

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра оснований, фундаментов, инженерной геологии и геодезии

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

Справочно-методическое пособие и
контрольно-тестовые задания
по курсу «**Инженерная геология**» для студентов
строительных специальностей очной
и заочной форм обучения

Брест 2008

УДК 624.131.1
ББК 6С1
Ш 34

Рецензент:

зам. директора научно-технического центра Минстройархитектуры,
к.т.н. **В.Н. Деркач**

Шведовский П.В., Пойта П.С., Лукша В.В., Демина Г.П., Курись Н.Г.

Ш 34 *Справочно-методическое пособие и контрольно-тестовые задания по курсу «Инженерная геология» для студентов строительных специальностей очной и заочной форм обучения. – Брест: Издательство БрГТУ, 2008. – 144 с., илл. 72, табл. 74, библи. 13. назв.*

ISBN 978-985-493-093-0

В пособии приведены основные справочные сведения по минералогии, петрографии, геотектонике, гидрогеологии, геоморфологии, грунтоведению и инженерно-геологическим исследованиям, необходимые для подготовки высококвалифицированных инженеров-строителей.

Также приведены рабочая учебная программа и контрольно-тестовые задания, которые позволят студентам дневной и заочной форм обучения более полно усвоить материал, необходимый для изучения специальных дисциплин и последующей производственной деятельности.

УДК 624.131.1
ББК 6С1

ISBN 978-985-493-093-0

© Коллектив авторов, 2008
© Издательство БрГТУ, 2008

ОГЛАВЛЕНИЕ

	с.
Введение	4
Учебная рабочая программа дисциплины.....	5
Общие инженерные сведения.....	9
Блок А. Минералы: происхождение, свойства и характеристики	19
Блок Б. Горные породы: происхождение, свойства и характеристики.....	29
Блок В. Геологические карты, разрезы, колонки.....	40
Блок Г. Морфологические особенности территории.....	69
Блок Д. Геологические отложения и их связь с экзогенными геологическими процессами.....	72
Блок Е. Сейсмичность территории и ее оценка	76
Блок Ж. Инженерно-геологические процессы и защита от них.....	79
Блок З. Подземные воды и особенности формирования гидрогеологических условий стройплощадок.....	82
Блок И. Грунты: классификация, свойства, характеристики.....	95
Блок К. Инженерно-геологические исследования и изыскания.....	113
Блок Л. Инженерно-геологические отчеты и оценка инженерно-геологических условий	129
Контрольные вопросы	134
Примерный перечень экзаменационных вопросов	137
Аттестация по курсу	139
Заключение	140
Рекомендуемая литература	141

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время необходимость подготовки высококвалифицированных строителей в области инженерной геологии сильно возрастает. Значительно участились аварии зданий из-за деформации оснований, поэтому инженерная геология теперь интересует всех.

Сегодня строительство чаще всего ведется в пределах существующей застройки, на землях, которые ранее не были использованы из-за сложных инженерно-геологических условий и зачастую дополнительно ухудшенных свалками грунта и отходов.

Реконструкция существующих предприятий также требует громадной работы по обследованию оснований и старых фундаментов.

Курс инженерной геологии готовит студентов к чтению материалов изысканий, их анализу для выбора оптимальных проектных решений по размещению сооружений и способов производства земляных работ, соответствующих природно-историческим условиям.

Инженер-проектировщик должен самостоятельно анализировать предназначенные для него геологические, инженерно-геологические, гидрогеологические карты и разрезы совместно с текстом отчета об изысканиях. Ведь ему необходимо не только грамотно использовать этот материал в проектной работе, извлекая всю дорогостоящую информацию, но и планировать дальнейшие исследования.

На стройке же производитель работ сталкивается с проблемой идентификации строительных котлованов, проектных чертежей, поставок природных строительных материалов. Поэтому он должен свободно опознавать песок, суглинок, щебень, гравий, гранит, мрамор и другие горные породы.

Неблагоприятные геологические процессы, как показывает практика, зачастую связаны с недопониманием и игнорированием природных особенностей стройплощадки. Поэтому инженер-строитель должен знать не только ход процессов, но и пути профилактики и экстренные методы борьбы с негативными последствиями, вызываемыми ими.

Пониманию этих проблем и приобретению соответствующих знаний и практических навыков будут способствовать предлагаемое справочно-методическое пособие и контрольно-тестовые задания.

УЧЕБНАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цели преподавания дисциплины

Основоположник отечественной науки акад. Ф.П.Саваренский определил цели новой науки: «Инженерная геология является отраслью геологии, практикующей вопросы приложения геологии к инженерному делу». Не менее существенен и факт, что в настоящее время существует большая острота проблем геологической среды рационального использования природных ресурсов. В решении этой глобальной проблемы должны быть использованы в полной мере преимущества международной организации производства и гуманистического мировоззрения.

Цель преподавания дисциплины – дать знания студентам основ геологии, геоморфологии, инженерной геологии и использование этих знаний при оценке природных условий строительной площадки и выбора технологий строительства с увязкой требований охраны геологической среды.

1.2 Задачи изучения дисциплины

Основные задачи, решаемые данным курсом, являются формированием будущего специалиста современными знаниями по:

оценке геологических условий и физико-механических свойств горных пород района строительства;

оценке технологических и прочностных свойств осадочных горных ископаемых;

разработке рекомендаций, необходимых для инженерной подготовки строительной территории и месторождений с учетом требований охраны геологической среды;

обоснованию наиболее рациональных типов и конструкций сооружений, размещения объектов технологических схем и способов производства работ и материалов с оптимизацией технико-экономических и экологических требований.

В результате изучения курса студенты должны знать:

решения правительства в области капитального строительства применительно к задачам инженерной геологии,

основные физико-механические свойства горных пород, позволяющие повышать эффективность принятых решений,

методику проведения инженерно-геологических изысканий для промышленного и гражданского строительства и добычи полезных ископаемых;

методику создания мониторинга геологической среды, как на отдельных строительных площадках, так и в региональном масштабе.

Студенты должны уметь:

использовать результаты инженерно-геологических изысканий, читать карты и геологические разрезы при выполнении проектных, строительных работ и организационно-технических работ;

оптимально решать главнейшие задачи по охране геологической среды.

1.3 Перечень дисциплин с указанием разделов (тем), усвоение которых студентами необходимо для изучения курса «Инженерная геология»

Математика (Математическая статистика и дифференциальное исчисление);

Инженерная геодезия (Основы составления топопланов. Элементы рельефа).

2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1 Наименование тем, их содержание, объем в часах лекционных занятий (16 часов)

2.1.1 Общие сведения о Земле (1 час)

Содержание геологии как науки. Инженерная геология, ее развитие и становление как науки. Роль отечественных и зарубежных ученых в развитии инженерной геологии. Задачи, стоящие перед инженерной геологией в свете требований экономической перестройки народного хозяйства республики. Общие сведения о теориях строения Земли. Технические, организационные, правовые, экономические и социальные аспекты проблемы охраны природной среды. Современная оценка состояния тенденций и прогноз развития природных и техногенных процессов и влияние их на геологическую среду.

2.1.2 Минералы и горные породы (2 часа)

Понятие о минералах. Основные процессы минералообразования – эндогенный, экзогенный, метаморфический. Связь условий процессов минералообразования со свойствами минералов. Классификация. Характеристика основных породообразующих минералов.

Общие сведения и классификация магматических горных пород. Происхождение и классификация магматических горных пород. Формы залегания. Понятие о структуре и текстуре. Трещиноватость. Характеристика главнейших магматических горных пород.

Происхождение и классификация осадочных горных пород. Особенности осадочных горных пород. Характеристика слоистости – элементы слоя, формы и сочетание слоев. Условия образования и классификация пород обломочного происхождения. Общая характеристика грубообломочных, песчаных, пылеватых, глинистых, сцементированных и пирокластических пород. Условия образования пород химического и органического происхождения. Характеристика главнейших представителей этих пород.

Происхождение и классификация метаморфических пород. Формы залегания. Особенности структуры и текстуры. Характеристика главнейших представителей метаморфических пород.

2.1.3 Процессы внутренней и внешней динамики Земли (2 часа)

Общие сведения о процессах, протекающих в земной коре. Понятие о тектонике и тектонических явлениях в земной коре. Платформы и геосинклинали. Колебательные, складчатые и разрывные тектонические движения земной коры, как фактор изменения условий залегания горных пород и их состояния (понятие о дислокациях, значение характера залегания горных пород для строительства).

Сейсмические явления. Причины возникновения и характер сейсмических волн. Цунами. Землетрясения. Оценка силы землетрясения. Сейсмическое районирование территории СНГ. Особенности строительства в сейсмических районах.

Общие представления о природных геологических процессах. Виды и факторы выветривания. Кора выветривания. Борьба с процессами выветривания.

Геологическая деятельность ветра. Процесс выдувания и коррозия. Ветровая нагрузка на здания и сооружения. Золотые отложения. Борьба с подвижными песками.

Геологическая деятельность атмосферных вод. Процесс эрозии. Образование и характеристика атмосферных наносов (делювия и пролювия). Овраги, сели, снежные лавины и борьба с ними.

Геологическая деятельность рек. Эрозионная деятельность рек. Строение речных долин. Характеристика речных террас. Борьба с эрозией рек. Аллювиальные отложения.

Геологическая деятельность моря. Трансгрессии и регрессии морей. Разрушительная работа моря и борьба с ней. Морские отложения.

Геологическая деятельность озер и водохранилищ. Болота. Абразионная деятельность озер. Озерные осадки. Переработка берегов водохранилищ. Болота и заболоченные земли.

Геологическая деятельность ледников. Разрушительная работа ледников. Ледниковые образования (морены и флювиогляциальные отложения).

2.1.4 Основы геоморфологии и гидрогеологии (2 часа)

Геоморфология как наука о рельефе земной коры. Общие сведения о происхождении рельефа Земли. Происхождение и характеристика форм и типов рельефа. Значение геоморфологии для инженерной геологии.

Происхождение подземных вод. Водные свойства грунтов. Физические свойства и химический состав подземных вод. Агрессивность подземных вод. Классификация подземных вод. Характеристика верховодки, грунтовых и межпластовых вод.

Режим грунтовых вод. Изменение качества грунтовых вод во времени. Факторы, влияющие на изменение положения уровня грунтовых вод. Замер уровня и наблюдение за ним. Карты грунтовых вод.

Движение подземных вод. Основной закон движения. Понятие о коэффициенте фильтрации грунтов. Характер движения, скорость и расход потоков грунтовых вод.

Приток воды к водозаборам. Понятие о депрессионной воронке, радиусе влияния. Приток воды к скважинам, строительным котлованам и траншеям. Борьба с грунтовыми водами. Типы и виды дренажей.

2.1.5 Инженерно-геологические процессы (2 часа)

Характеристика и оценка инженерно-геологических процессов. Причины их возникновения, меры предупреждения и борьба с ними. Суффозия. Карст. Движение горных пород со склонов и откосов. Плывуны. Просадка. Процессы и явления, связанные с промерзанием грунтов. Учет инженерно-геологических процессов и явлений при проектировании и строительстве сооружений. Особенности строительства в районах с оседанием поверхности земли, вызванным подземными горными выработками, откачками воды, нефти, газа и др. природных ресурсов.

2.1.6 Техногенные процессы в атмосфере, гидросфере и биосфере (2 часа)

Климат и его изменение под влиянием строительства. Температура и влажность воздуха, ветер, атмосферные осадки. Техногенные изменения состава атмосферы в целом: кислотные дожди, озоновый слой и его повреждение. Изменения в атмосфере на участках строительства: запыление, загрязнение выхлопными газами строительных машин, шум. Основные направления борьбы с загрязнением воздуха и производственным шумом, снежными и песчаными заносами.

Поверхностные воды в зонах промышленного и коммунального строительства, их состав, распределение по поверхности. Изменение состава и режима поверхностных вод под влиянием строительства.

Гидрогеологический режим и состав постоянных и временных водотоков на застроенной территории. Эрозионная деятельность временных водотоков.

Понятие о критической размывающей скорости, базисе эрозии на застраиваемых площадях: дорожные покрытия, закрепление грунтов растительностью.

Абразия на берегах водохранилищ, морей и озер и основные направления борьбы с ней. Затопление и меры борьбы с ним.

Почвы, растительность и животный мир в зоне промышленного и гражданского строительства. Состав, строение, мощность плодородного почвенного слоя, взаимодействие с подстилающими грунтами. Значение почвы в народном хозяйстве. Рекультивация почвенного покрова при промышленном и гражданском строительстве: подготовительные работы, снятие и хранение почвы, восстановление почвенного покрова.

2.1.7 Движение горных пород на естественных склонах и в бортах строительных выемок (1 час)

Осыпи, обвалы, сели, лавины, оползни на застроенных территориях и в процессе строительства. Геологические условия, в которых они возникают, причины возникновения процессов при строительстве и эксплуатации промышленных и гражданских зданий и сооружений. Параметры процессов. Основные направления предупреждения склоновых процессов и меры борьбы с ними.

2.1.8 Подтопление и дренирование (1 час)

Определения. Значение подтопления и дренирования территорий для промышленного и гражданского строительства. Потенциально подтопляемые и неподтопляемые территории. Изменение режима и состава грунтовых вод при подтоплении. Причины развития подтопления: подпор от водохранилищ, утечки из коммуникаций, чрезмерное орошение, конденсация под сооружениями и покрытиями, планировка застраиваемой территории, сверхнормативная длительность работ нулевого цикла. Основные направления борьбы с подтоплением.

2.1.9 Объемные деформации грунтов и комплексная защита территорий от опасных геологических и инженерно-геологических процессов (1 час)

Осадка, просадка, усадка, набухание, сдвигание. Геологические условия, в которых они развиваются. Причины возникновения процессов, скорости и размеры деформаций сооружений. Основные направления борьбы с объемными деформациями. Влияние растительности, процессов в атмосфере и гидросфере на развитии объемных деформаций грунтов. Управление температурно-влажностным режимом территории как средство предупреждения рассматриваемых процессов.

Состав и геологическое строение массивов, в которых возникают суффозионные, карстовые и пльвинные процессы. Причины активизации суффозии и карста при строительстве. Зоны карстообразования и цементации. Формы карста. Особенности строительства в карстовых районах. Суффозия на закарстованных и подработанных территориях при строительном водопонижении. Меры борьбы с суффозией. Пльвины. Меры борьбы с ними.

Пучение грунтов и термокарстовые провалы на застроенных территориях. Наледи. Сезонное промерзание грунта и его влияние на свойства грунтов. Вечная мерзлота, ее распространение, строение и свойства. Подземные воды, зоны вечной мерзлоты. Деградация и возникновение многолетней мерзлоты в связи со строительством. Основные направления борьбы с вредными проявлениями мерзлотных процессов.

Электромагнитные поля в грунтах и их изменения под влиянием ЛЭП и электрического транспорта. Изменение состава и свойств грунтов под влиянием блуждающих токов и принципы защиты среды и сооружений от техногенных электромагнитных воздействий.

Землетрясения. Вибрация в грунтах, ее источники и влияние на грунты. Способы защиты окружающей среды и сооружений от вибрации.

2.1.10 Методы инженерно-геологических исследований (1 час)

Задачи, состав и объем инженерно-геологических исследований для целей промышленно-гражданского строительства. Основные задачи и состав инженерно-геологических исследований в процессе проектирования объекта (подготовительный, полевой и камеральный этапы работ) в период строительства и при эксплуатации зданий и сооружений. Инженерно-геологические карты и разрезы. Буровые скважины. Шурфы. Отбор образцов грунтов и проб подземных вод для лабораторных анализов. Понятие о геофизических методах исследований. Штаповые испытания, динамическое и статическое зондирование грунтов. Определение сопротивления грунтов сдвигу методом вращательного среза. Состав и объем лабораторных исследований грунтов и подземных вод. Организация мониторинга за природными геологическими и инженерно-геологическими процессами и режимом грунтовых вод в период эксплуатации зданий и сооружений. Особенности обработки полевых и лабораторных материалов. Инженерно-геологический отчет, заключение, инженерно-геологическая экспертиза.

2.1.11 Инженерно-геологические изыскания для промышленного и гражданского строительства (1 час)

Стадии проектирования зданий и сооружений и инженерно-геологические изыскания. Изыскания для стадий разработки схемы генерального плана промышленного узла и ТЭО. Изыскания для стадий технического проекта, рабочего проекта (при двухстадийном проектировании).

Жилищное строительство. Изыскания для проектов застройки кварталов, микрорайонов и комплексов общественных зданий городов. Изыскания для проектов строительства отдельных жилых и общественных зданий и сооружений.

Изыскания для проектов подземных сооружений и трубопроводов. Изыскания для проектов реконструкции и капитального ремонта зданий и сооружений.

Особенности изысканий для проектов планировки и застройки сельских населенных пунктов.

Особенности инженерно-геологических исследований для градостроительных целей.

2.2 Лабораторные занятия (18 часов)

2.2.1 Определение и изучение физических свойств породообразующих минералов (2 часа).

2.2.2 Изучение магматических горных пород (2 часа).

2.2.3 Изучение метаморфических и осадочных горных пород (2 часа).

2.2.4 Классификация и оценка песчаных и пылевато-глинистых грунтов по их физико-механическим характеристикам (2 часа).

2.2.5 Классификация и оценка песчаных и пылевато-глинистых грунтов по результатам динамического зондирования (2 часа).

2.2.6 Классификация и оценка песчаных и пылевато-глинистых грунтов по результатам статического зондирования (2 часа).

2.2.7 Построение геологического и инженерно-геологического разрезов и составление пояснительной записки к ним (6 часов).

2.2.8 Составление отчета по инженерно-геологическим изысканиям (2 часа).

3 САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА (16 ЧАСОВ)

3.1 Работа над лекционным материалом (14 часов)

3.1.1 Минералы и горные породы (2 часа).

3.1.2 Основы инженерной геологии (2 часа).

3.1.3 Современная георегиональная динамика (2 часа).

3.1.4 Основы грунтоведения (2 часа).

3.1.5 Особенности проявления инженерно-геологических процессов (2 часа).

3.1.6 Особенности изысканий при новом строительстве (2 часа).

3.1.7 Особенности изысканий при реконструкции объектов (2 часа).

3.2 Управляемая самостоятельная работа (2 часа)

3.2.1 Особенности статического и динамического зондирования строительных площадок (2 часа).

ОБЩИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ СВЕДЕНИЯ

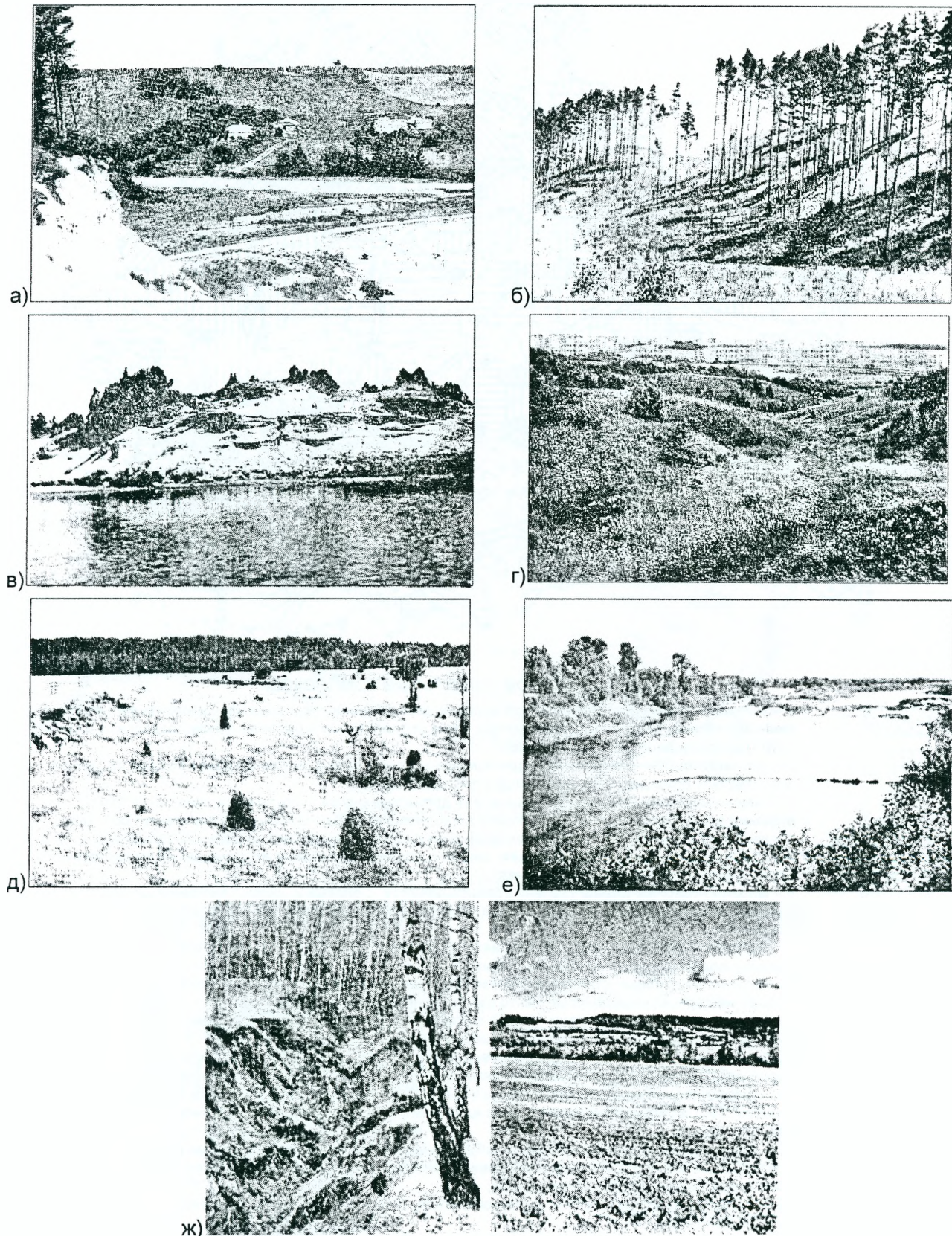
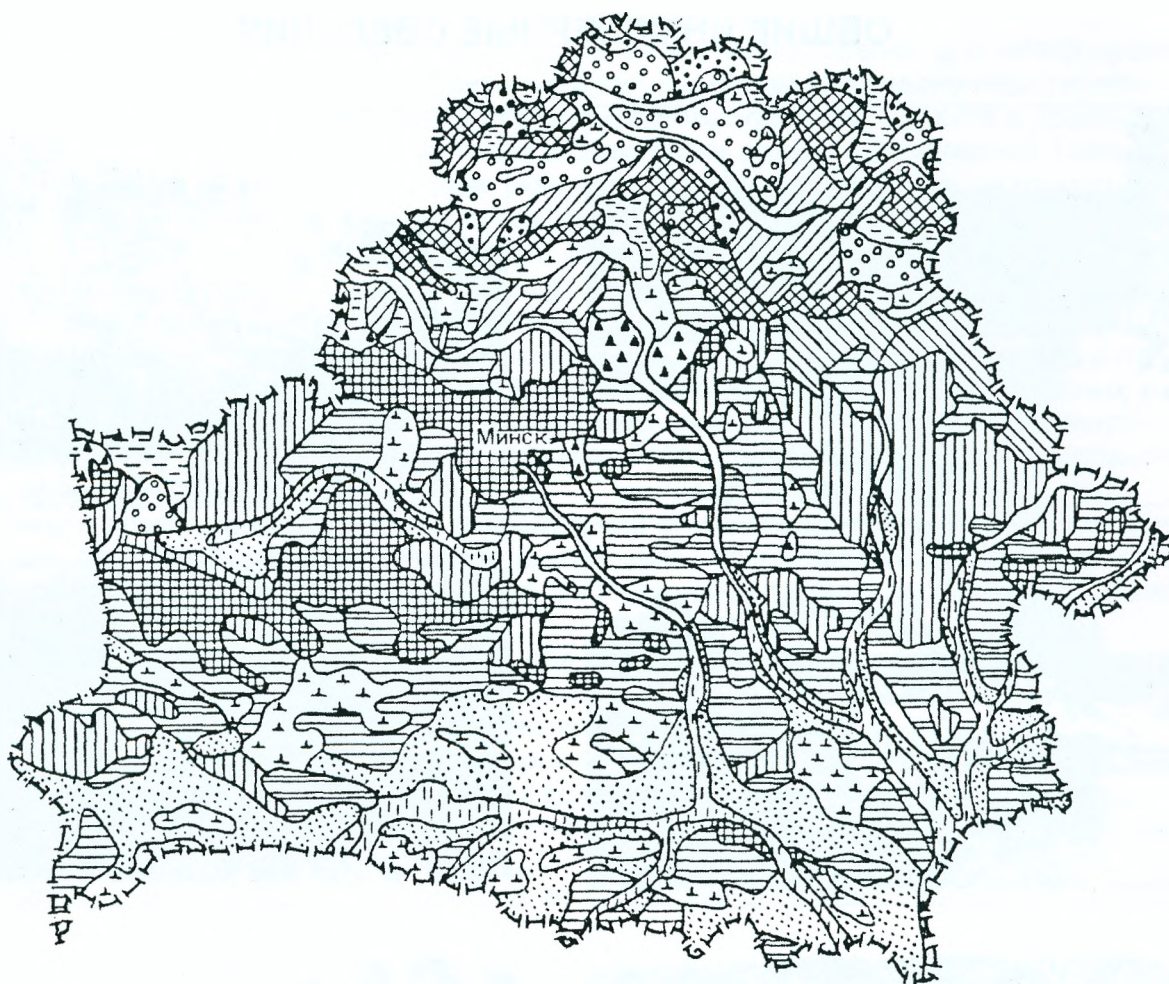


Рис. 1 Общий вид форм рельефа:

*а – камы; б – озы; в – золовая гряда; г – балки;
д – моренная равнина; е – речная долина; ж – овражно-балочный и холмистый рельеф*



Природно-территориальные комплексы
















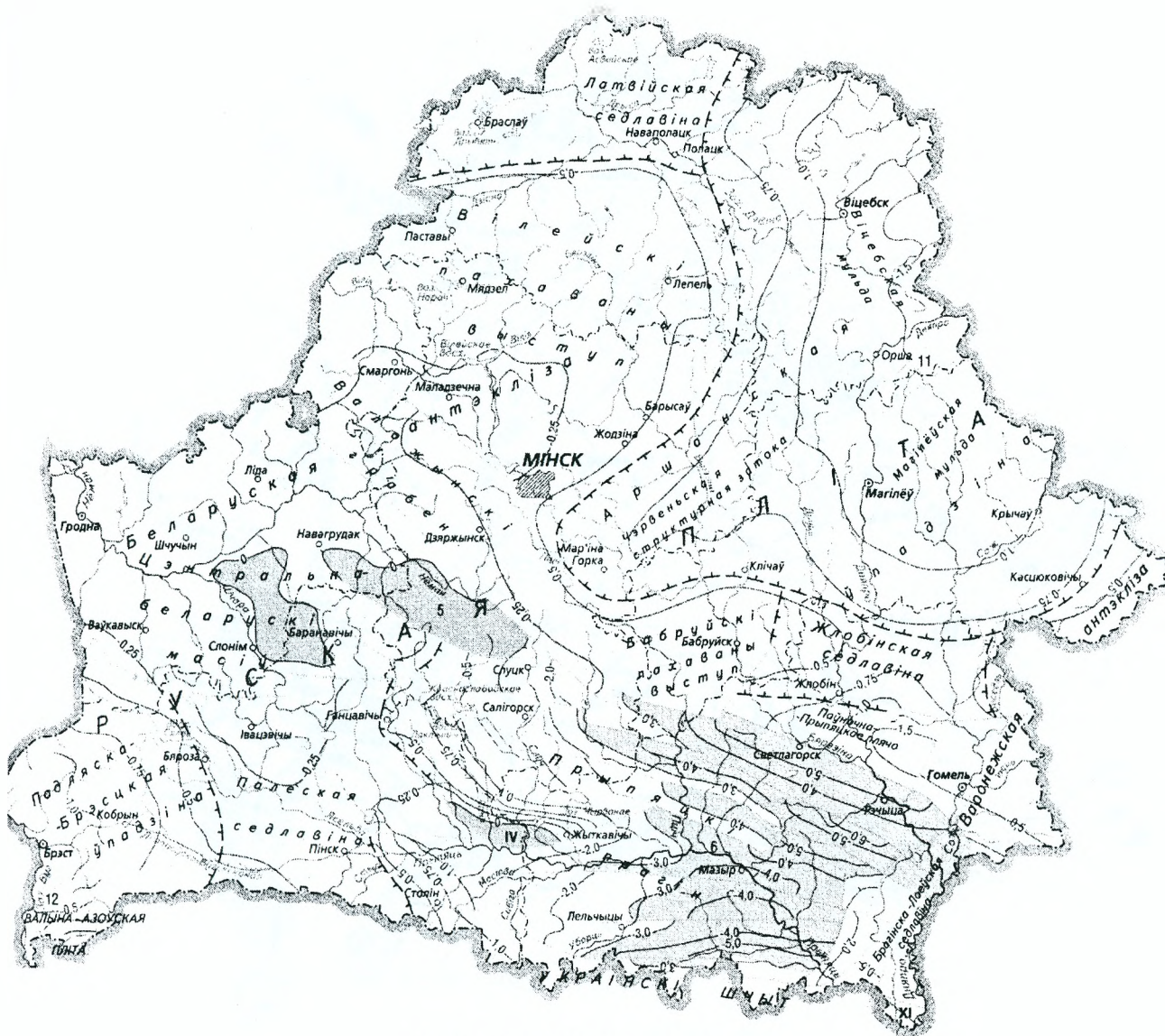
- | | | |
|---|----|---|
|  | 1 | 1 – холмисто-моренно-озерные, разной степени дренированности, с еловыми, вторичными мелколиственными лесами, на дерново-подзолистых, реже заболоченных и дерново-палево-подзолистых почвах и лугами на торфяно-болотных почвах; |
|  | 2 | 2 – холмисто-моренно-эрозионные, дренированные с широколиственно-еловыми лесами на дерново-подзолистых, реже дерново-палево-подзолистых почвах; |
|  | 3 | 3 – камово-моренно-озерные, разной степени дренированности, с сосновыми, широколиственно-еловыми вторичными березовыми лесами на дерново-подзолистых почвах и верховыми болотами; |
|  | 4 | 4 – камово-моренно-эрозионные, дренированные с сосновыми лесами на дерново-подзолистых почвах; |
|  | 5 | 5 – лесовые, дренированные, с пашней, широколиственно-еловыми и вторичными мелколиственными лесами, на дерново-подзолистых почвах; |
|  | 6 | 6 – моренно-озерные разной степени дренированности, с еловыми, широколиственно-еловыми, вторичными мелколиственными лесами, на дерново-подзолистых, дерново-подзолистых заболоченных почвах; |
|  | 7 | 7 – вторично-моренные, слабо дренированные, с широколиственно-еловыми и сосновыми лесами, на дерново-подзолистых, реже заболоченных почвах; |
|  | 8 | 8 – моренно-зандровые, слабо дренированные, с широколиственно-еловыми, сосновыми, дубовыми лесами на дерново-подзолистых, часто заболоченных почвах; |
|  | 9 | 9 – водно-ледниковые с озерами, разной степени дренированности, с сосновыми и вторичными мелколиственными лесами на дерново-подзолистых почвах; |
|  | 10 | 10 – вторичные водно-ледниковые, умеренно дренированные, с сосновыми, широколиственно-сосновыми, вторичными мелколиственными лесами на дерново-подзолистых почвах; |
|  | 11 | 11 – озерно-ледниковые, слабодренированные, с вторичным мелколиственными лесами на дерново-подзолистых заболоченных почвах, реже еловыми и сосновыми лесами на дерново-подзолистых почвах; |
|  | 12 | 12 – аллювиально террасированные, слабодренированные, с сосновыми лесами на дерново-подзолистых, широколиственно-сосновыми, дубовыми, вторичными мелколиственными лесами на дерново-подзолистых заболоченных почвах; |
|  | 13 | 13 – пойменные, разной степени дренированности, с лугами, дубравами на дерновых заболоченных почвах, болотами; |
|  | 14 | 14 – нерасчлененные комплексы с преобладанием болот, коренными мелколиственными лесами на торфяно-болотных почвах и сосновыми лесами на дерново-подзолистых заболоченных почвах; |
|  | 15 | 15 – нерасчлененные речные долины разной степени дренированности с сосновыми лесами на дерново-подзолистых почвах, лугами на дерновых заболоченных почвах, болотами. |

Рис. 2 Ландшафтная карта Беларуси

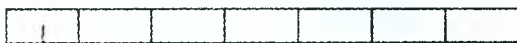


Межы галоўных структур

— — — — — умоўныя

— — — — — разломнага характару

Сумарныя дэфармацыі зямной кары (у м)



менш 0 25 50 75 100 125 150 больш

— 50 — Ізабазы сумарнай неатэктанічнай дэфармацыі (позні алігацэн-галацэн)

— — — — — Салыныя структуры, якія праявіліся на неатэктанічным этапе

— — — — — Чарнаморска-Балтыйскі водападзел

— — — — — Разломы

• Эпіцэнтры землетрасенняў

Лакальныя неатэктанічныя структуры

- ① Полацкая мульда
- ② Бярэзінскі структурны заліў
- ③ Валожынскі структурны заліў
- ④ Ашмянскі купал
- ⑤ Нарачанскі купал
- ⑥ Плешчаніцкі купал
- ⑦ Чырвонаазёрскі структурны нос
- ⑧ Драгічынскі структурны нос
- ⑨ Лельчыцкі выступ
- ⑩ Крычаўскі выступ
- ⑪ Поеўскі выступ

Рис. 3 Тектоническая карта Беларуси



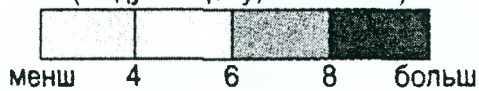
Плошчы вадаёмаў (км²)

- больш за 50
- 30 – 50
- 10 – 30
- 2 – 10
- менш за 2

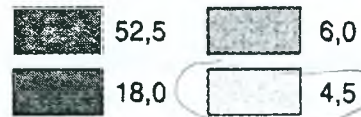
- Азёры
- Азёры-вадасховішчы
- Вадасховішчы

— Водападзелы басейнаў асноўных рэк

**Сярэднегадавы сцёк рэк
(модуль сцёку, л/с · 1 км²)**



**Сярэднегадавы расход вады (м³/с)
Шырыня паласы 1мм адпавядае:**



Найбольшы з максімальных
расходаў вады (м³/с) і час
назірання

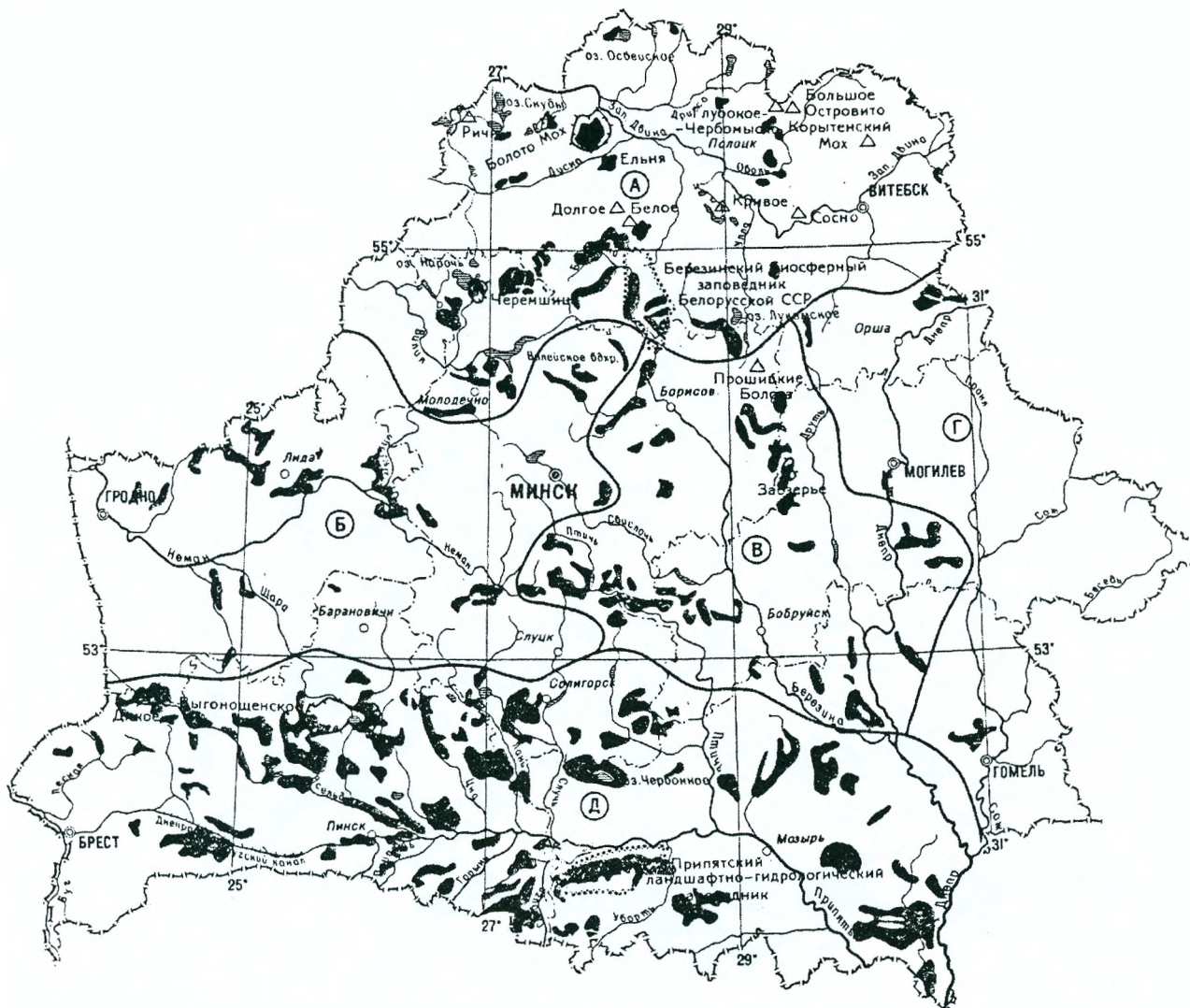


Найменшы з максімальных
расходаў вады (м³/с) і час
назірання

● Гідралагічныя станцыі

▲ Гідралагічныя пасты

Рис. 4 Гидрологическая карта Беларуси



— границы торфяно-болотных областей

Торфяно-болотные области

- Ⓐ Северная (область верховых торфяных болот холмисто-озерного ландшафта)
- Ⓑ Западная (область низинных торфяных болот западного конечно-моренного ландшафта)
- Ⓒ Центральная (область крупных верховых и низинных торфяных болот пологоволнистой абляционной равнины)
- Ⓓ Восточная (область небольших верховых и низинных торфяных болот в условиях значительного распространения лёссовидных пород)
- Ⓔ Западная (область крупных низинных торфяных болот полесского ландшафта)

Рис. 5 Карта болот Беларуси



ГЛЕБЫ

Дзярнова-карбанатныя

Дзярнова-карбанатныя суглінкі і супясчаныя на карбанатных марэнных і лёсавых адкладах



Дзярнова-падзолістыя

- 2 Дзярнова-падзолістыя, часам залішне ўвільготненыя, на азерна-ледавіковых глінах і суглінках
- 3 Дзярнова-падзолістыя, месцамі эрадзіраваныя, на марэнных глінах і суглінках
- 4 Дзярнова-падзолістыя, месцамі эрадзіраваныя, на лёсах, лёсападобных суглінках і супясках
- 5 Дзярнова-падзолістыя на водна-ледавіковых суглінках і супясках, часта падаспелых марэнай
- 6 Дзярнова-падзолістыя на пясках

Дзярнова-падзолістыя забалочаныя



Дзярнова-падзолістыя і глеяват пераважна на: а) глінах, б) суглінках, в) супясках, пясках

Дзярновыя забалочаныя

- 8 Дзярнова-глеяватыя і глеявыя на пародах рознагрануламетрычнага складу

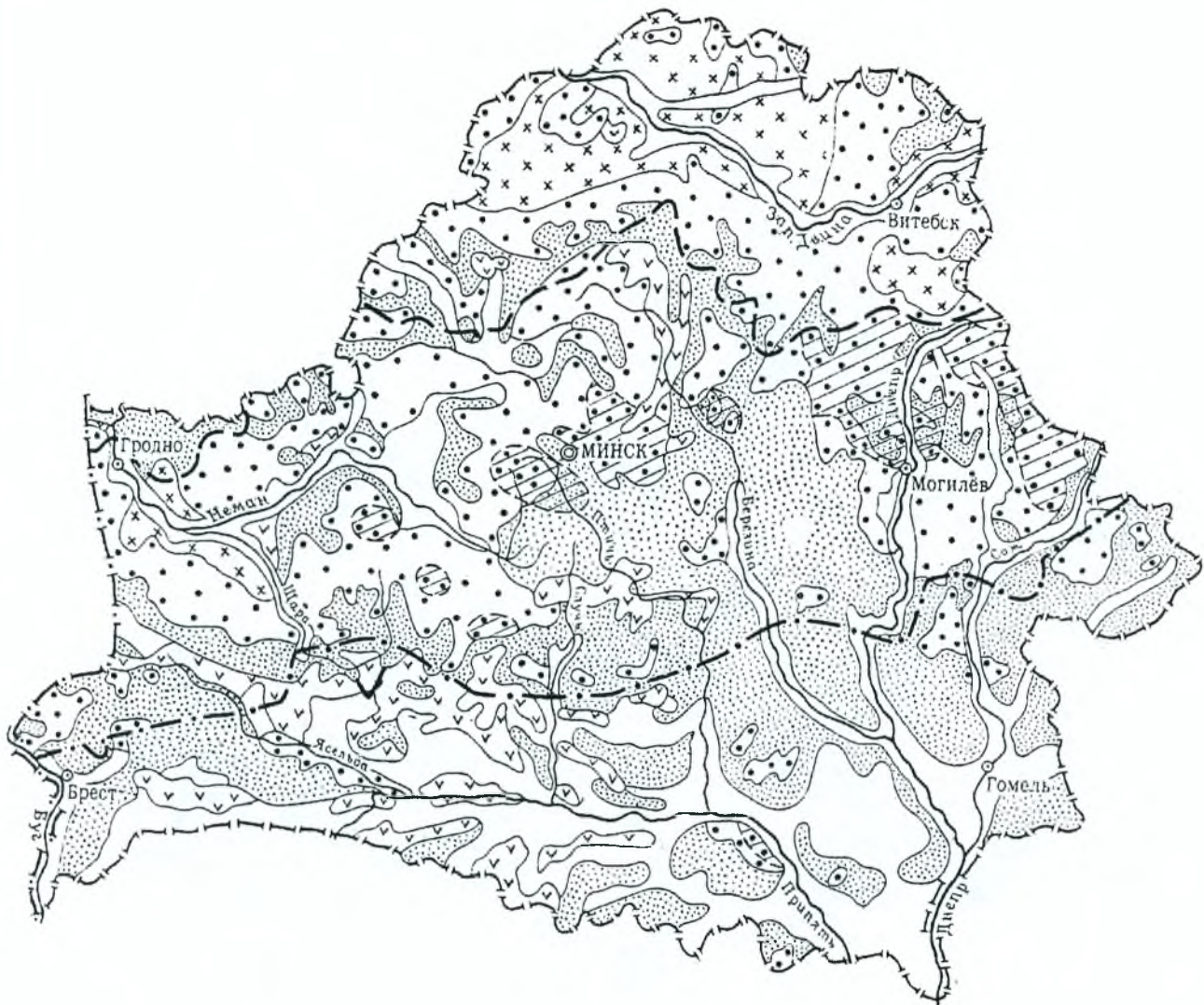
Алювіяльныя (поймавыя)

- 9 Алювіяльныя дзярнова-глеявыя і тарфяна-балотныя







Тарфяна-балотныя

- 10 Тарфяна-балотныя нізінныя
- 11 Тарфяна-балотныя вярховыя і пераходныя

Рис. 6 Почвенная карта Беларуси



Типы грунтов:

-  – моренный (валунные супеси, суглинки и глины, реже пески и песчано-гравийные отложения);
-  – флювиогляциальные (пески различной крупности, иногда с включением гравия);
-  – озерно-ледниковые (ленточные глины, чередование глин и суглинков, реже супесей и суглинков пылеватых);
-  – аллювиальные и озёрно-аллювиальные (пески мелкие и средней крупности, иногда с включением гравия к линзам супесей и суглинков);
-  – озерные и аллювиально-болотные (торф, илы, сапропели и гитии, реже заторфованные супеси и суглинки);
-  – лёссовидные и лёссовые (лёссовидные пески, супеси и суглинки).

