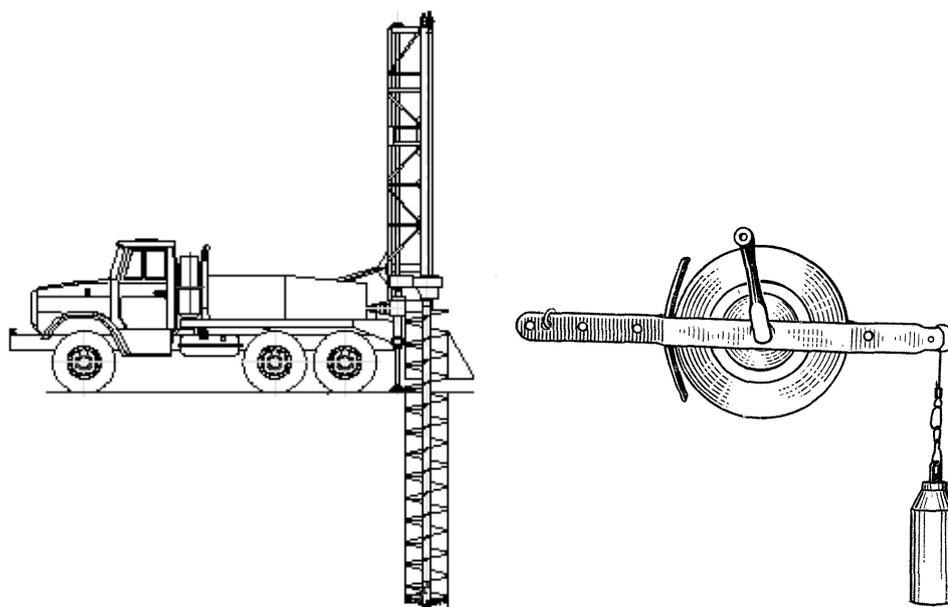


ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Вологодский государственный технический университет

Кафедра геоэкологии
и инженерной геологии

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

*Рабочая программа и методические указания
к выполнению контрольной работы*



Вологда
2011

УДК 624.131 + 551.70.49

Инженерная геология: рабочая программа и методические указания к выполнению контрольной работы / Сост.: А.И. Труфанов, А.С. Новосёлов. – Вологда: ВоГТУ, 2011. – 34 с.

Представлена программа теоретического курса инженерной геологии, а также методические указания к выполнению контрольной работы для закрепления изученного материала.

Настоящее издание предназначено для студентов факультета заочного и дистанционного обучения по специальностям: 270112 (водоснабжение и водоотведение) и 120303 (городской кадастр); но может быть полезно студентам дневного (очного) обучения по 280302, 020804, 020802 и др. специальностям.

Утверждено редакционно-издательским советом ВоГТУ

Составители:

А.И. Труфанов – доцент, кандидат г.-м. наук;

А.С. Новосёлов – ассистент, кандидат с.-х. наук

Рецензент:

Ю.Р. Ландман – доцент, кандидат г.-м. наук

Предисловие

Инженерная геология – это наука о свойствах горных пород, физико-геологических процессах и их изменениях под действием естественных и искусственных факторов. Она изучает горные породы (грунты) как основания или среду для возведения инженерных сооружений, разрабатывает прогнозы их взаимодействия с геологической средой и мероприятия, обеспечивающие устойчивость и стабильную эксплуатацию проектируемых сооружений.

В последнее время, при постоянно возрастающих темпах промышленных производств, инженерная геология приобретает всё большее значение при решении вопросов окружающей среды.

Инженерная геология как самостоятельная отрасль геологии рассматривает динамику верхних горизонтов земной коры в связи с инженерной деятельностью человека. Эта наука, как прикладная техническая отрасль геологии, для негеологических специальностей в обязательном порядке требует владения основами общей геологии (как науке о Земле) и ставит перед собой ознакомление со следующими разделами курса:

- ✓ *Грунтоведение*, изучающее природу и свойства горных пород (или грунтов);
- ✓ *Инженерная геодинамика*, изучающая геологические и инженерно-геологические процессы и явления, а также их влияние на сооружения;
- ✓ *Гидрогеология*.

Гидрогеология – наука о подземных водах земной коры, изучающая геологическую роль, происхождение, формирование, закономерности распространения и движения подземных вод, их физические и химические свойства, а также гидрогеологические и инженерно-геологические исследования для обоснования проектов строительства.

Инженерная геология и гидрогеология тесно связаны между собой, поскольку их точкой соприкосновения служит геологическая среда и обе, так или иначе, касаются подземных вод. В инженерной геологии они выступают в роли фактора, осложняющего строительство, а в гидрогеологии – ценным полезным ископаемым.

Инженерно-геологические и гидрогеологические условия земной коры достаточно разнообразны и их незнание зачастую приводит к большим осложнениям и затратам при строительстве. Поэтому, любой проект строительства, в том числе устройство водозаборов, насосных станций, очистных сооружений, инженерных сетей, захоронения промстоков, обязательно сопровождается геологическими исследованиями. Выбору подземного источника водоснабжения предшествуют гидрогеологические исследования территории. Эти исследования проводят инженеры-геологи и гидрогеологи в изыскательских, проектных и научно-исследовательских организациях. Строители пользуются готовыми материалами геологических изысканий в виде отчётов и заключений по площадкам строительства. Основная их задача – это выбор и расчёт конструкций сооружений, а также установление метода проведения работ с учётом выявленных геологических условий. Специалисты по водоснабжению и водоотведе-

нию, а также инженеры в области ведения Государственных земельного и градостроительного кадастров должны уметь правильно интерпретировать полученные геологические материалы, критически оценить их полноту, грамотно составлять задание для изыскательских организаций на проведение исследований и принимать на основе геологических данных соответствующие им инженерные решения.

Из выше сказанного вытекают предложенные в данных указаниях аспекты программы и тематики предложенной для выполнения контрольной работы по курсу «*Инженерная геология*».

Представленная выше программа по теоретической части курса рекомендуется в полном своём объеме для студентов специальностей 270112, 120303; 280302, 020804, 020802 и др., а контрольная работа для студентов-заочников, обучающихся по специальности «городской кадастр» (120303), предлагается в сокращённом варианте – Работы №1, 2, 3 и 6.

Рекомендуемая для изучения библиография приведена в конце указаний, кроме того, во время изучения курса дисциплины студент вправе попросить у преподавателя консультацию устного характера.

1. ПРОГРАММА ТЕОРЕТИЧЕСКОГО КУРСА

1.1 Введение

Необходимо получить представление о геологии, выяснить основные задачи, объекты инженерной геологии, как науки. Рассмотреть связь инженерной геологии со смежными науками геологического и технического циклов. Разобрать становление и развитие инженерной геологии, вопросы, связанные с инженерной геологией и охраной геологической среды, а также значение геологии для промышленного и гражданского строительства.

Целесообразно рассмотреть становление гидрогеологии как науки, её основные задачи для целей водоснабжения; проблемы взаимодействия «природа↔человек» и «основание↔сооружение», а также изменения природных условий при строительстве эксплуатационных скважин для использования подземных вод. Стоит понимать, что возведение любого сооружения не может быть рационально осуществлено без ущерба для окружающей среды, без представления о геологических и гидрогеологических условиях территории. Причём, эти условия должны оцениваться не только с описательной стороны, но и количественно → должен быть выполнен прогноз их изменения на срок службы проектируемого объекта.

Инженерную геологию следует понимать как науку о геологической среде, её рациональном использовании и охране в связи с возможностью возникновения вредных для человека геологических процессов. По мере повышения требований к использованию подземных вод городским и сельским населением неминуемо возрастает значение гидрогеологии. Разработка вопросов рационального использования подземных вод с учётом защиты их от истощения, загрязнения, а также минимизации затрат при управляющих воздействиях на экосистемы – это актуальная проблема гидрогеологии современности.

1.2 Основы общей геологии

1.2.1 *Строение Земли и состав земной коры*

Необходимо получить знания о Земле, как о планете, её происхождении, а также иметь представление о земной коре и процессах формирования минералов и горных пород в её недрах. Ознакомиться с понятием горная порода, знать классификацию горных пород по происхождению и залеганию.

Детально разобрать

магматические (происхождение и классификация по химическому составу и структуре, текстуре; формы залегания и терещиноватость),

осадочные (процессы разрушения, переноса, дифференциации и осаждения минерального вещества у поверхности Земли; основные свойства осадочных пород; формы залегания осадочных пород – слой, линза; складчатые и разрывные нарушения первичного залегания осадочных пород; элементы залега-

ния, сочетание слоёв и линз в слоистой толще; классификация)

и *метаморфические* (процессы регионального, контактного и динамометаморфизма; структура, текстура, формы залегания и классификация) горные породы.

