



(подпись)

В.В. Пигунов

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА
для заочной формы обучения при сроке обучения 6 лет и сроке обучения 4 года*

Номер темы	Название темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов				Самостоятельное изучение тем курса, час.	Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Форма контроля
		лекции	лабораторные занятия	СРС	6				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Введение (2 ч.) Взаимосвязь с другими науками; краткая история становления и развития, основоположники инженерной геологии. Влияние местных геологических факторов на местоположение древних городов. Геология и планирование.				2	методические пособия и др.	[1,3-6]		
2	Основные сведения о Земле. Минералы. Горные породы (14 ч.) Строение и состав Земли. Основные физические характеристики Земли. Возраст горных пород, относительная геохронология, абсолютная геохронология; стратиграфическая шкала. Минералы. Горные породы. Магматические горные породы. Осадочные горные породы. Метаморфические горные породы. Особенности, классификация.	2	4		8	методические пособия и др.	[1,3-6,9]		
3	Основы гидрогеологии (5 ч.) Классификация подземных вод. Характеристика по гидравлическому характеру, условиям залегания, особенностям режима. Физические свойства и химический состав подземных вод. Динамика подземных вод. Понятие о коэффициенте фильтрации, проницаемости, гидравлический градиент, гидрозоиты. Определенные направления и скорости течения подземных вод.			-/2*	5/3	методические пособия и др.	[2,7,10, 13-15,20]		
4	Основы грунтоведения (3 ч.) Понятие о грунтах, структурные связи в грунтах. Виды воды в грунтах. Влажность грунтов, степень влажности. Число пластичности, показатель текучести. Классификация глинистых грунтов. Набухание и усадка грунтов. Гранулометрический состав грунтов. Плотность частиц грунта, плотность грунта и плотность сухого грунта. Пористость и коэффициент пористости. Механические, деформационные свойства, прочностные свойства.	2			1	методические пособия и др.	[1,2,8,11]		

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	Процессы внутренней динамики Земли (1 ч.) Тектонические нарушения. Колебательные движения земной коры, неотектонические движения. Сейсмические влияния. Определение, классификация по происхождению, меры. Особенности строительства в сейсмических районах.	1				методические пособия и др.	[1-4, 6]	
6	Процессы внешней динамики Земли (2 ч.) Выветривание пород. Оврагообразование, протозероонные мероприятия. Сели. Геологическая работа рек. Особенности строительства на пойменных территориях. Геологическая работа ледников. Геологическая работа морей и озер. Абразия. Противоэрозийная защита. Болота. Строительство на болотах и заболоченных территориях. Геологическая работа ветра. Меры защиты от подвижных песков.	1			1	методические пособия и др.	[1-4, 6]	
7	Основы инженерной геодинамики (1 ч.) Плывуны. Суффозия. Карст. Оползни. Обвальные явления. Классификация, причины образования. Многолетняя мерзлота. Особенности строительства на многолетнемерзлых грунтах.				1	методические пособия и др.	[1,2,3,4]	Кр
8	Инженерно-геологические изыскания для строительства (6 ч.) Задачи и цели инженерно-геологических изысканий. Инженерно-геологическая съемка. Разведочные работы. Полевые опытные работы. Лабораторные и камеральные работы.		2		4	методические пособия и др.	[1-4,9,21]	зачет

*В числителе указаны часы для заочной формы получения высшего образования со сроком обучения 6 лет, в знаменателе указаны часы для заочной формы получения высшего образования со сроком обучения 4 года. В других случаях – часы одинаковые для 6 и 4 лет обучения.

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ
В УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«Инженерная геология»**

для специальности
1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство»
на 2017/2018 учебный год

Дополнения и изменения	Основание
<p>Изменено распределение аудиторных часов по семестрам для заочной формы обучения при сроке обучения 6 лет:</p> <p><i>в 7 семестре</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – всего аудиторных часов 6 вместо 4; – лабораторные занятия 2 часа (добавлено); <p><i>в 8 семестре</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – всего аудиторных часов 8 вместо 10; – лабораторные занятия 4 часа вместо 6. 	<p>В целях повышения качества обучения</p>

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры «Строительные конструкции, основания и фундаменты» (протокол № 6 от 05.06.2017).

Заведующий кафедрой
канд. техн. наук, доцент



(подпись)

В.В. Талецкий

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета ПГС
канд. техн. наук, доцент



(подпись)

А.Г. Ташкинов

Декан заочного факультета
канд. техн. наук, доцент



(подпись)

В.В. Пигунов

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ
В УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«Инженерная геология»**

для специальности
1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство»
на 2017/2018 учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание
	<p>Дисциплина «Инженерная геология» для студентов 2017 года приема читается во II семестре. Всего часов – 60 Зач. единиц – 1,5</p>	<p>В соответствии с учебным планом 2017 года приема</p>

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры «Строительные технологии и конструкции» (протокол № 3 от 6.12.2017).

И.о.заведующего кафедрой
канд. техн. наук, доцент



(подпись)

О.Е. Пантюхов

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета ПГС
канд. техн. наук, доцент



(подпись)

А.Г. Ташкинов