Границы оледенений:



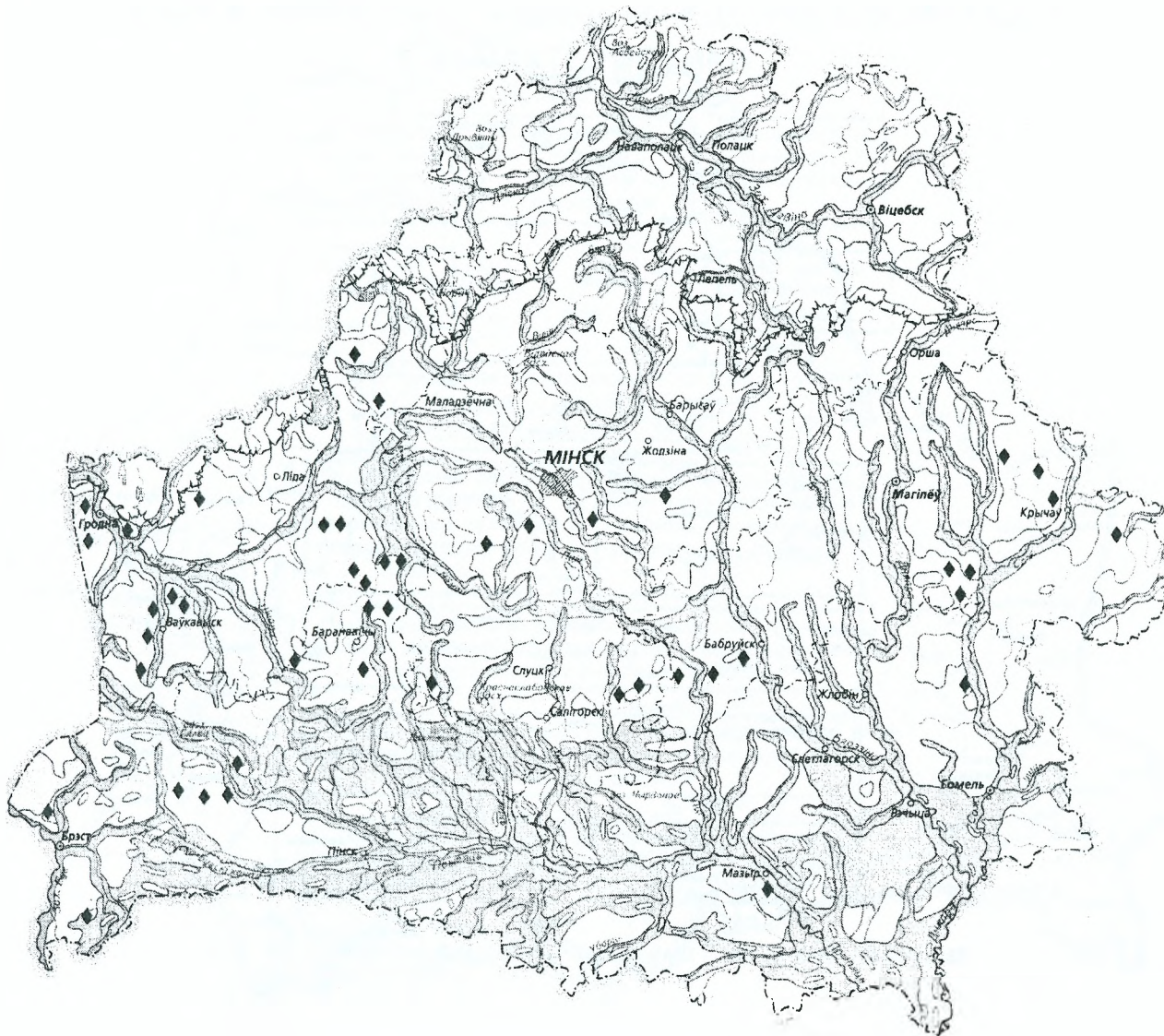
-  – поозёрского (валдайского);
-  – сожского (московского)

Рис. 7 Карта литолого-генетических типов грунтов Беларуси



- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> * Q Чацвярцічная сістэма. Пяскі, супескі, суглінкі, супескі марэнныя, торф N Неагенавая сістэма. Пяскі, гліны, алеўрыты, буры вугаль * P+N Палеагенавая і неагенавая сістэмы аб'яднаныя. Пяскі, алеўрыты, мергелі, гліны, буры вугаль P Палеагенавая сістэма. Пяскі, алеўрыты кварцава-глаўканітавыя, мергелі, гліны, буры вугаль K Мелавая сістэма. Мел, мергелі, пяскі, гліны, алеўраліты, фасфарыты J Юрская сістэма. Вапнякі, пясчанікі, гліны, пяскі, буры вугаль | <ul style="list-style-type: none"> * P+T Пермская і трыасавае сістэмы аб'яднаныя. Пяскі, гліны, даламіты, мергелі, кангламераты, алеўраліты * К Каменнавугальная сістэма. Гліны, вапнякі, пяскі, пясчанікі, буры вугаль D₁ Дэвонская сістэма. Верхні аддзел. Гліны, гаручыя сланцы, мергелі, каменная і калійныя солі, вапнякі, даламіты D₂ Дэвонская сістэма. Сярэдні аддзел. Гліны, пяскі, мергелі, даламіты, гіпс * C₁ Дэвонская сістэма. Ніжні аддзел. Даламіты, вапнякі, пяскі, пясчанікі, гліны S Сілурыіская сістэма. Мергелі, вапнякі, гліны, даламіты, пясчанікі |
|---|--|
-
- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> O Ардовіцкая сістэма. Даламіты, мергелі, пясчанікі C Кембрыіская сістэма. Пясчанікі, гліны, алеўраліты PR_{2V} Верхні пратэразой. Венд. Пясчанікі, гліны, алеўраліты, базальты, дыябазы, тыліты PR_{2R} Верхні пратэразой. Рыфей. Пясчанікі, алеўраліты, гліны AR-PR₁ Архей—ніжні пратэразой. Пароды крышталічнага фундаменту: гнейсы, амфібаліты, кварцыты, сланцы, граніты, дыярыты, габра і іншыя |
|--|

Рис. 8 Геологическая карта дочетвертичных отложений на территории Беларуси



Генетычныя тыпы адкладаў










	Балотныя. Торф, ілы Алювіяльныя. Пяскі.		Лёсападобныя. Супескі, суглінкі
	Пясчана-жвіровыя па- роды, супескі, суглінкі, ілы		Флювігляцыяльныя. Пяскі, пясчана-жвіровыя пароды, супескі
	Эолавыя		Марэнныя. Супескі, Суглінкі валунныя, пяскі, пясчана-жвіровыя пароды
	Азёрна-алювіяльныя. Пяскі, супескі, суглінкі		Ледавіковыя адорвені
	Азёрна-ледавіковыя. Стужкавыя гліны, суг- лінкі, пяскі		

Рис. 9 Геологическая карта четвертичных отложений на территории Беларуси



Шчыльнасць забруджвання тэрыторыі

кБк/м² 37 185 555 1480 больш

Кі/км² 1 5 15 40 больш

Рис. 10 Загрязнение территории Беларуси цезием-137

БЛОК А. МИНЕРАЛЫ: ПРОИСХОЖДЕНИЕ СВОЙСТВА И ХАРАКТЕРИСТИКИ



Рис. А1 Связь инженерной геологии с другими науками

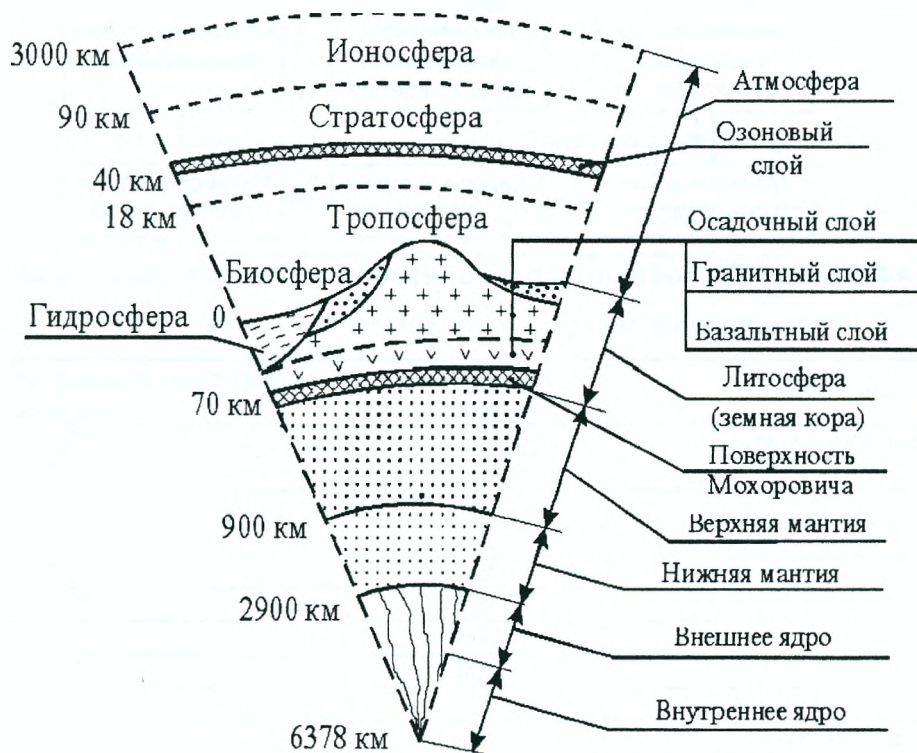


Рис. А2 Схема строения Земли

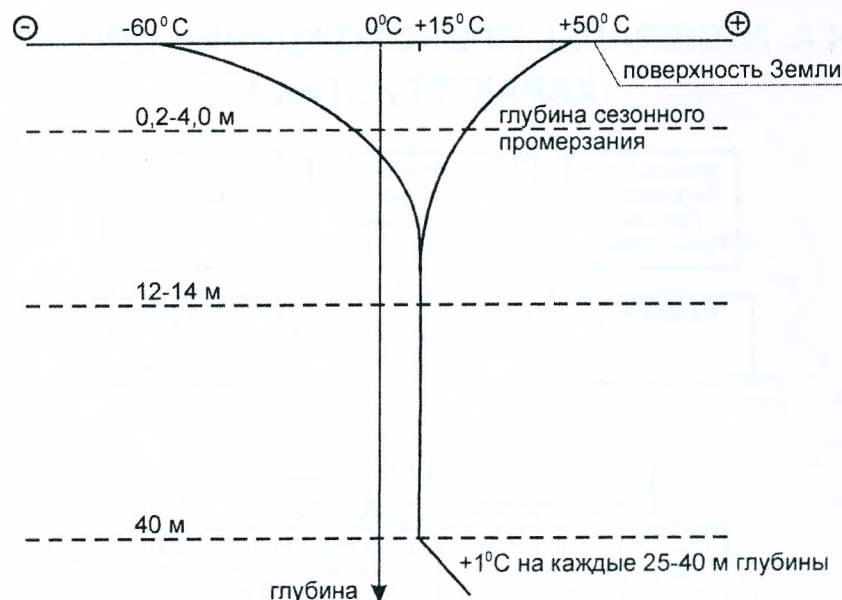


Рис. А3 Тепловой режим земной коры

Таблица А1 Распределение характеристик состояния вещества Земли по глубине

Глубина, км	0	20	500	640	1900	2900	6378
Плотность пород, г/см ³	2,7	2,9	3,4	4,3	5,1	8,6	12,2
Давление, Мгбар (млн. атм.)	1·10 ⁻⁶	0,04	0,18	0,2	0,9	1,3	3,5
Температура, °С	20	600	1800	2000	2100	2200	10000
Твердость (модуль деформации), МПа	30	75	1000	1600	2400	3200	—

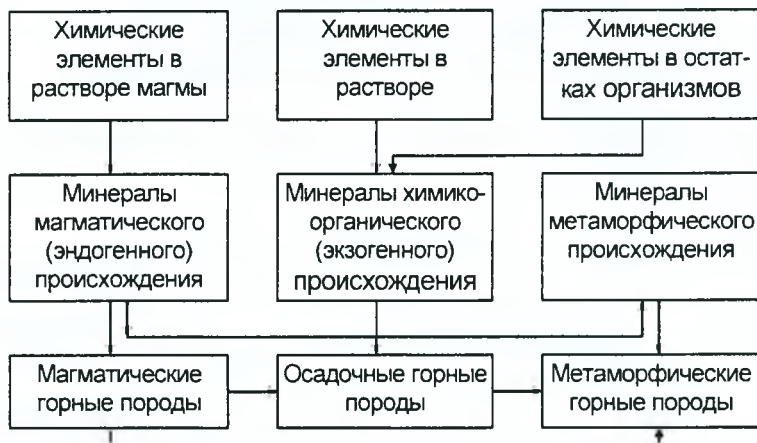


Рис. А4 Схема образования и преобразования минералов и горных пород

Таблица А2 Распределение минералов по Земле

Класс минералов	Количество минералов	Содержание минералов в земной коре, % по массе
Силикаты и гидросиликаты	800	75,0
Окислы	102	10,0
Гидроокислы	91	7,0
Карбонаты	80	1,7
Фосфаты	350	0,7
Галоиды	100	0,5
Сульфиды	200	1,15
Сульфаты	260	0,5
Вольфраматы	55	3,35
Самородные элементы	90	0,1



Рис. А5 Ключ-определитель минералов

Таблица А3 Твердость минералов по Моосу

Минералы	Твердость по Моосу	Число твердости по склерометру, кГ/мм ²	Визуальные признаки	Твердость минералов по группам
Тальк	1	2,4	Чертится ногтем	Мягкие
Гипс	2	36,0	То же	То же
Кальцит	3	109,0	Чертится ножом	Средней твердости
Флюорит	4	189,0	То же	То же
Апатит	5	536,0	То же	То же
Ортоклаз	6	796,7	Царапает стекло	Твердые
Кварц	7	1120,0	То же	То же
Топаз	8	1427,0	Режет стекло	Очень твердые
Корунд	9	2060,0	То же	То же
Алмаз	10	10060,0	То же	То же

Таблица А4 Относительная устойчивость минералов при выветривании и характеристика их растворимости

Устойчивость при выветривании	Растворимость в воде			
	Нерастворимые	Слабораствормые	Среднерастворимые	Сильнорастворимые
Весьма устойчивые	Кварц, лимонит, каолин, гранат, графит, хлорит, монтмориллонит, халцедон	-	-	-
Устойчивые	Ортоклаз, альбит, микроклин, мусковит	Кальцит, доломит	-	-
Умеренно устойчивые	Роговая обманка, авгит, биотит	-	Гипс, ангидрит	-
Неустойчивые	Лабрадор, анортит, оливин, нефелин, глауконит, пирит, сера	-	-	Галит, сильвин

Таблица А5 Характеристика основных минералов

Наименование, химический состав	Твердость	Блеск	Цвет	Черта (цвет)	Спайность	Другие отличительные признаки и особенности. Разновидности. Групповое название
1	2	3	4	5	6	7
САМОРОДНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ						
Графит, С	1	Металло-видный, жирный	Стально-серый до черного	Серовато-черная, блестящая	Совершенная	Жирный на ощупь, пачкает руки, пишет на бумаге. Снижает трение в породах
Сера, S	1-2	Жирный	Желтый, соломенно-желтый и других оттенков	Светло-желтая	Отсутствует	Излом раковистый. Запах серы
ОКСИДЫ						
Вода, H ₂ O	-	Жирный	Бесцветная	-	-	Жидкость без вкуса и запаха. Температура кипения t = 100 °С. Температура замерзания t = 0 °С. Удельная теплота плавления 332,4 Дж/г. Удельная теплота испарения 2258,5 Дж/г. Плотность воды 0,9999 при t = 0°С. Плотность воды 1,0000 при t = 4°С. Вода – главный природный растворитель, образует истинные и коллоидные растворы
Гематит, Fe ₂ O ₃	5,5-6,5	Металлический	От красно-бурого до железно-черного	Вишнево-красная, бурая	Отсутствует	Используется как краситель
Кварц, SiO ₂	7	Стеклянный на гранях, жирный на изломе	Белый, бесцветный, розовый, дымчатый и др.	Нет черты	Отсутствует	Излом раковистый. Разновидности: прозрачный – горный хрусталь; черный – морион; фиолетовый – аметист. Кристаллы призматические с пирамидальными окончаниями. Не выветривается, химически инертен.
Корунд, Al ₂ O ₃	9	Стеклянный	Голубоватый, синий, бурый	Нет черты	Отсутствует	Кристаллы боченковидные
Лед, H ₂ O	1-1,5	Стеклянный	Бесцветен, белый, голубоватый	Отсутствует	Отсутствует	Тает в руках. Плотность льда 0,9168 при t = 0 °С. Плотность льда 0,920 при t = -20 °С
Лимонит (гидрогётит), Fe ₂ O ₃ x nH ₂ O	1-5	Матовый, полуметаллический	Ржаво-желтый, бурый, темно-бурый	Желто-бурая, бурая	Отсутствует	Твердый гидрогель. Встречаются рыхлые, землистые и плотные разновидности. Аморфный. При нагревании в закрытой трубке выделяет воду. Окрашивает породы в бурый цвет. Используется как краситель – охра
Опал, SiO ₂ x nH ₂ O	5,5	Жирный, стеклянный матовый	Белый, желтый, бурый, серый и др.	Нет черты или белая	Отсутствует	Твердый гидрогель. Излом раковистый. Аморфный. Внешне похож на халцедон. Отличие: при нагревании в закрытой трубке опал выделяет воду
Углекислый газ, CO ₂	-	-	Бесцветен	-	-	Газ без запаха. Не поддерживает горения. Растворяется в воде с образованием углекислоты H ₂ CO ₃ . Участвует в процессах разрушения и образования минералов. Выделяется при извержении вулканов, при метаморфизме, выносится на поверхность подземными водами. Выделяется при дыхании. Потребляется растениями.
Халцедон, SiO ₂	7	Восковой, матовый	Светло-серый, голубовато-серый и др.	То же	Отсутствует	Излом раковистый. Скрытокристаллические разновидности кварца. По цвету различают: красный – сердолик; полосчатый – агат; пестрый, бурый и серый – кремь. Не выветривается; химически инертен

Продолжение таблицы А5

1	2	3	4	5	6	7
СОЛИ						
Ангидрит, CaSO_4	3-3,5	Стеклянный, перламутро- вый	Белый, се- роватый, голубова- тый, бес- цветный, розовый и др.	Белая	Совершенная	Из группы сульфатов. Агрега- ты сплошные, мелкозерни- стые. При увлажнении и атмо- сферном давлении переходит в гипс, сильно увеличиваясь в объеме (до 30 %). Растворим в воде
Апатит, $\text{Ca}(\text{F}, \text{Cl})[\text{PO}_4]_3$		Сахаровид- ный, стеклян- ный, жирный	Бесцвет- ный, зеле- новатый, желтова- тый и др.	Белая	Несовершен- ная	Встречается в виде сплошных зернистых сахаровидных масс или кристаллов. Распростра- нены пятнистые разности с постепенной сменой цвета в пределах одного образца. Очень хрупкий
Галит, NaCl		Стеклянный, жирный	Белый, бесцвет- ный, серый, розовый и др.	Белая	Весьма со- вершенная	Вкус соленый. Из группы гало- генидов. Очень легко раство- ряется в воде. Хрупкий, кри- сталлы кубические. Гигроско- пичен
Гипс, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$		Стеклянный, перламутро- вый	Белый, се- рый, голу- боватый, бесцвет- ный и др.	Белая или жел- товатая	Весьма со- вершенная	Из группы сульфатов. Разно- видности: волокнистый гипс с шелковистым блеском и заноз- истым изломом – селенит; мелкозернистый белый и ро- зоватый гипс с неровным из- ломом; пластинчатый гипс. Растворим в воде
Доломит, $\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$	3.5-4	Стеклянный, перламутро- вый	Белый, желтый, серый, черный и др.	Белая и желтая	Совершенная по ромбоздру	Из группы карбонатов. Порошок доломита вскипает при дей- ствии соляной кислоты (10 % раствор). Очень слабо рас- творим в воде. Встречается в кристаллах, землистых (поро- да доломит) и зернистых (по- рода мрамор) массах
Кальцит, CaCO_3	3	Стеклянный	Белый, се- рый, жел- тый, бес- цветный, голубой и др.	Белая	Весьма со- вершенная по трем на- правлениям (по ромбозд- ру)	Из группы карбонатов. Бурно вскипает при действии 10 %- ной соляной кислоты. Кри- сталлы – обычно ромбоздры, двупреломление света. Встречается в виде кристал- лов землистых (горные поро- ды – известняк, мел) или зер- нистых (порода мрамор) масс. Слабо растворим в воде.
Магнезит, MgCO_3	3,5-4,5	Стеклянный, шелковистый, матовый	Белый, желтова- тый, свет- ло-серый	Белая	Совершенная по ромбоздру	Из группы карбонатов. Встре- чается в виде кристаллически- зернистых агрегатов и плот- ных скрытокристаллических масс. Вскипает слабо при действии нагретой соляной кислоты. Трудно отличим от доломита
Пирит (серный колчедан), FeS_2	6-6,5	Сильный, металличе- ский	Латунно- желтый, золотистый	Зеленова- черная	Отсутствует	Группа сульфидов. Тяжелый (плотность около 5). Излом неровный, раковистый. Иногда видны кубические кристаллы с параллельной штриховкой. При выветривании дает сер- ную кислоту
Сидерит, Fe_2CO_3	3,5-4,5	Стеклянный, перламутро- вый, матовый	Серый, желтовато- серый, бу- рый	Белая (не ха- рактерна)	Совершенная по ромбоздру	Из группы карбонатов. Капля соляной кислоты на сидери- те желтеет

Продолжение таблицы А5

1	2	3	4	5	6	7
Сильвин, KCl	1,5-2	Стеклянный	Молочно-белый, красный. В чистом виде бесцветен	Белая	Весьма совершенная	Из группы галогенидов. Вкус горько-соленый. Очень легко растворяется в воде. Хрупкий. Встречается в виде кристаллов или сплошных зернистых масс. От галита отличается по вкусу
Флюорит, CaF ₂	4	Стеклянный, тусклый	Фиолетовый, желтый, зеленоватый и др., часто пестрый	Белая (не характерная)	Совершенная	Из группы галогенидов. Хрупкий. Кристаллы кубические и другие формы
Фосфорит CaCO ₃ , Ca ₅ (F, Cl) [PO ₄] ₃ , CaSO ₄ • 2H ₂ O и др.	2-5	Блестящий или матовый	Темно-серый, черный, желтоватый, коричневый	Серая слабая	Отсутствует	Смесь часто встречается в виде шарообразных конкреций с радиально-лучистым изломом. Реагирует с 10 %-ной соляной кислотой. При трении кусков друг о друга появляется запах жженой кости. Полиминеральная смесь апатита с кальцитом, гипсом и др.
СИЛИКАТЫ						
Авгит	6,5	Стеклянный	Черный, темно-зеленый	Светлая, серо-зеленая	Несовершенная	Из группы пироксенов. Кристаллы короткопризматические; агрегаты сплошные, зернистые. Излом неровный
Асбест, точнее хризотил-асбест (в отличие от рогово-обманкового асбеста)	2,5-3	Шелковистый	Желто-зеленый, светлый, в распушенном виде зеленовато-белый	Отсутствует	Совершенная. Разделяется на тончайшие (до 0,0001 мм) прочные мягкие волокна	Обладает огнестойкостью, щелочепорностью, тепло-, электро- и звукоизоляционными свойствами. Разлагается в морской воде и кислотах
Биотит	2-3	Стеклянный	Черный, темно-зеленый, бурый	Белая, зеленоватая (не характерна)	Весьма совершенная, расщепляется на тонкие упругие пластины	Относится к группе слюд. От мусковита отличается цветом
Глауконит	2-3	Тусклый, стеклянный, жирный	Зеленый разных оттенков	Зеленая	Отсутствует	Излом неровный, землистый. Агрегаты мелкие, размера песка и пыли. Краситель. Из группы гидрослюд. Минерал глин. Встречается только в виде непрочной микрокристаллической массы
Гранаты	7-8	Стеклянный, жирный	Темно-красный, буроватый до черного, зеленый	Нет черты	Отсутствует	Кристаллы образуют многогранники округлой формы. Излом неровный, раковистый
Каолинит или каолин	1	Тусклый, матовый, жирный	Белый, желтоватый, сероватый, с примесью лимонита-бурый	Белая	Весьма совершенная	Встречается только в виде непрочной микрокристаллической массы; минерал глин. Излом землистый. Сильно гигроскопичен. С водой, набухая, дает пластичную пасту. Жирный на ощупь. Запах глины (печки). Визуально не отличим от монтмориллонита
Монтмориллонит	1	Матовый	Белый, сероватый, синеватый, розовый, зеленый	Светлая	Совершенная у чешуек	Сильно набухает при увлажнении. С водой образует пластичную пасту. Жирный на ощупь. Визуально не отличим от каолинита

Продолжение таблицы А5

1	2	3	4	5	6	7
Мусковит	2-3	<i>Стеклянный, перламутровый</i>	<i>Белый, желтоватый, сероватый, бесцветный</i>	Белая (не характерна)	Весьма совершенная, расщепляется на тонкие упругие пластины	Слюда (относится к группе слюд). От биотита отличается цветом
Нефелин	6	Стеклянный, жирный	Серый, розовый, бесцветный, желто-бурый и др.	Нет черты	Отсутствует	Встречается в виде сплошных плотных зернистых масс или вкраплений в породе. Разлагается в соляной кислоте с выделением студневидного кремнезема
Оливин	6,5-7	<i>Стеклянный</i>	Желтовато-зеленый, буроватый, бутылочно-зеленый	Нет черты	Несовершенная	<i>Распространен в виде сплошных зернистых масс или вкраплений в породе. Зерна округлой формы. Излом неровный</i>
Ортоклаз	6	<i>Стеклянный, перламутровый</i>	<i>Желтый, коричневатый, мясокрасный</i>	Белая или отсутствует	Совершенная под 90°	Относится к группе полевых шпатов, подгруппе ортоклаза
Плагиоклазы	6	<i>Стеклянный</i>	<i>Серый, от белого до черного, иногда розовый</i>	Белая	<i>Совершенная под углом 86-87°</i>	Групповое наименование – полевые шпаты. Подгруппа – плагиоклазы. Некоторые разновидности: <i>альбит</i> – кислый плагиоклаз – белый, иногда зеленоватый, реже розоватый; <i>Лабрадор</i> – темно-серый и черный, с синим отсветом по спайности; <i>анортит</i> – серый, белый
Роговая обманка	5,5-6	Стеклянный, шелковистый	Темно-зеленый, черный	Зеленая или бурая	Совершенная	Относится к группе амфиболов. Встречается в виде удлиненных призматических кристаллов или сплошных масс игольчатого или призматического строения. <i>Излом игольчатый, «занозистый»</i>
Тальк	1	Жирный, перламутровый	Белый, зеленоватый и др.	Белая	Весьма совершенная	Жирный на ощупь. Кристалл легко расщепляется подобно слюде на тонкие упругие листочки. Часто представлен микрокристаллической массой
Топаз	8	<i>Стеклянный</i>	Бесцветный, голубовато-желтоватый и др.	Нет черты	Совершенная	<i>Излом неровный</i> . Поверхность по плоскостям спайности гладкая, блестящая
Хлорит	2-3	<i>Стеклянный, перламутровый</i>	<i>Зеленый разных оттенков, розовый</i>	Светлая, зеленоватая	Весьма совершенная	Расщепляется на гибкие, но неупругие листочки. Кристаллы чешуйчатые. Чаще микрокристаллы

Примечания. 1. Наиболее характерные признаки выделены курсивом. 2. Для некоторых минералов употребительные названия групп, объединяющих ряд минералов, а также вторые названия и наименования разновидностей минералов.

Групповые названия:

амфиболы – см. роговая обманка; галогениды – см. флюорит, галит, сильфин; глинистые минералы – см. каолин, монтмориллонит; карбонаты – см. кальцит, магнезит, доломит; пироксены – см. авгит; полевые шпаты – см. ортоклаз и плагиоклазы; слюды – см. мусковит, биотит; сульфаты – см. гипс, ангидрит; сульфиды – см. пирит.

Наименование разновидностей и дублирующие названия:

агат – см. халцедон; альбит – см. плагиоклаз; аметист – см. кварц; анортит – см. плагиоклаз; гидрогётит – см. лимонит; горный хрусталь – см. кварц; кремь – см. халцедон; лабрадор – см. плагиоклаз; морион – см. кварц; селенит – см. гипс; сердолик – см. халцедон; серный колчедан – см. пирит.

Таблица А6 Характеристика основных породообразующих минералов

Группа, подгруппа	Название минерала и его химический состав	Твердость	Блеск	Цвет	Излом и спайность
1	2	3	4	5	6
Сульфиды	Пирит FeS_2	6-6,5	Сильный металлический	Золотистый, ржаво-желтый	Неровный раковистый излом
Хлориды	Галит (каменная соль) $NaCl$	2-2,5	Стеклообразный	Бесцветный, белый	Весьма совершенная спайность
	Флюорит CaF_2	4	То же	Бесцветный, белый, фиолетовый	Совершенная спайность по октаэдру, кубу
Окислы и водные окислы	Кварц SiO_2	7	Стеклообразный, жирный	Белый, бесцветный	Раковистый неровный излом
	Опал $SiO_2 \cdot nH_2O$	5-6	Тусклый, жирный матовый	Белый, желтый, серый	То же
	Лимонит (бурый железняк) $2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$	1-5	Тусклый матовый	Желто-бурый, ржаво-желтый	Землистый излом
Карбонаты	Кальцит $CaCO_3$	3	Стеклообразный, перламутровый	Бесцветный, белый	Весьма совершенная спайность
	Доломит $CaCO_3 \cdot MgCO_3$	3.5-4	То же	Белый, желтый, серый	Весьма совершенная спайность
Сульфаты	Гипс $CaSO_4 \cdot 2H_2O$	2	То же	Белый, желтый, серый	Весьма совершенная спайность
	Ангидрит $CaSO_4$	3-3.5	То же	Белый, сероватый	Совершенная спайность
Фосфаты	Апатит $Ca_5(F, Cl)(PO_4)_3$	5	Сильный стеклообразный, жирный	Зеленый, желтоватый, белый, бесцветный	Неровный излом, несовершенная спайность

Продолжение таблицы А6

1		2	3	4	5	6
С и л и к а т ы	с л ю д ы	Оливин (перидот) $(Mg, Fe)_2SiO_4$	6.5-7	Стеклянный, жирный	Оливково- зеленый, прозрачный	То же
		Авгит $Ca(Mg, Fe, Al)_x$ $\times [(Si, Al)_2O_6]$	5-6.5	Стеклянный	Зеленовато- черный, чер- ный	Раковистый излом, спай- ность совер- шенная
		Роговая обманка $(Ca, Na_2)(Mg, Fe^{II},$ $Al, Fe^{III})_5 \times$ $\times [(SiAl)_4O_{11}](OH)_2$	6.5-7	Шелковистый	Темно- зеленый, черный	Занозистый излом, спай- ность со- вершенная
		Мусковит $KAl_2(OH, F)_2 \times$ $\times [AlSi_3O_{10}]$	2-3	Стеклянный, перламутро- вый	Бесцветный, желтоватый	Спайность весьма со- вершенная
		Биотит $K(Mg, Fe)_3(OH, F)_2 \times$ $\times [AlSi_3O_{10}]$	2-3	То же	Черный, зелено- черный	То же
		Тальк $Mg_3(OH)_2[Si_4O_{10}]$	1	Жирный, пер- ламутровый	Белый, свет- ло-зеленый	Спайность весьма со- вершенная в одном на- правлении
		Хлорит $(FeMg)_5Al(OH)_8 \times$ $\times [AlSi_3O_{10}]$	2-2.5	Стеклянный, перламутро- вый	Зеленый	То же
		Серпентин (змеевик) $F_6(OH)_8[Si_4O_{10}]$	2.5-4	Стеклянный, жирный	От светло- до черно- зеленого	Раковистый, занозистый излом
		Каолинит $Al_4(OH)_8[Si_4O_{10}]$	1	Тусклый ма- товый	Белый, жел- товатый	Землистый излом
	Полевые шпаты	Ортоклаз $K[AlSi_3O_8]$	6	Стеклянный	Белый, кре- мовый, ро- зовый	Спайность совершенная в одном и средняя в другом на- правлении под углом 90°

Продолжение таблицы А6

1		2	3	4	5	6
С и л и к а т ы	П о л е в ы е	Микроклин $K, Na[AlSi_3O_8]$	6	То же	То же	Спайность совершенная в двух направлениях
		Альбит $Na[AlSi_3O_8]$	6	То же	Белый, буровато-желтый	Спайность совершенная в двух направлениях по ромбоэдру
	Ш п а т ы	Анортит $Ca[Al_2Si_2O_8]$	6	То же	Серый, белый, желтоватый	Спайность средняя в двух направлениях по ромбоэдру
		Лабрадор $Na[AlSi_3O_8] \times$ $\times Ca[Al_2Si_2O_8]$	6	Стекланный, перламутровый	Серый, голубой, синий	Спайность средняя в двух направлениях по ромбоэдру

Задание №1. Описать один из минералов (например, микроклин)

Примеры описания:

1. Анортит $Ca[Al_2Si_2O_8]$ (кальциевый основной плагиоклаз) по химическому составу относится к группе полевых шпатов класса силикатов. Преобладают белый, серый, голубоватый, желтоватый и другие светлые тона, зависящие от примесей. Характеризуется твердостью 6...6,5, стекляннм блеском, совершенной или средней спайностью по двум направлениям, отсутствием черты или ее белым цветом. Образуется анортит при кристаллизации основной магмы, реже при контактово-метаморфических процессах. Встречается в виде мелких кристаллов и зернистых масс в основных магматических породах (габбро, базальт, диабаз).

2. Графит (С) относится к классу самородных элементов. Характеризуется твердостью 1, стально-серым до черного цветом, металловидным жирным (иногда матовым) блеском, серовато-черной блестящей чертой, совершенной спайностью в одном направлении, мелкозернистым изломом. На ощупь графит жирный, пачкает руки, пишет на бумаге, растирается пальцами в черную пыль. Огнеупорен и кислотоупорен, проводит электричество. Образуется в процессе контактового и регионального метаморфизма осадочных карбонатных и органических отложений.

3. Альбит (натровый плагиоклаз) относится к группе полевых шпатов класса силикатов. Образуется при кристаллизации кислой или средней магмы и в процессе гидротермальной метаморфизации силикатных и алюмосиликатных минералов. В воде практически нерастворим. При выветривании относительно устойчив, однако значительно менее чем кварц. Входит как главный породообразующий минерал в состав ряда магматических (граниты, липариты, гранодиориты и др.), осадочных (пески, песчаники) и метаморфических (гнейсы) пород. Встречаются зернистая сахаровидная и листоватая разновидности.

4. Лимонит (бурый железняк) относится к классу гидроксидов. Образуется при химическом выветривании других железосодержащих минералов (пирита, гематита, магнетита, сидерита и др.) и в результате отложения водных соединений железа на дне водоемов (болот, озер, мелководных частей морей). В процессах образования лимонита участвуют бактерии. В воде практически нерастворим. Весьма устойчив при выветривании. Встречается в виде оолитов, конкреций, плотных натечных, землистых и пористых масс в осадочных породах (песчаниках, глинах, суглинках и др.).

БЛОК Б. ГОРНЫЕ ПОРОДЫ: ПРОИСХОЖДЕНИЕ, СВОЙСТВА И ХАРАКТЕРИСТИКИ



Рис. Б1 Ключ-определитель для магматических (а) и осадочных и метаморфических (б) горных пород

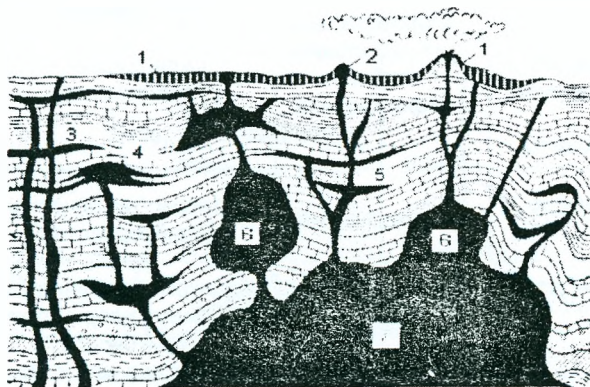


Рис. Б2 Условия и формы залегания магматических пород:

1 – лавовый поток; 2 – купол; 3 – дайки; 4 – лакколит; 5 – жилы; 6 – штоки; 7 – батолиты

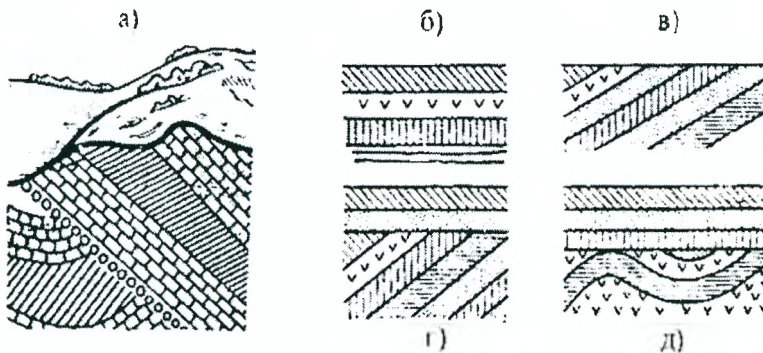


Рис. Б3 Формы залегания осадочных пород:

а – общий вид; б – однородное слоистое; в – косослоистое; г и д – сложное

Таблица Б1 Классификация магматических пород

Типы пород по химическому составу	Содержание SiO ₂ , %	Название пород	Происхождение пород	Структура	Минералогический состав	Цвет
Ультракислые	> 75	Обсидиан (вулканическое стекло) Пемза	Вулканические	Скрытокристаллическая	Кварц Ортоклаз, кварц, биотит	Белая, темно-светлый Розоватый, серый
Кислые	65-75	Граниты Гранит-порфиры Кварцевые порфиры Липариты	Интрузивные Образовались на небольших глубинах Эффузивные	Полнокрис-таллическая порфириовидная Полнокрис-таллическая порфириовидная Порфириовая Плотная скрытокристаллическая	Кварц, калиевые полевые шпаты, кислые плагиоклазы, примеси слюды, реже роговой обманки, авгита	Розоватый, красноватый, желтоватый Красноватый, бурый, светлый
Средние	52-65	Диориты Диорит-порфиры Андезиты Сиениты Сиенит-порфиры Трахиты	Интрузивные Образовались на небольших глубинах Эффузивные Интрузивные Образовались на небольших глубинах Эффузивные	Полнокрис-таллическая среднезернистая Полнокрис-таллическая порфириовидная Скрытокристаллическая Полнокрис-таллическая равномерно-зернистая Полнокрис-таллическая порфириовидная Скрытокристаллическая	Кислые плагиоклазы, роговая обманка, авгит Полевой шпат, средние плагиоклазы, роговая обманка, авгит	Серый с зеленоватым оттенком Серый и черный Светло-серый То же То же
Основные	40-52	Габбро Диабазы Базальты	Интрузивные Образовались на небольших глубинах Эффузивные	Полнокрис-таллическая среднезернистая Полнокрис-таллическая равномерно-зернистая Скрытокристаллическая мелкозернистая	Лабрадор, авгит, роговая обманка, ильменит, магнетит, оливин	Серый, черный, темно-зеленый Зеленовато-серый Черный, зеленоватый
Ультраосновные	Менее 40	Дуниты Перидотиты Пироксениты	Интрузивные То же То же	Полнокрис-таллическая равномерно-зернистая То же То же	Оливин, магнетит Оливин, авгит Авгит, оливин	Светло-зеленый, черный Черный с зеленоватым оттенком Черный

Таблица Б2 Классификация обломочных пород

Класс пород	Размеры обломков и частиц мм	Градация крупности	Рыхлые породы, сложенные обломками		Величина пористости %	Цементированные породы, сложенные обломками		Величина пористости %
			окатанными	остроугольными и угловатыми		окатанными	остроугольными и угловатыми	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Грубообломочные (крупнообломочные породы)	>800	Очень крупные	Валунники	Россыпи и скопления глыб и камней	-	-	-	-
	800-400	Крупные						
	400-200	Средние						
	200-100	Мелкие	Галечники	Щебень	-	Конгломераты	Брекчии	-
	100-60	Крупные						
	60-40	Мелкие	Гравий	Хрящ	-	Конгломераты	Брекчии	-
	40-20	Крупные						
	20-10	Средние						
10-4	Мелкие							
4-2	Очень мелкие		Дресва					
Среднеобломочные (песчаные породы)	2-1	Очень крупные	Пески		25-45	Песчаники от очень крупнозернистых до очень мелкозернистых		2-25
	1-0,5	Крупные						
	0,5-0,25	Средние						
	0,25-0,1	Мелкие						
	0,1-0,05	Очень мелкие						
Мелкообломочные (алевролиты, пылеватые породы)	0,5-0,01	Крупные	Лесс, лессовидные породы		30-65	Алевролиты, каменный лесс		2-30
	0,01-0,005	Мелкие						
Тонкообломочные (глинистые породы)	0,005-0,001	Грубые	Глины, Тонкие глины		35-75	Уплотненные глины, аргиллиты		2-35
	<0,001	Тонкие						

Характеристика главнейших метаморфических пород

Глинистый сланец. Текстура тонкосланцеватая. Состоит из макроскопически не различимых глинистых минералов, кварца, иногда серицита, хлорита. Структура скрытокристаллическая. Цвет серый до черного, зеленоватый, желтоватый, бурый, красноватый. Легко раскалывается на плитки с матовой поверхностью. Блеск тусклый, в воде не размокает. Прочность сравнительно невысокая.