Таким образом, приобретаются необходимые сведения о составе, свойствах и условиях распространения различных горных пород. Горные породы служат основаниями сооружений или же используются агрегатами минералов, поэтому необходимо знать свойства и особенности основных породообразующих минералов.

При изучении обломочных осадочных пород следует запомнить их классификацию по крупности слагающих обломков, их окатанности и степени природной цементации. Основные типы горных пород необходимо научиться устанавливать по отдельным свойствам и водопроницаемости. Отдельное внимание должно быть обращено на формы залегания горных пород, что позволит судить о строении обособленных участков земной коры.

¹[2] 6 – 25 с.

Вопросы для самоконтроля

- 1.** Какие минералы называют породообразующими, и какие физические свойства позволяют установить их название?
- 2.** Что такое магматические горные породы, и как они подразделяются на виды?
- 3.** Какие породы называются осадочными; по каким признакам они отличны от магматических и метаморфических?
- 4.** Какие формы залегания свойственны осадочным горным породам?
- 5.** Что такое кровля, подошва и мощность пласта?
- 6.** На какие группы подразделяются осадочные горные породы?
- 7.** Какие отличительные признаки есть у метаморфических пород?
- 8.** К какой группе горных пород относятся: гранит, мрамор, песчаник, известняк, мергель, кварцит?

1.2.2 Геологическая хронология

Особое внимание стоит обратить на возраст горных пород и шкалу геологического времени. Иметь представление о геологических исследованиях.

Понятие о возрасте горных пород способствует расширению представлений об истории развития земной коры и её строении. Поскольку строительные свойства горных пород тесно связаны с условиями и временем их образования, следует учитывать, что материалы исследований в отдельных пунктах по аналогии могут быть распространены на обширные участки земной поверхности.

¹ Здесь и далее по тексту приведены ссылки со страницами на литературу, помещённую в конце указаний.

Отдельно следует ознакомиться с геологическими картами и разрезами регионального характера.

[2] 26 – 28 с., [9] 176 – 190 с.

Вопросы для самоконтроля

- 1.** Что такое палеонтологический метод?
- 2.** Какие бывают методы установления возраста горных пород?
- 3.** Что такое период и система?
- 4.** Какие выделяют периоды палеозойской, мезозойской и кайнозойской эр?
- 5.** Какие геологические карты называются стратиграфическими, литологическими?
- 6.** Что называется геологической картой, геологическим разрезом?

1.2.3 Элементы геотектоники

Ознакомиться с теоретическими положениями о тектонических движениях земной коры и их значением в формировании рельефа; мощностью и составом отложений; разобрать складчатые и разрывные деформации в земной коре.

Стоит обратить внимание на тектоническую трещиноватость горных пород, элементы залегания слоёв, землетрясения, а также на значение тектоники для строительства.

Проявления внутренней энергии Земли связаны с тектоническими движениями земной коры и возникновением перемещений масс горных пород – дислокацией. Наличие дислокаций обуславливает сложность тектонического строения отдельных участков земной коры и возможность резкого изменения свойств горных пород и условий их залегания даже на сравнительно небольших расстояниях. Целесообразно рассмотреть то, какое значение имеют эти обстоятельства для оценки условий строительства.

Получая представления об элементах тектоники, следует разобрать распространение сейсмических районов по Российской Федерации в целом.

[2] 28 – 38 с., [5] 33 – 55.

Вопросы для самоконтроля

- 1.** Какие процессы называются тектоническими?
- 2.** Что такое «платформы» и «геосинклинали»?
- 3.** Чем вызываются землетрясения и как оценивается сила подземных толчков?
- 4.** Что такое «гипоцентр» и «эпицентр» землетрясения?

1.2.4 Природные геологические и инженерно-геологические процессы

Необходимо получить достаточно чёткие представления об природных геологических и инженерно-геологических процессах и явлениях, процессах выветривания, а также знать виды и факторы выветривания горных пород. Знать особенности возведения строений на элювии, геологическую деятельность поверхностных текучих вод, процессы эрозии, образование делювия и пролювия. Отдельно следует рассмотреть овраги и селевые потоки, строение речных долин и более подробно остановиться на свойствах аллювия.

Здесь же рассматриваются геологическая деятельность ледников, ледниковые отложения, карст, особенности строительства в карстовых районах, суффозия, пльвуны; знать методы борьбы с суффозией и пльвунами, просадочные явления в лёссовых грунтах и их природу; меры борьбы с оползнями. Иметь представление о сезонной и многолетней мерзлоте, а также давать определения мерзлотным процессам и явлениям – пучение, наледи, термокарст, мари.

Детальное знакомство с процессами внешней динамики Земли (экзогенными процессами) имеет существенное значение для оценки инженерно-геологических условий возведения и эксплуатации различных инженерных сооружений. С проявлением экзогенных процессов обычно связано: а) формирование приповерхностных толщ грунтов, с которыми приходится контактировать строителям и б) перемещение грунтов, изменение их свойств, состава, что имеет негативные последствия в устойчивости инженерных сооружений.

Наиболее опасными, чаще всего, бывают процессы, активизированные в результате антропогенного вмешательства (инженерно-геологические процессы). Оценка влияния таких процессов на сооружение должна быть обоснована не только в качественном, но и в количественном, аспектах. Необходимо тщательное рассмотрение вопроса о возможности и целесообразности борьбы с вредными влияниями того или иного процесса путём проведения различных мероприятий. Во многих случаях наличие и неизбежность возникновения вредных природных и инженерно-геологических процессов не исключает пригодности выбранных участков для строительства.

[2] 151 – 201 с.

Вопросы для самоконтроля

- 1.** Что такое выветривание, и на какие виды оно подразделяется?
- 2.** Какие причины приводят к возникновению оползней и к чему сводятся мероприятия по борьбе с ними?
- 3.** Как оценивается степень просадочных лёссовых грунтов?
- 4.** Что такое карстовые процессы?
- 5.** Какие выделяют особенности возведения инженерных сооружений в районах многолетней мерзлоты?
- 6.** Что такое морена, и какие отрицательные признаки ей присущи?
- 7.** Охарактеризовать строение речных долин.

- 8.** Указать особенности строительства на болотах и заболоченных территориях. Чем они вызываются?
- 9.** В чём различие между истинными и ложными пльвунами?
- 10.** Что такое морозное пучение грунтов, и в каких грунтах оно чаще проявляется?

1.2.5 Элементы грунтоведения

Горные породы рассматриваются, как грунты, поэтому следует знать структурные связи в грунтах, классификацию грунтов по ГОСТ 25100-95, дать общую характеристику скальных и нескальных грунтов, а также лабораторные и полевые методы определения физико-механических свойств грунтов. Дать характеристику крупнообломочным, песчаным и глинистым грунтам. Кроме того, иметь представление о почвах, искусственных грунтах и их технической мелиорации.

Начинать изучение основ грунтоведения необходимо с понятия «грунт», рассматривая его как любую горную породу или новообразование, осадки, которые могут служить основанием для сооружений или средой, на которой возводятся сооружения, а также материалами, из которых эти сооружения создаются. Затем, следует разобрать важнейшие показатели состояния грунтов и их прочностных характеристик: пластичность, число пластичности, консистенцию глинистых грунтов, их набухание, размокание, осадку, просадку, угол естественного откоса и внутреннего трения. Необходимо получить представление о минеральном и гранулометрическом составах грунтов; знать структурные связи в грунтах.

[1] 79 – 106 с., [2] 43 – 60 с.

Вопросы для самоконтроля

- 1.** Что такое грунт?
- 2.** Перечислить структурные связи в грунтах, указать их природу и привести примеры горных пород для каждого типа связей.
- 3.** Перечислить показатели механических свойств грунтов и указать их размерности.
- 4.** Что такое консистенция и число пластичности?
- 5.** Что называют деформационными, прочностными и реологическими свойствами горных пород?
- 6.** Назвать основные группы грунтов в общей инженерно-геологической классификации горных пород.

1.3 Основы гидрогеологии

Подземные воды выступают неотъемлемой частью природных вод. Все разновидности природных вод взаимосвязаны, поэтому изучение раздела следует начинать с природных вод в общем круговороте воды в природе.

1.3.1 Общие сведения о подземных водах

В первую очередь ознакомиться с видами воды в горных породах; иметь понятие о подземных водах и их использовании; оценить роль подземных вод при строительстве и в развитии геологических процессов и явлений, а также агрессивность подземных вод по отношению к бетону и металлам. Получить представление о водоизмещающих и водоупорных породах, о зоне аэрации, водоносном горизонте и комплексе. Дать классификации подземных вод по условиям залегания.

Иметь представление о верховодке, грунтовых и артезианских водах и закрепить значение подземных вод для нужд водоснабжения.

Приступая к изучению основ общей гидрогеологии, особое внимание следует уделить круговороту воды в природе и уяснить, что подземные воды служат лишь звеном в общей цепи круговорота: атмосферные осадки – сток (поверхностный и подземный) – инфильтрация – испарение – атмосферные осадки.

Подземные воды содержатся в порах, пустотах и трещинах горных пород. Они тесно взаимосвязаны с породами и служат частью единой системы «вода ↔ горная порода». Изучая виды влаги в горных породах (гигроскопическую, плёночную, капиллярную и др.), особо стоит обратить внимание на характер и причины перемещения влаги в породе и на переход одного вида в другой. Особое внимание следует уделять при изучении видов свободной воды, которая в конечном итоге служит объектом изучения гидрогеологии.

[2] 48 – 51, 61 – 62, 63 – 72 с., [4] 157 – 211 с., [5] 123 – 130 с.

Вопросы для самоконтроля

- 1.** Перечислить основные физические свойства воды.
- 2.** Назовите виды круговоротов в природе и укажите роль подземных вод в каждом из них.
- 3.** Назовите разновидности физически связанной воды и укажите их основные свойства.
- 4.** Назовите виды капиллярной и гравитационной воды и основные их свойства.
- 5.** Перечислить виды агрессивности подземных вод по отношению к бетону согласно ГОСТ.
- 6.** перечислить особенности артезианских вод.
- 7.** Показать в разрезе один из видов артезианских бассейнов. Выделить области питания, распространения и разгрузки.
- 8.** Что такое водоносный горизонт и водоносный комплекс?
- 9.** Что такое верховодка?
- 10.** Какие воды называются грунтовыми? Их особенности в отличие от других типов вод.
- 11.** Показать на схеме-разрезе уровни и мощности межпластовых не-напорных и напорных вод.
- 12.** Какие воды называются поровыми, трещинными и карстовыми?

1.3.2 Динамика подземных вод

Знать в чём сущность основного закона фильтрации. Иметь понятие о коэффициенте фильтрации, напорном горизонте и скорости движения воды. Ознакомиться с видами потоков подземных вод. Знать что такое приток воды к совершенным и несовершенным скважинам, заложенным в напорных и ненапорных водах. Получить представление об откачках и наливах, а также знать методы определения коэффициента фильтрации пород.

Изучение вопросов движения подземных вод необходимо для проведения расчётов, связанных с проектированием и устройством дренажей и водозаборов. По этому разделу необходимо закрепить основные законы движения подземных вод: линейный закон фильтрации Дарси, нелинейный закон фильтрации Шези-Краснопольского, а также разобраться с понятиями «скорость фильтрации» и «коэффициент фильтрации». При ознакомлении с методами определения скорости движения подземных вод и коэффициента фильтрации, необходимо представить сравнительные преимущества и недостатки, и их использование при решении практических задач. Изучая вопрос о притоке подземных вод к водозаборам, а также к дренажным канавам и колодцам, следует понимать сущность вывода расчётных формул. Также получить представление о расходе (дебите) потока, удельном дебите скважины, радиусе влияния и депрессионной воронке.

[2] 88 – 120 с., [4] 122 – 157 с., [5] 136 – 147 с.

Вопросы для самоконтроля

- 1.** Что такое фильтрация, инфильтрация и инфлюация?
- 2.** Что такое зона аэрации?
- 3.** Написать и объяснить формулу, связывающую скорость фильтрации (V) и действительную скорость движения подземных вод (V_g); объяснить зависимость.
- 4.** Что такое верхний и нижний пределы зависимости закона Дарси.
- 5.** Составить в разрезе и плане схемы фильтрационных потоков: плоского линейного, двухмерного планового, двухмерного профильного и трёхмерного. Показать на схеме основные элементы потоков.
- 6.** Какие породы называют анизо- и изотропными, одно- и неоднородными? Приведите примеры таких пород.
- 7.** Какие движения воды называются равномерным или неравномерным, установившимся или неустановившимся?
- 8.** Принципы гидравлического и электрического моделирования.
- 9.** Дайте определение и укажите размерность коэффициентов фильтрации и водопроводимости, уровнепроводимости, пръезопроедимости и водоотдачи.
- 10.** Перечислите способы определения коэффициента фильтрации и укажите области их применения.
- 11.** Что понимается под статическим, пьезометрическим и динамическим уровнями?

- 12.** Депрессионная воронка и её формирование в условиях напорных и ненапорных вод (показать её на схемах, в разрезе и плане).
- 13.** Что такое кривая депрессии?

1.3.3 Запасы и ресурсы подземных вод.

Охрана подземных вод от загрязнения и истощения

Необходимо получить представление о ресурсах и запасах подземных вод; знать классификацию запасов и ресурсов подземных вод. Уметь давать характеристику влияния природных и антропогенных факторов на изменение запасов и ресурсов подземных вод. Знать, каким образом проводится искусственное восполнение запасов подземных вод.

Получить представление об основах водного законодательства, рациональном использовании и охране подземных вод, естественной защищённости подземных вод от проникновения различных загрязняющих компонентов. Уяснить в чём основная задача при сохранении почвенного покрова и водоупорных пород в процессе различных видов строительства. Знать зоны санитарной охраны подземных вод.

Следует усвоить то, что определение запасов и ресурсов подземных вод служит теоретической основой для рационального использования и охраны подземных вод. Запасы подземных вод могут быть естественными, искусственными или привлекаемыми. При решении вопроса об использовании подземных вод определяются их эксплуатационные запасы.

При решении вопросов охраны подземных вод следует обратить внимание на борьбу с их истощением и загрязнением.

[2] 126 – 137 с., [5] 283 – 293 с.

Вопросы для самоконтроля

- 1.** Что такое естественные и искусственные запасы подземных вод?
- 2.** Какие ресурсы называются естественными, искусственными и привлекаемыми?
- 3.** В чём основное отличие ёмкостных запасов от упругих?
- 4.** Что такое эксплуатационные запасы, и в каких единицах они измеряются?
- 5.** Назовите категории эксплуатационных запасов и методы их определения.
- 6.** Какие существуют официально утверждённые документы по рациональному использованию подземных вод?
- 7.** Перечислите методы искусственного восполнения ресурсов подземных вод.
- 8.** Укажите источники и виды загрязнения подземных вод.

1.4 Гидрогеологические и инженерно-геологические исследования для водоснабжения и обоснования проектов строительства

Задачи, виды и содержание гидрогеологических и инженерно-геологических исследований

Перед ознакомлением с материалом литературы, изложенном по этому разделу, в первую очередь необходимо уяснить основные задачи гидрогеологических и инженерно-геологических исследований при проектировании, строительстве и эксплуатации сооружений. Далее следует заострить внимание на том, что применение наиболее эффективных и экономичных методов исследований, их объём, виды и содержание определяются степенью сложности, изученности природных условий, стадией проектирования и типом инженерных сооружений.

[1] 254 – 290 с., [2] 202 – 238 с., [5] 176 – 198, 322 – 337 с., [9] 297 – 335 с.

Необходимо чётко знать основные виды и содержание исследований:

1. Проработка материалов предшествующих исследований;
2. Составление программы работ;
3. Гидрогеологическая и инженерно-геологическая съёмка;
4. Разведочные работы;
5. Геофизические исследования;
6. Опытные полевые работы (гидрогеологические и инженерно-геологические);
7. Стационарные наблюдения;
8. Лабораторные работы;
9. Камеральные работы и составление отчёта.

Вопросы для самоконтроля

1. Охарактеризуйте следующие виды исследований: а) Гидрогеологическая и инженерно-геологическая съёмка, б) Разведочные и опытно-полевые работы, в) Геофизические исследования, г) Лабораторные работы и д) Стационарные наблюдения.
2. Что такое монолит грунта?
3. Чем отличается статическое зондирование грунтов от динамического зондирования?
4. Какие геологические работы находят применение в изысканиях для строительства водозаборов?
5. В чём преимущества полевых методов определения строительных свойств грунтов от лабораторных?
6. Чем определяется состав и объём инженерно-геологических исследований?
7. Что понимается под инженерно-геологической съёмкой, и каково её назначение?

- 8.** На каких стадиях проектирования выполняется инженерно-геологическая разведка?
- 9.** В чём заключаются инженерно-геологические изыскания для стадии проектного задания?
- 10.** Что такое инженерно-геологическая экспертиза?
- 11.** В чём выражаются поиски и разведка месторождений строительных материалов?

1.5 Лабораторные занятия

Лабораторные работы заключаются в изучении главнейших породообразующих минералов и основных типов горных пород.

При изучении основных породообразующих минералов, магматических, метаморфических и осадочных горных пород (помимо ознакомления с литературой) необходимо приобрести навыки по визуальному их определению. Для этого можно обратиться к коллекциям минералов и горных пород в местных учебных заведениях и ознакомиться с образцами в специализированных аудиториях ВоГТУ во время сессии.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Основная отчётность по изучаемой дисциплине – выполнение предложенных работ по одному из пяти вариантов.