Филлит, кровельный сланец. Текстура тонкосланцеватая. Состоит из кварца, иногда хлорита, биотита, полевых шпатов, кальцита. Цвет зеленый, серый, красноватый, бурый, черный, фиолетовый. Структура микрозернистая (микрочешуйчатая) полнокристаллическая. Легко раскалывается на плитки со слабым шелковистым блеском по плоскостям сланцеватости. Прочность средняя.

Слюдяной сланец. Текстура сланцеватая. Состоит преимущественно из слюд (мусковит, биотит), кварца, иногда граната, графита. Цвет белый, бурый, черный. Структура средне- или крупнокристаллическая (чешуйчатая). Легко расщепляется на тонкие пластинки с шелковистым блеском по плоскостям спайности. Блеск сильный. Прочность средняя.

Гнейс. Текстура полосчатая, реже очковая. Состоит из кварца, полевых шпатов, биотита, роговой обманки, иногда пироксена, граната, графита и др. Цвет серый, желтоватый, черный и др. Характерно чередование светло-серых или розовых (кварц, полевые шпаты) и темных полос (биотит, роговая обманка). В очковых включениях наблюдаются крупные кристаллы полевых шпатов среди более мелкозернистой массы. Структура зернисто-кристаллическая (средне- и крупнозернистая). По минеральному составу и свойствам близок к граниту, отличается от него текстурой. Переходные разновидности называются гнейсогранитами или гранитогнейсами. Прочность высокая.

Роговик. Текстура плотная массивная беспорядочная. Состоит из кристаллов кварца, биотита, полевых шпатов, граната, иногда роговой обманки, пироксена, магнетита. Цвет белый, буровато-, розовато-, светло-, темно-серый до черного, темно-зеленый. Структура мелкозернистая. Характерна значительная прочность и раковистый излом. Прочность исключительно высокая.

Грейзен. Текстура массивная беспорядочная. Состоит из кварца, мусковита, иногда турмалина, топаза, флюорита. Цвет белый, светло-серый, зеленоватый. Структура крупнокристаллическая с зубчатыми неровными очертаниями зерен кварца и чешуек слюды. Прочность высокая.

Кварцит. Текстура массивная, редко сланцеватая. Состоит в основном из зерен кварца, сцементированных кремнеземом (смесь опала, кварца и халцедона). Структура мелко- и тонкозернистая; иногда зерна трудно различимы (сливной кварцит). Цвет белый, серый, желтый, красноватый, малиновый и др. Характерна очень большая прочность. Кварцитовидный песчаник – переходная порода от песчаников к кварцитам (начальная стадия метаморфизации). Ножом не царапается. Оставляет след на стали и стекле.

Известковистый сланец. Текстура сланцеватая. Состоит из кальцита, хлорита, кварца или доломита и кварца. Переходная порода от известняка (доломита) к мрамору (начальная стадия метаморфизации).

Мрамор. Текстура массивная, полосчатая, реже сланцеватая. Состоит из кальцита, реже доломита, иногда с примесью графита, хлорита и др. Цвет белый, светло-серый, розовый, голубой, желтоватый, черный, пестрый. Структура тонко-, мелко-, средне- и крупнозернистая. Характерно бурное вскипание при действии 10 %-ной соляной кислоты. Доломитовый мрамор вскипает с соляной кислотой только в порошке или в нагретом виде. Прочность средняя. Легко царапается ножом.

Скарн. Текстура массивная беспорядочная или пятнистая. Состоит из авгита, граната, плагиоклазов, иногда рудных минералов и др. Структура от мелко- до крупнокристаллической, часто неравномерно-зернистая с кучным распределением зерен минералов. Цвет темный, бурый, зеленовато-бурый.

Кварцево-серицитовый сланец. Текстура сланцеватая. Светлый слюдяной сланец с преобладанием кварца и серицита – разновидности мусковита.

Хлоритовый сланец. Текстура сланцеватая. Состоит из хлорита, часто с примесью кварца, талька, слюд, полевых шпатов, граната. Цвет зеленый различных оттенков. Структура чешуйчато-зернистая или листовая. На ощупь жирный, раскалывается на пластинки. Легко царапается ножом. Видны чешуйки или листочки хлорита. Кварц без увеличения заметен плохо.

Тальковый сланец, талькит. Текстура сланцеватая, у талькита – массивная. Состоит из талька, кварца, иногда хлорита, слюд. Цвет белый, светло-серый, зеленоватый, желтоватый. Структура чешуйчато-зернистая. Жирный на ощупь, царапается ногтем. При наличии одного талька называется тальковый камень. Талькит содержит 75...99 % талька, кварц, рудные минералы. Структура мелкочешуйчатая.

Все метаморфические породы относятся к скальным грунтам, все имеют плотную текстуру, обычно характеризуются сланцеватостью (исключая мрамор, кварцит и некоторые другие) и трещиноватостью.

Характеристика главнейших осадочных и вулканогенно-осадочных горных пород

Валунник. Рыхлая крупнообломочная порода. Окатанные обломки размером более 200 мм составляют более 50 % массы. Может присутствовать песчаный или глинистый заполнитель между валунами. Минеральный состав, цвет и свойства зависят от состава исходной породы и заполнителя. Нескальный грунт.

Галечник или щебень. Рыхлая крупнообломочная порода. Окатанные (в галечнике) или угловатые (в щебне) обломки размером более 10 мм составляют более 50 % породы по массе. В промежутках может присутствовать песчаный или глинистый заполнитель. Минеральный состав, цвет и свойства зависят от состава исходной породы и заполнителя. Нескальный несвязный грунт.

Гравий или дресва. Рыхлая крупнообломочная порода. Преобладают (более 50 % массы) окатанные (гравий) или угловатые (дресва) обломки размером более 2 мм. В промежутках может присутствовать песчаный или глинистый заполнитель.

Минеральный состав, цвет и свойства зависят от состава исходной породы и заполнителя. Нескальный несвязный грунт.

Вулканические бомбы, лапилли, вулканический гравий. Рыхлые крупнообломочные породы. Состоят из угловатых или округлых обломков вулканической лавы размером более 300 мм (бомбы), 300.. 10 мм (лапилли) и 10..2 мм (гравий). Минеральный состав, цвет, свойства зависят от состава и состояния изверженной в атмосферу массы. Бывают плотные, пузырьчатые, моно- и полиминеральные обломки. Нескальный грунт.

Песок. Мелкообломочная порода. Более 50 % массы составляют обломки размером мельче 2 мм. По зерновому составу и размеру зерен выделяют гравелистые, крупные, средней крупности, мелкие и пылеватые разновидности; по относительной величине зерен – однородные и неоднородные пески. Минеральный состав песков разнообразный: наиболее распространены кварцевые (до 95 % кварца), реже встречаются аркозовые (преобладают кварц и полевой шпат), глауконитовые (кварц 20...40 %, глауконит 60...80 %), железистые (зерна кварца покрыты корочками лимонита), полиминеральные. В песках встречаются слюды, роговая обманка, авгит, обломки карбонатных пород и вулканического стекла, иногда гипса и галита (засоленные пески). Цвет зависит от минерального состава: желтый, зеленый, бурый, оранжевый, иногда черный. Свойства песков зависят преимущественно от зернового состава. По коэффициенту пористости пески подразделяют на рыхлые, средней плотности и плотные. Песок – нескальный несвязный грунт.

Вулканический песок, вулканический пепел. Мелкообломочные рыхлые породы. Преобладают частицы распыленной и затвердевшей лавы, обломки минералов и горных пород размером 1...2 мм (песок) или менее 1 мм (пепел). Вулканический пепел может быть рыхлой или слабосцементированной породой. Цвет серый, бурый, черный в зависимости от минерального состава изверженной в атмосферу массы. Нескальный грунт.

Лёсс, лёссовидный суглинок, лёссовидная супесь (алевриты). Лёсс – просадочный грунт. При замачивании сокращается в объеме и проседает от собственного веса на 1–7 см на 1 м толщ. Лёсс содержит более 50 % пылеватых и до 30 % глинистых частиц, имеет светло-желтую или палево-желтую окраску, вертикальные макропоры. Строение макропористое, землистое, слоистость отсутствует. Минеральный состав: преимущественно инертные минералы – кварц, полевые шпаты, слюды глинистые – каолинит, реже монтмориллонит, а также растворимые – гипс и кальцит. Легко размывается водой, вскипает при действии 10 %-ной соляной кислоты, в сухом состоянии пальцами растирается в порошок, при увлажнении дает малопластичную массу, не разбухает. Лёссовидные супеси и суглинки содержат менее 50 % пылеватых частиц. Обладают свойствами лёсса, но по мере увеличения количества глинистых частиц уменьшается макропористость и размываемость, увеличивается пластичность, подрастает доля глинистых минералов, окраска становится более темной, иногда появляется слоистость. Лёссы и лёссовидные отложения – нескальные грунты.

Глина, суглинок, супесь (пелиты). Пелиты – связные породы – обладают свойством пластичности и содержат глинистых частиц: более 30 % – глины, 10...30 % – суглинки и 3...10% – супеси. Минеральный состав: каолинит, монтмориллонит, кварц, слюды, полевые шпаты. Цвет белый, темно-серый и черный, желто-бурый, буро-красный (если присутствуют оксиды железа и марганца), голубовато-зеленый (при наличии глауконита и хлорита) и др. Структура микрокристаллическая, землистая, текстура микропористая, часто слоистая. При увлажнении набухают, делаются пластичными, при высыхании дают усадку и переходят в твердое состояние. Практически глину, суглинок и супесь различают по числу пластичности. Грунты нескальные, связные, общее название грунтов – глинистые.

Конгломерат, туфоконгломерат. Цементированная крупнообломочная порода, содержащая окатанные обломки с преобладающим размером более 10 мм. Структура обломочная, разнозернистая, текстура беспорядочная. Минеральный состав обломков зависит от состава исходной породы, как правило, это обломки прочных магматических, метаморфических или осадочных пород. Природными цементами могут быть: кальцит (вскипает при действии 10 %-ной соляной кислоты), гипс (царапается ногтем), глина (если подышать на породу, издает землистый запах, сравнительно легко размокает в воде), кварц, халцедон, опал, оксиды железа (придают породе ржаво-бурую окраску), битумы (придают породе черную или темно-бурую окраску). Твердые продукты извержения вулканов, цементированные природными цементами, называются туфоконгломератами. Скальный грунт.

Брекчия, туфобрекчия. Цементированная крупнообломочная порода с преобладанием остроугольных обломков размером более 10 мм, скрепленных природным цементом. Структура угловато-обломочная, разнозернистая; текстура беспорядочная. Минеральный состав и состав природных цементов аналогичны конгломератам. Скальный грунт.

Гравелит. Аналогичен конгломерату. Преобладают (более 50 %) окатанные обломки размером более 2 мм. Скальный грунт.

Туф вулканический. Твердые продукты вулканических извержений, цементированные гидрохимически переработанным мелкообломочным материалом. Строение обломочно-пористое: на фоне пористой массы разбросаны обломки различной величины, формы и цвета. Текстура беспорядочная. Выделяют крупнообломочные (преобладают обломки размером 30...5 мм), среднеобломочные (5...2 мм), мелкообломочные (2...0,5 мм) и тонкообломочные (менее 0,05 мм) разновидности. По минеральному составу различают липаритовые, трахитовые, базальтовые, реже дацитовые и фонолитовые туфы, в которых может содержаться до 10 % обломочного материала не вулканогенного происхождения. Окраска различная: розовая, серая, зеленая и др. Скальный грунт.

Туфолава, лавовая брекчия. Твердые продукты вулканических извержений, цементированные лавой (занимают промежуточное положение между лавой и туфом). Если преобладают обломки размером менее 10 мм – туфолава, более 10 мм – лавовая брекчия. Минеральный состав аналогичен туфам вулканическим. Текстура флюидальная или беспорядочная. Структура обломочная. Скальный грунт.

Туффит. Твердые продукты вулканических извержений и примеси осадочного материала не вулканогенного происхождения (10...50 %), сцементированные природными цементами. По размерам и минеральному составу вулканические обломки подразделяют так же, как туфы вулканические. По составу осадочного материала выделяют кремнистый, глинистый и карбонатный туффиты. Структура пористая. Текстура обломочная, часто слоистая. Скальный грунт.

Песчаник. Сцементированный песок. Цементирующими веществами могут быть кальцит, гипс, глина, кварц, халцедон, опал, водные оксиды железа, битумы и др. На ощупь грубый. Строение зернистое. Сложение плотное. Минеральный и зерновой составы аналогичны пескам. По относительной величине зерен различают равномерно- и разнозернистые песчаники, а по их преобладающему размеру - грубо-, крупно-, средне- и мелко-зернистые разновидности. Цвет и прочность зависят от минерального состава зерен и вида цемента. Скальные грунты различной прочности.

Алевролит. Алевритовая пылеватая сцементированная порода. Минеральный состав аналогичен алевритам. Цвет различный, чаще серый до черного, бурый, красноватый. Структура пылевато-глинистая. Текстура массивная, тонкослоистая, в воде размокает медленно, при этом не становится пластичным. Скальный грунт.

Аргиллит. Глинистая сцементированная порода. Минеральный состав аналогичен пелитам. Цвет различный. Структура глинистая. Текстура плотная, тонкослоистая или тонкоплитчатая. В воде медленно размокает, не приобретает пластичности. При увлажнении иногда издает землистый запах. От алевролита отличается размером преобладающих частиц. Скальный грунт.

Известняк, известняк-ракушечник, туф известковый, травертин. Породы, состоящие главным образом из кальцита или кальцитовых скелетных остатков организмов, иногда с примесью (до 20 %) глинистых, пылеватых или песчаных частиц. Структура обломочная, текстура пористая, в деталях зависят от происхождения (органогенное, химическое, смешанное). Выделяют крупно-, средне-, мелко-, микрозернистые, неравномернозернистые, афанитовые, землистые, оолитовые и другие разновидности. Чистые известняки белые, желтоватые; различные примеси окрашивают их в серый, розовый, черный и другие цвета. Отличительная особенность - известняки бурно вскипают от капли 5 %-ной соляной кислоты, причем на их поверхности после реакции не остается грязного пятна. Часть органогенных известняков состоит целиком из хорошо различимых раковин моллюсков (или их обломков), их называют известняками-ракушечниками. Структура известняков химического происхождения обычно микрозернистая (из мельчайших зернышек кальцита) или оолитовая (из шаровидных размером 1...5 мм зерен кальцита - оолитов). Пористый или ячеистый известняк, образованный в результате отложения кальцита из источников, получил название туф известковый, а его плотная разновидность - травертин. Скальные грунты. Растворимы в воде.

Мел. Обычно белая, сцементированная порода, состоящая из 60...70 % кальцитовых остатков морских планктонных водорослей и 30...40 % тонкозернистого порошкообразного кальцита. Содержание примесей не более 1 %. Отличительные особенности: бурно вскипает при действии 5 %-ной соляной кислоты; имеет белый, реже желтоватый или зеленоватый цвет: пачкает руки, пишет, содержит большое количество ходов илоедов. Скальный грунт.

Доломит. Состоит из минерала доломит (75 % и более). Строение плотное, структура скрытокристаллическая. Цвет белый, желтоватый, серый, зеленоватый, красноватый. С 10 %-ной соляной кислотой реагирует только в порошке или при нагревании. Скальный грунт.

Мергель. Имеет смешанный карбонатно-глинистый состав. Состоит из 50...70 % кальцита (реже доломита) и 25...50 % глинистых частиц. Структура землистая, текстура массивная. Цвет белый, серый, розовый, желтоватый, красноватый, зеленоватый, пестрый. Вскипает при действии 10 %-ной соляной кислоты. Капля кислоты после реакции оставляет на поверхности породы грязное пятно (характерное отличие от известняка). Скальный грунт.

Диатомит. Представляет собой скопление микроскопических скелетов диатомовых водорослей, состоящих из водного кремнезема (опала). Строение землистое рыхлое или сцементированное. Цвет белый, желтоватый, светло-серый. Текстура пористая. Отличительные особенности: легкий, жадно впитывает воду, прилипает к влажному пальцу, растирается пальцами в тончайшую пудру, не вскипает при действии соляной кислоты.

Трепел. Состоит из мельчайших зернышек опала химического происхождения (отличие от диатомита), видимых только под микроскопом. Внешне похож на диатомит.

Опока. Сложена опалом с примесью глинистых минералов и скелетных остатков микроорганизмов. Очень легкая порода. Цвет серый, голубоватый, иногда черный. Часто окраска пятнистая. Отличительные особенности: при ударе опока колется со звенящим звуком на мелкие остроугольные обломки, обладающие раковистым изломом; не вскипает при действии соляной кислоты. Похожа на диатомит и трепел, но отличается большей прочностью.

Яшма. Сложена скрытокристаллическим и аморфным кремнеземом (кварц, халцедон, опал). Часто содержит остатки микроскопически мелких животных – радиолярий и примеси глинозема, извести, соединений металлов. Цвет разнообразный (красный, зеленый, желтый, коричневый, пестрый и др.). Отличительные особенности: высокая прочность, разноцветная полосчатая текстура, раковистый излом.

Задание №2. Описать одну из горных пород (например, мрамор)

Примеры описания:

1. Гранодиорит – магматическая глубинная кислая порода, образовавшаяся в результате медленного остывания и кристаллизации магмы под высоким давлением. Это обусловило полнокристаллическую крупно-, средне- и мелкозернистую структуру и массивную, иногда пятнистую текстуру. Минеральный состав (%): полевые шпаты – до 65 (кислые и средние плагиоклазы преобладают над калиевыми полевыми шпатами), кварц– 20...25, темные минералы (биотит, роговая обманка) – 15...20. Гранодиориты занимают промежуточное положение между гранитами и диоритами. Окраска светлая, но темнее, чем у гранитов, что объясняется повышенным содержанием биотита и роговой обманки. Цвет серый, розовый, красный, коричневатый и др. В сохранном состоянии гранодиориты отличаются высокой прочностью и плотностью.

2. Филлит – продукт регионального низкотемпературного метаморфизма алевролитов, аргиллитов и глинистых сланцев. В процессе метаморфизации происходит полная перекристаллизация глинистого вещества. Состоит из тонкочешуйчатой массы серицита, кварца, иногда хлорита, биотита, полевых шпатов, кальцита. Структура мелкозернистая, полнокристаллическая. Текстура тонкосланцеватая. Цвет зеленый, серый, красноватый, бурый, черный, фиолетовый. Легко раскалывается на плитки со слабым шелковистым блеском на плоскостях сланцеватости.

3. Дресвелит – цементированная крупнообломочная порода, образовавшаяся в результате цементации дресвы – рыхлой породы с преобладанием угловатых обломков размером 2...10 мм. В промежутках между обломками могут присутствовать песчаный или глинистый заполнитель и цементирующие компоненты. Минеральный состав определяется составом исходной породы и продуктами ее выветривания. В качестве природных цементов встречаются кальцит, гипс, глинистые минералы, кварц, халцедон, опал, водные оксиды железа. Структура угловато-обломочная, разнозернистая; текстура беспорядочная и слюдястая.

4. Сланец слюдяной – может быть продуктом среднетемпературного регионального метаморфизма гранитов. В процессе метаморфизации частично изменяется минеральный состав (существенно уменьшается содержание полевых шпатов за счет увеличения содержания слюд – мусковита, биотита), происходит рассланцевание породы, коренным образом меняется текстура (из массивной – сланцеватая) и структура (становится чешуйчатой).

Таблица Б3 Классификация пород по общим инженерно-геологическим параметрам

Тип	Инженерно-геологические параметры
I. Твердые: Скальные Полускальные	Прочность на сжатие, растворимость в воде, генезис, степень выветрелости, трещиностойкость и другие.
II. Рыхлые: Несвязные Связные Органические Искусственные	Грансостав, плотность, влажность, генезис Пластичность, консистенция, пористость, размягчаемость, просадочность, генезис Содержание и степень разложения органического вещества, генезис Состав и плотность сложения

Таблица Б4 Классификация технических свойств горных пород

Инженерно-геологическая классификация	Технические свойства	Область применения
Скальные породы, устойчивые к выветриванию и водорастворимые	Водопоглощение, морозостойкость, устойчивость к выветриванию, способность к резке, шлифовке и полировке	Тесовый и декоративный камень
Скальные породы, преимущественно устойчивые к выветриванию и несвязные рыхлые породы	Качество поверхности, форма зерен, морозостойкость, устойчивость к выветриванию	Заполнители для бетонов и строительных растворов
Скальные породы, устойчивые к выветриванию и несвязные рыхлые породы	Прочность на истирание, сцепляемость с цементом, способность к приданию формы	Заполнители и балластный материал
Скальные породы и связные рыхлые породы	Размалываемость, зернистость, клейкость, усадка, содержание вредных примесей	Сырье для керамической промышленности, производство огнеупоров и вяжущего
Несвязные рыхлые породы	Размер зерен, характер поверхности, содержание вредных примесей	Сырье для стекольного производства

Таблица Б5 Примеры изменения пород по поясам и зонам земной коры

Пояс	Зона	Породы				
		Кварцевый песок	Глина	Известняк	Мергель	Торф
Осадочных пород	Выветривания	Кварцевый песок	Глина	Известняк	Мергель	Торф
	Цементации	Песчаник	Аргиллит	Полукристаллический известняк	Известковый сланец	Каменный уголь
Метаморфизма	Верхняя	Кварцито-видный песчаник	Филлит	Мелкозернистый мрамор	Известковый филлит	Антрацит
	Средняя	Кварцит	Слюдистый сланец	Среднезернистый мрамор	Слюдистый сланец	Графит
	Нижняя	Перекристаллизованный кварцит	Гнейс	Крупнозернистый мрамор	Гнейс силикатный	Алмаз

Таблица Б6 Важнейшие строительные свойства и область применения горных пород

Порода	Плотность, кг/м ³	Предел прочности при сжатии, $1 \cdot 10^4$ кПа	Применение в строительстве
Гранит	2600	10-30	Облицовочные плиты, лестничные ступени, полы, бортовые камни, щебень, памятники
Сиенит	2400-2900	15-20	Дорожные камни, облицовочные плиты
Диорит	2700-2900	18-30	Гидротехнические сооружения, щебень, облицовочные плиты
Габбро	2800-3100	10-28	Гидротехнические сооружения, щебень, облицовочные плиты
Кварцевый порфир	2400-2600	13-18	Щебень, штучный камень
Диабаз	2800-3000	20-30	Щебень, штучный камень, плиты, брусчатка, облицовочный материал
Базальт	2700-3300	10-50	Дорожные покрытия
Порфирит	2200-2800	6-24	Облицовочный материал, щебень, брусчатка
Пемза	400-1400	0,04-0,2	Теплоизоляционный материал, активная добавка к цементу
Вулканический туф	1250-1350	0,8-1,9	Крупные стеновые блоки, теплоизоляционный материал, добавки к воздушной извести и цементу
Песчаник кремнистый	Различная	До 20	Щебень, облицовка опор мостов и зданий, дорожные покрытия
Конгломерат, брекчия	Различная	Различная	Щебень, штучный камень, облицовочный материал
Гипс	Различная	Различная	Облицовочный материал внутренних стен зданий
Ангидрит	Различная	Различная	Облицовочный материал внутренних стен зданий, вяжущие материалы
Известковый туф	Различная	Различная	Штучный камень, щебень
Известняк	1700-2600	1-10	Щебень, облицовочные плиты, известь, портландцемент
Филлит	—	—	Кровельные сланцы
Известняк-ракушечник	900-2000	0,04-1,5	Стеновые камни и блоки, заполнитель легких бетонов
Доломит	Различная	Различная	Щебень, облицовочные плиты, вяжущие материалы
Мел	Различная	Различная	Малярные работы, замазка, известь, портландцемент
Трепел, диатомит	400-1200	Различная	Теплоизолирующие материалы, легкий кирпич, вяжущие, активные минеральные добавки
Глинистый сланец	Различная	Различная	Кровельный материал
Гнейс	Различная	Различная	Бутовый камень
Мрамор	Различная	30	Облицовка внутренних стен
Кварцит	Различная	40	Облицовка зданий, опор мостов
Песок и гравий с содержанием не более 1-2% частиц мельче 0.1 мм			Заполнители бетонов

Таблица Б7 Долговечность камня в городских условиях (в годах)

Породы	Начало разрушения	Окончание разрушения
Кварциты	220-475	1625
Граниты	75-350	650-1625 и более
Мраморы	20-135	100-1200

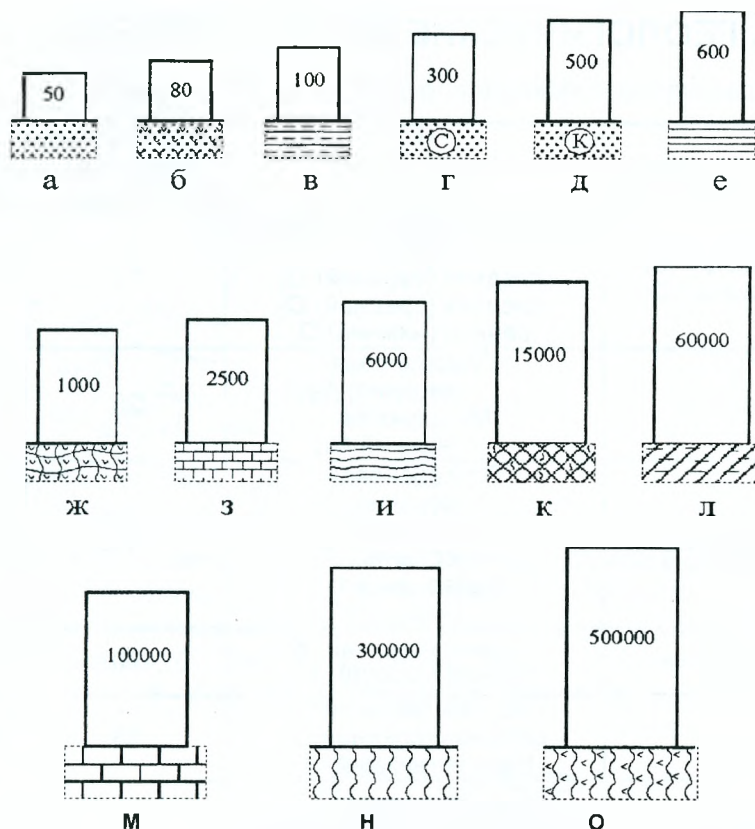


Рис. Б4 Предел прочности при сжатии (несущая способность) горных пород и материалов из них (кПа):

а – песок рыхлый; б – насыпные грунты; в – влажные глины; г – песок средней плотности; д – песчано-галечниковые плотные грунты; е – пылевато-глинистые грунты; ж – известняк трещиноватый; з – известняк-ракушечник; и – песок силикатизированный; к – вулканический туф; л – кирпич; м – бетон; н – гранит, о – базальт

Таблица Б8 Характеристика степени крепости пород

Категория	Степень крепости пород	Характеристика пород	Коэффициент крепости по М.М. Протодьяконову
I	В высшей степени крепкие	Наиболее крепкие, плотные и вязкие кварциты, базальты и другие породы	20
II	Очень крепкие	Кварцевые порфиры, очень крепкие граниты, кремнистые сланцы, менее крепкие, чем указанные выше, кварциты, самые крепкие песчаники и известняки	15
III	Крепкие	Граниты и гранитовые породы, очень крепкие песчаники и известняки, кварцевые рудные жилы, крепкие конгломераты, очень крепкие железные руды, мраморы, доломиты,	10
IV	Довольно крепкие	Обыкновенные песчаники, железные руды, сланцы	6
V	Средние	Крепкие глинистые сланцы, некрепкие песчаники и известняки, мягкие конгломераты, плотные мергели	4
VI	Довольно крепкие	Мягкие сланцы, очень мягкие известняки, мел, каменная соль, гипс, мерзлые грунты, антрациты, обыкновенные мергели, разрушенные песчаники, цементированные галька и хрящ - каменные грунты	2
VII	Мягкие	Плотные глины, мягкие каменные угли, крепкие наносы – глинистые грунты, лессы, гравий	1,0
VIII	Землистые	Растительная земля, торфы, легкие суглинки, сырые пески	0,6
IX	Сыпучие	Пески, осыпи, мелкий гравий, насыпная земля, добытые угли	0,5
X	Плывучие	Плывуны, болотистые грунты, разжиженные лессы и другие разжиженные грунты	0,3

Задание №3. Составить для определенной породы (например, глинистого сланца) перечень важнейших технических и строительных свойств, а также выявить область ее применения в строительстве.

БЛОК В. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ КАРТЫ, РАЗРЕЗЫ, КОЛОНКИ

Таблица В1 Стратиграфическая и геохронологическая шкалы

Эра (группа)	Период (система)	Эпоха (отдел)	Длительность периода, млн. лет	Этапы развития органического мира
Кайнозойская <i>Kz</i>	Антропоген четвертичный <i>Q</i>	Голоцен (современный) Q_4 Плейстоцен: поздняя (верхний) Q_3 средняя (средний) Q_2 ранняя (нижний) Q_1	1,0	Расцвет млекопитающих, птиц, рыб и появление человека
	Неоген <i>N</i>	Плиоценовая (верхний) N_2 Миоценовая (нижний) N_1	25	
	Палеоген <i>P</i>	Олигоценная (верхний) P_3 Эоценовая (средний) P_2 Палеоценовая (нижний) P_1	41	Повсеместное распространение млекопитающих
	Мел <i>K</i>	Поздняя (верхний) K_2 Ранняя (нижний) K_1	70	Вымирание крупных рептилий
Мезозойская <i>Mz</i>	Юра <i>J</i>	Поздняя (верхний) J_3 Средняя (средний) J_2 Ранняя (нижний) J_1	58	Появление птиц, массовое развитие хвойных и появление млекопитающих
	Триас <i>T</i>	Поздняя (верхний) T_3 Средняя (средний) T_2 Ранняя (нижний) T_1	45	
Палеозойская поздняя <i>Pz</i>	Пермь <i>P</i>	Поздняя (верхний) P_2 Ранняя P_1	50	Вымирание палеозойских животных
	Карбон <i>C</i>	Поздняя (верхний) C_3 Средняя (средний) C_2 Ранняя (нижний) C_1	70	Появление рептилий и хвойных растений
	Девон <i>D</i>	Поздняя (верхний) D_3 Средняя (средний) D_2 Ранняя (нижний) D_1	70	
	Силур <i>S</i>	Поздняя (верхний) S_2 Ранняя (нижний) S_1	36	Развитие панцирных рыб и появление папоротников
Палеозойская ранняя <i>Pz</i>	Ордовик <i>O</i>	Поздняя (верхний) O_3 Средняя (средний) O_2 Ранняя (нижний) O_1	70	Выход животных на сушу
	Кембрий <i>Э</i>	Поздняя (верхний) $Э_3$ Средняя (средний) $Э_2$ Ранняя (нижний) $Э_1$	80	Водоросли и простейшие животные
		Венд <i>V</i>	110	
Протерозойская <i>PRt</i>	Поздний PR_3 Средний	Рифей: R_1 R_2 R_3	400	
	Ранний PR_1		600	
Архейская <i>Az</i>	Верхний AR_2 Нижний AR_1		700 Более 1500	Бактерии и одноклеточные водоросли

Примечание. Слова в скобках относятся к стратиграфической шкале

Таблица В2 Условные обозначения магматических пород

Горные породы интрузивные	Индекс	Горные породы эффузивные	Индекс
Граниты	γ	Липариты	λ
Сиениты	ξ	Кварцевые порфиры	λ'
Диориты	δ	Трахиты	τ
Нефелиновые сиениты	$\epsilon\xi$	Андезиты	α
Габбро	ν	Базальты	β
Пироксениты, перидотиты, дуниты	σ	Диабазы	β'

Таблица В3 Основные индексы и цвета к геологическим картам четвертичных отложений

Наименование основных и смешанных типов четвертичных отложений	Индекс	Тон
Элювиальные	e	Фиолетовый
Делювиальные	d	Ярко-оранжевый
Аллювиальные	a	Зелёный
Ледниковые	g	Коричневый
Флювиогляциальные	f	Тускло-зелёный
Озёрные	l	Синевато-голубой
Пролувиальные	p	Оливковый
Солифлюкционные	s	Красновато-фиолетовый
Морские	m	Голубой
Эоловые	v	Светло-жёлтый
Химические	ch	Серовато-фиолетовый
Элювиально-делювиальные	ed	Оранжевый
Делювиально-солифлюкционные	ds	Розовый
Аллювиально-делювиальные	ad	Жёлтый
Аллювиально-озёрные	al	Голубовато-зелёный
Аллювиально-морские	am	Синевато-зелёный
Аллювиально-пролувиальные	ap	Светло-желтовато-зелёный
Пролувиально-делювиальные	pd	Палевый
Озёрно-ледниковые	lg	Серовато-зелёный
Ледниково-морские	gm	Синий
Озёрно-болотные	lb	Серовато-голубой
Биогенные	b	Не закрашивается
Биогенно-болотные	h	Фиолетово-красный
Вулканические	β	Тёмно-зелёный
Искусственные (техногенные)	t	Зеленовато-жёлтый
Коллювиальные	c	Кармин
Делювиально-коллювиальные	dc	Розовато-оранжевый

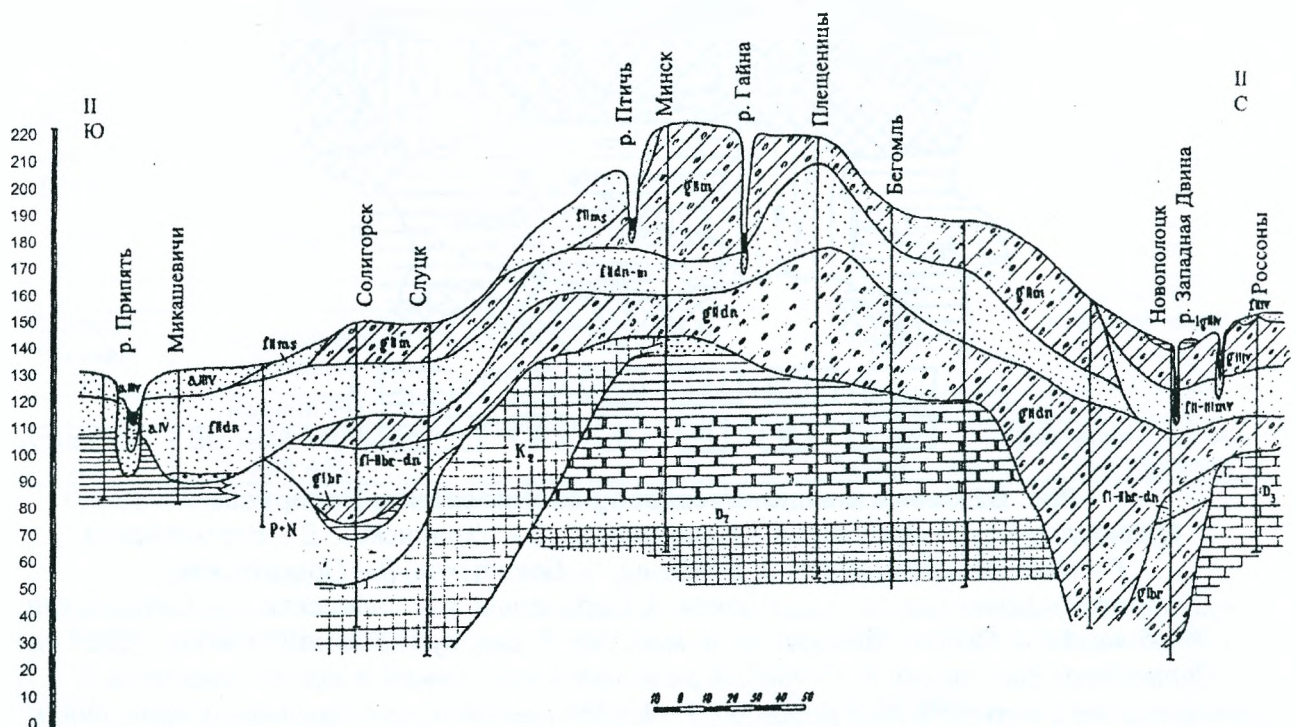


Рис. В3 Схематические геолого-литологические разрезы по створу Припять – Западная Двина (условные обозначения – на рис. В5)

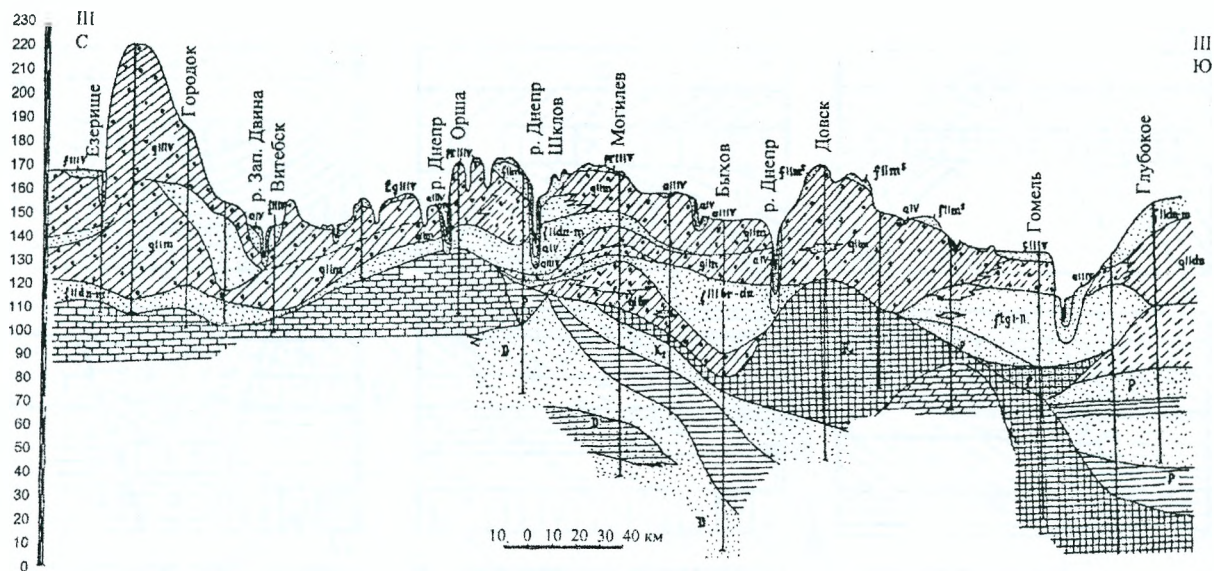


Рис. В4 Схематические геолого-литологические разрезы по створу Западная Двина – Днепр (условные обозначения – на рис. В5)

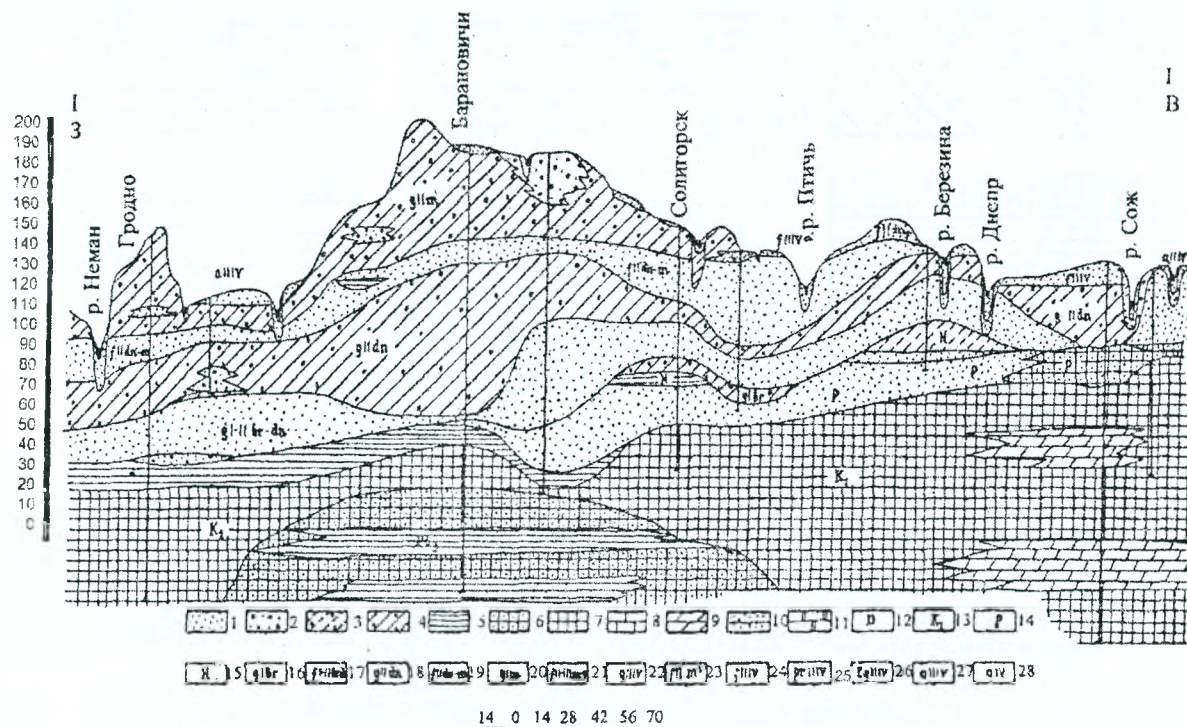


Рис. В5 Схематические геолого-литологические разрезы по створу Неман – Сож:

- 1 – песок; 2 – песок с гравием и галькой; 3 – супесь с гравием, галькой и валунами;
- 4 – суглинок с гравием, галькой и валунами; 5 – глины; 6 – песчаник;
- 7 – мел; 8 – доломиты; 9 – известняки; 10 – мергели; 11 – протерозой;
- 12 – девон; 13 – мел; 14 – палеоген; 15 – неоген; 16 – морена березинского оледенения;
- 17 – межморенные отложения березинско-днепровского оледенения; 18 – морена днепровского оледенения;
- 19 – межморенные отложения днепровско-сожского оледенения; 20 – морена сожского оледенения;
- 21 – межморенные сожско-поозерские отложения; 22 – морена поозерского оледенения;
- 23 – надморенные отложения днепровского и сожского оледенений; 24 – надморенные отложения поозерского оледенения;
- 25 – лессовидные отложения проблематического возраста; 26 – озерно-гляциальные отложения поозерского оледенения;
- 27 – аллювиальные отложения первых и вторых надпойменных террас; 28 – отложения пойм

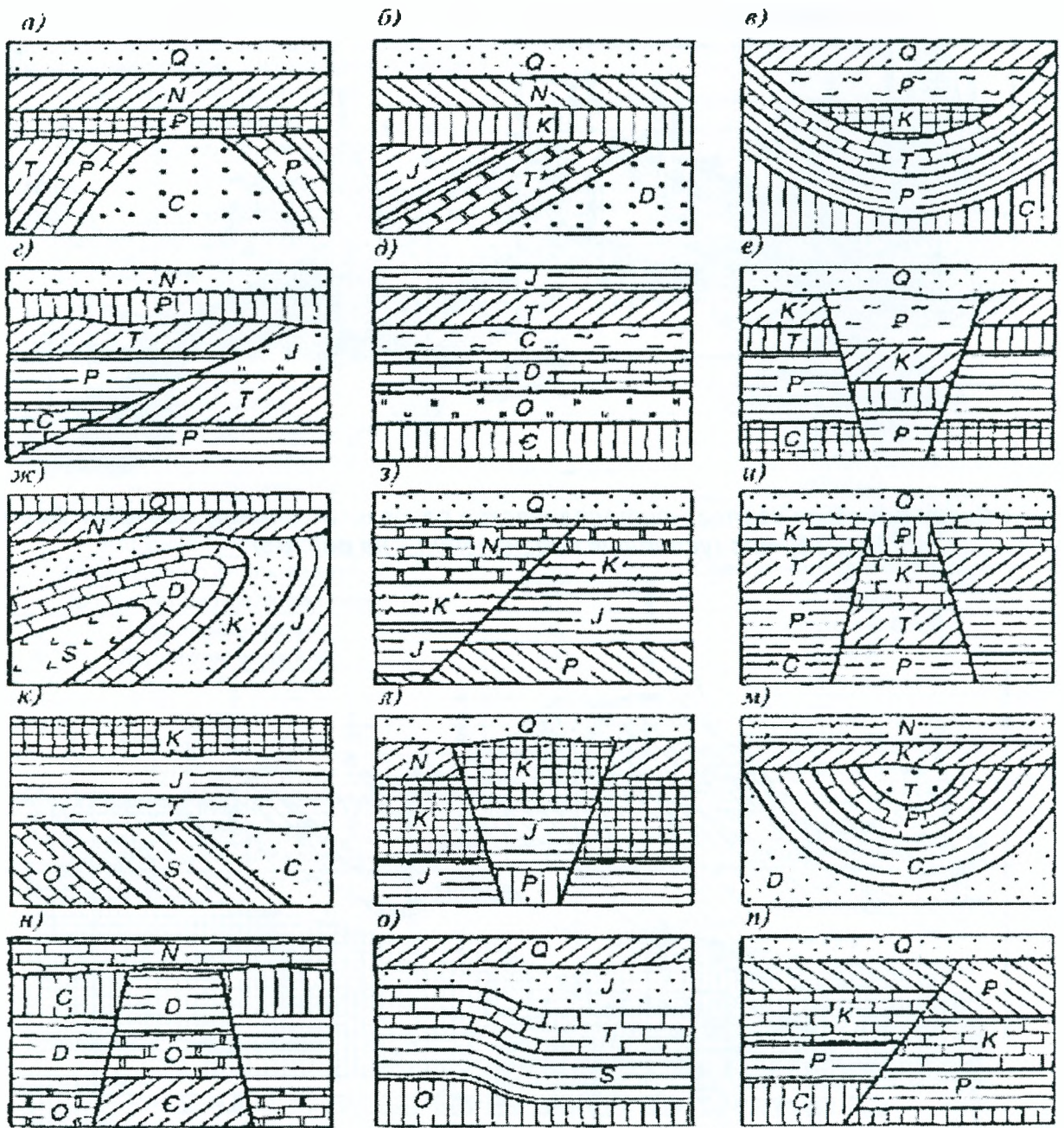


Рис. В6 Наиболее характерные типы геологических разрезов

Задание №4. Составить описание одного из типов геологического разреза (например, схема д на рис. В6)

Пример описания геологического разреза (рис. В6, а): территория сложена породами каменноугольного, пермского, триасового, неогенового, палеогенового и четвертичного возраста. Тектоническая деформация произошла в триасовый период или в послетриасовое время (до палеогена), о чем свидетельствуют смятые в антиклинальную складку породы триаса, перми и карбона, залегающие между собой согласно. Стратиграфический перерыв наблюдается между триасом и палеогеном. В это время в юре и мелу происходило разрушение верхней части антиклинали. В кайнозойское время произошло накопление палеогеновых, неогеновых и четвертичных отложений, залегающих между собой согласно. Толща же кайнозойских пород залегает несогласно по отношению к отложениям более древним.