Работа №1

Достроить геологическую карту по предложенному фрагменту (Рис. 1) с учётом того, что:

- пласты горных пород залегают горизонтально и имеют постоянную мощность;

- по линии геологического разлома, восточное «крыло» поднято, относительно западного (величина поднятия выбирается в зависимости от чётности варианта: у чётных – 20, а у нечётных – 30 метров).

Масштаб карты 1: 10 000.

На миллиметровой бумаге (*рекомендуется*) построить схематический геологический разрез по одному из шести вариантов с учётом поднятия восточного крыла, в зависимости от варианта задания. Проанализировать составленный геологический разрез с точки зрения гидрогеологических условий. Отметить, к каким породам могут быть приурочены подземные воды. В каком месте по линии разреза можно разместить эксплуатационную скважину и почему? Дать краткую оценку района с точки зрения условий его застройки.

Построение геологического разреза по заданному направлению следует начинать с построения топографического профиля по горизонталям земной поверхности и нанесения на него границ распространения пород различного возраста. При вынесении на график профиля восточного «крыла» следует помнить, что поднялись слои, а не поверхность Земли. Вертикальный масштаб геологического разреза выбирается в несколько раз крупнее горизонтального (например 1:1 000).

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ К ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЕ

	– суглинки
	– известняк
	– песок
	– гравий
	– песчано-гравийный грунт

Геологическая карта

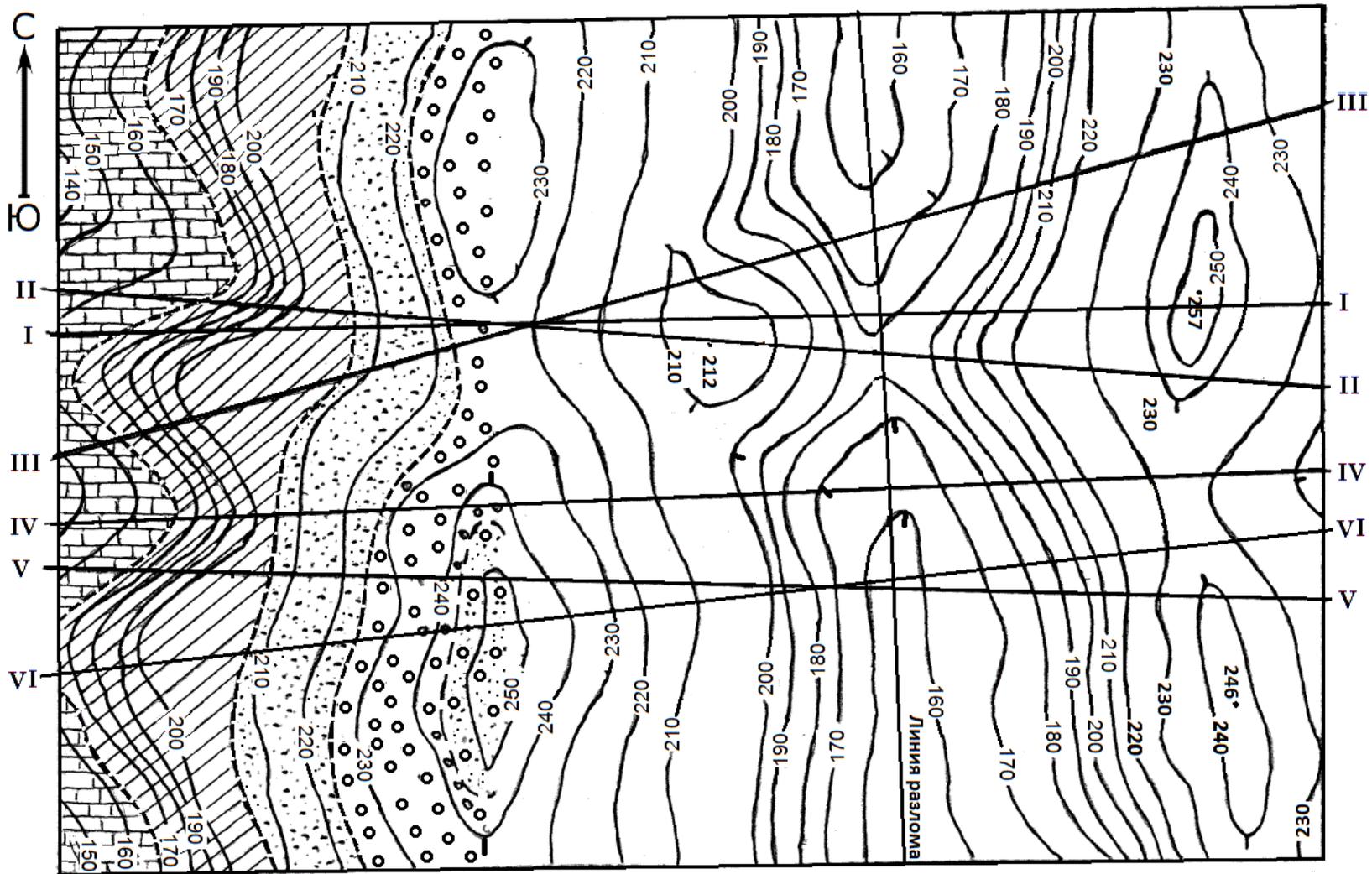


Рис. 1 Иллюстрация к работе №1 (масштаб 1: 10 000)

Выполнить анализ геологического разреза с точки зрения гидрогеологии, то есть с учётом понятий о водонепроницаемости горных пород, условий питания подземных вод и представлений о водоносных горизонтах. Также проанализировать карту с точки зрения условий застройки территории; постараться учесть общие сведения об особенностях сооружений, влиянии тектонических разломов и прочее.

Работа №2

Построить геологический разрез по скважинам, пробуренным по оси водовода. Расположение разведочных скважин изображено на рис. 3, а данные к ним – на рис. 4. Горизонтальный и вертикальный масштабы геологического разреза выбираются – 1: 500. На рис. 4 слои, вскрытые при бурении скважин, приведены в возрастной последовательности. Прочерк в таблице мощностей слоёв означает отсутствие слоя в колонке скважины. Последовательность построения геологического разреза показана на рис. 2.

Далее по разрезу составить краткую характеристику геологических условий по трассе водовода и инженерно-геологических условий площадок отдельных сооружений (водонапорная башня – участки скважин №4, 9 и 14, насосная скважина – участки скважин №3, 8 и 13)

Анализ возможных гидрогеологических условий по трассе водовода следует выполнять аналогично выполненному в Работе №1, а также исходя из представлений и связи поверхностных и грунтовых вод.

При составлении инженерно-геологической характеристики площадок отдельных сооружений водовода необходимо отметить следующее:

- какие грунты будут служить основаниями сооружений;
- какими строительными свойствами обладают опорные грунты;
- какие условия должны учитываться при проектировании и строительстве сооружений для оценки притока воды к котлованам под фундаменты.

Работа №3

1. На заданной местности (см. карту гидроизогипс, рис. 5) построить гидроизогипсы (линии синего цвета) через 0,5 метра. Полученные данные (табл. 1) при замерах глубины залегания уровня грунтовых вод пересчитываются на абсолютные отметки по формуле $H_b = H_s - h$ (пояснения к обозначениям см. в табл. 1). Далее определить и показать линиями направление потока грунтовых вод в районе проектируемого объекта.

2. Рассчитать уклон грунтового потока (I) между скважинами № 3 и 6, 5 и 6; установить скорость движения потока (Q) при коэффициенте фильтрации (K_f), равном 8 м/сут.