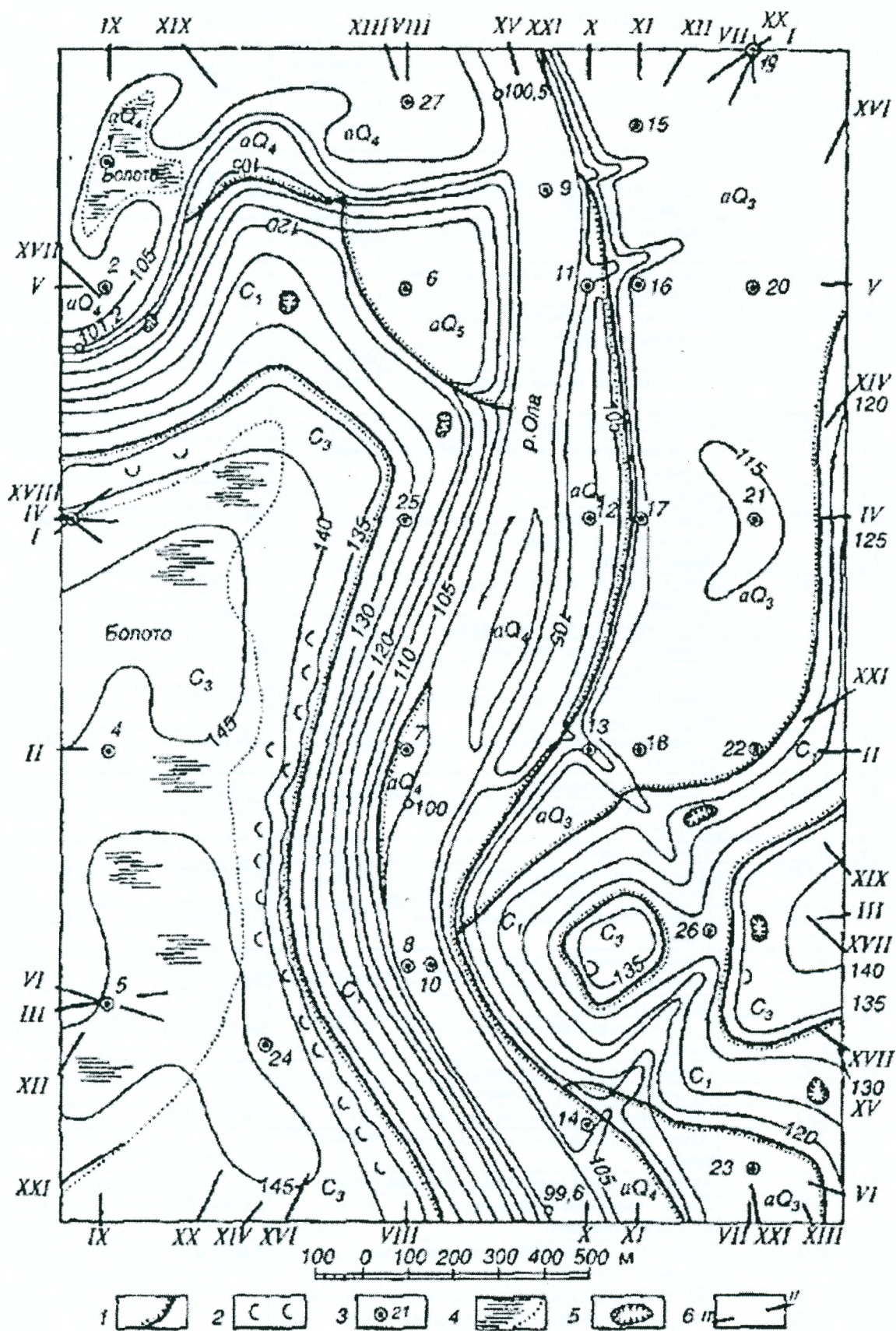


Рис. В7 Геологическая карта широкой речной долины:

1 – граница стратиграфического несогласия; 2 – оползни; 3 – буровая скважина и её номер; 4 – болото; 5 – карстовая воронка; 6 – линия разреза и её номер

Таблица В4 Описание буровых скважин к геологической карте (рис. В7)

№ скважины и абсолютная отметка устья	№ слоя	Геологический возраст	Описание горных пород	Глубина залегания подошвы слоя, м	Глубина залегания уровня воды, м (дата замера 2003 г.)			
					появившегося	установившегося		
1	2	3	4	5	6	7		
1 102.3	1	aQ ₄	Супесь серая заторфованная, текучая	2,0	0,8 (06.01)	0,3 (18.09)		
	2	aQ ₄	Ил серый текучий	5,9				
	3	aQ ₄	Песок мелкий иловатый средней плотности	10,1				
	4	aQ ₃	Песок средней крупности, средней плотности	11,7				
	5	C ₁	Известняк трещиноватый, выветрелый в кровле слоя (1 м)	25,0 ¹				
2 106.4	1	aQ ₄	Супесь серая, текучая	6,0	5,0(10.01)	5,0(18.09)		
	2	aQ ₄	Песок мелкий, иловатый, средней плотности	14,0				
	3	aQ ₃	Песок средней крупности, плотный	19,0				
	4	C ₁	Известняк трещиноватый, закарстованный	34,9				
	5	D ₃	Аргиллит серый	58,7				
	6	γPR	Гранит крупнокристаллический трещиноватый, до глубины 2 м Выветрелый	65,0			58,7(18.01)	12,2 над устьем (19.01)
3 141.3	1	deQ ₄	Супесь серая заторфованная, пластичная	2,2	5,0(10.01)	0,6(18.09)		
	2	c ₁	Глина черная плотная, твердая	8,8				
	3	c ₁	Известняк трещиноватый	69,8			40,1(25.01)	40,7(18.09)
	4	D ₃	Аргиллит серый	89,3				
	5	γPR	Гранит крупнокристаллический выветрелый до 90,5 м	92,0			89,3(28.01)	22,6(29.01)
4 144.1	1	deQ ₄	Супесь серая заторфованная, пластичная	3,1	0,6(10.01)	0,6(18.09)		
	2	C ₃	Глина черная твердая	11,3				
	3	C ₁	Известняк трещиноватый, закарстованный	72,8			45,0(06.02)	45,6(18.09)
	4	D ₃	Аргиллит серый	97,9				
	5	γPR	Гранит трещиноватый крупнокристаллический, выветрелый до 98,2 м	99,6			97,9(11.02)	25,8(12.02)
5 144.6	1	eQ ₄	Супесь серая заторфованная, пластичная	3,5	0.4(15.02)	0,0(18.09)		
	2	C ₃	Глина черная полутвердая	12,1				
	3	C ₁	Известняк трещиноватый	73,2			46,2(17.02)	46,8(18.09)
	4	D ₃	Аргиллит серый	94,9				
	5	γPR	Гранит трещиноватый, выветрелый до 95,5 м	97,4			94,9(11.02)	26,1(21.02)
6 116.7	1	aQ ₃	Суглинок бурый полутвердый	4,7	15,8(13.03)	16,2(18.09)		
	2	aQ ₃	Супесь желтая пластичная	13,9				
	3	aQ ₃	Песок средней крупности плотный	20,8				
	4	C ₁	Известняк трещиноватый и закарстованный	45,4				
	5	D ₃	Аргиллит серый слаботрещиноватый	65,2				
	6	γPR	Гранит трещиноватый, выветрелый до забоя скважины	67,0			65,2(18.03)	1,3(19.03)
7 101.1	1	aQ ₄	Песок мелкий с глыбами известняка и дресвой, рыхлый	3,8	1,9(21.03)	1,5(18.09)		
	2	aQ ₃	Песок средней крупности плотный	5,3				
	3	fgQ ₁	Песок крупный кварцевый, средней плотности	6,4				
	4	C ₁	Известняк трещиноватый, закарстованный	29,6				
	5	D ₃	Аргиллит серый	65,2				
	6	γPR	Гранит трещиноватый крупнокристаллический, выветрелый до 1 м	70,0			65,2(28.03)	6,5 над устьем (29.03)

Продолжение таблицы В4

1	2	3	4	5	6	7
$\frac{8^2}{94.6}$			Слой льда и воды		4,9 над устьем (18.02)	5,2 над устьем (18.09)
	1	aQ ₄	Песок мелкий рыхлый	5,1		
	2	aQ ₄	Песок средней крупности, средней плотности	14,6		
	3	fgQ ₁	Песок крупный, средней плотности	25,0		
	4	D ₃	Аргиллит серый	44,6		
	5	γPR	Гранит трещиноватый, выветрелый до 47,1 м	48,0	44,6(26.02)	19,8 над устьем (27.02)
$\frac{9^3}{98.2}$			Слой льда и воды		1,9 над устьем (05.03)	2,2 над устьем (18.09)
	1	aQ ₄	Песок мелкий рыхлый	8,7		
	2	aQ ₄	Песок крупный с гравием, рыхлый	10,7		
	3	aQ ₃	Песок средней крупности, средней плотности	17,1		
	4	fgQ ₁	Песок крупный, средней плотности	22,3		
	5	C ₁	Известняк трещиноватый закарстованный	27,0		
	6	D ₃	Аргиллит серый	38,8		
	7	γPR	Гранит трещиноватый выветрелый до 41,2 м	46,0	38,8(08.03)	15,1 над устьем (09.03)
$\frac{10}{96.9}$			Слой льда и воды		2,6 над устьем (27.02)	2,9 над устьем (18.09)
	1	aQ ₄	Песок мелкий рыхлый	12,0		
	2	aQ ₃	Песок средней крупности плотный	20,1		
	3	fgQ ₁	Песок крупный средней плотности	33,6		
	4	D ₃	Аргиллит серый	35,0		
$\frac{11}{105.0}$	1	aQ ₄	Супесь бурая текучая	5,8	4,1(02.04)	4,6(18.09)
	2	aQ ₄	Песок мелкий кварцевый, рыхлый	14,3		
	3	aQ ₃	Песок средней крупности, плотный	24,6		
	4	fgQ ₁	Песок крупный, средней плотности	32,5		
	5	C ₁	Известняк трещиноватый	33,9		
	6	D ₃	Аргиллит серый	52,2		
		7	γPR	Гранит трещиноватый выветрелый до 54,6 м	61,0	52,2(08.04)
$\frac{12}{106.0}$	1	aQ ₄	Супесь бурая пластичная	7,2	4,9(11.04)	5,5(18.09)
	2	aQ ₄	Песок мелкий рыхлый	14,7		
	3	aQ ₃	Песок средней крупности плотный	26,0		
	4	fgQ ₁	Песок крупный	32,6		
	5	C ₁	Известняк трещиноватый закарстованный	34,8		
	6	D ₃	Аргиллит серый	61,6		
		7	γPR	Гранит трещиноватый, выветрелый до глубины 63 м	66,0	61,6(19.04)
$\frac{13}{107.9}$	1	PQ ₄	Щебень известняка с суглинистым заполнителем	2,3		
	2	aQ ₃	Суглинок бурый полутвердый	9,6		
	3	aQ ₃	Песок средней крупности плотный	28,3	9,6(23.04)	5,5(18.09)
	4	fgQ ₁	Песок крупный кварцевый, средней плотности	42,0		
	5	D ₃	Аргиллит серый	56,0		
		6	γPR	Гранит крупнокристаллический трещиноватый, выветрелый до 58 м	59,0	56,0 (28.04)
$\frac{14}{106.6}$	1	PQ ₄	Щебень известняка с суглинистым заполнителем	2,3		
	2	aQ ₄	Песок мелкий рыхлый	12,8	4,6(04.05)	5,1(18.09)
	3	aQ ₃	Песок средней крупности плотный	25,9		
	4	fgQ ₁	Песок крупный с гравием средней плотности	41,5		
	5	D ₃	Аргиллит серый	45,4		
		6	γPR	Гранит трещиноватый выветрелый до 48,0 м	52,0	45,4(11.05)

Продолжение таблицы В4

1	2	3	4	5	6	7
15 116.5	1	aQ ₃	Суглинок бурый полутвердый	5,1	14,8(15.05)	15,2(18.09)
	2	aQ ₃	Супесь желтая, пластичная	11,9		
	3	aQ ₃	Песок средней крупности плотный	35,2		
	4	fgQ ₁	Песок крупный с гравием средней плотности	48,3		
	5	D ₃	Аргиллит серый	53,7		
	6	γPR	Гранит крупнокристаллический выветрелый до глубины 54,2 м	58,0	53,7(20.05)	4,6(21.05)
16 115.6	1	aQ ₃	Суглинок бурый полутвердый	6,3	14,1(24.05)	14,5(18.09)
	2	aQ ₃	Супесь желтая пластичная	13,5		
	3	aQ ₃	Песок средней крупности плотный	35,7		
	4	fgQ ₁	Песок крупный с гравием средней плотности	48,0		
	5	D ₃	Аргиллит серый	52,0		
17 112.8	1	aQ ₃	Суглинок бурый пластичный	10,4	10,9(03.06)	11,4(18.09)
	2	aQ ₃	Песок средней крупности плотный	32,0		
	3	fgQ ₁	Песок крупный с гравием и галькой, средней плотности	47,9		
	4	D ₃	Аргиллит серый	64,6		
	5	γPR	Гранит трещиноватый и выветрелый в верхней (2 м) части	70,0		
18 116.2	1	aQ ₃	Суглинок бурый полутвердый	10,5	11,7(14.06)	12,2(18.09)
	2	aQ ₃	Песок средней крупности	26,3		
	3	fgQ ₁	Песок крупный кварцевый средней плотности	42,4		
	4	C ₁	Известняк трещиноватый, закарстованный	44,7		
	5	D ₃	Аргиллит серый	51,8		
19 117.1	1	aQ ₃	Суглинок бурый полутвердый	5,4	14,1(24.06)	14,6(18.09)
	2	aQ ₃	Супесь желтая пластичная	12,6		
	3	aQ ₃	Песок средней крупности плотный	34,7		
	4	fgQ ₁	Песок крупный средней плотности	38,3		
	5	C ₁	Известняк трещиноватый закарстованный	46,1		
	6	D ₃	Аргиллит серый	55,3		
	7	γPR	Гранит трещиноватый и выветрелый до глубины 57,5 м	60,0		
20 116.0	1	aQ ₃	Суглинок бурый полутвердый	8,1	13,2(02.07)	13,8(18.09)
	2	aQ ₃	Супесь желтая пластичная	14,9		
	3	aQ ₃	Песок средней крупности плотный	32,8		
	4	fgQ ₁	Песок крупный средней плотности	38,1		
	5	C ₁	Известняк трещиноватый закарстованный	44,6		
	6	D ₃	Аргиллит серый	62,2		
	7	γPR	Гранит трещиноватый крупнокристаллический, до глубины 62,5 м выветрелый	70,0		
21 114.5	1	aQ ₃	Суглинок бурый иловатый тугопластичный	4,4	11,8(13.07)	11,9(18.09)
	2	aQ ₃	Супесь желтая пластичная	13,2		
	3	aQ ₃	Песок средней крупности плотный	32,2		
	4	fgQ ₁	Песок крупный с гравием средней плотности	38,1		
	5	C ₁	Известняк трещиноватый закарстованный	45,5		
	6	D ₃	Аргиллит серый	67,3		
	7	γPR	Гранит крупнокристаллический трещиноватый, до глубины 74,0 м выветрелый	76,0		

Продолжение таблицы В4

1	2	3	4	5	6	7
<u>22</u> 118.6	1	dQ ₄	Суглинок серый с щебнем известняка мягкопластичный	1,6		
	2	aQ ₃	Суглинок бурый мягкопластичный	6,2		
	3	C ₁	Известняк трещиноватый закарстованный	47,1	11,8(22.07)	12,2(18.09)
	4	D ₃	Аргиллит серый	93,4		
	5	γPR	Гранит трещиноватый крупнокристаллический, выветрелый до 94,0 м	95,0	93,4(28.07)	11,3(29.07)
<u>23</u> 118.4	1	dQ ₄	Песок пылеватый рыхлый	1,2		
	2	aQ ₃	Суглинок бурый мягкопластичный	8,3		
	3	aQ ₃	Супесь желтая пластичная	14,6	10,9(02.08)	11,3(18.09)
	4	aQ ₃	Песок средней крупности средней плотности	18,9		
	5	C ₁	Известняк трещиноватый закарстованный	47,1		
	6	D ₃	Аргиллит серый	57,4		
	7	γPR	Гранит трещиноватый, выветрелый до 58,5 м	62,0	57,4(08.08)	2,7(09.08)
<u>24</u> 144.3	1	edQ ₄	Супесь заторфованная пластичная	2,6	0,4(10.08)	0,6(18.09)
	2	C ₃	Глина черная плотная пластичная	11,9		
	3	C ₁	Известняк трещиноватый	73,0	45,8(15.08)	45,5(18.09)
	4	D ₃	Аргиллит серый	94,5		
	5	γPR	Гранит трещиноватый крупнокристаллический, выветрелый на глубину до 94,8 м	99,0	94,5(22.08)	29,1(23.08)
<u>25</u> 129.2	1	dQ ₄	Супесь серая с щебнем известняка пластичная	2,5		
	2	C ₁	Известняк закарстованный	58,5	30,3(28.08)	30,0(18.09)
	3	D ₃	Аргиллит серый	72,4		
	4	γPR	Гранит выветрелый на глубину до 74,0 м	75,0	72,4(04.09)	13,0(05.09)
<u>26</u> 131.0	1	dQ ₄	Суглинок с обломками известняка мягкопластичный	3,4		
	2	C ₁	Известняк закарстованный	59,5	24,8(08.09)	24,7(18.09)
	3	D ₃	Аргиллит серый	78,6		
	4	γPR	Гранит крупнокристаллический трещиноватый	80,0	78,6(12.09)	16,2(13.09)
<u>27</u> 107.5	1	aQ ₄	Песок пылеватый средней плотности	2,6		
	2	aQ ₄	Супесь бурая пластичная	8,4	5,7(14.09)	5,7(18.09)
	3	aQ ₄	Песок мелкий рыхлый	18,9		
	4	aQ ₃	Песок средней крупности плотный	22,2		
	5	C ₁	Известняк трещиноватый закарстованный	36,0		
	6	D ₃	Аргиллит серый	53,6		
	7	γPR	Гранит трещиноватый крупнокристаллический выветрелый до 55,8 м	59,4	53,6(17.09)	7,1 над устьем (18.09)

Примечания: 1. Для скважин, расположенных на акватории, устье скважины принято на дне реки. 2. Последняя цифра по скважине означает глубину до забоя скважины. Подошва последнего слоя проходит ниже забоя скважины.

Ниже приведены примеры построения стратиграфической колонки (рис. В8), геологической колонки скважины (рис. В9) и геологического размера по створу V-V (рис. В10).

Геологический возраст				Колонка	Мощность, м	Краткое описание горных пород		
Эра	Период	Эпоха	Стратиграфический индекс					
Кайнозойская (KZ)	Четвертичный (Q)	Современная	aQ_5		2-15	Супесь: серая заторфованная, бурая, рыхлая.		
				aQ_4		2-15	ил серый с органическими остатками;	
					aQ_3		2-15	песок кварцевый крупный с гравием
					aQ_2		1-6	Супесь серая заторфованная;
					aQ_1		1-6	пылеватый песок
		Поздняя			pQ_4		2-4	Песок мелкий с тылами и дресвой;
						pQ_3	2-4	щебень с суглинистым заполнителем
						aQ_3	6-19	Суглинок бурый плотный;
							3-10	супесь желтая
							1-22	Песок средней крупности
Палеозойская (PZ)	Девонский (D)	Ранняя		tgQ_1		1-16	Песок крупный кварцевый с гравием и галькой	
					C_3		6-10	Глина черная плотная
					C_1		2-62	Известняк трещиноватый, в отдельных местах закарстованный
				D_3		4-46	Аргиллит серый, в отдельных местах трещиноватый	
Протерозойская (PR)			γPA		>10	Гранит крупнокристаллический трещиноватый, выветрелый в кровле массива		

Рис. В8 Стратиграфическая колонка к геологической карте №1 (рис. В7)

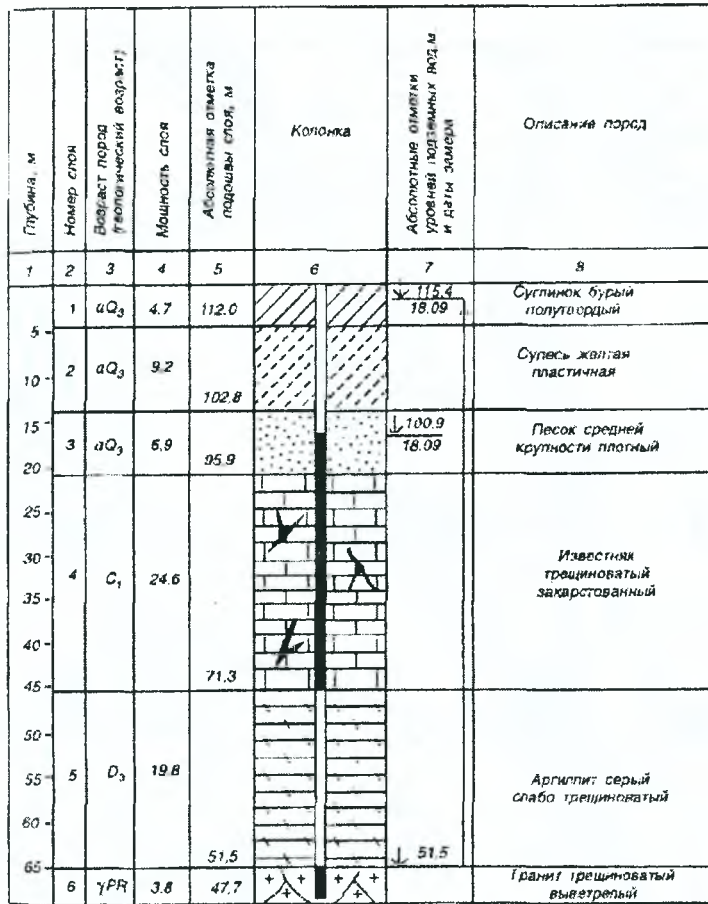


Рис. В9 Геологическая колонка буровой скважины б. Абсолютная отметка устья 116,7 м. Абсолютная отметка забоя 47,7 м. М 1:500

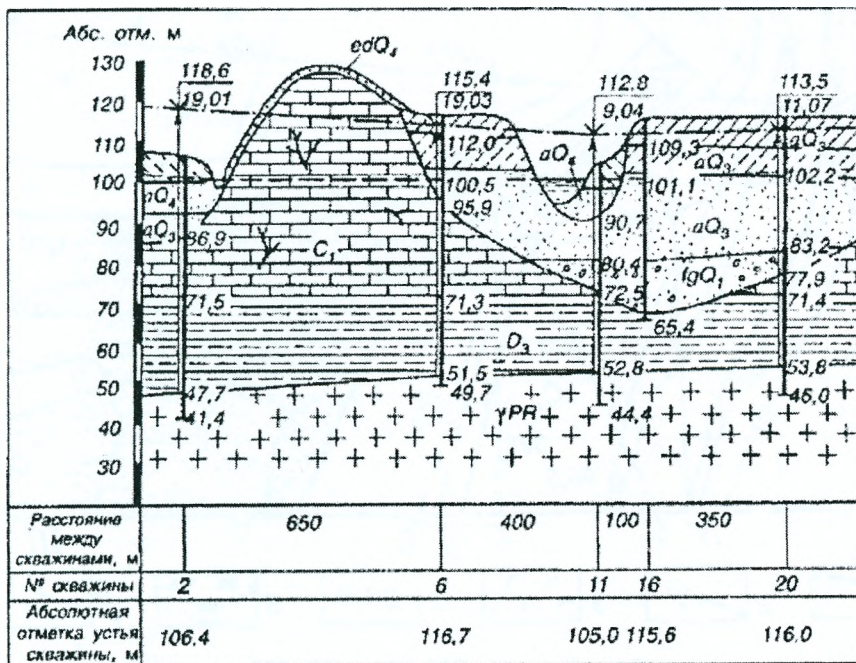


Рис. В10 Геологический разрез по створу V-V

Задание №5. Проанализировать соответствие стратиграфической колонки геологической карте и составить схематическую геологическую колонку для одной из скважин (например, 20) и схематический геологический разрез по одному из створов (например, III-III).

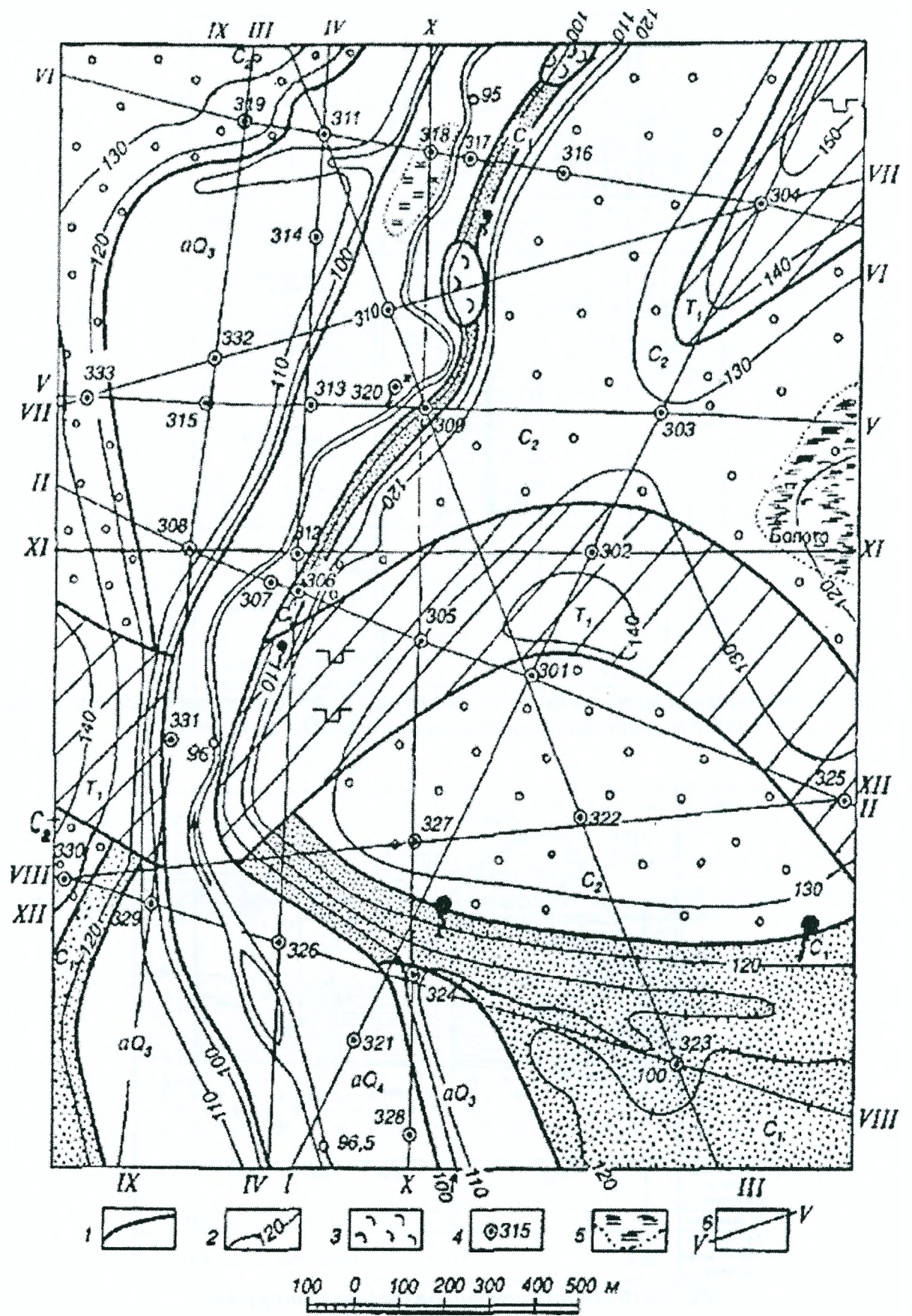


Рис. B11 Геологическая карта малой речной долины:
 1 – геологические границы; 2 – горизонталь рельефа; 3 – оползневые бугры;
 4 – буровая скважина и её номер; 5 – болото; 6 – линия разреза

Таблица В5 Описание буровых скважин к геологической карте (рис. В11)

№ скв. и абс. отм. устья, м	№ слоя	Возраст горных пород	Описание горных пород	Глубина залегания подошвы слоя, м (см. примечание*)	Глубина залегания уровня воды, м	
					появившегося	установившегося
1	2	3	4	5	6	7
301 134.2	1	deQ	Суглинок со щебнем песчаника	3,0		
	2	C ₂	Песчаник выветрелый	9,0		
	3	C ₁	Алевролит	10,8		
	4	T ₁	Долерит трещиноватый	45,5	18,3	18,3
	5	C ₁	Алевролит	57,0		
302 134.4	1	eQ	Глыбы долерита с супесчаным заполнителем	4,5		
	2	T ₁	Долерит трещиноватый	10,9		
	3	C ₂	Песчаник глинистый тонкозернистый	27	23,2	23,2
	4	C ₁	Алевролит	62,4		
	5	C ₁	Песчаник	67,0	62,4	30,1
303 128.1	1	deQ	Супесь со щебнем	3,0	2,2	2,0
	2	deQ	Суглинок со щебнем	8,4		
	3	C ₂	Песчаник тонкозернистый	22,0	18,0	18,0
	4	C ₁	Алевролит с аргиллитом	57,0		
	5	C ₁	Песчаник кварцево-карбонатный	64,2	57,0	23,1
304 147.6	1	eQ	Глыбы и щебень долерита	3,2		
	2	T ₁	Долерит трещиноватый выветрелый	12,6		
	3	C ₂	Песчаник тонкозернистый глинистый	42,5	33,6	33,6
	4	C ₁	Алевролит	76,6		
	5	C ₁	Песчаник кварцево-карбонатный	85,2	76,6	39,6
305 130.8	1	deQ	Глыбы и щебень долерита с супесчаным заполнителем	0,8		
	2	T ₁	Долерит трещиноватый	33,0	23,8	23,8
	3	C ₁	Алевролит	41,5		
306 100.4	1	edQ	Суглинок со щебнем	2,5		
	2	edQ	Песок пылеватый	5,6	4,4	4,4
	3	C ₁	Алевролит	29,6		
	4	C ₁	Песчаник мелкозернистый трещиноватый	40,1	29,6	2,6
307 98.2	1	aQ ₄	Супесь заторфованная текучая	5,0 12,0 20,0	2,0	2,0
	2	aQ ₄	Песок средней крупности			
	3	C ₁	Алевролит трещиноватый			
308 112.3	1	aQ ₃	Супесь макропористая твердая	10,0		
	2	aQ ₃	Песок средней крупности	16,0	14,0	14,0
	3	C ₁	Алевролит	41,5		
	4	C ₁	Песчаник мелкозернистый	50,2	41,5	13,1
309 100.6	1	aQ ₄	Суглинок со щебнем тугопластичный с прослоями песка пылеватого	6,0	5,0	5,0
	2	C ₁	Алевролит с прослоями аргиллита	11,3		
310 97.5	1	aQ ₄	Суглинок заторфованный текучепластичный	4,0		
	2	aQ ₄	Торф	8,2	4,0	1,8
	3	aQ ₄	Песок крупный средней плотности	12,0		
	4	C ₁	Алевролит трещиноватый	18,0		
311 111.8	1	aQ ₃	Суглинок макропористый полутвердый	8,5		
	2	aQ ₃	Песок средней крупности средней плотности	15,0	13,0	13,0
	3	C ₁	Алевролит трещиноватый	31,0		
312 98.9	1	aQ ₃	Супесь заторфованная текучая	3,0	2,0	2,0
	2	aQ ₃	Песок мелкий средней плотности	11,6		
	3	C ₁	Алевролит трещиноватый	15,4		
313 99.2	1	aQ ₄	Суглинок заторфованный	6,1	3,0	3,0
	2	aQ ₄	Песок крупный плотный	9,0		
	3	C ₁	Алевролит с прослойками аргиллита	28,0		
	4	C ₁	Песчаник	36,2	28,0	+ 3,0 над устьем скв.
314 111.3	1	aQ ₃	Суглинок макропористый полутвердый	9,2		
	2	aQ ₃	Песок средней крупности средней плотности	16,5	15,5	15,5
	3	C ₁	Алевролит сильно трещиноватый с прослойками аргиллита	24,5		
315 114.1	1	aQ ₃	Суглинок макропористый полутвердый	8,0		
	2	aQ ₃	Песок средней крупности	19,0	18,0	18,0
	3	C ₁	Алевролит	24,6		

Продолжение таблицы В5

1	2	3	4	5	6	7
316 123.7	1	eQ	Суглинок с щебнем песчаника	5,0		
	2	eQ	Щебень песчаника с супесчаным заполнителем пластичным	8,6		
	3	C ₂	Песчаник сильно трещиноватый выветрелый	17,0	13,0	13,0
	4	C ₁	Алевролит с прослойками аргиллита	24,8		
317 97.5	1	aQ ₄	Суглинок заторфованный текучепластичный	4,3		
	2	aQ ₄	Песок мелкий пльвунный	7,5	4,3	2,0
	3	C ₁	Аргиллит и алевролит трещиноватые	11,2		
318 98.4	1	aQ ₄	Ил	5,0	1,0	1,0
	2	aQ ₄	Торф	9,0		
	3	aQ ₄	Песок мелкий пльвунный	13,0		
	4	C ₁	Алевролит трещиноватый	28,1		
	5	C ₁	Песчаник мелкозернистый	31,3	28,1	+ 6,5 над устьем
319 125.0	1	eQ	Суглинок с щебнем полутвердый	4,0		
	2	C ₂	Песчаник тонкозернистый глинистый	20,0	16,0	16,0
	3	C ₁	Алевролит	55,0		
	4	C ₁	Песчаник трещиноватый	68,0	55,0	18,0
320 97.6	1	aQ ₄	Суглинок заторфованный текучепластичный	5,2	1,5	1,5
	2	aQ ₄	Песок мелкий пльвунный	10,1		
	3	C ₁	Алевролит трещиноватый	26,4		
	4	C ₁	Песчаник мелкозернистый	35,0	26,4	+ 5,4 над устьем
321 100.2	1	aQ ₄	Суглинок мягкопластичный	6,1	6,1	3,3
	2	aQ ₄	Песок крупный плотный	12		
	3	C ₁	Песчаник мелкозернистый	14,0		
322 134.6	1	eQ	Суглинок с щебнем песчаника	4,8		
	2	eQ	Щебень с суглинистым заполнителем	10,1		
	3	C ₂	Песчаник сильно трещиноватый	12,0	2,3	2,3
	4	C ₁	Алевролит	17,6		
	5	T ₁	Долерит	44,8		
	6	C ₁	Песчаник мелкозернистый кварц-карбонатный	48,4	44,6	32,1
323 114.6	1	edQ	Суглинок тугопластичный	6,2		
	2	edQ	Суглинок с щебнем текучепластичный	8,2		
	3	C ₁	Алевролит	17,6		
	4	T ₁	Долерит	26,2		
	5	C ₁	Песчаник мелкозернистый кварц-карбонатный	28,4	26,2	14,6
324 107.2	1	aQ ₃	Суглинок полутвердый	12,2		
	2	aQ ₃	Песок крупный плотный	14,0	10,0	10,0
	3	C ₁	Алевролит	19,9		
	4	C ₁	Песчаник мелкозернистый кварц-карбонатный	28,4	19,9	10,2
	5	T ₁	Долерит	36,0		
325 138.8	1	dQ ₄	Суглинок с щебнем	1,8		
	2	T ₁	Долерит трещиноватый	41,0	16,8	16,8
	3	C ₁	Алевролит	52,0		
326 99.6	1	aQ ₄	Суглинок с галькой полутвердый	6,3		
	2	aQ ₄	Песок крупный плотный	12,4	6,3	3,2
	3	C ₁	Алевролит	17,3		
	4	T ₁	Долерит трещиноватый	35,0	17,3	3,2
327 133.6	1	deQ	Суглинок со щебнем песчаника и долерита	3,5		
	2	C ₂	Песчаник выветрелый	7,8	3,4	3,4
	3	C ₁	Алевролит	29,2		
	4	T ₁	Долерит трещиноватый в контакте, ниже монолитный	40,3	29,3	21,6
328 99.7	1	aQ ₄	Суглинок полутвердый	7,2		
	2	aQ ₄	Песок средней крупности плотный	10,2	2,5	2,5
	3	C ₁	Алевролит	12,6		
	4	C ₁	Песчаник мелкозернистый кварц-карбонатный	23,5		
329 109.2	1	aQ ₃	Суглинок тугопластичный	3,2		
	2	aQ ₃	Песок крупный средней плотности	15,2	13,0	13,0
	3	T ₁	Долерит	43,2		
	4	C ₁	Песчаник	46,4	43,2	10,2
330 134.3	1	aQ ₄	Суглинок полутвердый со щебнем и глыбами долерита	3,0		
	2	C ₂	Песчаник тонкозернистый глинистый выветрелый	9,3	6,2	6,2
	3	C ₁	Алевролит трещиноватый выветрелый до глубины 5 м, ниже плотный водонепроницаемый	45,0		
	4	T ₁	Долерит трещиноватый	59,4	45,0	38,1

1	2	3	4	5	6	7
331	1	aQ ₄	Песок крупный рыхлый	5,2	1,5	1,5
97.5	2	aQ ₄	Гравий с песчаным заполнителем рыхлым	11,4		
	3	T ₁	Долерит трещиноватый выветрелый	13,5		
	4	C ₁	Алевролит	26,2		
	5	C ₁	Песчаник мелкозернистый	37,5	26,2	0,5
332	1	aQ ₃	Суглинок макропористый полутвердый	9,0		
112.4	2	aQ ₃	Песок средней крупности средней плотности	20,6	16,3	16,3
	3	C ₁	Алевролит с прослоями аргиллита	42,6		
	4	C ₁	Песчаник мелкозернистый кварц-карбонатный	47,8	42,6	9,4
333	1	edQ	Суглинок со щебнем песчаника	4,0		
122.0	2	C ₂	Песчаник мелкозернистый выветрелый до глубины 6 м	17,0	11,8	11,8
	3	C ₁	Алевролит с прослоями аргиллита	51,0		
	4	C ₁	Песчаник мелкозернистый кварц-карбонатный	66,0	51,0	18,0

Примечание. Последняя цифра по скважине обозначает глубину скважины и не дает положение подошвы нижнего слоя, который скважиной пройден не полностью

Пример построения сводной стратиграфической колонки приведен на рис. В12

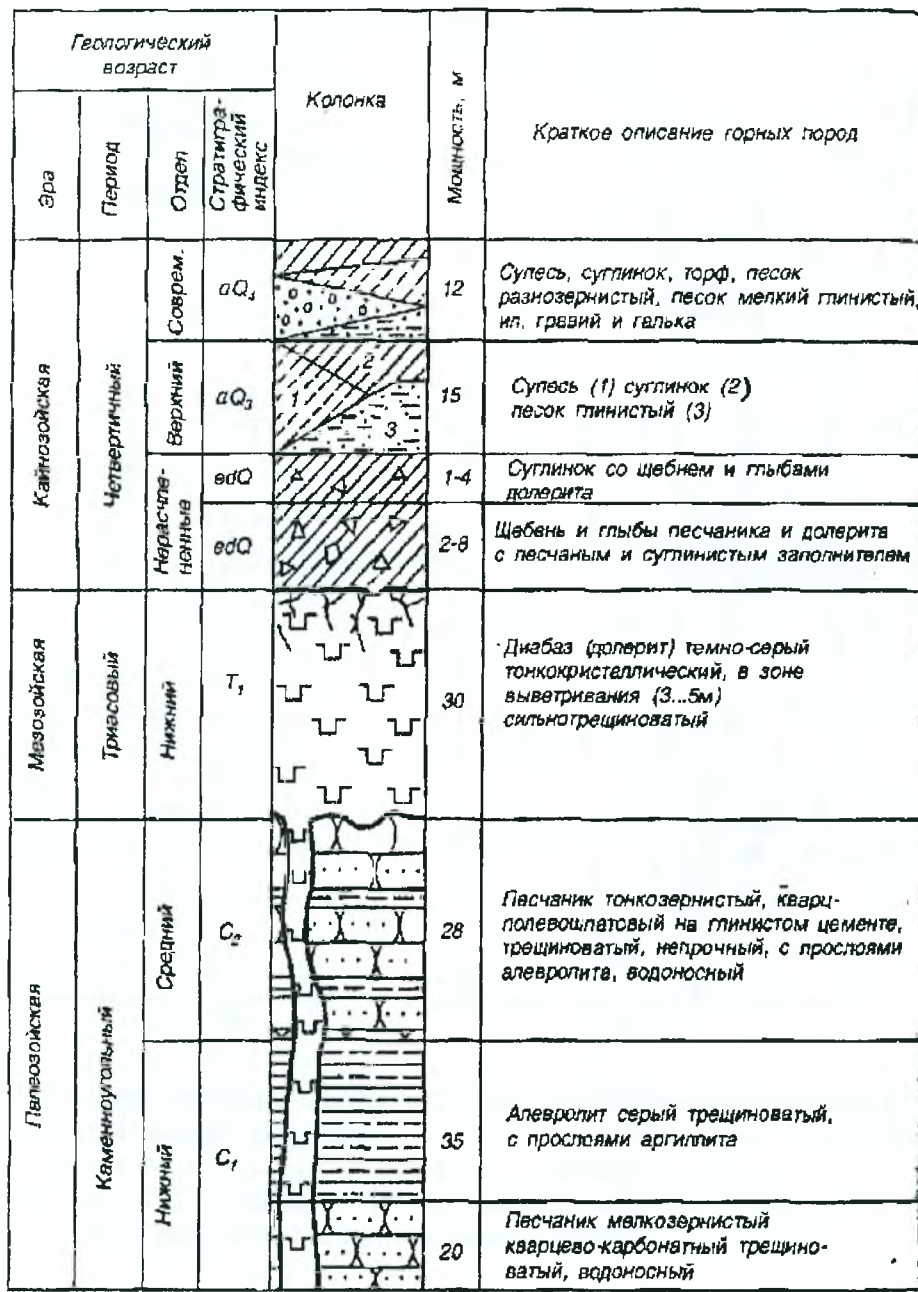


Рис. В12 Сводная стратиграфическая колонка к геологической карте (рис. В11)

Задание №6. Проанализировать соответствие стратиграфической колонки геологической карте и составить схематическую геологическую колонку для одной из скважин (например, 320) и схематический геологический разрез по одному из створов (например, X-X).

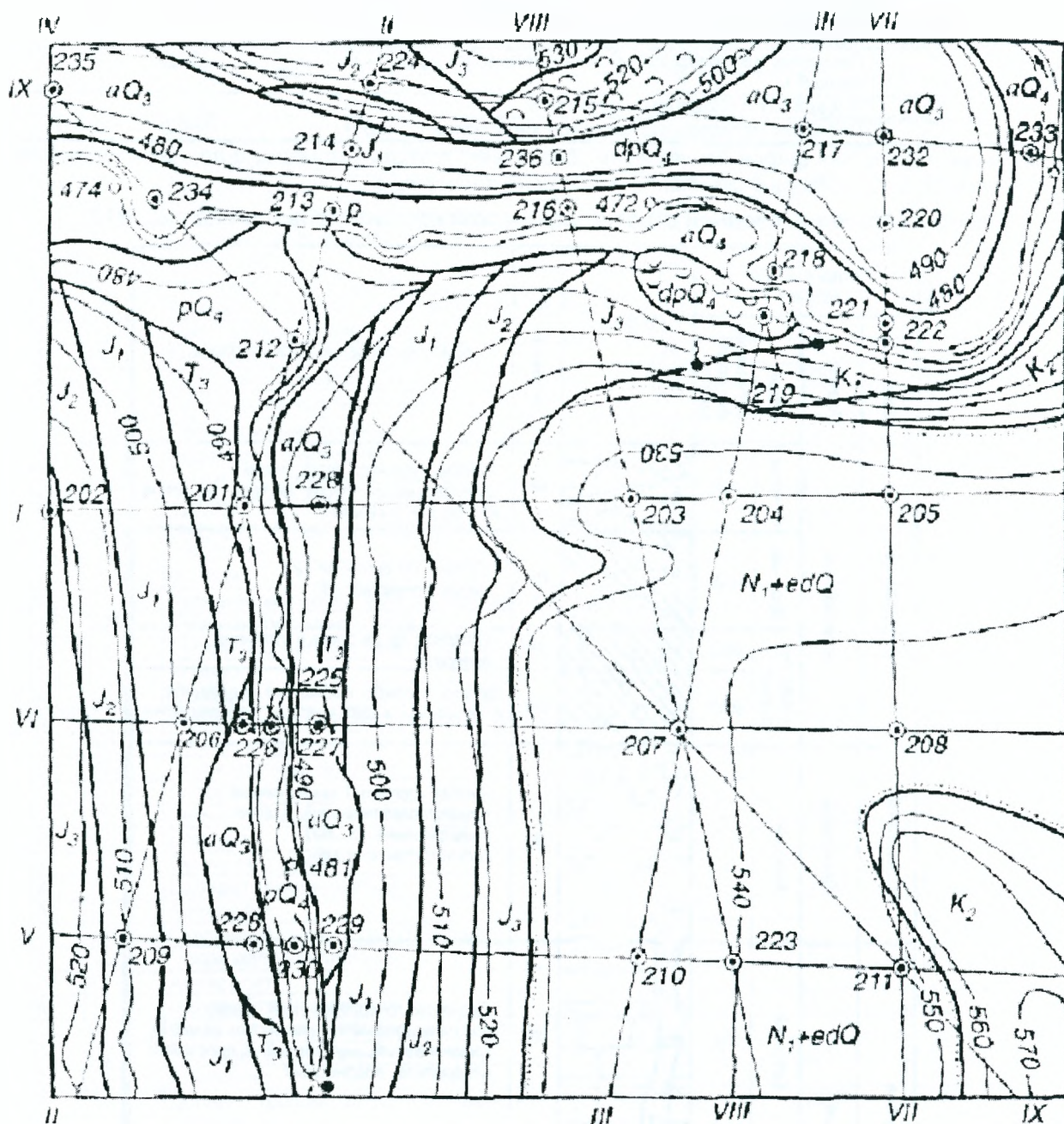


Рис. В13 Геологическая карта участка трассы автомобильной дороги:
 1 – стратиграфические границы; 2 – границы стратиграфического несогласия в толще дочетвертичных отложений; 3 – участки с бугристым оползневым рельефом; 4 – источник; 5 – буровая скважина и её номер; 6 – линия разреза; 7 – абсолютная отметка меженного уреза воды в реке; 8 – горизонталь рельефа

Таблица В6 Описание буровых скважин к геологической карте (рис. В13)

№ скв. и абс. отм. устья, м	№ слоя	Возраст горных пород	Описание горных пород	Глубина залегания подошвы слоя, м (см. примечание*)	Глубина залегания уровня воды, м	
					появившегося	установившегося
1	2	3	4	5	6	7
201 490.1	1	pQ	Суглинок с дресвой и щебнем	1,5		
	2	pQ ₃	Песок пылеватый средней плотности	11,0	7,0	7,0
	3	T ₃	Аргиллит серый плотный	25,3		
	4	T ₂	Известняк трещиноватый	50,2*	25,3	10,4
202 523.4	1	eQ	Глина бурая комковатая твердая	3,4		
	2	J ₃	Глина черная твердая	6,9		
	3	J ₂	Алевролит плитчатый	28,2		
	4	J ₁	Песчаник кварцевый	37,1	33,4	33,4
203 531.6	1	eQ	Лёсс желтовато-серый	7,6		
	2	N ₁	Песок мелкий плотный	10,8	9,5	9,5
	3	J ₃	Глина черная твердая	61,0		
	4	J ₂	Алевролит плитчатый трещиноватый	70,5	61,0	51,3
204 532.2	1	eQ	Лёсс желтовато-серый	8,4		
	2	N ₁	Песок мелкий плотный	10,5		
	3	K ₁	Мергель сильно трещиноватый	34,7	32,4	32,4
	4	H	Глина черная твердая	47,0		
205 532.7	1	eQ	Лёсс желтовато-серый	7,8		
	2	K ₂	Известняк трещиноватый и закарстованный	21,2		
	3	K ₁	Мергель трещиноватый	79,1	52,7	52,7
	4	J ₃	Глина черная твердая	82,0		
206 499.3	1	eQ	Щебень песчаника с супесчаным заполнителем	1,2		
	2	h	Песчаник кварцевый	15,0	7,9	7,9
	3	n	Аргиллит плитчатый	71,7		
	4	T ₂	Известняк	76,0	71,7	17,3
207 538.5	1	eQ	Лёсс буровато-серый	8,8	6,2	6,2
	2	N ₁	Песок мелкий плотный	13,4		
	3	K ₁	Мергель сильно трещиноватый	25,0	23,0	23,0
	4	J ₃	Глина черная твердая	83,0		
	5	J ₂	Алевролит плитчатый трещиноватый	85,0	83,0	51,2
208 545.8	1	dQ ₄	Супесь макропористая с включением щебня	6,9		
	2	eQ	Лёсс буровато-серый	16,5		
	3	N ₁	Песок плотный мелкий	20,7		
	4	K ₂	Известняк кавернозный и трещиноватый	36,4		
	5	K ₁	Мергель трещиноватый	95,4	46,3	46,3
	6	T ₃	Глина черная твердая	97,0		
209 512.1	1	eQ	Суглинок бурый макропористый	3,0		
	2	J ₂	Алевролит плитчатый	13,3		
	3	J ₁	Песчаник трещиноватый	44,9	17,2	17,2
	4	T ₃	Аргиллит серый плотный	49,6		
210 537.9	1	eQ	Лёсс буровато-серый	8,2	7,0	7,0
	2	N ₁	Песок мелкий плотный	11,8		
	3	J ₃	Глина черная твердая	60,1		
	4	J ₂	Алевролит плитчатый	87,0	60,1	39,0
211 546.3	1	dQ	Супесь макропористая со щебнем	7,3		
	2	eQ	Лёсс буровато-серый	14,0		
	3	N ₁	Песок мелкий плотный	17,1		
	4	K ₂	Известняк закарстованный	29,6		
	5	K ₁	Мергель трещиноватый	87,5	43,0	43,0
	6	J ₃	Глина черная твердая	101,2		
212 481.7	1	pQ ₄	Суглинок со щебнем	7,3	5,4	5,4
	2	aQ ₄	Песок средней крупности	21,6		
	3	T ₃	Аргиллит серый плотный	26,1		
	4	T ₂	Известняк трещиноватый	41,5	26,1	3,0

Продолжение таблицы В6

1	2	3	4	5	6	7
213 478.2	1	aQ ₄	Супесь	7,5	3,4	3,4
	2	aQ ₄	Песок мелкий кварцевый	19,8		
	3	aQ ₃	Суглинок серый иловатый	26,2		
	4	aQ ₃	Песок крупный с гравием и галькой средней плотности	31,9	26,2	1,4
	5	T ₂	Известняк трещиноватый	40,0		
214 491.4	1	aQ ₃	Песок пылеватый с включением органических остатков	29,7	16,5	16,5
	2	aQ ₃	Суглинок серый иловатый	38,0		
	3	aQ ₃	Песок крупный с гравием и галькой	41,5	38,0	14,3
	4	T ₃	Аргиллит плотный	45,0	45,0	
	5	T ₂	Известняк трещиноватый	49,0		13,0
215 515.6	1	dpQ	Глина черная с зеркалами скольжения по трещинам	15,6		
	2	J ₃	Глина черная твердая	36,4		
	3	J ₂	Алеврит плотный плитчатый	65,0	41,0	41,0
	4	J ₁	Песчаник кварцевый	70,8		
216 477.5	1	aQ ₄	Супесь с включением валунов и гальки	6,5		
	2	aQ ₄	Песок крупный с включением гравия рыхлый	12,6		
	3	aQ ₄	Песок пылеватый средней плотности	17,1		
	4	aQ ₃	Суглинок иловатый серый	26,2		
	5	aQ ₃	Песок с гравием и галькой	36,1	26,2	4,5
	6	J ₁	Песчаник кварцевый	38,9		
217 493.8	1	aQ ₃	Супесь бурая макропористая твердая	14,6		
	2	aQ ₃	Песок пылеватый средней плотности	32,1	22,6	22,6
	3	aQ ₃	Суглинок иловатый текучепластичный	43,3		
	4	aQ ₃	Песок гравелистый плотный	48,2	43,0	20,0
	5	J ₃	Глина черная твердая	60,4		
	6	J ₂	Алевролит плитчатый	64,3	60,0	15,0
218 475.1	1	aQ ₄	Песок мелкий средней плотности	14,0	3,2	3,2
	2	aQ ₄	Песок крупный плотный	20,7		
	3	aQ ₄	Суглинок серый иловатый текучепластичный	24,6		
	4	aQ ₃	Песок гравелистый	26,7	24,6	1,0
	5	J ₃	Глина черная твердая	36,0		
219 488.9	1	dpQ ₄	Оползневые образования (глина комковатая трещиноватая с глыбами мергеля), водонасыщены	15,5	0,5	0,5
	2	J ₃	Глина черная твердая сланцеватая	27,4		
220 492.6	1	aQ ₃	Супесь бурая макропористая	13,71	21,4	
	2	aQ ₃	Песок пылеватый плотный	30,3		21,4
	3	aQ ₃	Суглинок серый иловатый текучепластичный	43,6		
	4	aQ ₃	Песок гравелистый плотный	47,1	43,6	19,2
	5	J ₃	Глина черная твердая сланцеватая	55,0		
221 477.4	1	aQ ₄	Супесь бурая макропористая с включением гравия и гальки	8,4	5,8	5,8
	2	aQ ₃	Песок пылеватый плотный	15,1		
	3	aQ ₃	Суглинок серый иловатый текучепластичный	19,0		
	4	K ₁	Мергель бурый трещиноватый	23,9	19,0	6,2
	5	J ₃	Глина черная твердая	35,0		
222 478.2	1	aQ ₄	Супесь бурая макропористая	4,2		
	2	aQ ₄	Песок рыхлый гравелистый кварцевый	18,3	7,7	7,7
	3	K ₁	Мергель бурый трещиноватый	26,0		
	4	J ₃	Глина черная твердая сланцеватая	41,2		

Продолжение таблицы В6

1	2	3	4	5	6	7
223 540.2	1	dQ	Супесь со щебнем	1,2		
	2	eQ	Лёсс буровато-серый	8,1	6,4	6,4
	3	N ₁	Песок мелкий	13,6		
	4	K ₁	Мергель трещиноватый	30,3		
	5	J ₃	Глина черная твердая	36,6		
224 420.0	1	eQ	Суглинок полутвердый	1,0		
	2	J ₂	Алеврит плитчатый	9,5		
	3	J ₁	Песчаник кварцевый	34,0	30,0	30,0
	4	T ₃	Аргиллит серый плотный	79,2		
	5	T ₂	Известняк трещиноватый	86,5	79,2	60,0
225 482.0	1	pQ ₄	Суглинок текучепластичный с дресвой и линзами щебня	4,0	1,0	1,0
	2	aQ ₃	Песок пылеватый средней плотности	5,0		
	3	aQ ₃	Песок крупный	9,0		
	4	T ₃	Аргиллит серый плотный	39,0		
	5	T ₂	Известняк трещиноватый	65,0	39,0	7,0
226 493.0	1	aQ ₃	Супесь пластичная	9,0		
	2	aQ ₃	Песок пылеватый средней плотности	14,0	12,0	12,0
	3	T ₃	Аргиллит серый плотный	29,0		
227 491.0	1	aQ ₃	Супесь пластичная	6,0		
	2	aQ ₃	Песок пылеватый средней плотности	13,0	10,0	10,0
	3	T ₃	Аргиллит серый плотный выветрелый в верхней части слоя (3,0 м)	38,0		
228 492.5	1	aQ ₃	Супесь пластичная	2,0		
	2	aQ ₃	Песок пылеватый средней плотности	15,0	9,0	9,0
	3	T ₃	Аргиллит серый плотный сверху выветрелый до глубины 5,0 м	44,0		
	4	T ₂	Известняк трещиноватый	64,0	44,0	12,5
229 492.8	1	aQ ₃	Супесь пластичная	3,0		
	2	aQ ₃	Песок пылеватый средней плотности	15,0	7,0	7,0
	3	T ₃	Аргиллит серый плотный	44,0		
	4	T ₂	Известняк трещиноватый водоносный	67,0	44,0	11,0
230 483.0	1	pQ ₄	Суглинок текучепластичный с линзами щебня и дресвы	4,0	1,5	1,5
	2	aQ ₃	Песок пылеватый средней плотности	6,0		
	3	aQ ₃	Песок крупный	10,0		
	4	T ₃	Аргиллит серый плотный	40,0		
	5	T ₂	Известняк трещиноватый	59,0	40,0	7,0
231 491.2	1	aQ ₃	Супесь пластичная	6,0		
	2	aQ ₃	Песок пылеватый средней плотности	13,0	9,8	9,8
	3	T ₃	Аргиллит серый плотный выветрелый до 3-х м от кровли слоя	41,0		
232 493.0	1	aQ ₃	Супесь бурая твердая макропористая твердая	14,0		
	2	aQ ₃	Песок пылеватый средней плотности	31,1	21,8	21,8
	3	aQ ₃	Суглинок серый иловатый текучепластичный	44,0		
	4	aQ ₃	Песок гравелистый средней плотности	47,3		
	5	J ₃	Глина черная твердая, сланцеватая	58,0	44,0	19,2
233 478.8	1	aQ ₄	Супесь бурая пластичная	4,2		
	2	aQ ₄	Песок средней крупности средней плотности	18,4	7,5	7,5
	3	K ₁	Мергель трещиноватый водоносный	27,0		
	4	J ₃	Глина черная твердая, сланцеватая	46,0		
234 478.0	1	aQ ₄	Супесь бурая пластичная	7,5	3,4	3,4
	2	aQ ₄	Песок мелкий плотный	19,8		
	3	aQ ₃	Песок пылеватый средней плотности	26,3		
	4	aQ ₃	Песок крупный средней плотности	32,2		
	5	T ₃	Аргиллит плотный неводоносный	58,0		
	6	T ₂	Известняк трещиноватый	68,2	58,0	1,0

Продолжение таблицы В6

1	2	3	4	5	6	7
235 491.4	1	aQ ₃	Песок пылеватый средней плотности	26,4	16,5	16,5
	2	aQ ₃	Суглинок серый текучепластичный	38,0		
	3	aQ ₃	Песок крупный плотный	42,3	38,0	14,3
	4	J ₃	Песчаник кварцевый	45,0		
	5	T ₃	Аргиллит плотный	65,6		
236 492.4	1	aQ ₃	Супесь бурая твердая макропористая	14,0		
	2	aQ ₃	Песок пылеватый средней плотности	31,6	20,0	20,0
	3	aQ ₃	Суглинок серый текучепластичный	34,0		
	4	aQ ₃	Песок гравелистый средней плотности	38,0	44,0	18,1
	5	J ₂	Аргиллит плитчатый водоносный	40,2		
	6	J ₁	Песчаник кварцевый	62,9		

Примечание. Последняя цифра – глубина скважины, последний слой вскрыт частично, подошва его ниже забоя скважины

Пример построения сводной стратиграфической колонки приведен на рис. В14

Геологический возраст			Колонка	Мощность м	Краткое описание горных пород		
Эра	Период	Отдел					
Кайнозойская	Четвертичный	Современный	pQ ₄		10	Проллювиальные отложения: щебнистые супеси(1) и суглинки(2)	
			dpQ ₄		25	Оползневые образования: глины комковатые с глинами мергеля	
			aQ ₄		20	Аллювиальные отложения: супеси(1), суглинки(2), пески(3)	
		Верхний	aQ ₂		45	Аллювиальные отложения: суглинок(2), супесь(1), песок(3), гравий(4)	
			Мерсач.	dQ		7	Делювиальные отложения: щебнистые супеси и суглинки
				eQ		15	Элювиальные образования: супеси(1), суглинки(2), глины(5), щебень, песок(6)
	Неоген	Миоцен	N ₁		15	Песок мелкий плотный кварцевый, косослоистый	
			N ₂		8	гравий, галька	
	Мезозойская	Мел	Верх	K ₂		80	Известняк органогенный, кавернозный, местами закарстованный
			Ниж.	K ₁		50	Мергель бурый, плотный, трещиноватый
Юра		Верх	J ₃		48	Глина черная плотная, твердая сланцеватая	
		Сред.	J ₂		20	Алевролит с прослоями песчаника на глинистом цементе, тонкозернистого, водоносного	
		Ниж.	J ₁		29	Песчаник кварцево-полевошпатовый, разнозернистый на гипсовом цементе с конгломератом внизу слоя	
Триас		Сред.	T ₃		45	Аргиллит зеленовато-серый, водоупорный	
		Ниж.	T ₂		75	Известняк серый плотный, трещиноватый	

Рис. В14 Сводная стратиграфическая колонка к геологической карте (рис. В13)

Задание №7. Проанализировать соответствие стратиграфической колонки геологической карте и составить схематическую геологическую колонку для одной из скважин (например, 205) и схематический геологический разрез по одному из створов (например, VIII-VIII).

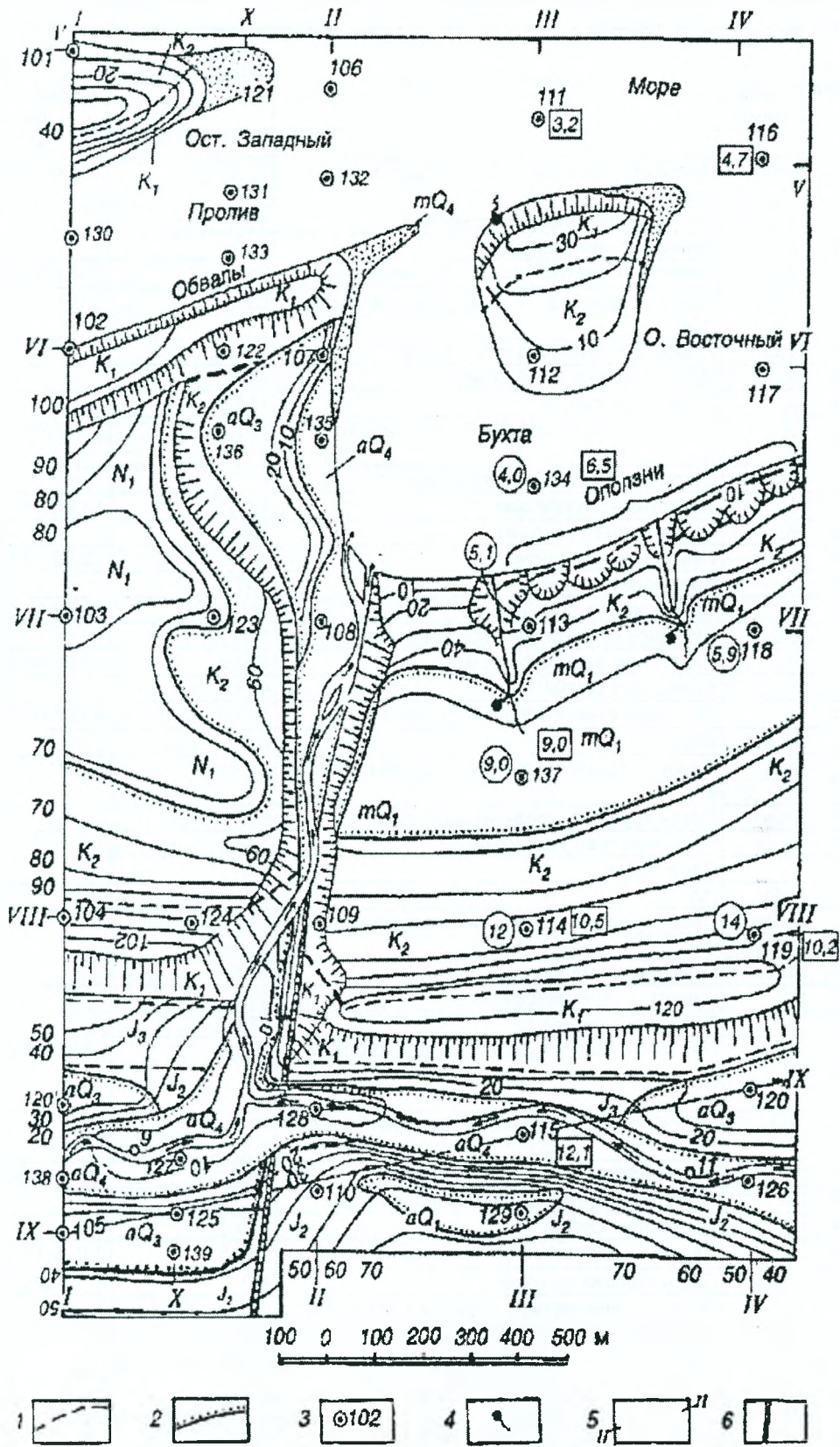


Рис. В15 Геологическая карта озерного (морского) побережья:
 1 – стратиграфические границы; 2 – границы стратиграфического несогласия;
 3 – буровая скважина и её номер; 4 – источник; 5 – линия разреза

Таблица В7 Описание буровых скважин к геологической карте (рис. В15)

№ скв. и абс. отм. устья, м	№ слоя	Возраст горных пород	Описание горных пород	Глубина залегания подошвы, м	Глубина залегания уровня воды, м	
					появившегося	установившегося
1	2	3	4	5	6	7
101 4.2	1	mQ_4	Песок средней крупности, средней плотности	12,5	4,0(17.05)	4,0(17.05)
	2	mQ_4	Глыбы в песчаном заполнителе	16,4		
	3	K_1	Глина черная твердая	193,0		193,0
	4	K_2	Известняк светло-серый, трещиноватый	251,0	193,0(25.06)	4,2(26.06)
102 3.3	1	mQ_4	Песок средней крупности, средней плотности	6,6	3,0(15.07)	3,0(15.07)
	2	mQ_4	Глыбы в песчаном заполнителе	17,2		
	3	K_1	Известняк трещиноватый	44,9		
	4	J_3	Алевролит серый	158,8		
	5	J_2	Песчаник известковистый трещиноватый	175,0	158,8(05.07)	3,1 над устьем (0.07)
103 86.9	1	dQ_4	Суглинок со щебнем и глыбами	4,2		
	2	N_1	Известняк-ракушечник	18,6	13,0(28.03)	13,0(29.03)
	3	K_2	Глина черная твердая	150,9		
	4	K_1	Известняк трещиноватый	344,0	150,9(14.05)	80,3(15.05)
	5	J_3	Алевролит серый	456,2		
	6	J_2	Песчаник трещиноватый	480,0	456,2(25.06)	79,5(25.06)
104 105.4	1	dQ_4	Суглинок со щебнем и глыбами известняка	3,8		
	2	K_1	Известняк закарстованный	320,0	95,0(05.05)	95,0(06.05)
	3	J_3	Алевролит серый	443,6		
	4	J_2	Песчаник известковистый трещиноватый	458,0	443,6(06.07)	95,5(07.07)
105 32.7	1	aQ_3	Лёсс	3,0		
	2	aQ_3	Песок средней крупности средней плотности	28,7	21,0(13.05)	21,0(13.05)
	3	aQ_3	Песок крупный, средней плотности	59,0		
	4	J_2	Песчаник трещиноватый	124,0		
			Слой воды	6,0		
	1	mQ_4	Ил	4,5		
	2	mQ_4	Песок средней крупности, средней плотности	11,7		
	3	mQ_4	Глыбы в песчаном заполнителе	24,8		
	4	K_1	Известняк трещиноватый	59,6		
	5	J_3	Алевролит серый	283,7		
	6	J_2	Песчаник известковистый трещиноватый	305,0	283,7(10.07)	9,8 над устьем (11.07)
107 4 18.6	1	aQ_3	Песок средней крупности средней плотности	14,0		
	2	aQ_3	Песок крупный средней плотности	19,2	17,4(10.04)	17,4(10.04)
	3	K_1	Известняк светло-серый трещиноватый	205,1		
	4	J_3	Алевролит серый	335,5		
	5	J_2	Песчаник известковистый трещиноватый	385,5	335,5(18.05)	12,9(19.05)
108 5.1	1	aQ_4	Песок мелкий рыхлый	4,0	4,0(3.05)	4,0(3.05)
	2	aQ_4	Песок гравелистый, средней плотности	11,7		
	3	aQ_3	Песок средней крупности средней плотности	36,6		
	4	aQ_3	Песок крупный средней плотности	49,1		
	5	K_2	Глина черная твердая	238,2		
	6	K_1	Известняк светло-серый трещиноватый, закарстованный	433,7	238,2(24.04)	0,0(25.04)
	7	J_3	Алевролит серый	551,1		
	8	J_2	Песчаник известковистый трещиноватый	558,0	551,1 (25.08)	+ 1,7 над устьем (26.08)

Продолжение таблицы В7

1	2	3	4	5	6	7
$\frac{109}{50.8}$	1	K_2	Глина черная твердая	74,3		
	2	K_1	Известняк светло-серый трещиноватый	200,0	74,3(11.06)	44,3(12.06)
$\frac{110}{42.0}$	1	dQ_4	Супесь со щебнем песчаника	8,8		
	2	J_2	Песчаник трещиноватый, выветрелый в верхней части слоя до глубины 14 м	60,0	32,1(08.09)	32,1(09.09)
			Слой воды	10,3	+ 10,3	+ 10,3
$\frac{111}{-10.3}$	1	K_1	Известняк светло-серый	12,2		
	2	J_3	Алевролит серый	126,8		
	3	J_2	Песчаник трещиноватый с зеркалами скольжения (зона тектонического разрыва)	164,0	126,8(12.01)	+ 13,5 над устьем (3.01)
$\frac{112}{9.1}$	1	dQ_4	Суглинок со щебнем и глыбами	4,5		
	2	mQ_4	Песок средней крупности, средней плотности	21,1	9,1(21.06)	9,1(21.06)
	3	K_2	Глина черная твердая	64,3		
	4	K_1	Известняк светло-серый трещиноватый	270,1	64,3(10.02)	6,4(11.02)
	5	J_3	Алевролит серый	383,0		
	6	J_2	Песчаник известковый трещиноватый	405,0	382,7(15.05)	3,2(16.05)
$\frac{113}{41.5}$	1	dQ_4	Суглинок со щебнем и глыбами	1,5		
	2	K_2	Глина твердая черная	280,6		
	3	K_1	Известняк светло-серый трещиноватый	340,0	280,6(10.09)	36,4(11.09)
$\frac{114}{84.9}$	1	dQ_4	Суглинок со щебнем и глыбами	12,9		
	2	K_2	Глина черная твердая	165,3		
	3	K_1	Известняк светло-серый трещиноватый	416,0	165,3(10.02)	73,0(11.02)
	4	J_3	Алевролит серый	530,4		
	5	J_2	Песчаник известковый трещиноватый	540,0	530,4(2.10)	74,5(03.10)
$\frac{115}{15.2}$	1	aQ_4	Суглинок мягкопластичный	2,2		
	2	aQ_4	Супесь иловатая пластичная	11,5	3,4(30.06)	3,4(30.06)
	3	aQ_4	Песок гравелистый средней плотности	15,1		
	4	aQ_3	Песок средней крупности, средней плотности	21,3		
	5	aQ_3	Песок крупный плотный	33,9		
	6	J_3	Алевролит выветрелый трещиноватый	41,6		
	7	J_2	Песчаник трещиноватый	100,0	41,6(14.06)	3,1(15.06)
			Слой воды	15,7	+ 15,7	+ 15,7
	1	K_1	Известняк трещиноватый	205,5		
	2	J_3	Алевролит серый	335,7		
	3	J_2	Песчаник известковый трещиноватый, закарстованный	340,0	335,7 (08.08)	+ 20,4 над устьем (09.08)
			Слой воды	10,5		
	1	mQ_4	Песок мелкий рыхлый	16,0		
	2	mQ_4	Глыбы в песчаном заполнителе	20,0		
	3	K_2	Глина черная твердая	172,1		
	4	K_1	Известняк светло-серый трещиноватый	360,5	172,1 (02.11)	8,2 над устьем (03.11)
	5	J_3	Алевролит серый	380,0		
$\frac{118}{52.1}$	1	mQ_1	Песок мелкий, плотный	6,8	5,2(6.06)	5,2(6.06)
	2	mQ_1	Супесь пластичная с прослоями песка мелкого	11,2		
	3	mQ_1	Песок пылеватый, плотный	23,7		
	4	K_2	Глина черная твердая	290,4		
	5	K_1	Известняк светло-серый трещиноватый	306,0	290,4(20.08)	42,2(21.08)
$\frac{119}{105.8}$	1	dQ_4	Суглинок со щебнем и глыбами	8,6	6,0(7.05)	6,0(7.05)
	2	K_2	Глина твердая черная	85,3		
	3	K_1	Известняк светло-серый трещиноватый	355,1	94,3(21.05)	91,3(22.05)
	4	J_3	Алевролит серый	480,4		
	5	J_2	Песчаник трещиноватый известковый	500,0	480,4(16.10)	95,6(17.10)

Продолжение таблицы В7

1	2	3	4	5	6	7
120 30.5	1	aQ ₃	Лёсс	6,0		
	2	aQ ₃	Песок средней крупности, средней плотности	27,4	17,0(3.06)	17,0(3.06)
	3	aQ ₃	Песок крупный, средней плотности	53,1		
	4*	J ₃	Алевролит серый	120,2		
	5	J ₂	Песчаник трещиноватый	140,0	120,2(11.05)	17,3(12.05)
121 2.5	1	mQ ₄	Песок мелкий рыхлый	18,2	2,5(17.06)	2,5(17.06)
	2	mQ ₄	Глыбы в песчаном заполнителе	21,3		
	3	K ₁	Известняк трещиноватый	105,4		
	4	J ₃	Алевролит серый	370,6		
	5	J ₂	Песчаник известковистый трещиноватый	400,0	370,6 (20.09)	1,3 над устьем (21.09)
122 50.8	1	K ₁	Известняк светло-серый трещиноватый	200,3	49,6(02.03)	49,6(03.03)
	2	J ₃	Алевролит серый	315,9		
	3	J ₂	Песчаник известковистый трещиноватый	330,0	315,9(05.06)	46,2(06.06)
123 69.0	1	N ₁	Известняк-ракушечник выветрелый	2,6	1,5(06:07)	1,5(07.07)
	2	K ₂	Глина черная твердая	200,7		
	3	K ₁	Известняк светло-серый трещиноватый	385,0	200,7(08.10)	62,4(09.10)
	4	J ₃	Алевролит серый	400,0		
124 102.0	1	dQ ₄	Суглинок со щебнем и глыбами	3,0		
	2	K ₁	Известняк трещиноватый закарстованный	304,2	93,1(02.03)	93,1(03.03)
	3	J ₃	Алевролит серый	416,0		
	4	J ₂	Песчаник известковистый трещиноватый	452,0	416,0(15.04)	93,5(16.04)
125 30.2	1	aQ ₃	Лёсс	4,0		
	2	aQ ₃	Песок средней крупности, средней плотности	19,4		
	3	aQ ₃	Песок крупный средней плотности	58,2	20,2(16.06)	20,2(17.06)
	4	J ₂	Песчаник известковистый	80,3		
126 14.7	1	aQ ₄	Супесь иловатая пластичная	10,2	2,1(21.05)	2,1(22.05)
	2	aQ ₄	Песок гравелистый средней плотности	16,8		
	3	aQ ₃	Песок средней крупности, средней плотности	24,5		
	4	aQ ₃	Песок крупный плотный	36,7		
	5	J ₂	Песчаник трещиноватый	40,0		
127 9.6	1	aQ ₄	Песок мелкий, рыхлый	11,3	0,5(2.07)	0,5(3.07)
	2	aQ ₄	Песок гравелистый, средней плотности	16,1		
	3	aQ ₃	Песок средней крупности, средней плотности	24,2		
	4	aQ ₃	Песок крепный средней плотности	36,4		
	5	J ₂	Песчаник трещиноватый	41,0		
128 9.8	1	aQ ₄	Песок мелкий рыхлый	5,1	0,5	0,5
	2	aQ ₄	Супесь иловатая пластичная	10,4	(29.07)	(29.07)
	3	aQ ₄	Песок гравелистый средней плотности	16,6		
	4	aQ ₃	Лёсс текучий	22,3		
	5	aQ ₃	Песок крупный средней плотности	31,8		
	6	J ₃	Алевролит выветрелый	45,0		
	7	J ₂	Песчаник трещиноватый	91,0	45,0	+ 0,6м над устьем
129 60.5	1	dQ ₄	Суглинок со щебнем и глыбами	2,8		
	2	aQ ₁	Лёсс твердый	6,8		
	3	aQ ₁	Песок мелкий средней плотности	16,3		
	4	aQ ₁	Песок крупный с гравием и галькой средней плотности	23,4	48,0(12.06)	
	5	J ₂	Песчаник известковистый трещиноватый	76,0	48,0(04.05)	48,0(05.05)
			Слой воды			

Продолжение таблицы В7

1	2	3	4	5	6	7
130 -10.5	1	mQ ₄	Ил	11,2		
	2	mQ ₄	Песок средней крупности средней плотности	19,7		
	3	K ₁	Известняк плотный трещиноватый, местами закарстованный	130,0		
	4	J ₃	Аргиллит с прослоями алевролита	290,0		
	5	J ₂	Песчаник известковистый и глинистый с прослоями алевролитов и аргиллитов	350,0	290,0 (16.04)	+ 15,0 над устьем (17.04)
			Слой воды	10,8		
131 -10.8	1	mQ ₄	Ил	10,2		
	2	mQ ₄	Песок средней крупности, средней плотности	21,6		
	3	J ₃	Алевролит серый	85,0		
	4	J ₂	Песчаник трещиноватый, известковистый	210,0	85,0(1.06)	+ 15,0 над устьем (2.06)
			Слой воды			
132 -11.2	1	mQ ₄	Ил	12,0		
	2	mQ ₄	Песок средней крупности, средней плотности	19,6		
	3	J ₃	Алевролит серый	97,0		
	4	J ₂	Песчаник трещиноватый, известковистый	200,0	97,0(29.07)	+ 15,4 над устьем (30.07)
			Слой воды	7,2		
133 -7.2	1	mQ ₄	Песок средней крупности, средней плотности	11,3		
	2	mQ ₄	Глыбы в песчаном заполнителе	15,2		
	3	K ₁	Известняк светло-серый, трещиноватый	44,9		
	4	J ₃	Алевролит серый	158,6		
	5	J ₂	Песчаник трещиноватый известковистый	175,0	158,6(16.05)	+ 11,7 над устьем (18.05)
			Слой воды	10,5		
134 -10.5	1	mQ ₄	Ил	9,6		
	2	mQ ₃	Песок средней крупности, средней плотности	29,8		
	3	K ₂	Глина твердая черная	42,0		
	4	K ₁	Известняк светло-серый трещиноватый	243,0	42,0 (16.05)	+ 14,5 над устьем (17.05)
	5	J ₃	Алевролит серый	372,0		
	6	J ₂	Песчаник трещиноватый известковистый	420,0	372,0(23.05)	+ 17,0 над устьем (26.05)
135 7.0	1	aQ ₄	Суглинок мягкопластичный	7,0		
	2	aQ ₄	Песок мелкий рыхлый	21,3		
	3	aQ ₄	Песок средней плотности гравелистый	32,8		
	4	K ₂	Глина твердая черная	60,0		
	5	K ₁	Известняк светло-серый трещиноватый	140,0	60,0(14.06)	5,5(16.06)
136 21.0	1	aQ ₃	Песок средней крупности, средней плотности	24,0	20,0(17.06)	20,0(18.06)
	2	K ₂	Глина черная твердая	97,0		
	3	K ₁	Известняк светло-серый трещиноватый	125,0	97,0(24.06)	19,0(26.06)
137 57.1	1	mQ ₁	Песок мелкий плотный	8,6		
	2	mQ ₁	Супесь твердая с прослоями песка пылеватого	12,8	9,0(06.06)	9,0(07.06)
	3	mQ ₁	Песок пылеватый, плотный	24,8		
	4	K ₂	Глина твердая черная	186,0		
	5	K ₁	Известняк светло-серый трещиноватый	365,0	186,0(21.04)	48,1(23.04)
	6	J ₃	Алевролит серый	444,0		
	7	J ₂	Песчаник трещиноватый известковистый	485,0	444,0(29.05)	48,1(2.06)

Продолжение таблицы В7

1	2	3	4	5	6	7
138 12.8	1	aQ ₄	Суглинок мягкопластичный	3,2	2,0	2,0
	2	aQ ₄	Песок мелкий рыхлый	8,1		
	3	aQ ₄	Песок гравелистый средней плотности	17,4		
	4	aQ ₃	Песок крупный средней плотности	39,1		
	5	J ₂	Песчаник известковый трещиноватый	60,0		
139 35.0	1	aQ ₃	Лёсс			
	2	aQ ₃	Песок средней крупности средней плотности	32,3	24,0(21.06)	24,0(22.06)
	3	aQ ₃	Песок крупный, средней плотности	56,7		
	4	J ₂	Песчаник трещиноватый известковый	320,0		

Пример построения сводной стратиграфической колонки приведен на рис. В16.