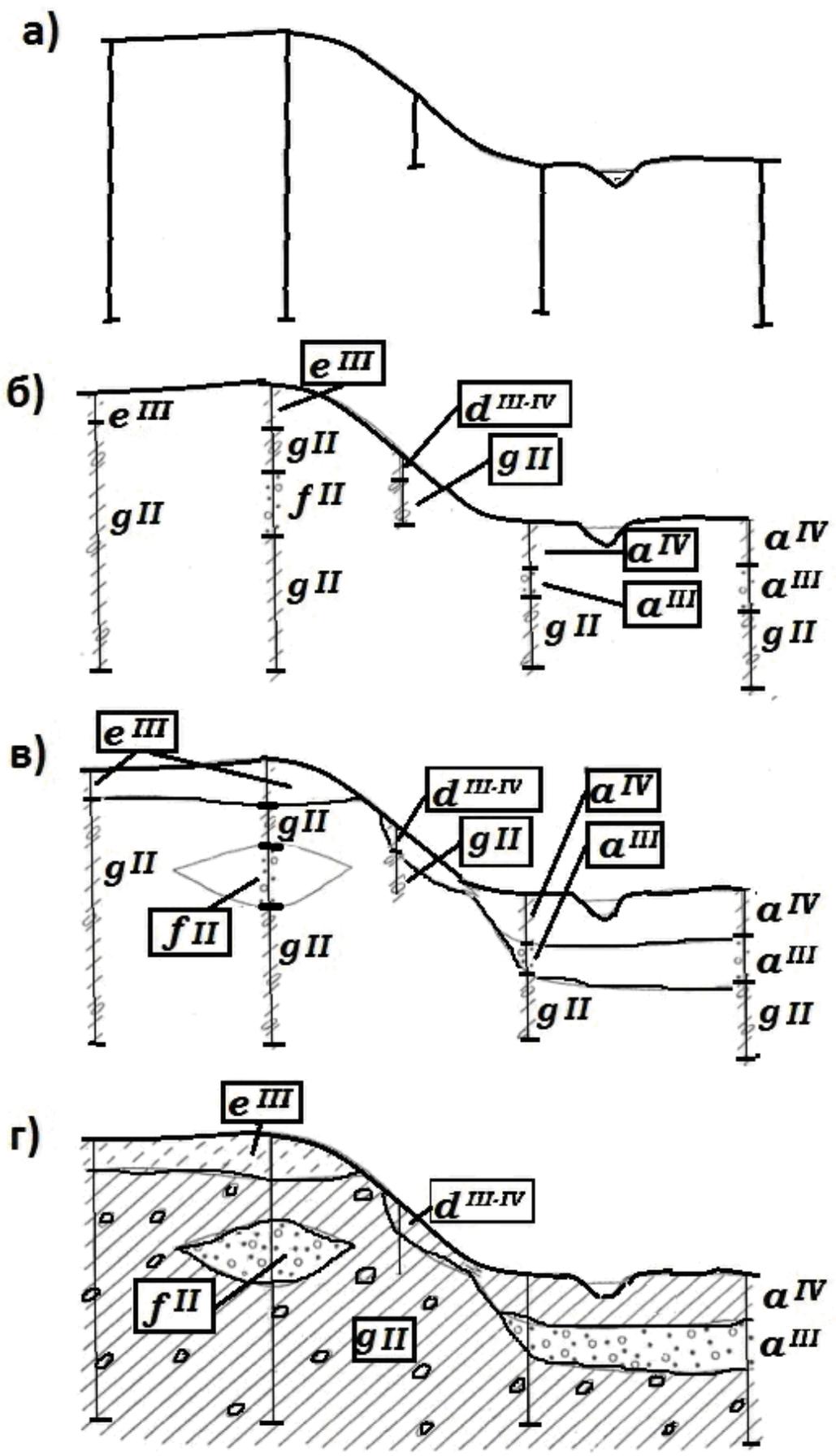


Рис. 2 Последовательность построения геологического разреза при горизонтальном залегании горных пород

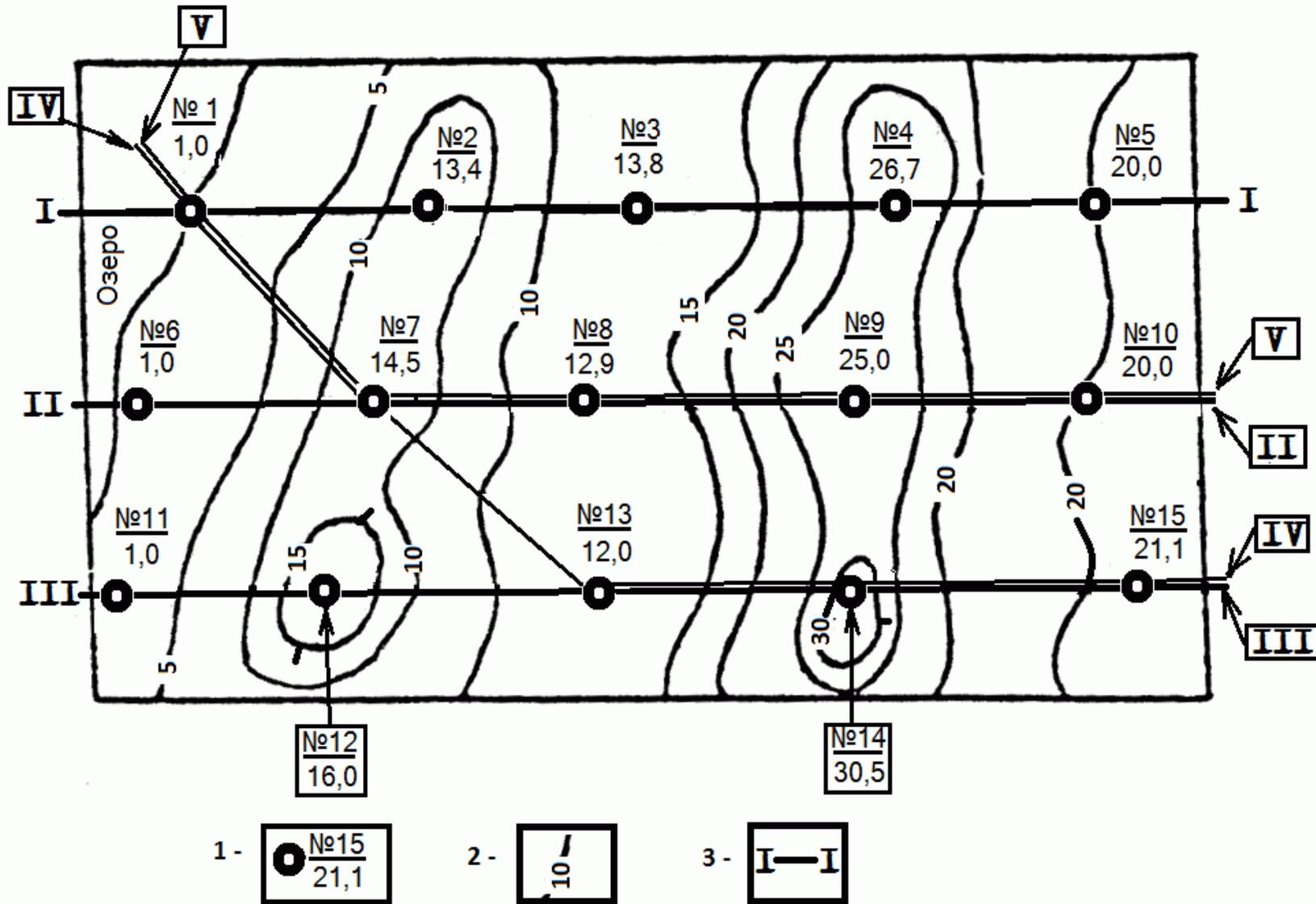


Рис. 3 Иллюстрация к Работе №2:

Масштаб 1:1000; 1 – скважина (в числителе – номер, в знаменателе – абсолютная отметка устья скважины);
2 – горизонтали рельефа; 3 – номера разрезов

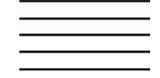
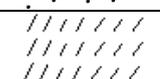
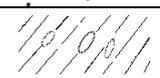
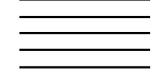
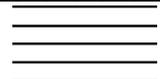
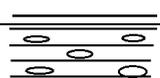
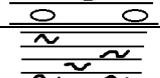
№ п/п	Условные обозначения	Индекс	Мощность слоёв по скважинам, м														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		l IV ²	-	4	-	-	-	-	5	-	-	-	-	6	-	-	-
2		l IV ²	5	5	-	-	4	7	6	-	-	6	12	7	-	-	5
3			12	6	-	-	6	10	7	-	-	5	5	6	-	-	5
4		lg III ⁴ vd	10	12	-	-	4	8	10	-	-	9	13	11	-	-	12
5			5	5	-	-	4	7	4	-	-	6	4	5	-	-	8
6		lf III ³ vd	-	-	10	-	-	-	-	12	-	-	-	-	7	-	-
7			-	-	8	-	-	-	-	8	-	-	-	-	11	-	-
8		fa III ² vd	-	-	-	30	-	-	-	-	25	-	-	-	-	28	-
9		g III ¹ vd	8	10	15	17	8	10	12	12	15	10	12	9	11	16	13
10		la III-II	12	11	12	9	17	8	10	10	12	16	10	9	13	10	8
11		g II	7	12	15	17	5	10	8	16	15	11	9	8	5	14	5
12		la II ² dn	14	-	-	-	-	8	-	-	-	1 ^{x)}	10	-	-	-	-
13		g II ¹ dn	5	-	-	-	-	6	-	-	-	-	7 ^{x)}	-	-	-	-
14*		mP ₂	5 ^{x)}	5 ^{x)}	5 ^{x)}	5 ^{x)}	5 ^{x)}	5 ^{x)}	5 ^{x)}	5 ^{x)}	5 ^{x)}	-	-	5 ^{x)}	5 ^{x)}	5 ^{x)}	5 ^{x)}

Рис. 4 Данные по скважинам к Работе №2:

1, 2 и 3 – современные отложения: супеси(1), озёрные пески(2) и супеси(3); 4, 5, 6, 7, 8 и 9 – верхнечетвертичные отложения: озёрно-ледниковые ленточные глины (4) и суглинки (5), озёрно-флювиогляциальные пески (6) и супеси (7), флювиогляциальные крупнозернистые пески (8), моренные суглинки (9) валдайской эпохи оледенения; 10 – средне-верхнечетвертичные песчано-глинистые отложения; 11, 12 и 13 – средне-четвертичные отложения: моренные суглинки московской эпохи оледенения (11), озёрно-алювиальные отложения (12), моренные глины днепровской эпохи оледенения (13) и глины верхней перми (14); ^{x)} – вскрытая мощность слоя; * – желательна стратиграфическая схема четвертичных образований (см. прил. 1).

$$I = \frac{H_1 - H_2}{L} \text{ (в метрах),}$$

где H_1 и H_2 – абсолютные отметки уровня воды в скважинах (в метрах),
 L – расстояние между скважинами (в метрах).

$$Q = K_{\phi} \cdot I, \text{ (м/сут.)}$$

3. Заштриховать участки залегания грунтовых вод с глубиной до одного метра.

На карте гидроизогипс добавить номер варианта задания и дополнительные условные обозначения в правом нижнем углу:



17,8 – отметка поверхности Земли
 13,3 – отметка уровня грунтовых вод

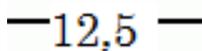
(В обозначении скважин с отметками приводится пример отметок из нанесённых на карте цифриных параметров)



– направление грунтового стока



– глубина залегания грунтовых вод ниже 1 метра



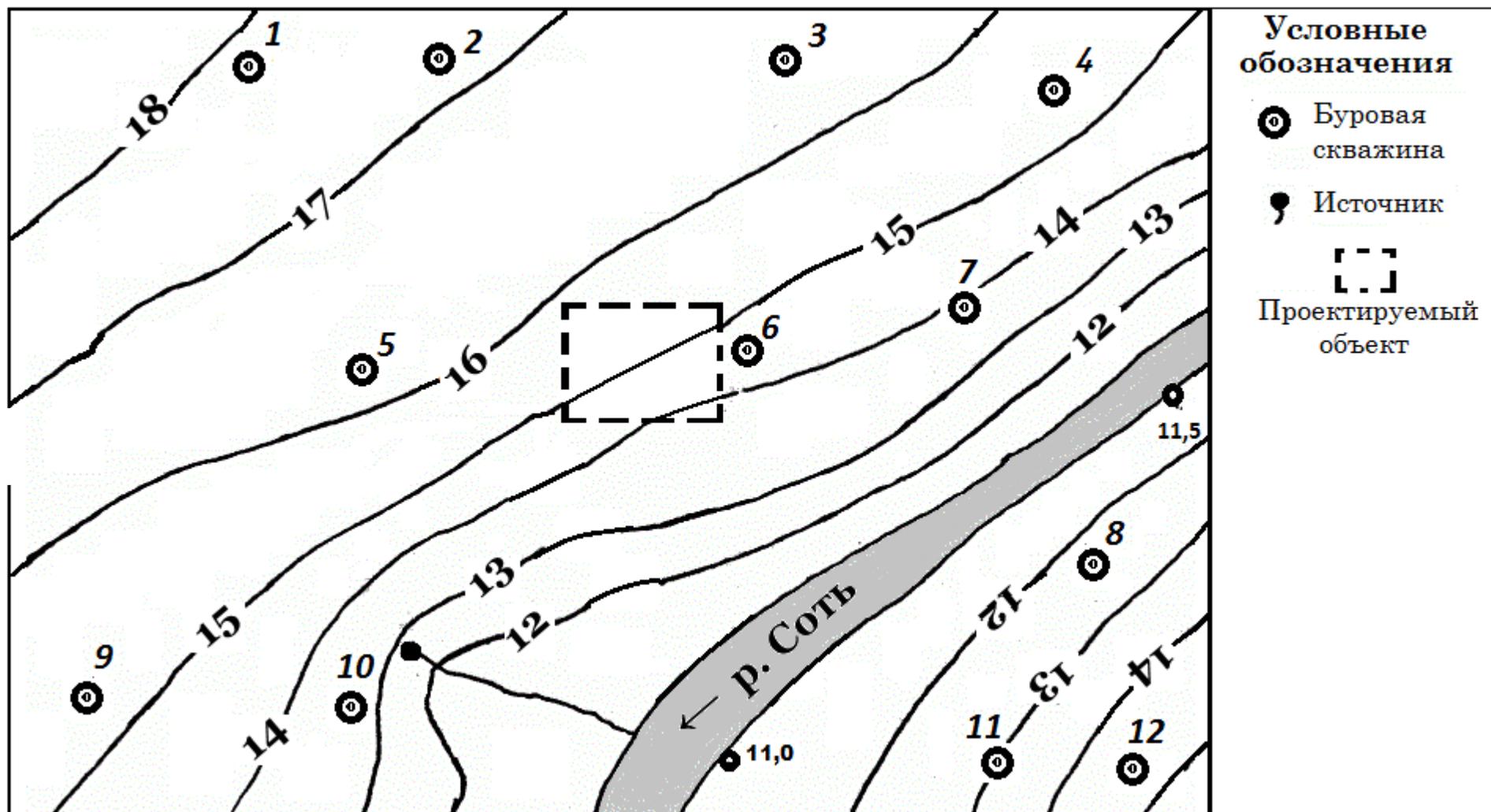
– гидроизогипсы

При выполнении этого задания следует соблюдать ряд правил. Интерполяция выполняется только между соседними скважинами по «способу треугольников», причём между скважинами, расположенными на разных берегах реки Соть, интерполяция не проводится. Участки поверхности земли с залеганием грунтовой воды менее чем на 1 метр от поверхности штрихуются по следующему ориентиру – эта площадь ограничивается по условным точкам пересечения гидроизогипс с горизонталями поверхности.

Работа №4

Пользуясь данными химических анализов воды (табл. 2), пересчитать содержание ионов из $мг/дм^3$ в $мг.-экв./дм^3$ и в $мг.-экв. \%$ форму. Коэффициенты (множители) для перерасчёта содержания ионов из $мг/дм^3$ в $мг.-экв./дм^3$ следующие: Na^+ – 0,0435, Mg_2^+ – 0,0822, Ca_2^+ – 0,0499, Cl^- – 0,0282, SO_4^{2-} – 0,0208 и HCO_3^- – 0,0164.

КАРТА ГИДРОИЗОГИПС



Масштаб 1:10 000

Рис. 5 Иллюстрация к Работе №3

Таблица 1 – Данные для построения гидроизогипс

Номера скважин	Отметки устьев скважин (H _s), м	Глубины от поверхности Земли до уровня грунтовых вод в скважинах (h), м											
		ВАРИАНТЫ ЗАМЕРОВ											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	17,8	1,1	5,0	4,6	3,6	4,5	1,7	1,4	5,2	3,8	4,0	1,6	3,7
2	17,3	0,8	4,0	3,5	4,0	4,1	0,9	0,6	4,3	2,8	3,0	0,8	4,7
3	16,3	0,3	2,8	3,3	3,9	4,3	0,3	0,1	3,1	2,5	1,8	2,2	4,0
4	15,4	0,4	1,6	2,9	3,9	4,1	0,6	0,3	1,9	2,1	0,6	0,7	4,0
5	16,1	1,7	3,8	3,4	2,5	3,3	1,6	1,3	3,9	2,6	2,8	2,8	2,6
6	14,5	0,8	1,7	1,7	1,7	1,8	0,8	0,8	1,9	0,9	0,7	1,5	1,8
7	14,0	0,2	0,8	1,3	2,9	2,3	0,2	0,7	1,0	0,5	0,1	1,3	2,0
8	12,3	0,5	1,1	0,6	0,6	1,5	0,6	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	0,7
9	15,2	2,3	3,7	3,2	2,1	3,0	2,2	2,0	3,9	2,4	2,7	1,3	2,2
10	13,2	2,2	1,5	1,2	0,6	1,0	2,0	1,9	1,6	0,4	0,5	1,0	0,7
11	13,0	1,0	0,7	1,7	1,7	1,9	2,0	0,5	1,9	0,9	0,7	2,7	0,8
12	14,5	0,9	1,4	3,2	2,0	4,5	0,9	0,9	1,8	2,4	0,4	1,4	2,1
Источник 12,5		на поверхности Земли											

Определить тип воды по общей минерализации. Выразить данный анализ воды в виде формулы М.Г. Курлова и оценить качество воды по имеющимся нормам и стандартам для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения – СанПиН 2.1.4. 1074 – 01 «Вода питьевая» (прил. 2).