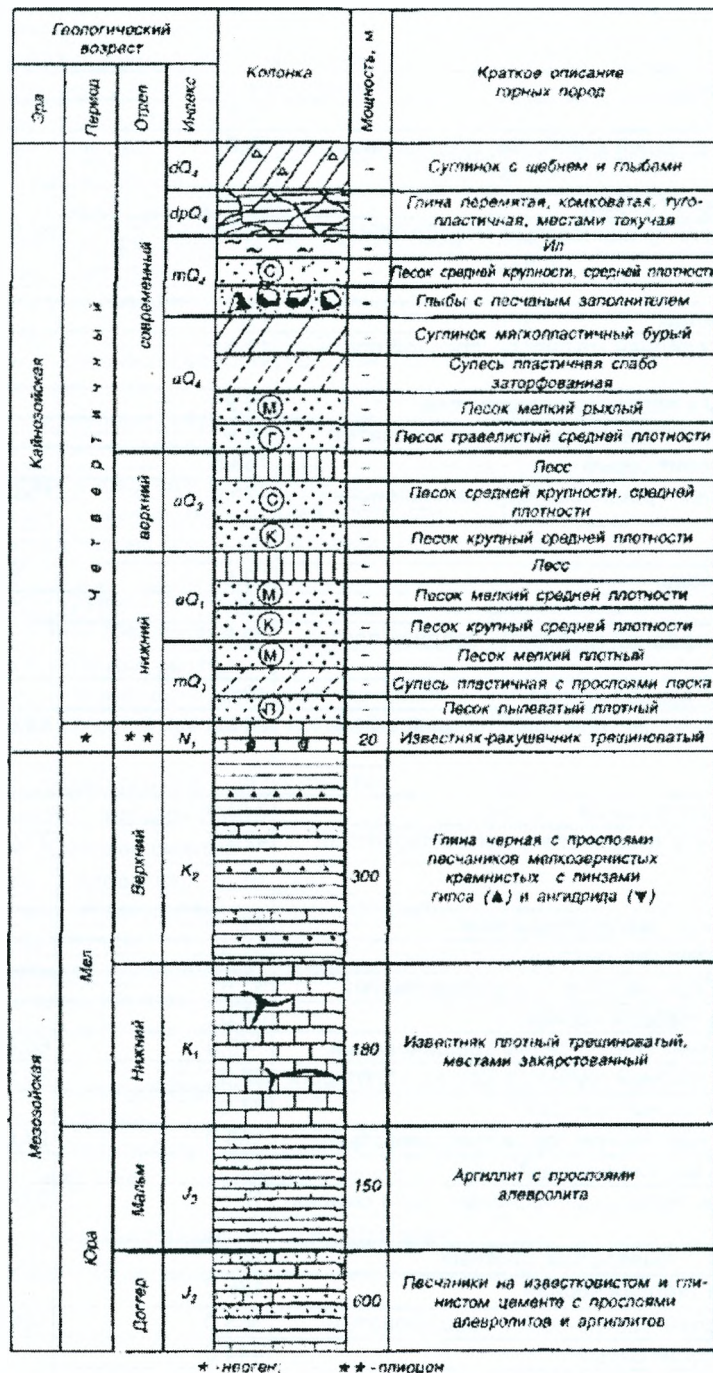


Рис. В16 Сводная стратиграфическая колонка к геологической карте (рис. В15)

Задание №8. Проанализировать соответствие стратиграфической колонки геологической карте и составить схематическую геологическую колонку для одной из скважин (например, 137) и схематический геологический разрез по одному из створов (например, VII-VII).

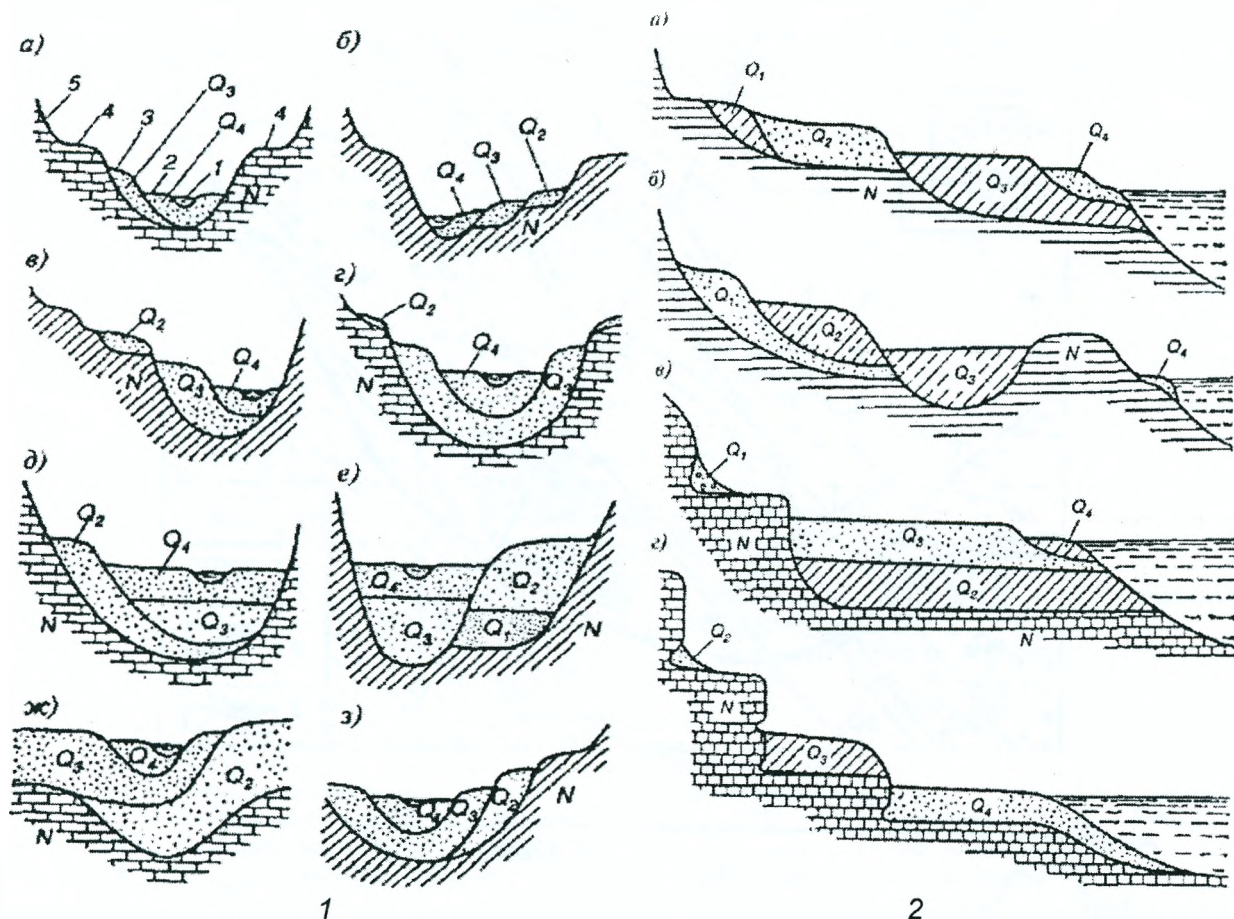


Рис. В17 Поперечные разрезы речных долин (1) и озерных (морских) (2) побережий

Задание №9. Составить описание одного из поперечных разрезов речной долины (например, з, рис. В17) и озерного побережья (например, в, рис. В17).

Пример описания: в поперечном разрезе речной долины (а) выделяется русло 1, пойма 2, заливаемая в период паводков, первая 3 и вторая 4 надпойменные террасы, коренной берег 5. В посленеогеновое время, но до позднечетвертичной эпохи, речная долина в районе разреза испытывала преимущественно тектонический подъем (или существенно опускался базис эрозии реки), о чем свидетельствует глубокий эрозионный врез в неогеновых известняках. Когда уровень реки был примерно на отметках второй надпойменной террасы, скорость тектонического подъема резко уменьшилась (или подъем временно прекратился), что способствовало усилению процесса боковой эрозии реки с образованием эрозионных террас. В среднечетвертичную эпоху Q_2 подъем возобновился и возникла глубокая долина, в позднечетвертичную эпоху началось тектоническое опускание местности (или повышение базиса эрозии реки), сменившееся новым подъемом в конце эпохи Q_3 . В этот период накапливается, а затем в значительной мере размывается мощная толща аллювиальных отложений Q_3 . Остатки этих отложений слагают первую надпойменную террасу, являющуюся аккумулятивной. В современную эпоху территория испытывала погружение, что привело к накоплению современного аллювия Q_4 , слагающего пойму и русло реки.

a)

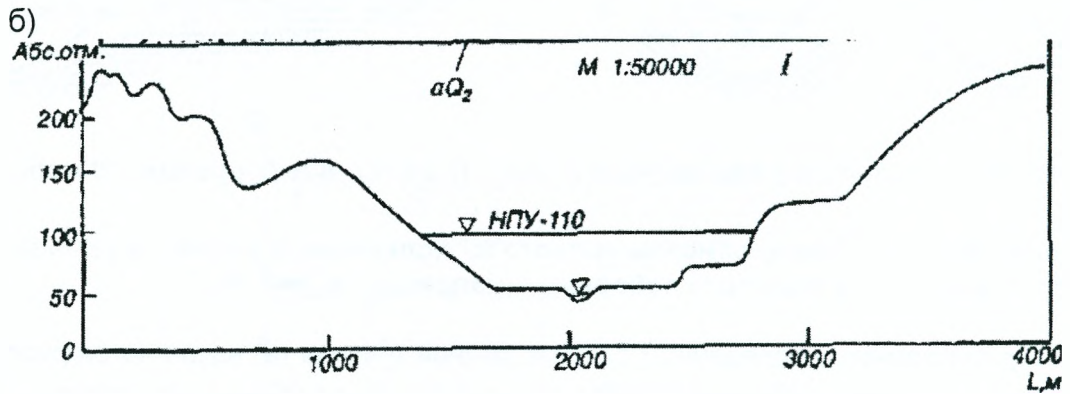
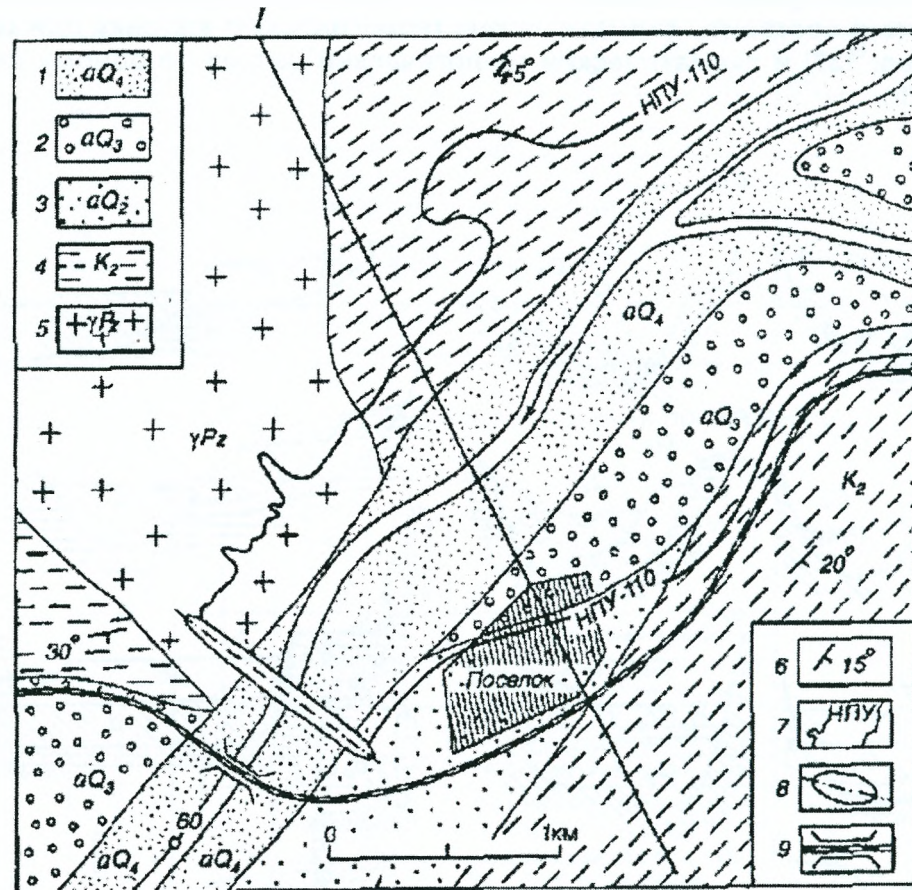


Рис. В18 Схематическая геологическая карта части водохранилища (а) и продольный профиль (б) по линии I-I:

- 1 – современные аллювиальные отложения поймы, песок мелкий, суглинок, мощность 15 м; 2 – верхнечетвертичные аллювиальные отложения первой надпойменной террасы, супесь, песок, мощность 30 м; 3 – среднечетвертичные аллювиальные отложения второй надпойменной террасы, супесь, песок, мощность 50 м; 4 – верхнемеловые мергели с прослоями глин и глинистых песков; 5 – палеозойский гранит раздробленный; 6 – направление и угол падения слоев; 7 – береговая линия водохранилища на абсолютной отметке 110 м; 8 – плотина с водосливом; 9 – железнодорожный мост с двумя опорами в русле

БЛОК Г. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕРРИТОРИИ

Таблица Г1 Морфологические комплексы рельефа

Основные категории (превышения над ближайшими базисами денудации), м	Морфографические категории	Морфометрические категории			
		по абсолютной высоте, м	по относительной высоте или глубине расчленения, м	по густоте расчленения (удаленности водоразделов от ближайших базисов денудации), м	по крутизне склонов, градус
Плоские равнины	Волнистые, бугристые, гривистые, западинные и пр.	Низменности: очень низкие равнины, 0-75, низкие равнины, 75-150	Очень мелко расчлененные,	Очень сильно расчлененные, менее 50	С очень пологими, 0-1
Холмистые равнины (10-100 м)	Грядовые, увалистые, сопочные, котловинные, долинно-балочные и пр.	Средневысотные равнины, 150-200 Возвышенности: низкие, 200-300, средневысотные, 300-400, высокие, 400-500 Нагорные равнины: низкие, 500-1000, средневысотные, 1000-2000, высокие, 2000-3000, очень высокие, > 3000	до 10 м Мелко расчлененные, 10-25 Средне расчлененные, 10-25 Глубоко (крупно) расчлененные, 50-75 Очень глубоко (очень крупно расчлененные), 75-100	Сильно расчлененные, 50-100 Очень дробно расчлененные, 100-250 Дробно расчлененные, 250-500 Умеренно расчлененные, 500-1000	Со среднепологими, 1-2 С пологими, 2-4 С пологопокатыми, 4-6 С покатыми, 6-8 С крутопокатыми, 8-10
Горы (более 100 м)	Островные, расчлененные на хребты и вершины, с плоскими, округлыми, острыми гребнями и пр.	Очень низкие, до 500 Низкие, 500-1000 Средневысотные, 1000-2000 Высокие, 2000-3000 Очень высокие, 3000-5000 Высочайшие, более 5000	Очень мелко расчлененные 100-250 Среднерасчлененные 250-500 Глубоко (крупно) расчлененные 500-750 Очень глубоко расчлененные 750-1000 С глубочайшими более 1000	Слабо расчлененные, 1000-2000 Очень слабо расчлененные, более 2000	С умеренно крутыми, 10-15 С крутыми, 15-30 С очень крутыми, 30-45 С обрывистыми, более 45

Таблица Г2 Структурная классификация равнин

Классификационный признак	Группы и разновидности	Количественная характеристика группы
1. По отношению к уровню моря	а) отрицательные (депрессии, впадины) б) низменные в) возвышенные г) нагорные	Ниже уровня 0-200 м над уровнем 200-500 м над уровнем >500 м над уровнем
2. По общей форме поверхности	а) горизонтальное б) наклонное в) вогнутые г) выпуклые	
3. По глубине, степени и типу расчленения	см. табл. Г1	
4. По происхождению	а) структурные б) аккумулятивные в) скульптурные	

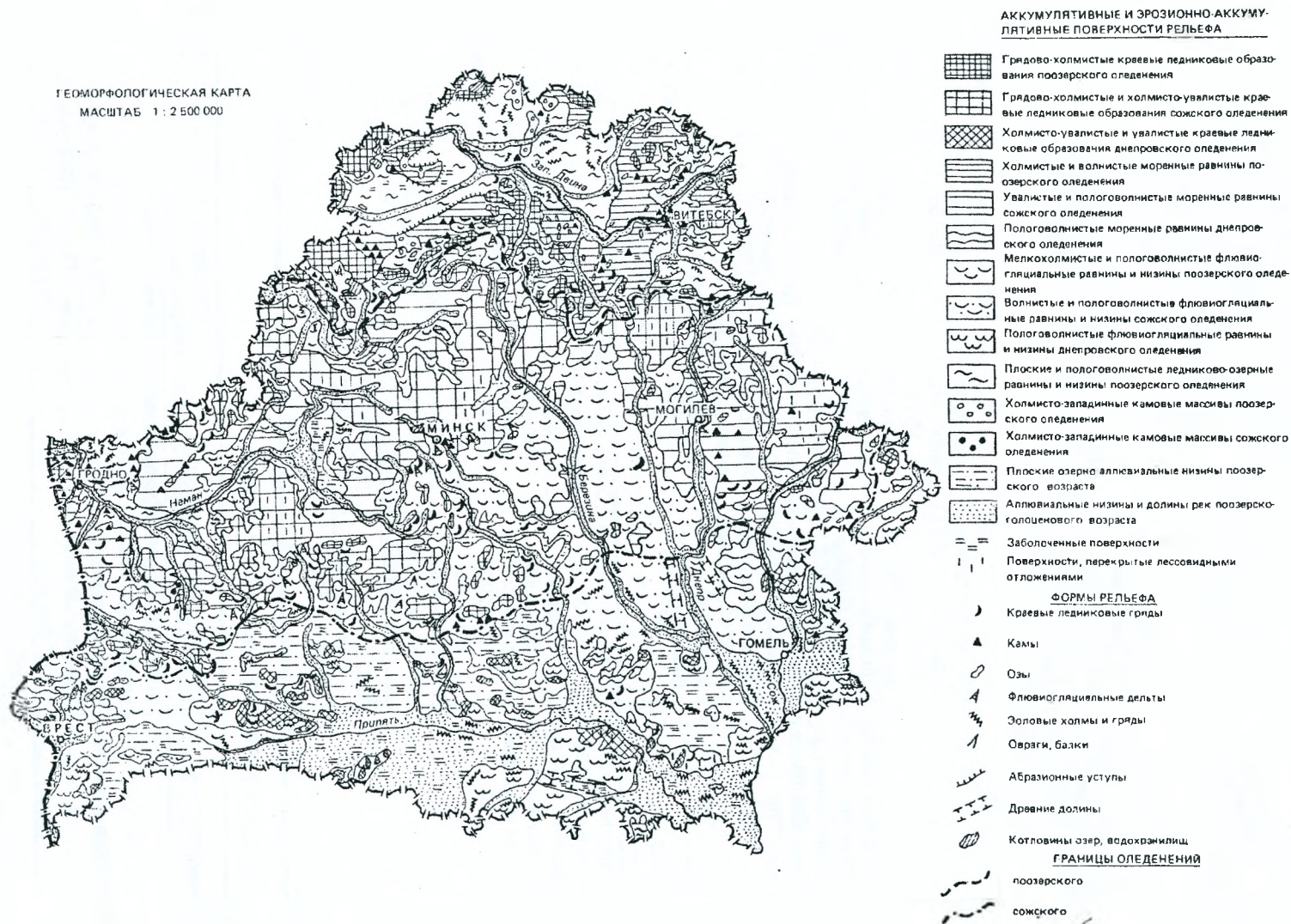


Рис. Г1 Геоморфологическая карта Беларуси

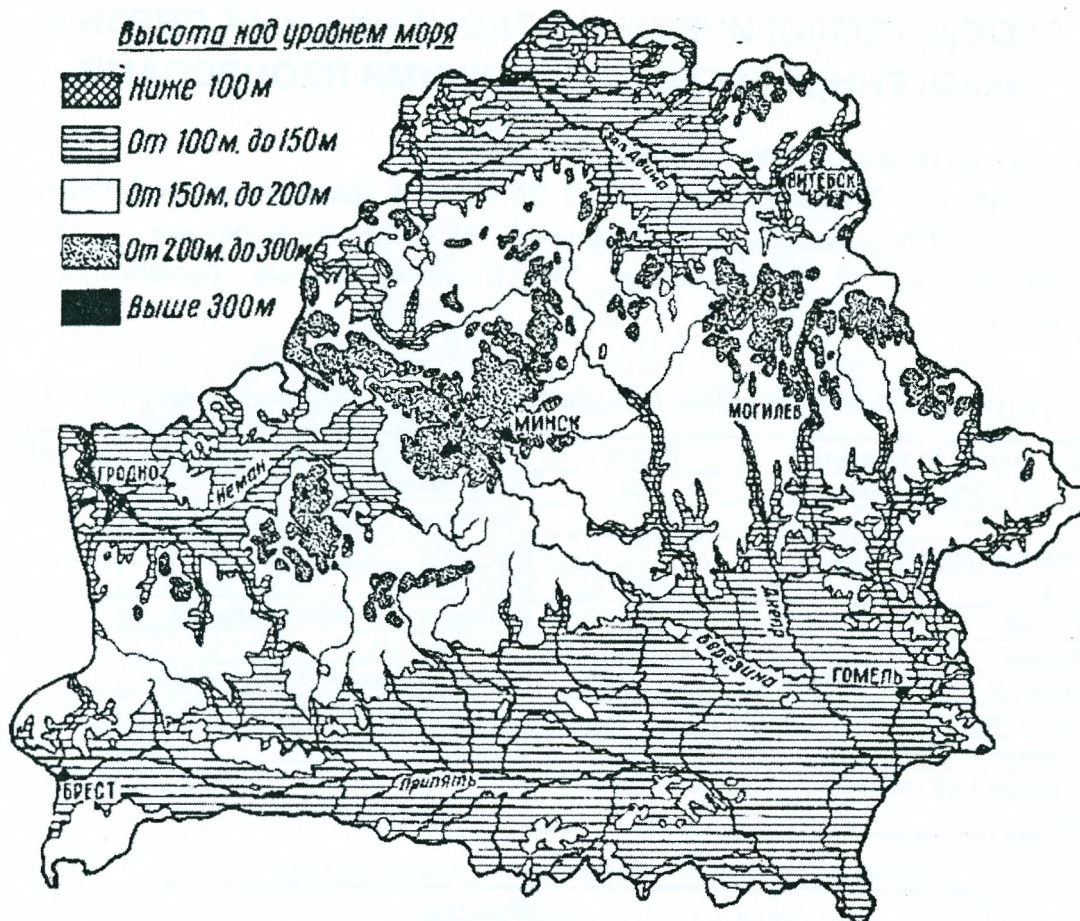


Рис. Г2 Карта высот Беларуси

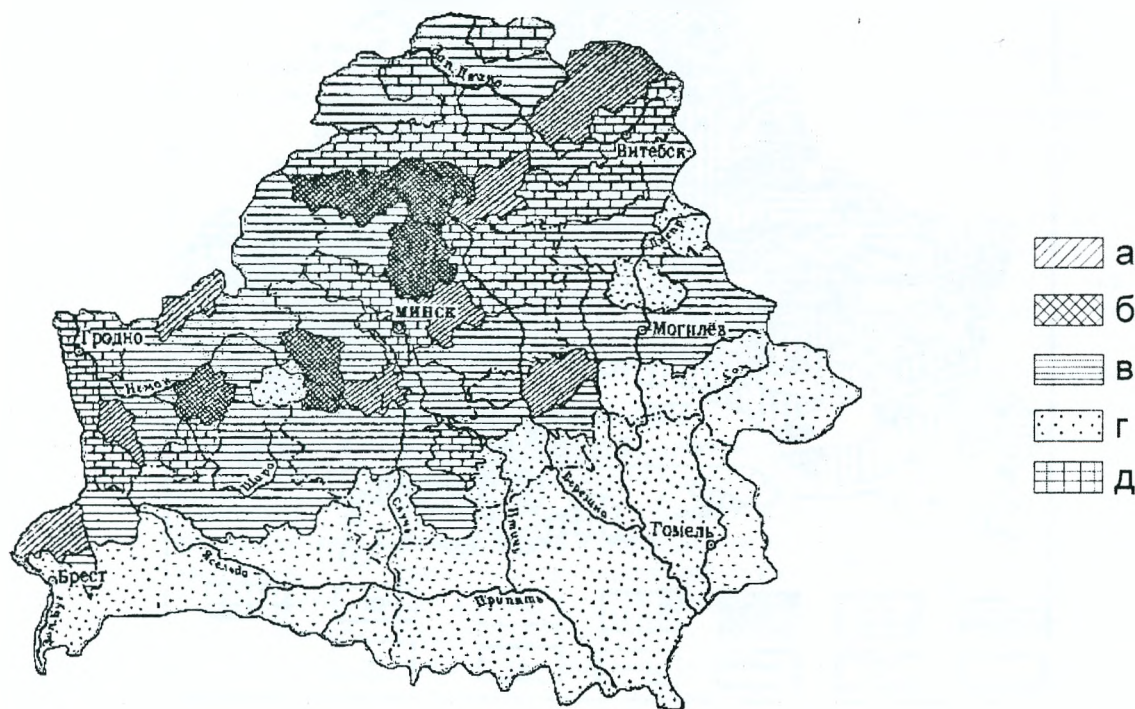


Рис. Г3 Карта завалуненности территории Беларуси:

а – более 40%; б – 40-20%; в – 20-10%; г – 10-1%; д – < 1%

Задание №10. После анализа геоморфологических карт (рис. Г1-Г3) составить описание геоморфологических условий для региона (например, Брестская область) или конкретной территории (например, Брест).

БЛОК Д. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОТЛОЖЕНИЯ И ИХ СВЯЗЬ С ЭКЗОГЕННЫМИ ГЕОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Виды геологических отложений:

1. Элювиальные; 2. Пирокластические; 3. Золовые; 4. Делювиальные; 5. Ледниковые; 6. Аллювиальные; 7. Проллювиальные; 8. Озерные; 9. Морские; 10. Болотные; 11. Ледниковые; 12. Коллювиальные; 13. Оползневые; 14. Водноледниковые (флювиогляциальные); 15. Техногенные

Таблица Д1 Условные обозначения генетических типов четвертичных отложений

Наименование отложений	Индекс	Наименование отложений	Индекс
Вулканические образования	βQ	Коллювиальные	cQ
Морские	mQ	Болотные	hQ
Техногенные (антропогенные)	tQ	Золовые	vQ
Элювиальные	eQ	Лёссовые	LQ
Делювиальные	dQ	Элювиально-делювиальные	edQ
Аллювиальные	aQ	Оползневые	dpQ
Проллювиальные	pQ	Делювиально-аллювиальные	daQ
Ледниковые (гляциальные)	gQ	Озерно-аллювиальные	laQ
Озерные (лимнические)	lQ	Солифлюкционные	sQ
Флювиогляциальные (водно-ледниковые)	fgQ		

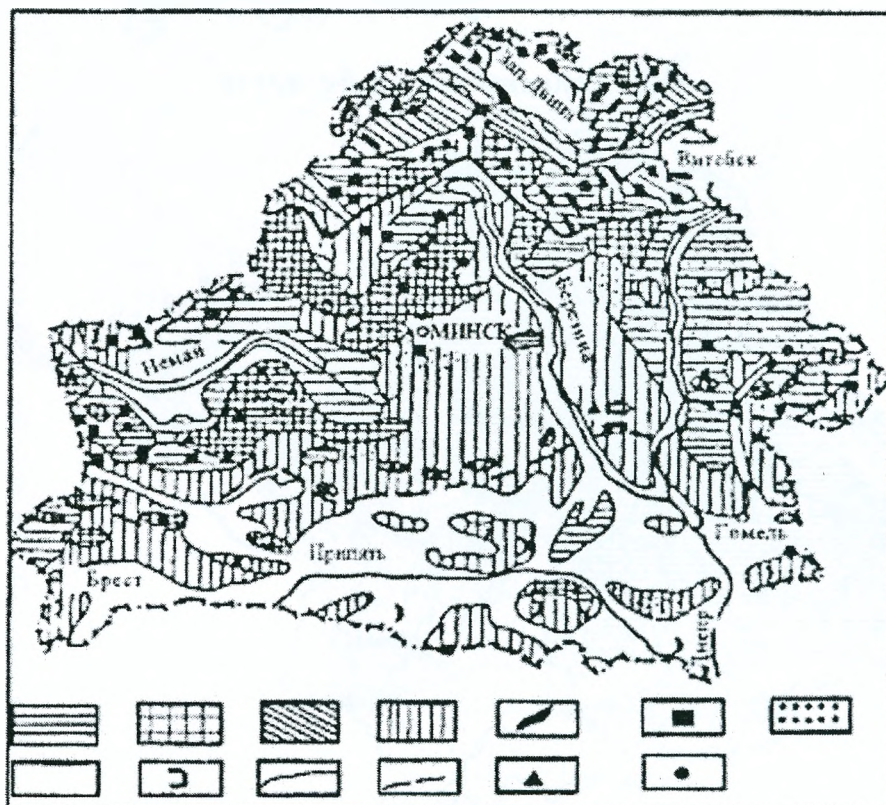


Рис. Д1 Карта четвертичных отложений:

- 1 – моренные; 2 – конечно-моренные; 3 – озёрно-ледниковые; 4 – флювиогляциальные;
- 5 – озовые; 6 – камовые; 7 – лёссовидные; 8 – аллювиальные и озёрно-аллювиальные;
- 9 – золовые; 10 – граница позерского (валдайского) ледника; 11 – граница сожского (московского) ледника; 12 – гляциодислокации; 13 – выходы коренных пород

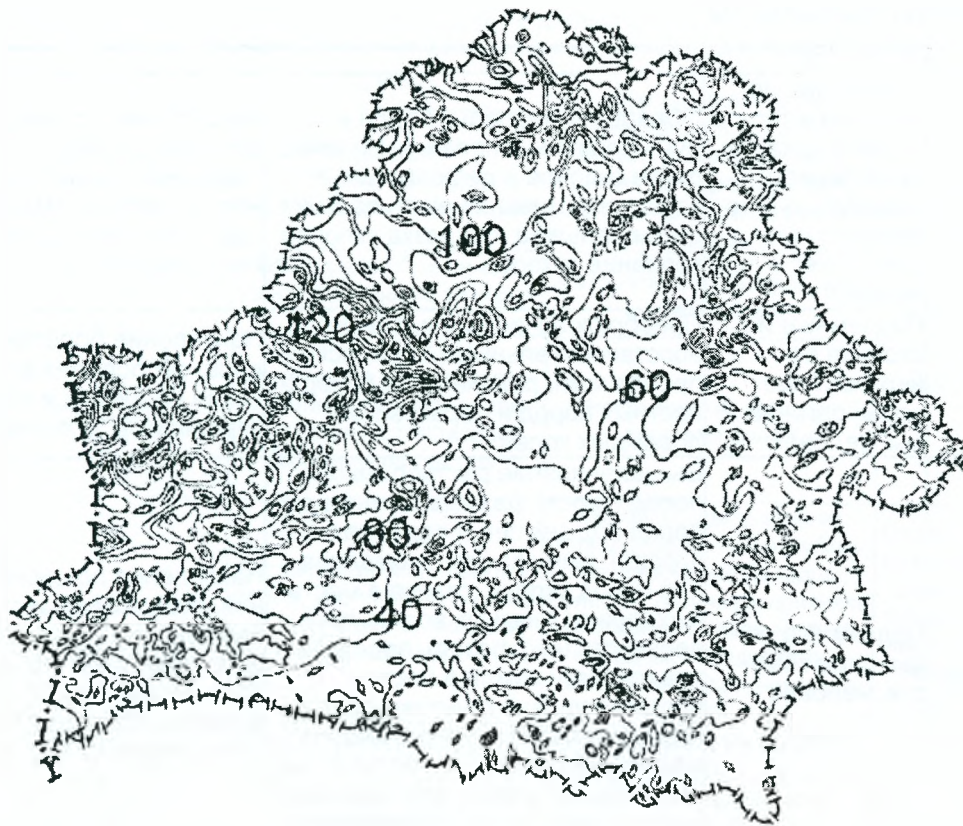


Рис. Д2 Карта мощностей антропогенного покрова

Таблица Д2 Связь определяющих факторов и главных агентов экзогенных процессов с их влиянием на геологическую среду

Определяющий фактор	Главные агенты процессов	Разрушение или преобразование пород (денудация), перенос материала, образование денудационных форм рельефа	Отложение (аккумуляция) новых пород и образование аккумулятивных форм рельефа
1	2	3	4
Процесс выветривания (основной)	Солнечная инсоляция, тепловая радиация-воздух, вода, снег, лед, организмы	Преобразование горных пород в верхних горизонтах (выветривание), шелушение и осыпание, иногда выколаживание и изменение формы склонов и откосов	Образование элювия, коры выветривания и каменных россыпей. Возникновение ортштейнов и ортзандов (скоплений лимонита) под дерново-подзолистыми почвами
Процесс выветривания (тип А)	Тепловая радиация, замерзание, поверхностные и подземные воды, снег, лед, сила тяжести, человек	Мерзлотное пучение пород, оттаивание мерзлых пород и осадка поверхности земли с образованием впадин, мерзлотноэрастрескивание и образование медальонного рельефа, термоэрозия и термоабразия, вытаивание льда и образование впадин (термокарста) и полостей, течение поверхностных отложений на склонах (солифлюкция) и мерзлотные сплывы откосов, образование нагорных террас и курумов	Образование бугров пучения, ледяных бугров и потоков (наледей), солифлюкционных форм и накоплений на склонах, развитие марей, накопление воды в таликах или льда под землей, появление ядра мерзлых грунтов в теле земляных сооружений

Продолжение таблицы Д2

1	2	3	4
Процесс выветривания (тип В)	Солнечная инсоляция и тепловая радиация, сила тяжести, подземные и поверхностные воды, снег и лед, человек	Обвалы, камнепады, осыпи и курумы, лавины, оползи, изменение форм склонов и деформация откосов, сглаживание выступающих форм рельефа, подрезка склонов, создание откосов	Накопление осыпей, обвальных и оползневых масс, курумовых и лавинных отложений, образование курумов и каменных потоков, подсыпки при планировке и отвалы из выработок
Деятельность атмосферных вод	Подземные и стоячие поверхностные воды, организмы, человек	Преобразование донных пород восстановительными химическими процессами, размягчение поверхностных пород и образование дорожных колеи	Накопление болотных илов, сапропелей и торфа, зарастание водоемов и образование торфяников, оглеение почв
Деятельность подземных вод	Подземные воды, сила тяжести, человек	Выщелачивание растворимых пород (карст), размыв вымывание пород под землей (подземная эрозия), вымывание и вываливание пород склона, откоса в местах выходов подземных вод на поверхность (суффозия), просадка поверхности земли в местах подъема уровня грунтовых вод в лессовых породах, образование пещер, подземных полостей и рек, провалов и просадочных опусканий на поверхности земли, солончаков	Накопление пещерных отложений, сталактитов и сталагмитов, известковых туфов, гейзеров и других натечных форм и пород, обломочных пород обрушенных кровель карстовых полостей, засоление почв и грунтов
Деятельность ветра	Ветер, человек	Развевание пород, образование котловин, пещер, ячей и других форм выдувания и выветривания, движение песков и пыльные бури, образование каньонов грунтовых дорог в лессовых породах вследствие уничтожения или угнетения и разрежения растительного покрова	Образование песчаных дюн, бугров, барханов и их цепей, лессовых покровов и холмов, заносы зданий и сооружений движущимися песками
Деятельность рек	Текущие поверхностные воды сила тяжести, человек	Смыв со склонов и размыв пород и почв, перенос материала водой, образование эрозионных русел, оврагов и террас, промоин в местах сброса воды из каналов, просадка в местах утечек воды	Выполаживание склонов, накопление делювия пролювия и аллювия, покровов, конусов выноса, аллювиальных (аккумулятивных) террас и дельт, заиление чаш озер и водохранилищ
Деятельность озер, водохранилищ и болот	Воды морей, озер и водохранилищ, человек	Разрушение берегов (абразия), перенос материала волнами и течениями, образование волноприбойных ниш и абразионных (вырезанных водой) террас, формирование берегов водохранилищ, просадка (опускание) поверхности земли в местах подъема уровня грунтовых вод	Отложения на дне и берегах морей, озер и водохранилищ, пляжах, на береговых валах и дюнах, заболачивание и засоление прибрежной полосы водохранилищ при подъеме уровня грунтовых вод
Деятельность ледников	Движущийся лед, сила тяжести	Выпахивание (экзарация) с образованием углублений на поверхности земли, перенос материала движущимся и плавающим льдом и тальми водами ледников, сглаживание выступов и склонов, образование ниш на берегах, обрушение берегов во время ледохода	Аккумуляция ледниковых и водно-ледниковых отложений, покровов, валов и холмов, валунных полей и скоплений

Таблица Д3 Виды выветривания пород и рекомендации по способам защиты

Выветривание		Причина	Процесс, формы проявления	Способы защиты
ФИЗИЧЕСКОЕ	Температурное	Обусловленная климатом разность температуры (инсоляция)	Разрыхление и разрушение структуры, образование щебня или дресвы, шелушение, растрескивание породы	Защита породы с помощью покрытия из песков, суглинков бетона или искусственных материалов, биологические мероприятия. Водоотталкивающие средства
	Морозное	Увеличение объема воды на 9% в процессе замерзания	Разрыхление, растрескивание породы	
	Соляное	Увеличение объема и кристаллизационного давления при кристаллизации солей из растворов	Разрыхление породы, выцветы солей	
ХИМИЧЕСКОЕ	Выщелачивание	Растворение минералов и пород, увеличение объема за счет водопоглощения (гидратации)	Формы выщелачивания (блюдцеобразные углубления, карстовые колодцы, полости) торичные признаки опускания поверхности и провалы, складчатость, связанная с разбутием гипса	Отвод воды, искусственная нейтрализация, введение определенных веществ для снижения растворимости породы, покрытие суглинком, бетоном, инъекции
	Углекислое	Содержание в воде углекислоты	Карстовые явления (карры, пещеры, долины)	
	От действия дымовых газов	Образование CO_2 и SO_2 при сгорании угля	Образование агрессивных кислот	
	Окислительное	Реакция O_2 воды с Fe^{2+}	Образование бурого и красного железняка (налеты на поверхностях трещин)	
	Силикатное	Реакция силикатов с ионами вода (гидролиз)	Образование глинистых минералов, силлитовое выветривание в гумидных областях, аллитовое выветривание в тропических гумидных областях, образование почв	Удаление выветрелых пород
БИОЛОГИЧЕСКОЕ	Биофизическое	Размокание пород от корней растений, утолщения корней	Разрыхление структуры, растрескивание породы	Удаление растений и насаждение более благоприятных видов
	Биохимическое	Выделение растениями CO_2 и гуминовой кислоты	Образование почв	

Задание №11. Составить описание одного из генетических типов четвертичных отложений (например, аллювиальных).

Пример описания: к элювиальным отложениям (eQ) относятся продукты выветривания горных пород, оставшиеся на месте их образования. Выветривание – процесс разрушения пород в результате действия внешних факторов (физических, химических, биологических). Причиной разрушения пород могут быть колебания температур, замерзание воды в порах и трещинах, воздействие на породу воды и содержащихся в ней химических веществ, солнечная радиация, взаимодействие породы с растениями, животными и продуктами их жизнедеятельности и т. д. В процессе выветривания меняется плотность, прочность, структура, состояние и в различной степени минеральный и химический составы. Интенсивность выветривания зависит от геоморфологических условий и геологического строения местности, количества атмосферных осадков, климата, состава пород и т. д. Наиболее благоприятные условия для формирования элювия будут там, где темпы эрозии и плоскостного смыва относительно малы и вместе с тем отсутствуют условия осадконакопления (водоразделы, весьма пологие склоны и др.). Мощность и состав элювия в различных климатических и геологических условиях различны, однако почти везде можно выделить несколько зон (снизу вверх): зона материнских пород, разбитых трещинами на относительно мелкие блоки; зона глыбово-щебенистого элювия; зона пылевато-глинистого элювия.