Таблица 2 – Данные химических анализов воды

Компоненты	Содержание, мг/дм ³				
	Варианты				
	1	2	3	4	5
Cl ⁻	119	124	71	2168	194
SO ₄ ²⁻	168	150	98	10	204
HCO ₃ ⁻	201	377	202	173	542
Na ⁺	74	145	92	1217	42
Ca ²⁺	73	54	15	120	225
Mg ²⁺	40	46	32	62	90
Своб. CO ₂	22	19,8	15,3	10,4	17,4
pH	7,6	6,7	5,7	7,2	5,5

Дать оценку воды по отношению к бетону по СанПиН 2.1.4. 1074 – 01 (см. прил. 2).

Работа №5

Определить приток воды к одному из вышеуказанных водозаборных сооружений. Перед расчётом вычертить схематический гидрогеологический разрез по водозаборному сооружению.

Вариант 1. Рассчитайте дебит совершенной скважины, вскрывшей грун-

товые воды в галечниках с коэффициентом фильтрации 30 м/сут. Мощность водоносного горизонта – 28 метров, диаметр скважины – 0,4 метра, понижение уровня при откачке – 14 метров. Предварительно необходимо установить радиус влияния по формуле Кусакина: $R=2 \times S \times \sqrt{H \times K}$.

Вариант 2. Определите дебит совершенной артезианской скважины, если мощность водоносного слоя составляет 28 метров, коэффициент фильтрации – 18 м/сут., пьезометрический уровень до откачки – 108 метров от подошвы слоя, высота столба воды в скважине во время откачки – 46 метров, радиус влияния – 800 метров, диаметр скважины – 0,4 метра.

Вариант 3. Вычислите приток воды к водозаборной траншее, прорезающей горизонт грунтовых вод до водоупора. Глубина траншеи – 6,0, а уровень воды в ней – 1,0 метра. На расстоянии 20 метров от траншеи уровень грунтовых вод 4 метра от подошвы слоя. Коэффициент фильтрации – 25 м/сут.

Вариант 4. Установите приток воды к колодцу с фильтрующим дном и водонепроницаемыми стенками. Диаметр колодца – 1,2 метра; понижение уровня при откачке – 3,0 метра; коэффициент фильтрации – 20 м/сут. Колодец вскрывает горизонт грунтовых вод большой мощности.

Вариант 5. Определите приток воды к котловану, глубиной 2 метра ниже уровня грунтовых вод. Мощность грунтового водоносного горизонта – 12 метров; коэффициент фильтрации – 10 м/сут.; размер котлована в плане – 60×80 метров.

Работа №6

Построить кривую гранулометрического состава песка, установить действующий диаметр (d_{10}) и по нему рассчитать коэффициент фильтрации воды (K) при температуре (t) 8° Ц по формуле Хазена:

$$K = 1000 \cdot d_{10}^2 \cdot (0,7 + 0,03 \cdot t).$$

Данные гранулометрического анализа песка по вариантам приведены в табл. 3.

Таблица 3 – Данные гранулометрического анализа песка

Варианты	Процентное содержание фракций								
	> 2	2,0 – 1,0	1,0 – 0,5	0,50 – 0,25	0,25 – 0,10	0,10 – 0,05	0,05 – 0,01	0,010 – 0,005	< 0,005
1	-	-	30	20	14	26	6	3	1
2	-	4	16	37	33	5	3	2	-
3	8	12	13	47	16	4	-	-	-
4	7	15	8	10	38	22	5	3	2
5	7	8	26	14	35	17	3	-	-

Действующим диаметром называется такой диаметр частиц в миллиметрах, меньше которого в грунте содержится 10% от общей массы грунта.

График строится в масштабе (рекомендуется строить на миллиметровой бумаге): по оси абсцисс – *фракции*, а по оси ординат – *суммарное содержание частиц* (в %).

Работа №7²

Укажите особенности гидрогеологических исследований для водоснабжения в районах развития:

1. грунтовых вод;
2. межпластовых вод в рыхлых коллекторах;
3. карстовых вод;
4. трещинно-жильных вод;
5. межпластовых вод в скальных коллекторах.

Работа №8

1. Строение земли и вещественный состав земной коры;
2. Понятие о возрасте горных пород;
3. Инженерно-геологические процессы и явления;
4. Экзогенные геологические процессы;
5. Эндогенные геологические процессы.

Работа №9

1. Инженерно-геологические свойства грунтов и их показатели;
2. Виды воды в грунтах;
3. Классификация подземных вод по условиям залегания, характеристика основных типов;
4. Классификация грунтов по ГОСТ 25100 – 95;
5. Охрана природной среды при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений.

² Ответы к выше предлагаемым Работам даются по тем пунктам, которые соответствуют номеру варианта; по Работам №8 и 9 ответы сопровождаются схемами и рисунками, дополняющими текст.

Библиография

1. Ананьев, В.П. Инженерная геология: учебник для ВУЗов / В.П. Ананьев, В.И. Коробкин. – М.: Высшая школа, 1973. – 300 с.
2. Ананьев, В.П. Инженерная геология и гидрогеология / В.П. Ананьев. Л.В. Передельский. – М.: Высшая школа, 1980. – 271 с.
3. Добров, Э.М. Инженерная геология: учебн. пособие для ВУЗов / Э.М. Добров. – М.: Academia, 2008. – 218 с.
4. Кац, Д.М. Основы геологии и гидрогеология / Д.М. Кац. – М.: Колос, 1981. – 351 с.
5. Коробкин, В.И. Инженерная геология и охрана природной среды: учебник для ВУЗов / В.И. Коробкин, Л.В. Передельский. – Ростов на Дону: изд-во Ростовского ун-та, 1993. – 352 с.
6. Котлов Ф.В. Город и геологические процессы / Ф.В. Котлов, И.А. Брашкина, И.К. Синягина. – М.: Наука, 1967. – 226 с.
7. Ломтадзе, В.Д. Инженерная геология. Инженерная геодинамика / В.Д. Ломтадзе. – Л.: Недра, 1977. – 479 с.
8. Ломтадзе, В.Д. Словарь по инженерной геологии / В.Д. Ломтадзе. – СПб.: Санкт-Петербургский горный институт (университет), 1999. – 360 с.
9. Пешковский, Л.М. Инженерная геология / Л.М. Пешковский, Т.М. Перескокова. – М.: Высшая школа, 1982. – 341 с.
10. Семёнов, Д.Ф. Геологический словарь студента / Д.Ф. Семёнов, А.И. Труфанов. – Вологда: ВоГТУ, 1999. – 81 с.
11. Стратиграфический кодекс России: Издание третье. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2006. – 96 с.
12. Фролов, А.В. Инженерная геология: учеб. для техникумов / А.Ф. Фролов, И.В. Коротких. – М.: Недра, 1990. – 412 с.

Общая стратиграфическая шкала фанерозоя

Эра-те-ма	Сис-те-ма	Отделы и подотделы		Ярус	Возраст, млн лет	
					1	2
Кайнозойская KZ	Неогеновая N	Плиоцен N ₂	Верхний N ₂ ³	Гелазский N ₂ gl	2,6	2,588
			Средний N ₂ ²	Пьяченцкий N ₂ pia	3,4	3600
			Нижний N ₂ ¹	Занклский N ₂ zan	5,3	5,332
		Миоцен N ₁	Верхний N ₁ ³	Мессинский N ₁ mes	7,1	7,246
				Тортонский N ₁ tor	11,5	11,608
			Средний N ₁ ²	Серравальский N ₁ srv	14,7	13,65
				Лангийский N ₁ lan	16,5	15,97
			Нижний N ₁ ¹	Бурдигальский N ₁ bur	20,5	20,43
				Аквитанский N ₁ aqt	23±1	23,03
		Палеогеновая P	Олигоцен P ₃	Верхний P ₃ ²	Хаттский P ₃ h	28
	Нижний P ₃ ¹			Рюпельский P ₃ r	34	33,9±0,1
	Эоцен P ₂		Верхний P ₂ ³	Приабонский P ₂ p	37	37,2±0,1
			Средний P ₂ ²	Бартонский P ₂ b	40	40,4±0,2
				Лютетский P ₂ l	48	48,6±0,2
	Нижний P ₂ ¹		Ипрский P ₂ i	55	55,8±0,2	
	Палеоцен P ₁		Верхний P ₁ ²	Танетский P ₁ t	59	58,7±0,2
				Зеландский P ₁ sl		61,7±0,2
		Нижний P ₁ ¹	Датский P ₁ d	65	65,5±0,3	
	Мезозойская MZ	Меловая K	Верхний K ₂	Маастрихтский K ₂ m	73	70,1±0,6
				Кампанский K ₂ km (K ₂ cp)	83	83,5±0,7
Сантонский K ₂ st				88	85,8±0,7	
Коньякский K ₂ k (K ₂ cn)				89	89,3±1,0	
Туронский K ₂ t				92	93,5±0,8	
Сеноманский K ₂ s (K ₂ cm)				97	99,6±0,9	
Нижний K ₁				Альбский K ₁ al		112,0±1,0
			Аптский K ₁ a		125,0±1,0	
			Барремский K ₁ br		130,0±1,5	
			Готеривский K ₁ g (K ₁ h)		136,4±2,0	
			Валанжинский K ₁ v	(135)	140,2±3,0	
			Берриасский K ₁ b	145±3	145,5±4,0	