БЛОК Е. СЕЙСМИЧНОСТЬ ТЕРРИТОРИИ И ЕЕ ОЦЕНКА

Таблица Е1 Сейсмическая шкала института физики Земли РАН

Сила землетрясения, баллы	Вид землетрясения	Сейсмическое ускорение, мм/с ²	Характеристика землетрясений (общая)	Интенсивность разрушительного влияния на здания	Влияние землетрясения на грунты и режим поверхностных и подземных вод
1	незаметное	–	Колебания отмечаются только приборами	–	–
2	очень слабое	–	Колебания ощущают только животные и чувствительные люди	–	–
3	слабое	–	Колебания отмечают до 10% людей	–	–
4	умеренное	<100	Отмечается всеми и наблюдается колебание окон и дверей	–	–
5	довольно сильное	100-250	Качаются все висячие предметы, дребезжат стекла, осыпается штукатурка	–	–
6	сильное	250-500	Легкие повреждения в зданиях	Для А и Б значительные повреждения, а В - легкие	Трещины в грунтах до 1 см. Возможны осыпи и оползни. Незначительные изменения уровня воды в колодцах
7	очень сильное	500-1000	Значительные повреждения в зданиях	Для А - повреждения и разрушения, а для Б и В - легкие и значительные повреждения	Трещины в грунтах. Значительное количество оползней, осыпей и обвалов. Изменение дебита и уровня грунтовых вод
8	разрушительное	1000-2000	Обрушение стен, перекрытий и кровель в некоторых зданиях	Для А - разрушения и обвалы, Б - значительные разрушения, В - значительные повреждения	Повреждения насыпей, множество трещин в грунте, отдельные случаи повреждений трубопроводов и оград
9	опустошительное	2000-4000	Большие разрушения в зданиях	Для А - полный обвал, Б - разрушения и обвалы, В - значительные разрушения	Значительное повреждение насыпей, трещины имеют ширину до 10 см. Обвалы, оползни, осыпи, сильное волнение в водоемах.
10	уничтожающее	>4000	Повреждения больше 50% всех зданий. Ширина трещин в грунтах > 1 м	Для А - полный обвал, Б - разрушения и обвалы, В - значительные разрушения	Значительное повреждение насыпей, трещины имеют ширину до 10 см. Обвалы, оползни, осыпи, сильное волнение в водоемах.
11	катастрофа	–	Обрушения и тяжелые повреждения зданий	Для А, Б и В полный обвал	Исчезновение и появление водоисточников
12	Сильная катастрофа	–	Полное разрушение зданий	Для А, Б и В полный обвал	Полное изменение уровня и свойств подземных вод

Таблица E2 Изменение сейсмической интенсивности (в баллах) на основании инженерно-геологических данных

Категория породы по сейсмическим свойствам	Описание пород	Уточненная сейсмическая интенсивность (в баллах) в зависимости от сейсмичности района по сравнению с нормальной
I	Скальные нетрещиноватые породы магматические, метаморфические и осадочные; граниты, гнейсы, известняки, песчаники, конгломераты и т.п. Полускальные породы: мергели, окремневшие глины, глинистые песчаники, туфы, ракушечники и др. Крупнообломочные, особо плотные породы с расчетным сопротивлением $R=600$ кПа при глубине залегания грунтовой воды $h \geq 15$ м	7/6
		8/7
		9/8
II	Глины, находящиеся в твердом состоянии Пески, супеси и суглинки, при глубине залегания уровня грунтовых вод $h \leq 8$ м Крупнообломочные породы при залегании уровня грунтовых вод $6 < h < 10$ мм	7/7
		8/8
		9/9
III	Глины, находящиеся в пластичном состоянии Пески, супеси, суглинки при глубине залегания уровня грунтовых вод $h \leq 4$ Крупнообломочные породы при глубине залегания уровня грунтовых вод $h \leq 3$ м	7/8
		8/9
		9/10

Примечание. Числитель – балльность нормальная, знаменатель – изменившаяся

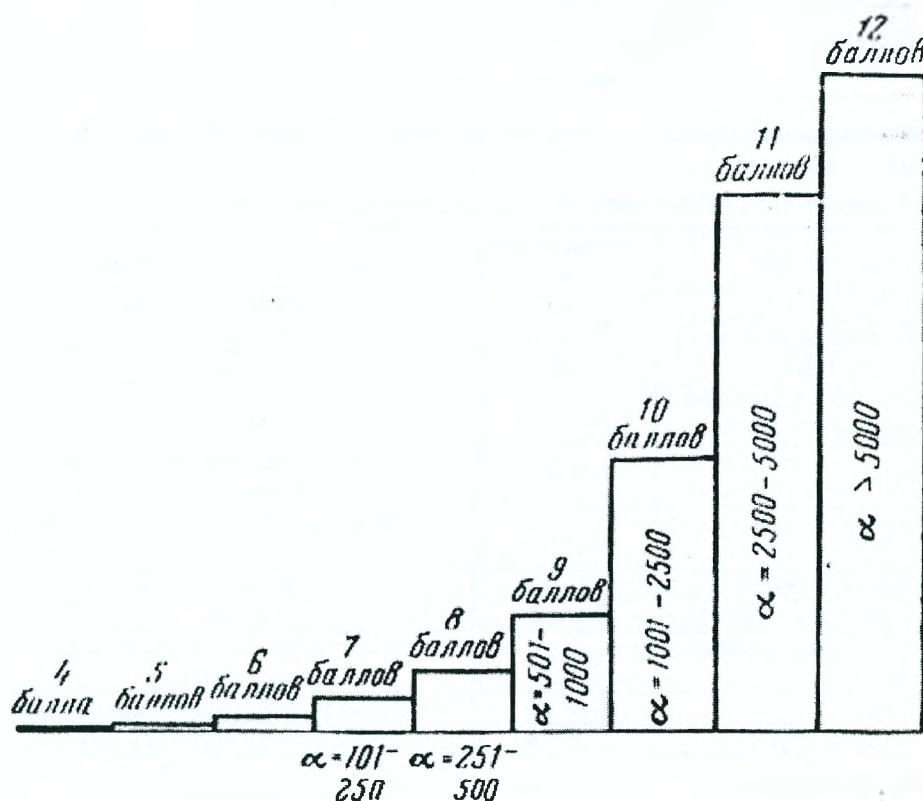


Рис. E1 Возрастание силы толчка при землетрясениях разной балльности (α – ускорение частиц грунта, мм/с²)

Таблица Е3 Связь между силой землетрясения и характером разрушения различных типов сооружений

Сила землетрясения, баллы	Характер разрушения				Коэффициент сейсмичности, K_s
	Многоэтажные здания из кирпичной кладки	Стальные каркасные конструкции без жестких углов	Железобетонные каркасные безрамные конструкции	Сейсмостойкие железобетонные и стальные конструкции	
6	В отдельных случаях срыв кровли падение дымовых труб, прочие легкие повреждения	–	–	–	0,05
7	Многочисленные умеренные повреждения, местами разрушение больших частей зданий	–	–	–	0,01
8	Тяжелые повреждения более четверти всех зданий, в отдельных случаях – полное разрушение	Отдельные трещины в кладке, заполняющей несущий каркас	Легкие повреждения, преимущественно капителей колонн	–	0,015
9	Тяжелые повреждения более половины всех зданий, обрушение более четверти всех зданий	Большие трещины и вывалы отдельных камней в кладке, заполняющей несущий каркас	Тяжелые повреждения, особенно разрушение капителей колонн	–	0,9
10	Тяжелые повреждения всех зданий, обрушение более половины зданий	Вывалы из кладки, заполняющей несущий каркас, сильное искривление металлических колонн	Раздавливание капителей колонн	Легкие повреждения	1,0
11	Обрушение всех зданий	Тяжелые повреждения, обрушение многих зданий	Тяжелые повреждения, обрушение многих зданий	Частично - большие повреждения	2,5
12	Полное разрушение всех зданий				5,0

Таблица Е4 Изменение сейсмичности в горных местностях со сложной тектоникой

Наименование грунтов	Приращения, баллы	Наименование грунтов	Приращения, баллы
Граниты	0	Пески мелкие и пылеватые	1,4-1,8
Известняки, сланцы, гнейсы (плотные)	0,2-0,4	Глины	1,2-1,6
Песчаники плотные	0,5-0,8	Суглинки	1,3-1,7
Известняки, сланцы, песчаники трещиноватые	0,7-1,1	Супеси	1,4-1,8
Гипсы	0,6-0,8	Суглинки с коэффициентом пористости $\epsilon \geq 1$	1,7-2,1
Мергели	0,7-1,0	Супеси с коэффициентом пористости $\epsilon \geq 0,7$	1,7-2,1
Сцементированные пески	1,0-1,2	Насыпные грунты	2,3-2,6
Щебнистые и галечниковые грунты	0,9-1,3	Почвы	2,6-3,0
Гравийные грунты из кристаллических пород	1,0-1,4	Гравийно-галечные водонасыщенные грунты	1,6-2,0
То же	1,1-1,5	Песчаные водонасыщенные грунты	2,0-2,4
Пески гравелистые и крупные	1,2-1,4	Супеси и суглинки водонасыщенные	2,4-2,8
Пески средней крупности	1,3-1,6	Водонасыщенные почвы и насыпные грунты	3,3-3,9

Задание №12. Для конкретных инженерно-геологических условий (например, I категория пород по сейсмическим условиям) и силы землетрясения (например, 6 баллов) составить прогноз характера разрушения зданий и сооружений и влияния на грунты и режим поверхностных и подземных вод.

БЛОК Ж. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ЗАЩИТА ОТ НИХ

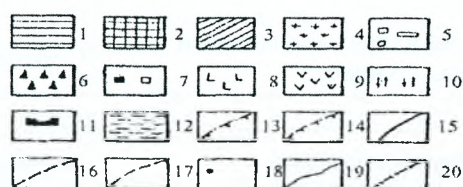
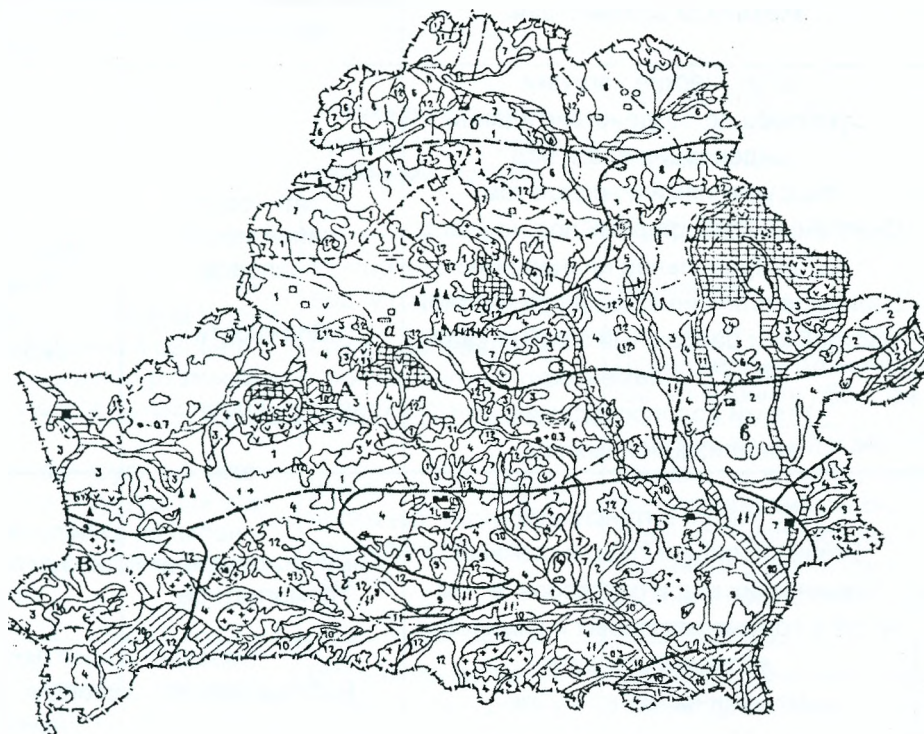


Рис. Ж1 Карта-схема инженерно-геологического районирования условий развития экзогенных геологических процессов (ЭГП). Структурные элементы платформенного чехла Беларуси:

А – Белорусская антеклизы; *Б* – Припятская впадина; *В* – Подляско–Брестская впадина (восточная часть); *Г* – Оршанская впадина; *Д* – Украинский щит (северная часть); *Е* – Воронежская антеклизы (северо–западная часть); *а* – Белорусский кристаллический массив; *б* – Латвийская седловина; *в* – Жлобинская седловина; *г* – Полесская седловина.

II. Инженерно-геологических – факторы: интенсивность хозяйственного освоения. Участки развития: 5 – осыпей, оползней, обвалов, заболачивания, разуплотнения, плоскостного смыва, оврагообразования, суффозии, дефляции (в горнодобывающей промышленности на месторождениях, разрабатываемых различными ведомствами открытым способом); 6 – уплотнения и разуплотнения, плоскостного смыва по склонам, суффозии, дефляции (в дорожном строительстве); 7 – просадок, провалов, химического загрязнения подземных вод, суффозии, выщелачивания, дегидратации, кристаллизации, уплотнения (в горнодобывающей промышленности подземным способом, в химической промышленности - при производстве минеральных удобрений); 8 – оползней, осыпей, обвалов, плоскостного смыва (вдоль трасс каналов, склонов водохранилищ), уплотнения и разуплотнения (в гидротехническом строительстве); 9 – оврагообразования, суффозии, плоскостного смыва по склонам и др. (при сельскохозяйственном освоении земель); 10 – дефляции и минерализации торфяных почв и прилегающих земель (при сельскохозяйственном освоении земель); 11 – подтопления и заболачивания (в горнодобывающей промышленности подземным способом); 12 – подтопления и заболачивания (в гидротехническом строительстве); 13 – граница сожского оледенения; 14 – граница поозерского оледенения; 15..16 – границы выделенных тектонических элементов разных порядков; 17 – границы условно выделенных участков; 18 – изолинии скоростей вертикальных движений и их абсолютные величины (мм/год); 19 – границы типологических инженерно-геологических районов; 20 – административная граница

Таблица Ж1 Инженерно-хозяйственное воздействие на геологическую среду

Источник воз- мущения	Механизм воздействия	Результат воздействия	
		виды полей	инженерно-геологи- ческие процессы
Жилая застройка	Статические нагрузки Отепляющее воздействие зданий Конденсация влаги под сооружениями и асфальтом Скопление атмосферных вод на участ- ках неправильной планировки Взаимное влияние зданий при плотной застройке и барражный эффект свай- ных фундаментов Утечки водопроводных и канализационных вод	Статическое (напряжение) Тепловое Влажности	Изменение свойств грунтов Морозное пучение Подтопление Наледи Заболачивание
Промышленная зона	То же, но интенсивнее Утечки и инфильтрация сточных технических вод и растворов, в том числе и горючесмазочных и химически активных веществ Динамические нагрузки	Химическое и элек- тромагнитное Вибрационное	Увеличение агрессив- ной активности вод и грунтов Изменение свойств грунтов, ополз- необразование
Коммунально- складская зона	Утечки горючесмазочных и химически активных веществ	Химическое	Физико-химические процессы в водонос- ных горизонтах и грунтах
Незастроенная территория	Искусственные поливы	Влажности	Заболачивание

Таблица Ж2 Взаимосвязь геологических и антропогенных процессов

№ п/п	Природные геологические процес- сы	Антропогенные инженерно-геологические процессы
1	Абразия берегов рек и морей	Переработка берегов водохранилищ
2	Оползни, обвалы, осыпи	Деформация искусственных откосов
3	Образование карстовых пустот	Сдвигка горных пород при подземных работах
4	Наледи, ледяные бугры, термо- карст	Мерзлотные деформации пород в основании соору- жений. Образование пучин в насыпях дорог и дру- гих земляных сооружениях
5	Образование блюдец	Просадочные явления в лессах вследствие утечек из систем водоснабжения
6	Гравитационные уплотнения пород под действием ледника и др.	Уплотнение пород в основании сооружений

Таблица ЖЗ Рекомендации по инженерной защите от опасных инженерно-геологических процессов

Вид	Основные причины		Рекомендации
	природные	техногенные	
Подтопление	Избыточное увлажнение, уплощенный рельеф, слабо-проницаемые грунты	Утечки вод из водонесущих сетей, подпор свайными полями	Для естественно подтопленных - защитная гидроизоляция, пристенные дренажи; для техногенно-подтопленных - устранение утечек из водонесущих коммуникаций, организация поверхностного стока
Заболочивание	Затрудненный поверхностный сток, близкое залегание водоупора	Утечки техногенных вод, участки карьеров	Осушение
Оврагообразование	Расчлененный рельеф, наличие легко размываемых лессовидных пород	Отсутствие организованного стока поверхностных вод	Планомерная отсыпка вершин оврагов. Исключить сброс сточных вод
Оползнеобразование и осыпи	Высота и крутизна склона, два структурных этажа, разгрузка на склоне двух водоносных горизонтов	Утечка воды из водопроводов, застройка прибавочной части склона	Горизонтальный и вертикальный дренаж для перехвата подземных вод, выполаживание склона и его террасирование, буронабивные сваи в средней части склона, организация поверхностного стока, благоустройство и озеленение
Морозное пучение	Состав пород: пылеватые, иловатые, суглинки, глина, супеси; близкое залегание грунтовых вод	Недоброкачественное проведение строительных работ	Осушение пучинистых участков с помощью дрен, замена пучинистых грунтов на хорошо проницаемые
Наледи	Разгрузка подземных вод	Утечка воды из водонесущих коммуникаций	Осушение местности, отвод воды

Задание №13. Составить заключение по возможным и наиболее опасным инженерно-геологическим процессам для конкретной застраиваемой территории (например, Брест) и разработать рекомендации по инженерной защите от их негативного воздействия.

БЛОК 3. ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ И ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ СТРОЙПЛОЩАДОК

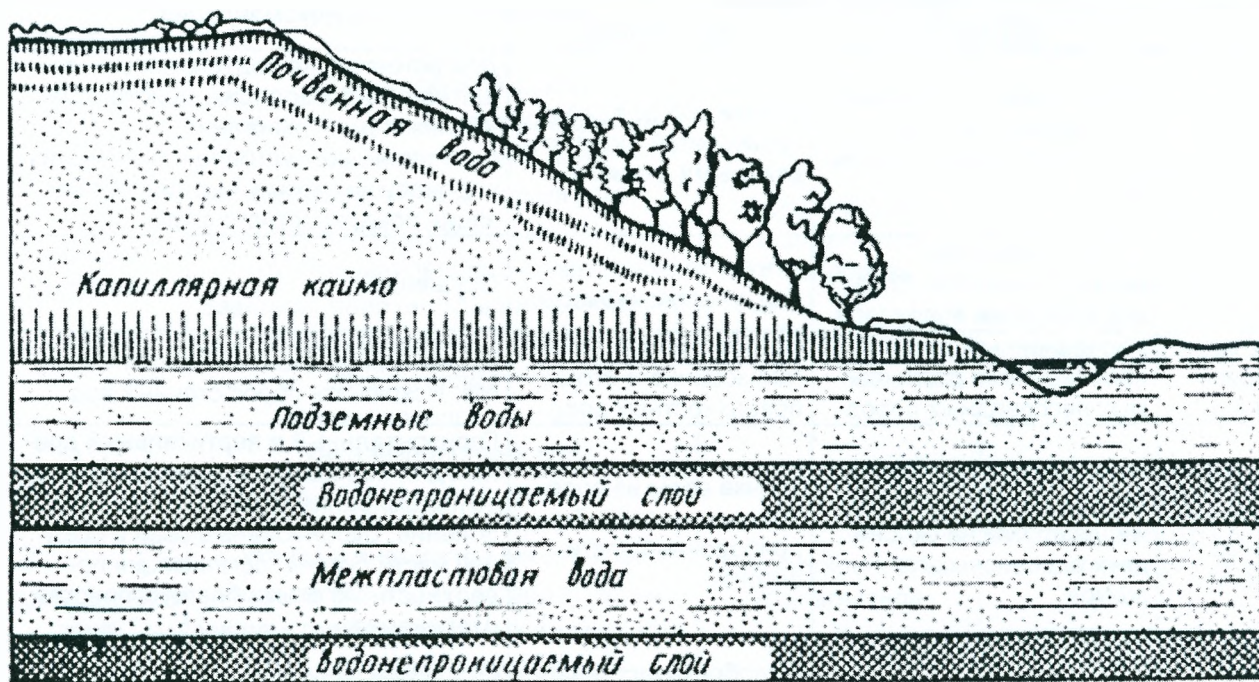


Рис. 31 Классификация подземных вод по условиям залегания

Таблица 31 Классификация подземных вод

Тип залегания	Область питания, область распространения	Характер напора	Характер движения потока	Происхождение	Геологические условия залегания	Климатическая зональность	Температура	Геохимическая зональность	Химизм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Почвенные, болотные, верховодка	Совпадают (воды, близкие к поверхности)	Нисходящие ненапорные	Ламинарный	Вадозные	Поверхностные образования	Интрозональные	С резким сезонным колебанием температуры	Зона выщелачивания и местами зонального засоления	Пресные, местами засоленные
Грунтовые	Обычно совпадают (воды неглубокие)	Нисходящие, ненапорные изредка с местным напором	Преимущественно ламинарный	Вадозные	Поверхностные отложения и верхние слои коры выветривания	Зональные	С резким сезонным колебанием температуры	Зона выщелачивания и местами зонального засоления	Пресные, местами засоленные
Карстовые	Близки (воды обычно неглубокие)	Обычно нисходящие, ненапорные	Преимущественно турбулентный	Вадозные	Известняки, доломиты и др. легко выщелачивающиеся породы	Азональные	Обычно непостоянный температурный режим	Зона выщелачивания	Пресные, обычно жесткие

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Артезианские	Не совпадают (воды преимущественно неглубокие)	Восходящие, напор гидростатический	Ламинарный в рыхлых породах, может быть турбулентный в трещиноватых породах	Вадозные	Структуры осадочных пород	Азональные	Постоянная температура, повышающаяся с глубиной	Зона выщелачивания и цементации	Пресные и минеральные
Жилые и трещинные	То же	Восходящие, напор гидростатический или газовый	Преимущественно турбулентный	Вадозные и ювенильные	Преимущественно зоны тектонической трещиноватости	Азональные	Температура в зависимости от глубины	Зона цементации	Пресные и минеральные

Общая классификация подземных вод

По общей минерализации, г/л: сверхпресные < 0,2; пресные 0,2...1,0; слабосоленые 1...3; сильносоленые 3...10; соленые 10...35; рассольные > 35.

По температуре, °С: переохлажденные < 0; холодные 0...20; теплые 20...37; горячие 37...50; весьма горячие 50...100; перегретые > 100.

По степени жесткости, мг-экв/л: очень мягкие < 1,5; мягкие 1,5...3,0; умеренно жесткие 3,0...6,0; жесткие 6,0...9,0; очень жесткие > 9,0.

По величине pH: очень кислые pH < 5; кислые 5 < pH < 7; нейтральные pH = 7; щелочные 7 < pH < 9; высокощелочные pH > 9.

Принадлежность воды к тому или иному классу определяется содержанием главных ионов в количестве более 25 %-экв.

По преобладающим анионам воде присваивают **название:** хлоридная, сульфатная, гидрокарбонатная, хлоридно-сульфатная, хлоридно-гидрокарбонатная, сульфатно-гидрокарбонатная и хлоридно-сульфатно-гидрокарбонатная; по преобладающим катионам: натриевая, магниевая, кальциевая, натриево-магниевая, натриево-кальциевая, магниево-кальциевая и натриево-магниево-кальциевая (рис. 32).

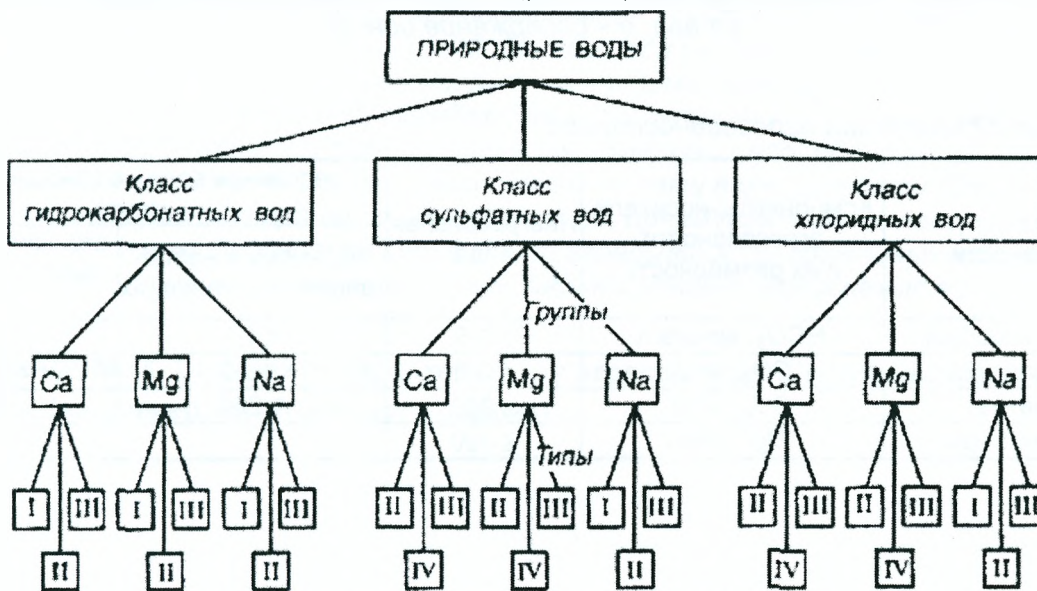


Рис. 32 Химическая классификация подземных вод

Класс и группа устанавливаются соответственно по преобладающему аниону и катиону, содержание которых выражено в мг-экв/л.

Тип воды выделяется по соотношению ионов:

I тип – $\text{HCO}_3^- > (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$;

II тип – $\text{HCO}_3^- < (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) < (\text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-})$;

III тип – $(\text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-}) < (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$;

IV тип – $\text{HCO}_3^- = 0$.

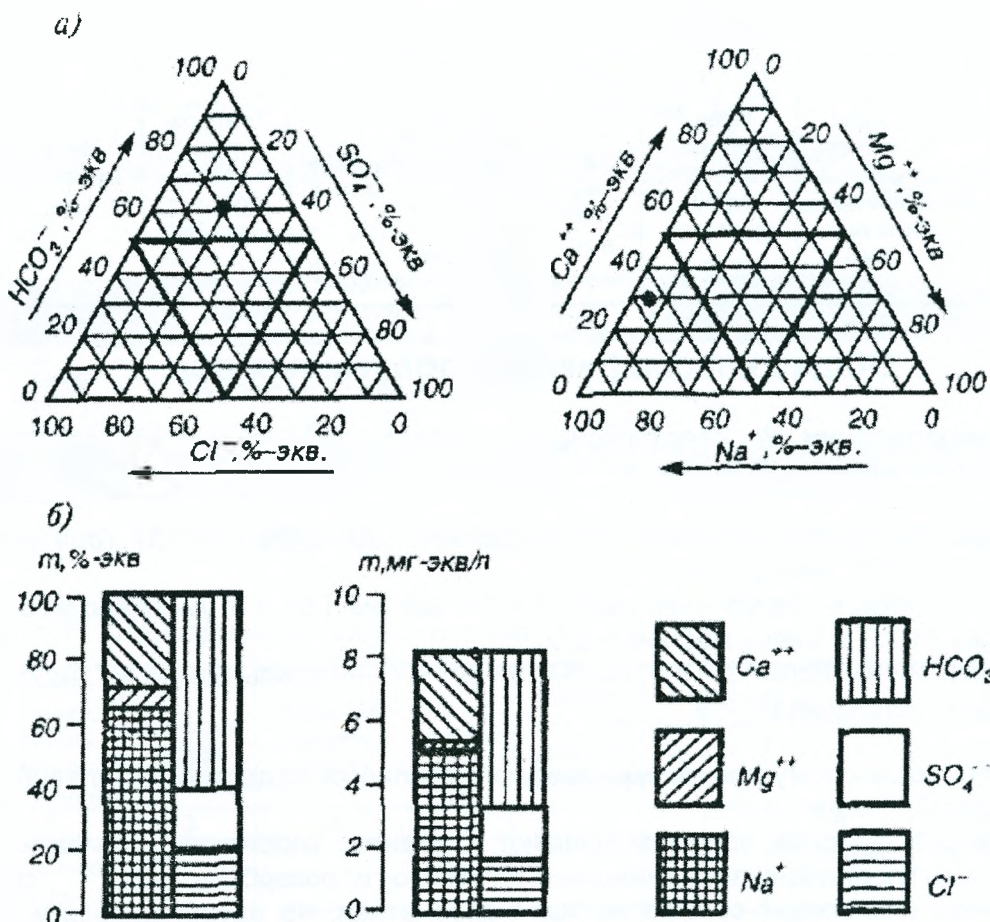


Рис. 33 Формы представления химического состава воды в графической форме: а – треугольники анионного и катионного состава; б – графики-диаграммы солевого состава; в – содержание ионов

Таблица 32 Критерии агрессивности вод

Вид агрессивности	Компоненты-носители агрессивности и их размерность	Неагрессивная вода	Агрессивная вода по отношению к цементу	
			обычному в неблагоприятных условиях	стойкому в благоприятных условиях
Выщелачивающая	HCO_3^- , мг-экв/л	$\geq 1,5$	$< 1,5$	$< 0,4$
Углекислотная	CO_2 , мг/л	$\leq 3,0$	$> 3,0$	$> 8,3$
Сульфатная	SO_4^{2-} , мг/л	≤ 250	> 250	> 400
Магнезиальная	Mg^{2+} , мг/л	≤ 100		

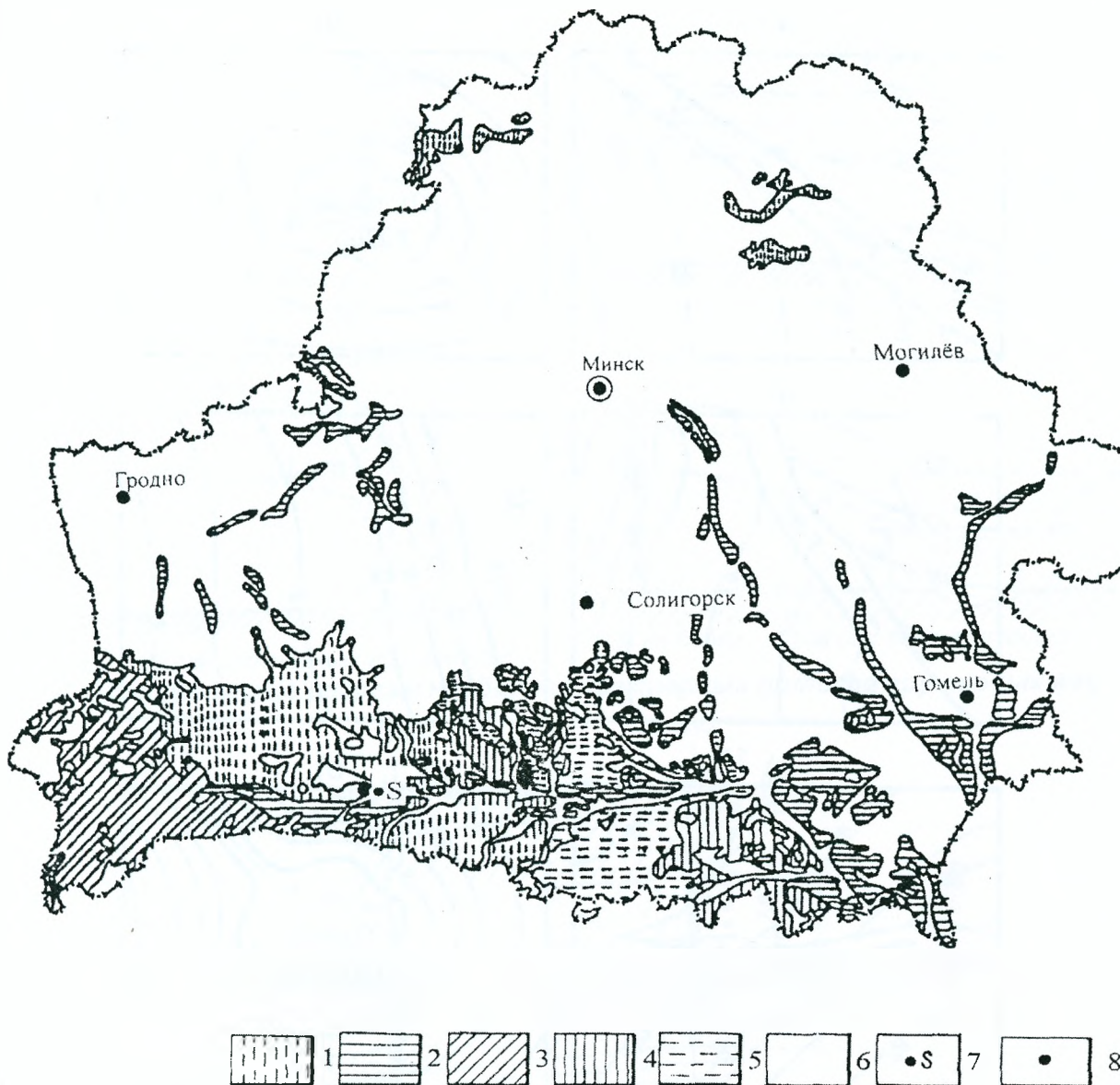


Рис. 34 Карта-схема агрессивности грунтовых вод Беларуси:

- 1 – площади распространения грунтовых вод с преобладающим углекислотным типом агрессивности (I); 2 – площади распространения грунтовых вод с преобладающим карбонатным типом агрессивности (K); 3 – площади распространения грунтовых вод, обладающих общекислотным и углекислотным типами агрессивности (OI); 4 – площади распространения грунтовых вод, обладающих карбонатным и углекислотным типами агрессивности (KI); 5 – площади распространения грунтовых вод, обладающих общекислотным, карбонатным и углекислотным типами агрессивности (OKI); 6 – площади распространения грунтовых вод, преимущественно неагрессивных; 7 – пункт проявления сульфатной агрессивности грунтовых вод; 8 – городские агломерации, где зафиксированы агрессивные воды

Задание №14. Составить характеристику агрессивности грунтовых вод для любого региона (например, юг Брестского района)

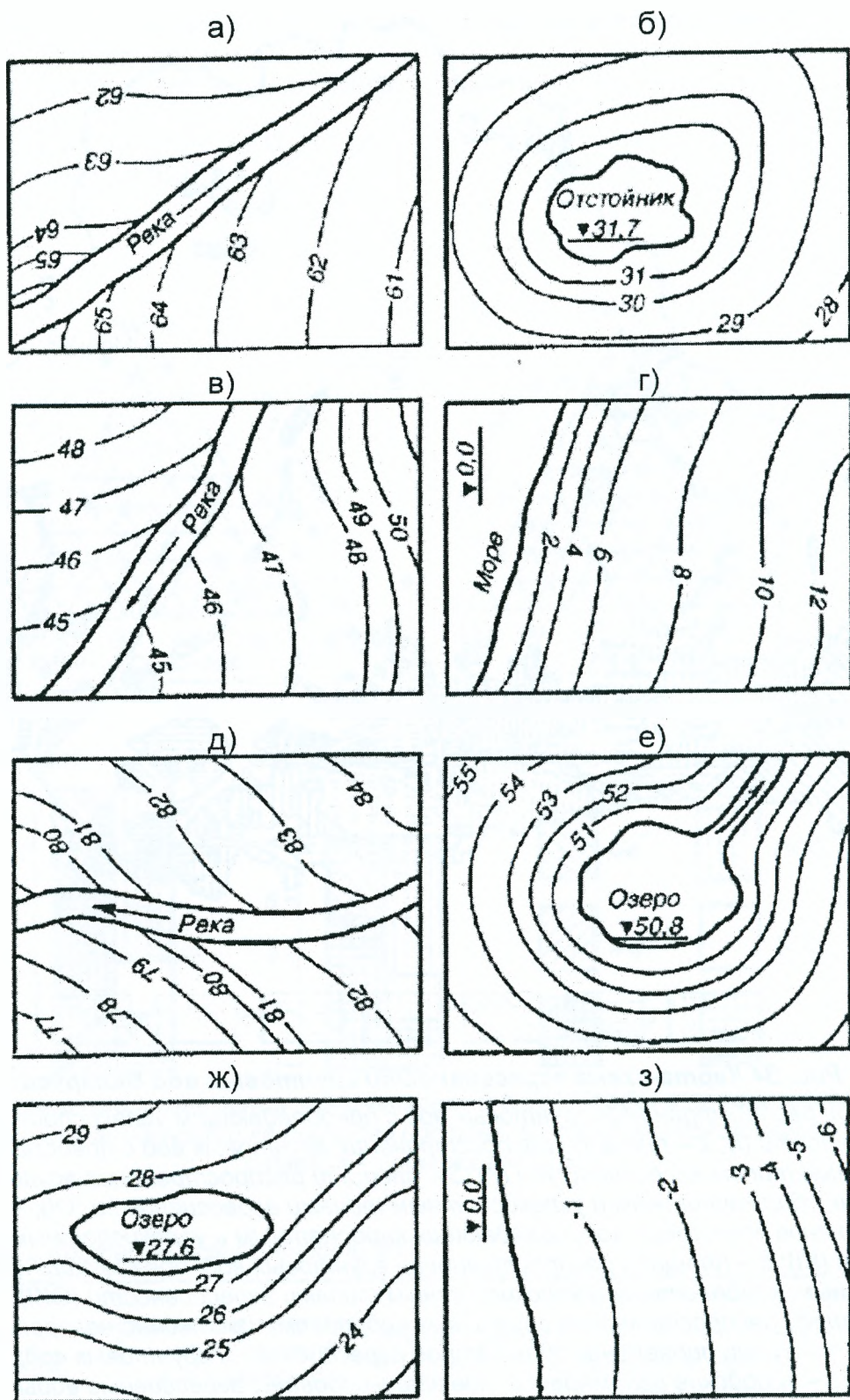


Рис. 35 Наиболее характерные взаимосвязи поверхностных и подземных вод

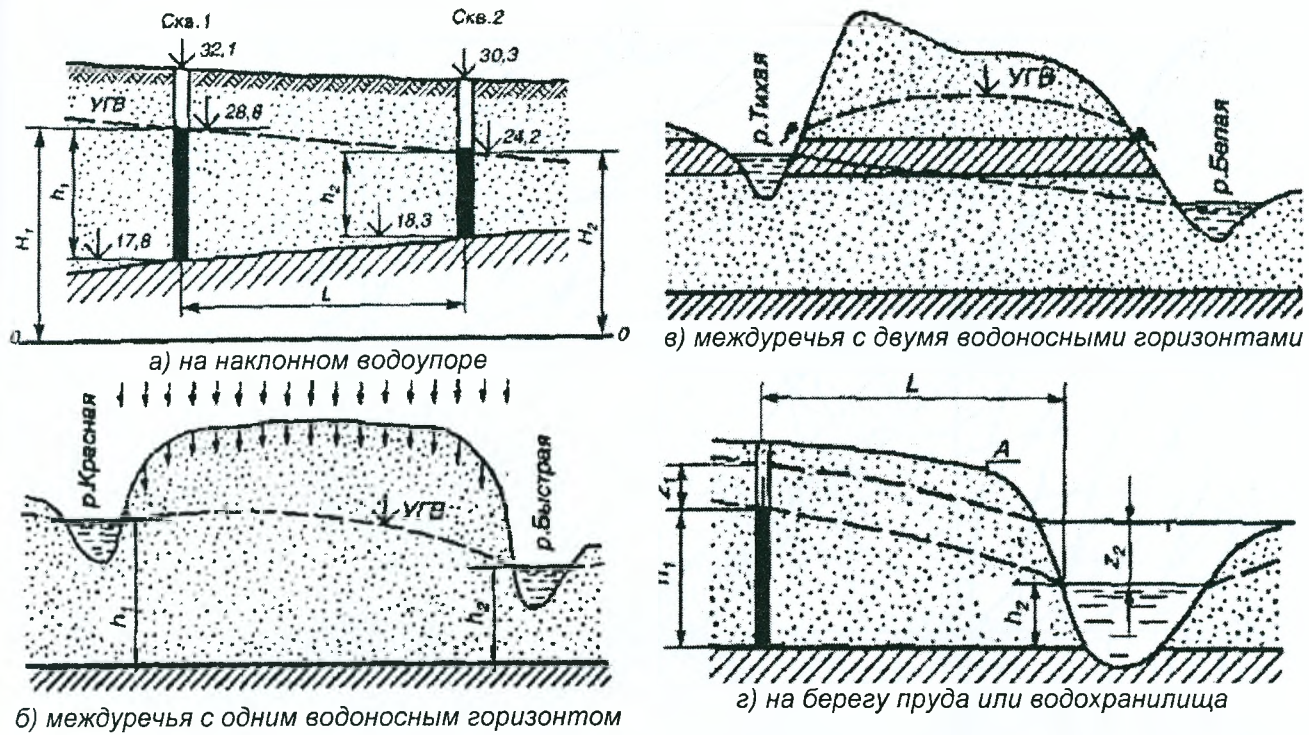


Рис. 36 Схематические разрезы наиболее характерных потоков грунтовых вод

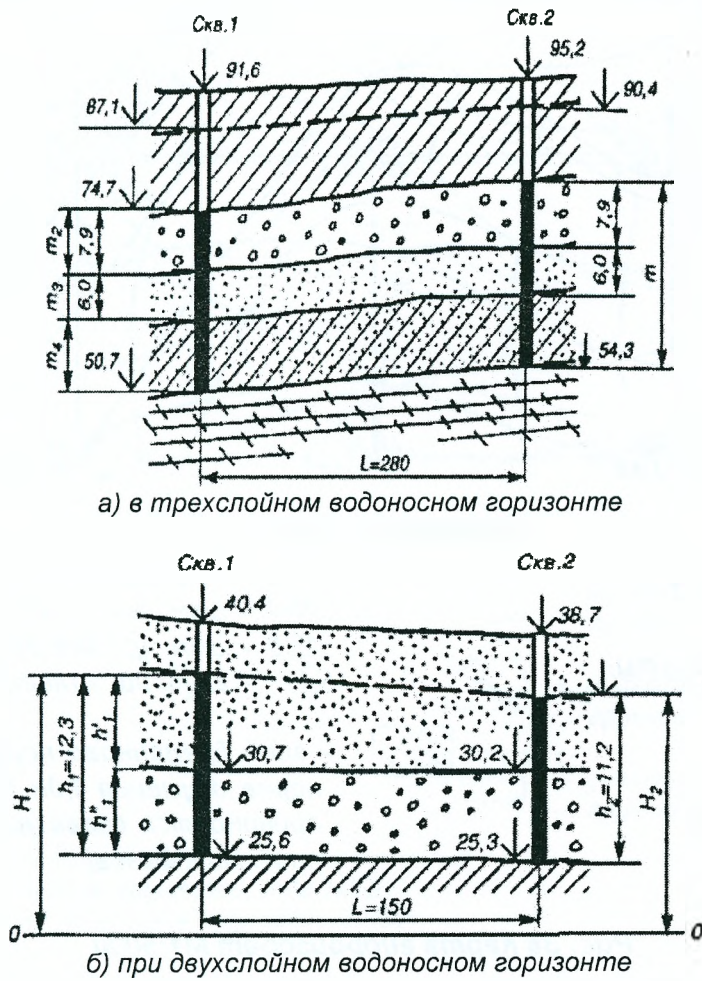
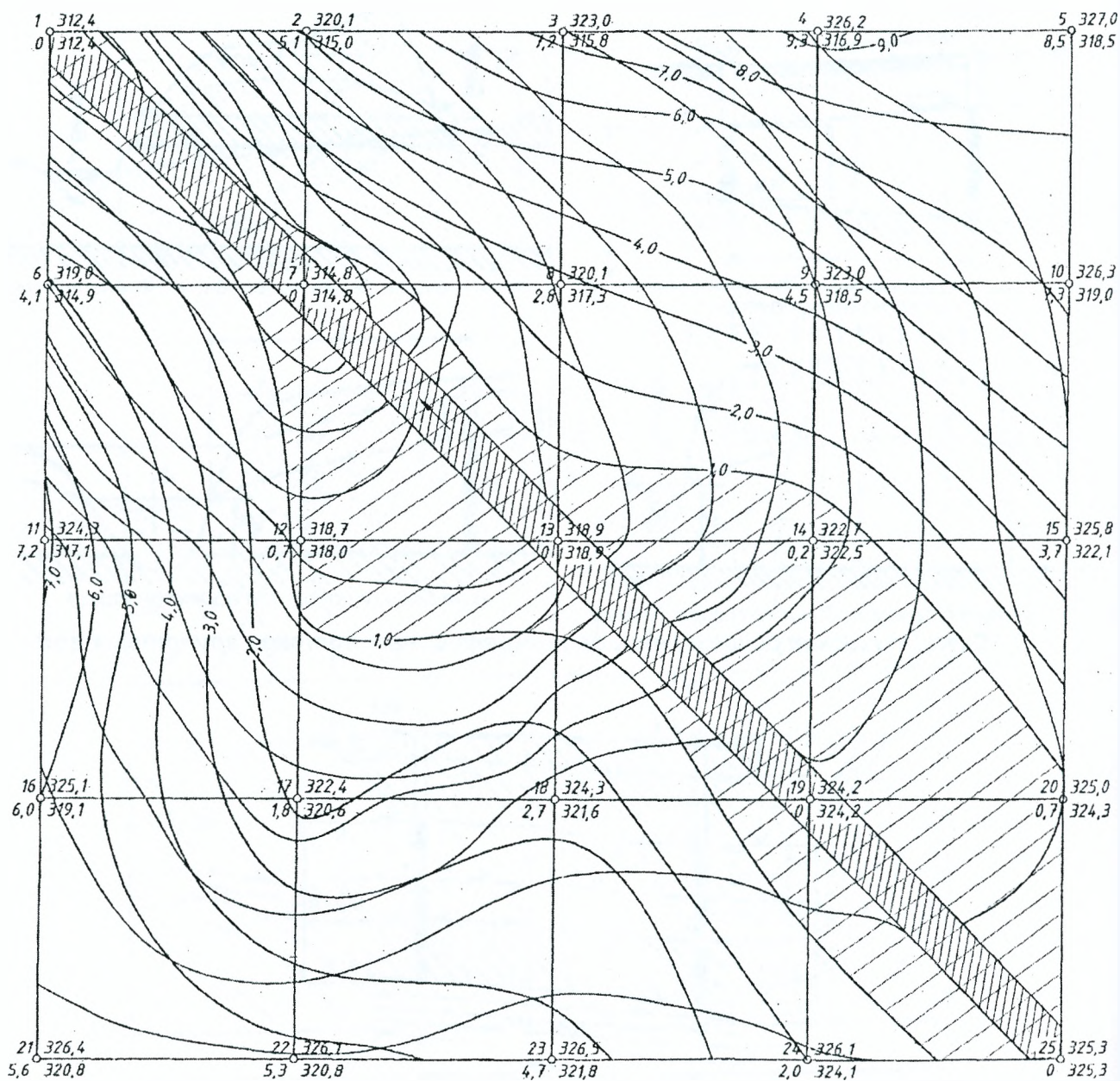
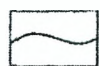