Продолжение приложения 1

Эра-те-ма	Сис-те-ма	Отделы и подотделы	Ярус	Возраст, млн лет	
				1	2
Мезозойская MZ	Юрская J	Верхний J ₃	Титонский J ₃ tt	151,5	150,8±4,0
			Кимериджский J ₃ km		
			Оксфордский J ₃ o		
		Средний J ₂	Келловейский J ₂ k (J ₂ c)	157	161,2±4,0
			Батский J ₂ bt	160	164,7±4,0
			Байосский J ₂ b	170	167,7±3,5
			Ааленский J ₂ a	174	171,6±3,0
			Тоарский J ₁ t	178	175,6±2,0
			Плинсбахский J ₁ p	184	183,0±1,5
		Нижний J ₁	Синемюрский J ₁ s	192	189,6±1,5
			Геттангский J ₁ g (J ₁ h)	197	196,5±1,0
			Рэтский T ₃ r	200±1	199,6±0,6
	Триасовая T	Верхний T ₃	Норийский T ₃ n		203,6±1,5
			Карнийский T ₃ k		216,5±2,0
			Ладинский T ₂ l		228,0±2,0
		Средний T ₂	Анизийский T ₂ a	(241,5)	237,0±2,0
			Оленекский T ₁ o		245,0±1,5
		Нижний T ₁	Индский T ₁ i	246	249,7±0,7
	Вятский P ₃ v		251±3	251,0±0,4	
	Палеозойская PZ	Пермская P	Татарский P ₃	Северодвинский P ₃ s	265,8
Уржумский P ₂ ur					
Биармийский P ₂			Казанский P ₂ kz		
			Уфимский P ₁ u	270,6	270±0,7
Приуральский P ₁			Кунгурский P ₁ k		
			Артинский P ₁ ar		275,6±0,7
		Сакмарский P ₁ s	(280)	284,4±0,7	
		Ассельский P ₁ a		294,6±0,8	
Каменноугольная C		Верхний C ₃	Гжельский C ₃ g	(295±5)	299,0±0,8
			Касимовская C ₃ k		303,9±,9
			Московский C ₂ m	(300)	306,5±1,0
		Средний C ₂	Башкирский C ₂ b		311,7±1,1
			Серпуховский C ₁ s		318,1±1,3
		Нижний C ₁	Визейский C ₁ v		326,4±1,6
	Турнейский C ₁ t		342	345,3±2,1	
			(360)	359,2±2,5	

Продолжение приложения 1

Эра-те-ма	Сис-те-ма	Отделы и подотделы	Ярус	Возраст, млн лет		
				1	2	
Палеозойская PZ	Девонская D	Верхний D ₃	Фаменский D ₃ fm	(370)	374±2,6	
			Франский D ₃ f	382	385±2,6	
		Средний D ₂	Живетский D ₂ zv (D ₂ g)		391,8±2,7	
			Эйфельский D ₂ ef	392	397,5±2,7	
		Нижний D ₁	Эмсский D ₁ e	409	407,0±2,8	
			Пражский D ₁ p	412	411,2±2,8	
			Лохковский D ₁ l	418±2	416,0±2,8	
		Силурий-ская S	Верхний S ₂	Пржидольский S ₂ p	419	418,7±2,7
				Лудловский S ₂ ld	424	422,9±2,5
	Нижний S ₁		Венлокский S ₁ v (S ₁ w)	428	428±2,1	
			Лландоверийский S ₁ l	443±2	443,3±1,5	
	Ордовикская O	Верхний O ₃	Ашгиллский O ₃ aš	449		
			Карадокский O ₂ k	458	460,9	
		Средний O ₂	Лланвирнский O ₂ l	473	468,1	
			Аренигский O ₁ a			
		Нижний O ₁	Тремадокский O ₁ t		478,6	
	Кембрийская €	Верхний € ₃	Батырбайский € ₃ bt	490±2	488,0	
			Аксайский € ₃ ak			
			Сакский € ₃ s			
		Средний € ₂	Аюсокканский € ₃ as	500	501,0±2,0	
			Майский € ₂ m			
		Нижний € ₁	Амгинский € ₂ am	509	513,0±2,0	
			Тойонский € ₁ tn			
			Ботомский € ₁ b			
			Атдабанский € ₁ at	(526)		
			Томмотский € ₁ t	(529)		
			535±1	542,0±1,0		

Продолжение приложения 1

Общая стратиграфическая шкала докембрия (возраст, мл. лет)

Акротема	Эонотема	Эратема	Система	
	Фанерозойская	Палеозойская	Кембрийская	
Протерозойская PR	Верхнепротерозойская PR ₂	535±1	Вендская V Верхний отдел V ₂ 570-555 Нижний отдел V ₁	
		600		
		Рифейская RF	Верхнерифейская RF ₃ (Каратавий)	
			1030	
	Среднерифейская RF ₂ (Юрматиний)			
	1350			
	Нижнерифейская RF ₁ (Бурзяний)			
	1650	Нижнепротерозойская PR ₁ (Карельская KR).	Верхнекарельская KR ₂	
	1900		Нижнекарельская KR ₁	
	2500	Верхнеархейская AR ₂ (Лопийская LP)	Верхнелопийская LP ₃	
3150	2800		Среднелопийская LP ₂	
	3000		Нижнелопийская LP ₁	
	Нижнеархейская AR ₁ (Саамская SM)			

Приложение 2

Требования к качеству воды для хозяйственно-питьевого водоснабжения (Сан-ПиН 2.1.4. 1074 – 01 «Вода питьевая»)

№ п/п	Показатель	ПДК
1	Сухой остаток, мг/дм ³	до 1000
2	Активная реакция, рН	6,5–8,5
3	Общая жёсткость, мг. экв./дм ³	до 7
4	Хлориды, мг/дм ³	до 350
5	Сульфаты, мг/дм ³	до 500
6	Железо, Fe ²⁺ Fe ³⁺ , мг/дм ³	до 0,3
7	Марганец Mn ²⁺ , мг/дм ³	до 0,1
8	Цинк (Zn ²⁺), мг/дм ³	до 5,0
9	Алюминий (Al ³⁺), мг/дм ³	до 0,5
10	Свинец (Pb ²⁺), мг/дм ³	до 0,03
11	Мышьяк (As ³⁺ , As ⁵⁺), мг/дм ³	до 0,05
12	Фтор (F) – в зависимости от климатических факторов, мг/дм ³	от 0,7 до 1,5
13	Нитраты (по NO ₃ ⁻), мг/дм ³	до 45
14	Аммиак (по N), мг/дм ³	до 2,0
15	Стронций (Sr ²⁺), мг/дм ³	до 7,0
16	Общая α-радиоактивность, Бк/дм ³	до 0,1
17	Общая β-радиоактивность, Бк/дм ³	до 1,0

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие.....	3
1. ПРОГРАММА ТЕОРЕТИЧЕСКОГО КУРСА.....	5
1.1 Введение.....	5
1.2 Основы общей геологии.....	5
1.2.1 Строение Земли и состав земной коры.....	5
1.2.2 Геологическая хронология.....	6
1.2.3 Элементы геотектоники.....	7
1.2.4 Природные геологические и инженерно-геологические процессы.....	8
1.2.5 Элементы грунтоведения.....	9
1.3 Основы гидрогеологии.....	9
1.3.1 Общие сведения о подземных водах.....	10
1.3.2 Динамика подземных вод.....	11
1.3.3 Запасы и ресурсы подземных вод. Охрана подземных вод от загрязнения и истощения.....	12
1.4 Гидрогеологические и инженерно-геологические исследования для водоснабжения и обоснования проектов строительства.....	13
1.5 Лабораторные занятия.....	14
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ.....	15
Работа №1.....	15
Работа №2.....	17
Работа №3.....	17
Работа №4.....	21
Работа №5.....	23
Работа №6.....	24

Работа №7.....	25
Работа №8.....	25
Работа №9.....	25
Библиография.....	26
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	27
Приложение 1.....	27
Приложение 2.....	32

Подписано в печать 20.12.2010.	Усл. печ. л. 2,0	Тираж 75 экз.
Печать офсетная.	Бумага писчая.	Заказ № 72

Отпечатано: РИО ВоГТУ, г. Вологда, ул. Ленина, 15