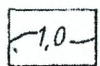
Рис. 37 Схематические разрезы наиболее характерных потоков межпластовых (напорных) вод



Условные обозначения:



- горизонтали;



- гидроизобаты;



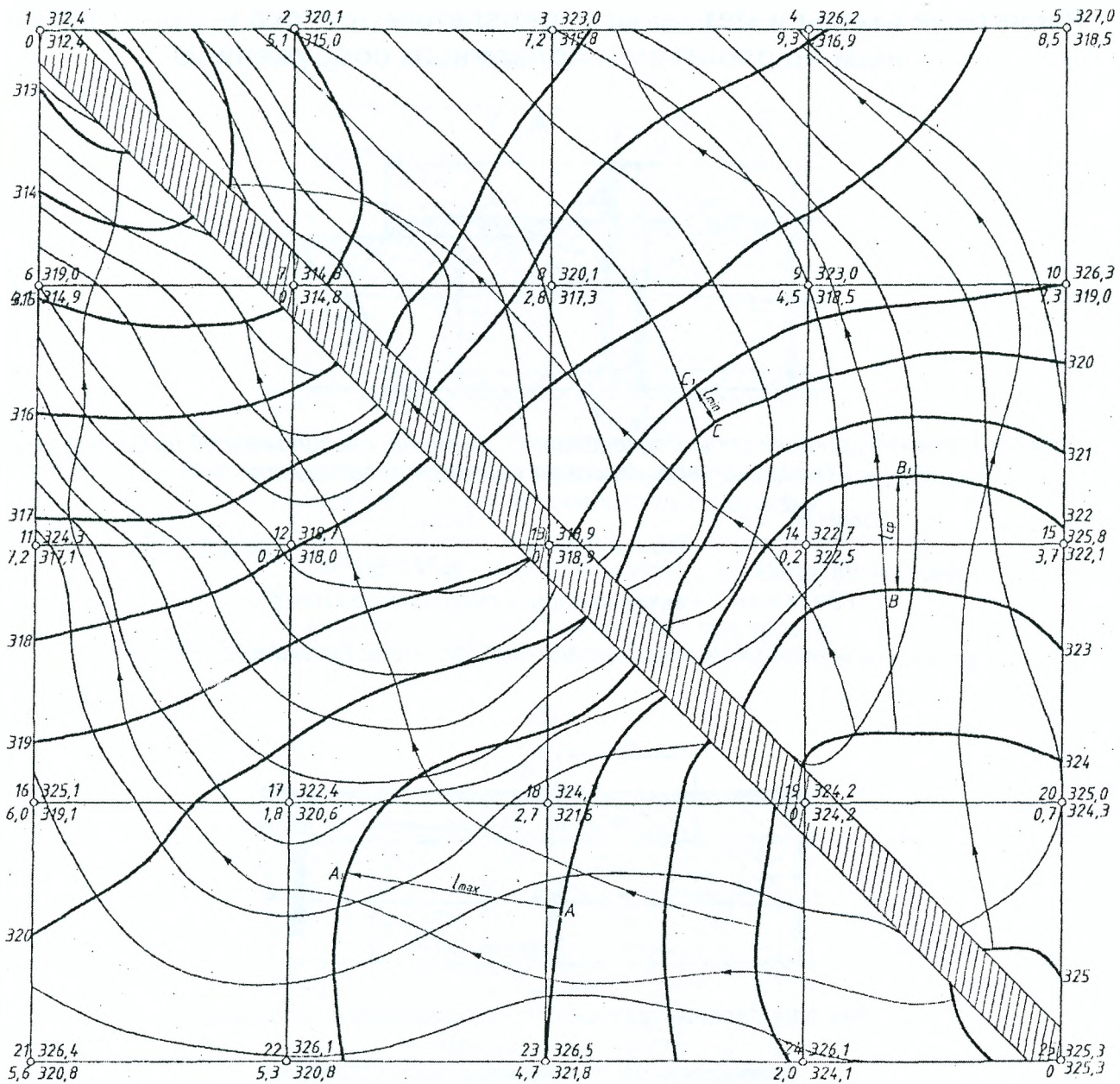
- река;

2 | 320,1
 5,1 | 315,0
 - скважина;









2 - Нескважины;
 320,1 - отм. горизонтали;
 315,0 - отм. уровня грунтовой воды (WL);
 5,1 - глубина залегания грунтовой воды;
 - зона временного переувлажнения при
 норме осушения 1,0м (норма осушения
 принимается согласно задания на
 проектирование)

Рис. 38 Карта гидроизобат М1:5000



Условные обозначения:

- | | | | |
|--|------------------|---|--|
|  | - горизонтали; |  | - направление линии
грунтового потока; |
|  | - гидроизогипсы; |  | - участок определения скорости
грунтового потока; |
|  | - река; |  | - участок определения скорости
грунтового потока; |

2 | 320,1 - скважина:
5,1 | 315,0

2 - № скважины;

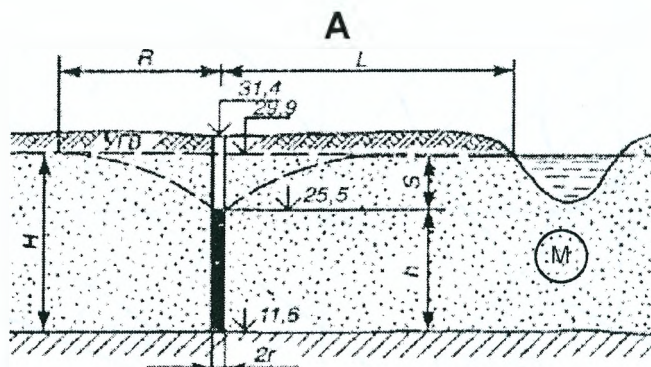
320,1 - отм. горизонтали;

315,0 - отм. уровня грунтовой воды (WL);

5,1 - глубина залегания грунтовой воды;

Рис. 39 Карта гидроизогипс М1:5000

Расчетные схемы и методика определения притока воды к подземным выработкам и подземным сооружениям

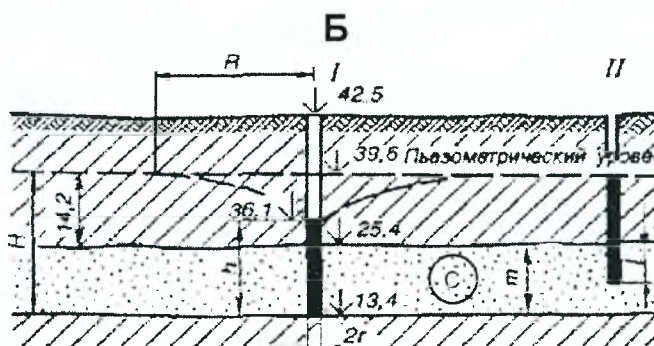


для определения притока воды к совершенной скважине, расположенной на берегу реки (водоема) в безнапорном водоносном горизонте

$$q = \frac{1.366k(H^2 - h^2)}{\lg R - \lg r} \quad \text{при } L \geq 0,5R \quad q = \frac{1.366k(H^2 - h^2)}{\lg 2L - \lg r} \quad \text{при } L \leq 0,5R$$

Где $H = H - S$ – высота воды в скважине при откачке,

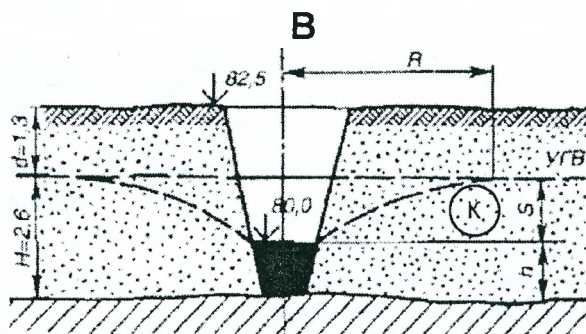
$R = 2S\sqrt{Hk}$ – радиус влияния (формула Кусакина)



для определения притока воды к скважине в напорном водоносном горизонте

I – совершенная, II – несовершенная скважина

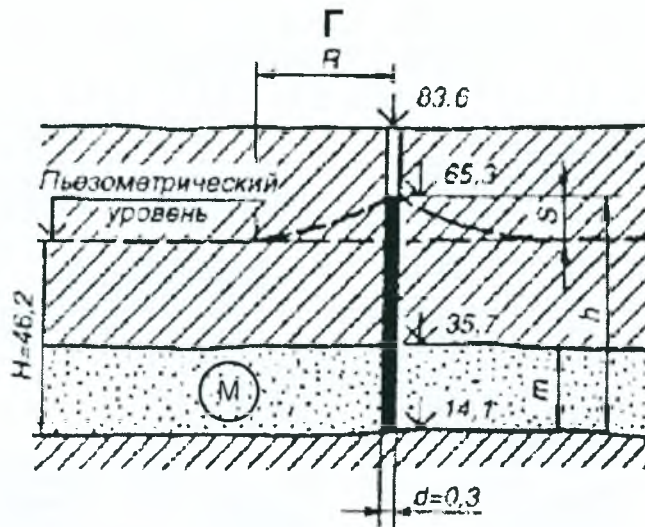
$$q = \frac{2.73kmS}{\lg R - \lg r}, \quad \text{где } R \approx 10S\sqrt{k} \text{ – радиус влияния (формула Зихарда)}$$



для определения двустороннего притока к совершенной дренажной канаве в бассейне грунтовых вод

$$Q = \frac{kL(H^2 - h^2)}{R}, \quad \text{где } R \approx 2S\sqrt{Hk} \text{ – радиус влияния,}$$

$h = H - h$ – высота воды в траншее во время откачки

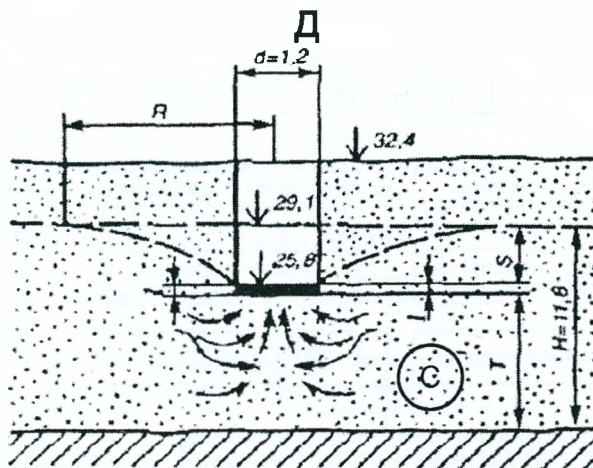


для определения величины поглощения при наливе (нагнетании) воды в напорный водоносный горизонт через совершенную скважину

$$q = \frac{2.73kmS}{\lg R - \lg r}, \text{ где } S = H-h - \text{повышение воды в колодце при наливе,}$$

h – высота столба воды в колодце при наливе,

R – радиус влияния налива на повышение напора в водоносном пласте



д) для определения притока воды к несовершенному колодцу через дно

$$q = \frac{2\pi kSr}{\frac{\pi}{2} + \frac{r(1 + \frac{1.18 \lg R}{4H})}{T}}, \text{ при } \frac{R}{H} \geq 10; q = 4krS, \text{ при } \frac{R}{H} < 10$$

где $T=H-S-l$ – расстояние от дна колодца до водоупора, м,

$R = 2S\sqrt{HK}$ – радиус влияния (формула Кусакина)

Рис. 310 Расчетные схемы для определения притока воды к подземным выработкам и подземным сооружениям:

Ⓜ – мелкие; Ⓢ – среднезернистые; Ⓚ – крупнозернистые водовмещающие породы

Задание №15. Определить приток воды к подземным выработкам и сооружениям согласно вышеприведенным расчетным схемам (например, Д).

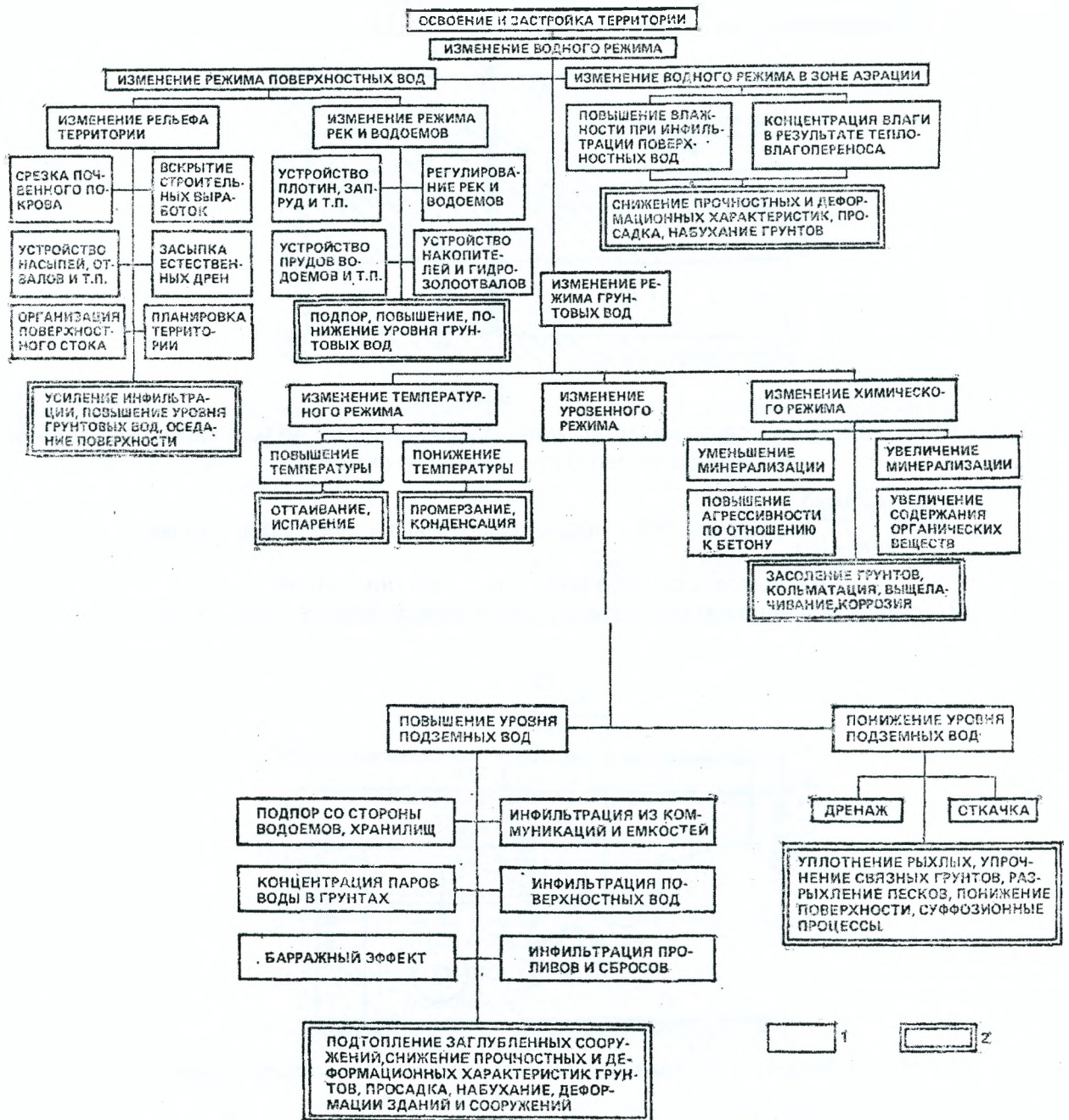


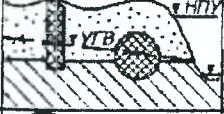



Рис. 311 Схема техногенных изменений водного режима и их последствия на осваиваемых территориях:
 1 – направленность инженерных мероприятий и их связь с водным режимом; 2 – возможные негативные процессы

Проблемы подтопления территорий

№	Типы гидрогеологических условий		Воздействия				
	Описание	Разрез	Инфильтрация от утечек, полив	Барраж от сооружений	Подпор от водохранилищ	естественные ⁵	
						север	юг
I	Хорошо водопроницаемые горные породы на всю глубину разреза		НЕТ	НЕТ	ДА ²	НЕТ ⁴	НЕТ ⁴
II	Водоупорные горные породы на всю глубину разреза, разуплотненные сверху вечная мерзлота с зоной протаивания		ДА	НЕТ	НЕТ ³	ДА	НЕТ
III	Сверху водопроницаемый, снизу водоупорный слой		ДА ⁶	ДА	ДА ²	НЕТ ⁴	НЕТ ⁴
IV	Сверху водоупорный слой, снизу водопроницаемый		ДА	НЕТ	ДА	ДА	НЕТ

ОБОЗНАЧЕНИЯ








-  водопроницаемые обломочные отложения
-  водопроницаемые трещиноватые горные породы
-  водонепроницаемые и очень слабо водопроницаемые отложения
-  зона относительно повышенной водопроницаемости на толще водоупора, образованная выветриванием или сезонным протаиванием вечной мерзлоты
-  УГВ — уровень подземных вод в природных условиях
-  НПУ — нормальный подпорный уровень водохранилища
-  Барражирующие, преграждающие поток подземных вод линейные сооружения: стена в грунте, свайный ряд, транспортный туннель, коллектор инженерных сетей и др.

Рис. 312 Подтопляемые (да) и неподтопляемые (нет) территории

Примечания.

1. К потенциально подтопляемому рассматриваемый конкретный участок территории относится в случае, когда в строке против выбранного типового разреза по ожидаемым воздействиям стоит «ДА». В противном случае участок относится к потенциально неподтопляемому.
2. Подтопление от водохранилища возможно, если его уровень близок к равнине. Достаточность приближения определяется капиллярными свойствами поверхностных отложений и размахом рельефа равнины.
3. Подтопление невозможно за исключением узкой береговой полосы.
4. Подтопление невозможно за исключением участков, почти не возвышенных над поверхностными водами лиманов, болот, рек, к которым относятся пляжи, низкие поймы и другие низины.
5. При малой мощности и слабой водопроницаемости верхнего слоя участок может быть подтоплен в естественных условиях.
6. «Север» – территория, где норма осадков превышает норму испарения с поверхности земли, «Юг» – территория, где норма осадков меньше испарения с поверхности земли.
7. При малой мощности или слабой водопроницаемости верхнего слоя участок потенциально подтопляемый, как указано в таблице. При большой мощности или сильной водопроницаемости верхнего слоя участок можно рассматривать по типу 1 и относить его к потенциально неподтопляемому от инфильтрации.

Таблица 33 Ориентированная высота капиллярного поднятия подземных вод в песчано-глинистых грунтах

Грунт	Высота капиллярного поднятия, м
песок крупный	менее 0,1
песок средней крупности	0,1...0,4
песок мелкий	0,4...0,8
песок пылеватый	0,8...1,2
супесь	1,2...3,5
суглинок	3,5...6,5
глина	6,5...10,0

Задание №16. Спрогнозировать проблему подтопления застраиваемой территории в пойме реки (например, р. Мухавец).

Примечание: для этого необходимо использовать карту литолого-генетических типов грунтов (рис. 7), карту-схему инженерно-геологических процессов (рис. Ж.1), геолого-литологические разрезы по створам (рис. В.3-В.5).

БЛОК И. ГРУНТЫ: КЛАССИФИКАЦИЯ, СВОЙСТВА, ХАРАКТЕРИСТИКИ

Классификация скальных грунтов

А. По пределу прочности на одноосное сжатие (МПа): очень прочные $R_c > 120$; прочные $120 \geq R_c > 50$; средней прочности $50 \geq R_c > 15$; мало прочные $15 \geq R_c > 5$ пониженной прочности $5 \geq R_c > 3$; низкой прочности $3 \geq R_c > 1$; очень низкой прочности $R_c < 1$.

Б. По степени выветрелости: невыветрелые (монолитные) $K_{ws} = 1$, слабыветрелые $1 > K_{ws} > 0,9$; выветрелые $0,9 > K_{ws} > 0,8$; сильновыветрелые (рухляки) $K_{ws} < 0,8$.

В. По коэффициенту размягчаемости: неразмягчаемые $K_{sof} > 0,75$; размягчаемые $K_{sof} < 0,75$.

Классификация крупнообломочных и песчаных грунтов

А. По зерновому составу:

Разновидности крупнообломочных и песчаных грунтов	Распределение частиц по крупности, % от массы воздушно-сухого грунта
<i>Крупнообломочные</i>	
Валунный грунт (при преобладании неокатанных частиц – глыбовый)	Масса частиц крупнее 200 мм – более 50 %
Галечниковый грунт (при преобладании неокатанных частиц – щебенистый)	Масса частиц крупнее 10 мм – более 50 %
Гравийный грунт (при преобладании неокатанных частиц – дресвяный)	Масса частиц крупнее 2 мм – более 50 %
<i>Пески</i>	
Песок гравелистый	Масса частиц крупнее 2 мм – более 25 %
Песок крупный	Масса частиц крупнее 0,5 мм – более 50 %
Песок средней крупности	Масса частиц крупнее 0,25 мм – более 50 %
Песок мелкий	Масса частиц крупнее 0,1 мм – 75 % и более
Песок пылеватый	Масса частиц крупнее 0,1 мм – менее 75 %

Примечания. Для установления наименования грунта последовательно суммируются проценты содержания частиц: сначала – крупнее 200 мм, затем – крупнее 10 мм и т. д. Наименование грунта принимается по первому удовлетворяющему показателю. При наличии в крупнообломочном грунте песчаного заполнителя более 40 % или глинистого более 30 % от общей массы воздушно-сухого грунта, добавляется наименование вида заполнителя и указывается характеристика его состояния. Например, щебень с заполнителем супесью пластичной.

Б. По степени влажности крупнообломочные и песчаные грунты разделяются на: насыщенные водой $S_r \geq 0,8$; средней степени насыщения $0,8 > S_r > 0,5$; малой степени насыщения $S_r < 0,5$.

В. По степени неоднородности C_u крупнообломочные и песчаные грунты: однородные $C_u < 3$; неоднородные $C_u > 3$.

Г. По коэффициенту выветрелости крупнообломочных грунтов: невыветрелые $0 \leq K_{wr} \leq 0,5$; слабыветрелые $0,5 \leq K_{wr} \leq 0,75$; сильновыветрелые $0,75 \leq K_{wr} \leq 1$.

Д. По коэффициенту пористости e :

Зерновой состав	Разновидности песков		
	Плотные	Средней плотности	Рыхлые
Гравелистые, крупные и средней крупности	$e < 0,55$	$0,55 < e < 0,70$	$e > 0,70$
Мелкие	$e < 0,60$	$0,60 < e < 0,75$	$e > 0,75$
Пылеватые	$e < 0,60$	$0,60 < e < 0,80$	$e > 0,80$

Классификация глинистых связных грунтов

А. По числу пластичности I_p : супесь $0,01 < I_p < 0,07$; суглинок $0,07 < I_p < 0,17$; глина $I_p > 0,17$.

Б. По показателю текучести I_L : твердые $I_L < 0$; пластичные $0 < I_L < 1$; текучие $I_L > 1$.

В. По относительной деформации просадочности ϵ_{si} глинистые грунты разделяются на просадочные $\epsilon_{si} > 0,01$ и непросадочные $\epsilon_{si} < 0,01$.

Г. По относительной деформации пучения ϵ_{fn} грунты подразделяются на:

Разновидность грунта по пучению	Относительная деформация пучения ϵ_{fn}	Наименование грунтов
Практически непучинистый	$< 0,01$	Глины, суглинки, супеси твердые $I_L < 0$. Пески гравелистые, крупные, средней крупности; пески мелкие и пылеватые с содержанием менее 15 % по массе частиц мельче 0,05 мм; крупнообломочные грунты с заполнителем до 10 % – все независимо от влажности. Пески мелкие и пылеватые относительно сухие (при коэффициенте водонасыщения $S_r < 0,6$)
Слабопучинистый	$0,01 - 0,035$	Глины и суглинки полутвердые ($0 < I_p < 0,25$). Супеси пластичные при $0 < I_p < 0,25$. Пески пылеватые и мелкие средней степени водонасыщения при $0,6 < S_r < 0,8$. Крупнообломочные с заполнителем (глиной, суглинком, супесью, песком пылеватым или мелким) от 10 % до 30 % по массе
Среднепучинистый	$0,035 - 0,07$	Глины и суглинки тугопластичные ($0,25 < I_p < 0,50$), супеси пластичные ($0,25 < I_p < 0,5$). Пески пылеватые и мелкие водонасыщенные при $0,80 < S_r < 0,95$. Крупнообломочные с заполнителем (глиной, суглинком, супесью, песком пылеватым или мелким) более 30 % по массе
Сильнопучинистый и чрезмернопучинистый	$> 0,07$	Глины и суглинки при $I_p > 0,5$ (мягко и текучепластичные, текучие). Супеси пластичные ($I_p > 0,5$) и текучие. Пески пылеватые и мелкие полностью водонасыщенные $S_r > 0,95$

Д. По относительной деформации набухания без нагрузки ϵ_{sw} , глинистые грунты подразделяются на: набухающий $\epsilon_{sw} < 0,04$; слабонабухающий $0,04 < \epsilon_{sw} < 0,08$; средненабухающий $0,08 < \epsilon_{sw} < 0,12$; сильнонабухающий $\epsilon_{sw} > 0,12$.

Е. По относительному содержанию органического вещества I_r (степени заторфованности) глинистые грунты и пески подразделяются на:

Наименование	Степень заторфованности I_r
С примесью органических остатков	$0,05 \dots 0,10$ (для песков $0,03 \dots 0,10$)
Слабозаторфованные	$0,10 \dots 0,25$
Среднезаторфованные	$0,25 \dots 0,40$
Сильнозаторфованные	$0,40 \dots 0,50$
Торфы	$> 0,50$

Ж. По числу пластичности и зерновому составу:

Наименование	Число пластичности I_p	Содержание песчаных частиц, % по массе
Супесь песчанистая	1–7	≥ 50
Супесь пылеватая	1–7	< 50
Суглинок легкий песчанистый	7–12	≥ 40
Суглинок легкий пылеватый	7–12	< 40
Суглинок тяжелый песчанистый	12–17	≥ 40
Суглинок тяжелый пылеватый	12–17	< 40
Глиняная песчанистая	17–27	≥ 40
Глина пылеватая	17–27	< 40
Глиняная тяжелая	> 27	Не регламентируется

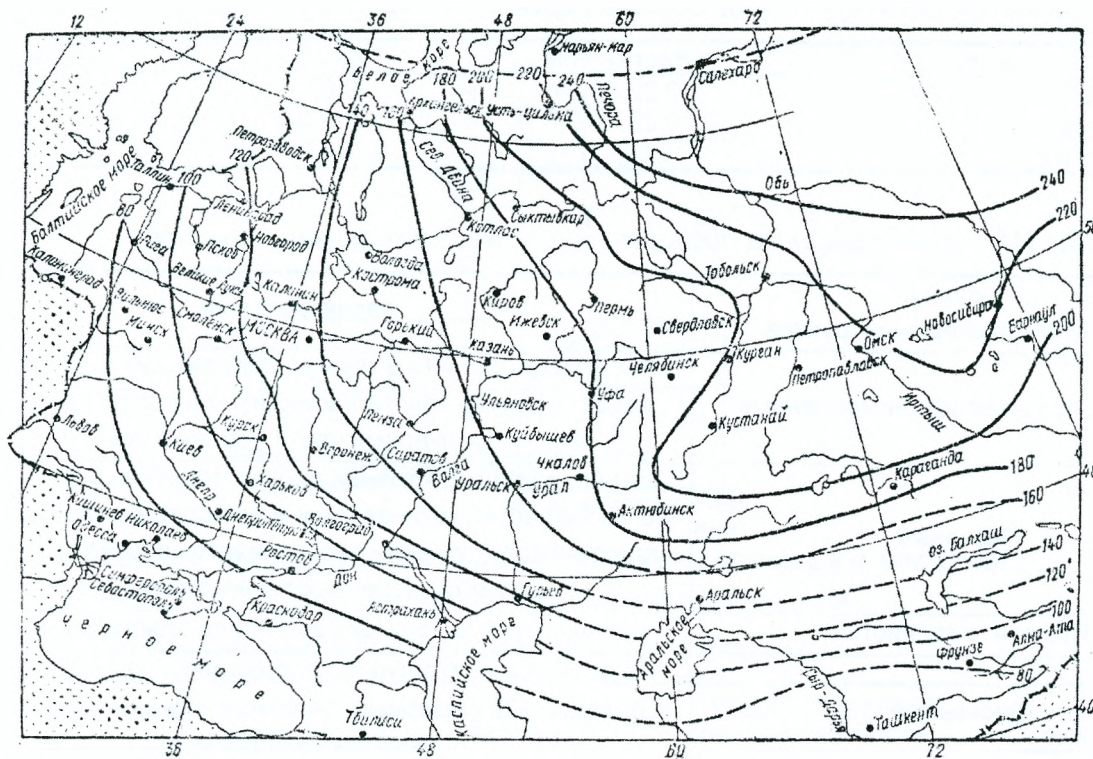


Рис. И1 Схематическая карта нормативных глубин промерзания

Таблица И1 Значение коэффициентов фильтрации и пористости (трещинной пустотности) пород

Наименование горной породы	K_f , м/сут	n , доли ед.
Крупнообломочные породы	200...60	0,3
То же, с суглинистым заполнителем	0,4...2	0,32
Песок гравелистый и крупный	60...10	0,30...0,32
Песок средней крупности и мелкий	10...1	0,36...0,38
Супесь	0,1...0,8	0,40...0,46
Суглинок плотный	0,001	0,43
Суглинок макропористый	0,3	0,47
Глина	$1 \cdot 10^5$	0,45
Алеврит и аргиллит монолитные	$-1 \cdot 10^{-4}$	0,01...0,02
Алеврит и аргиллит трещиноватые	0,01...0,1	0,02...0,03
Гранит трещиноватый и выветрелый	1,5...0,5	0,003...0,05

Таблица И2 Основные разновидности скальных грунтов

Грунты	Показатели
А. По пределу прочности на одноосное сжатие в водонасыщенном состоянии R_c , МПа:	
очень прочные	$R_c > 120$
прочные	$120 \geq R_c > 50$
средней прочности	$50 \geq R_c > 15$
малопрочные	$15 \geq R_c > 5$
Полускальные:	
пониженной прочности	$5 \geq R_c > 3$
низкой прочности	$R_c < 1$
Б. По коэффициенту размягчаемости в воде:	
неразмягчаемые	$K_{sof} \geq 0,75$
размягчаемые	$K_{sof} < 0,75$
В. По степени засоленности полускальных грунтов, %:	
незасоленные	Менее 2
засоленные	2 и более
Г. По степени растворимости в воде для осадочных цементированных грунтов, г/л:	
нерастворимые	Менее 0,01
труднорастворимые	0,01...1
среднерастворимые	1...10
легкорастворимые	Более 10

Таблица И3 Значение прочности скальных грунтов при различных видах напряжений, МПа

Грунты	Растяжение	Изгиб	Сдвиг
Граниты	0,02 - 0,04	0,08	0,09
Песчаники	0,02 - 0,05	0,06 - 0,2	1,1 - 1,12
Известняки	0,04 - 0,1	0,08 - 0,1	0,15

Таблица И4 Характеристика дисперсных (без жестких связей) грунтов

Группы и подгруппы дисперсных грунтов	Характеристика
Осадочные и нецементированные	Несцементированные грунты, содержащие более 50% по массе обломков кристаллических или осадочных пород с размерами частиц более 2 мм
Песчаные	Сыпучие в сухом состоянии грунты, содержащие менее 50% по массе частиц крупнее 2 мм и не обладающие свойством пластичности (грунт не раскатывается в шнур диаметром 3 мм или число пластичности его $J_p < 1$)
Пылевато-глинистые	Связные грунты, для которых число пластичности $J_p \geq 1$
Биогенные	Грунты с относительным содержанием органических веществ $J_{om} \geq 0.1$ (озерные, болотные, озерно-болотные, аллювиально-болотные)
Почвы	Природные образования, слагающие поверхностный слой земной коры и обладающие плодородием
Искусственные, уплотненные в природном залегании, насыпные, намывные	Преобразованные различными способами или перемещенные грунты природного происхождения и отходы производственной и хозяйственной деятельности человека

Таблица И5 Основные разновидности крупнообломочных и песчаных грунтов

Грунты	Размер частиц, d , мм	Масса воздушно-сухого грунта
<i>Крупнообломочные</i>		
Валунный (при преобладании неокатанных частиц – глыбовый)	$d > 200$	> 50
Галечниковый (при преобладании неокатанных частиц – щебенистый)	$d > 10$	> 50
Гравийный (при преобладании неокатанных частиц – дресвяный)	$d > 2$	> 50
<i>Песчаные</i>		
Песок гравелистый	$d > 2$	> 25
крупный	$d > 0,5$	> 50
средней крупности	$d > 0,25$	> 50
мелкий	$d > 0,1$	≥ 75
Пылеватый	$d > 0,1$	< 75

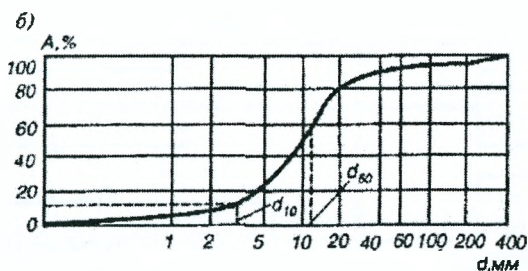
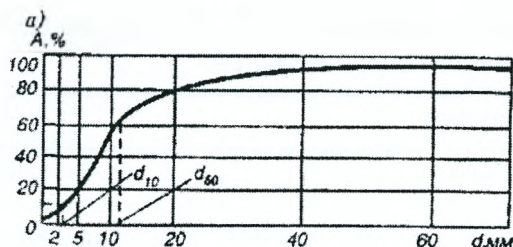


Рис. И2 Интегральная кривая зернового состава в масштабе:
а – обычном; б – полулогарифмическом

Таблица И6 Классификация песчаных грунтов по плотности

Грунты	Плотность сложения		
	плотные	средней плотности	рыхлые
По коэффициенту пористости			
Пески гравелистые, крупные и средней крупности	$e < 0,55$	$0,55 \leq e \leq 0,7$	$e > 0,7$
Пески мелкие	$e < 0,6$	$0,6 \leq e \leq 0,75$	$e > 0,75$
Пески пылеватые	$e < 0,6$	$0,6 \leq e \leq 0,8$	$e > 0,8$
По сопротивлению погружения конуса q_c , МПа, при статическом зондировании			
Пески крупные и средней крупности независимо от влажности	$q_c > 15$	$15 \geq q_c > 5$	$q_c < 5$
Пески мелкие независимо от влажности	$q_c > 12$	$12 \geq q_c > 4$	$q_c < 4$
Пески пылеватые маловлажные и влажные	$q_c > 10$	$10 \geq q_c \geq 3$	3
водонасыщенные	$q_c > 7$	$7 \geq q_c \geq 2$	2
По условному динамическому погружению конуса q_d , МПа, при динамическом зондировании			
Пески крупные и средней крупности независимо от влажности	$q_d > 12,5$	$12,5 \geq q_d \geq 3,5$	$q_d < 3,5$
Пески мелкие:			
маловлажные и влажные	$q_d > 11$	$11 \geq q_d \geq 3$	$q_d < 3$
водонасыщенные	$q_d > 8,5$	$8,5 \geq q_d \geq 3$	$q_d < 2$
Пески пылеватые маловлажные и влажные	$q_d > 12,5$	$8,5 \geq q_d \geq 2$	$q_d < 2$

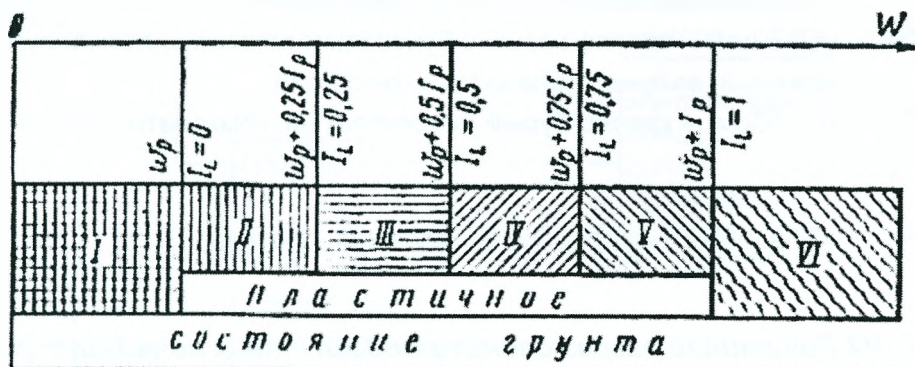


Рис. И3 График состояния глинистых грунтов в зависимости от влажности:
I – твердое состояние; II – полутвердое; III – тугопластичное;
IV – мягкопластичное; V – текучепластичное; VI – текучее

Таблица И8 Значения показателя текучести в зависимости от разновидности пыле-вато-глинистых грунтов

Грунты	Показатель текучести J_L
<i>Супеси</i>	
Твердые	$J_L < 0$
Пластичные	$0 < J_L \leq 1$
Текучие	$J_L > 1$
<i>Суглинки и глины</i>	
Твердые	$J_L < 0$
Полутвердые	$0 < J_L \leq 0,25$
Тугопластичные	$0,25 < J_L \leq 0,5$
Мягкопластичные	$0,5 < J_L \leq 0,75$
Текучепластичные	$0,75 < J_L \leq 1$
Текучие	$1 > J_L$

Таблица И9 Связь видов грунтов с видами воды

Грунты	Максимальная гигроскопическая влажность, %	Максимальная молекулярная влагоемкость, %	Высота капиллярного подъема, м
Песок кварцевый	0,24	0,76	0,3 - 0,6
Суглинок	3,18	11,82	1,2 - 1,6
Глина коалинитовая	22,89	33,25	3,0 - 4,0
Глина монтмориллонитовая	31,46	134,5	—

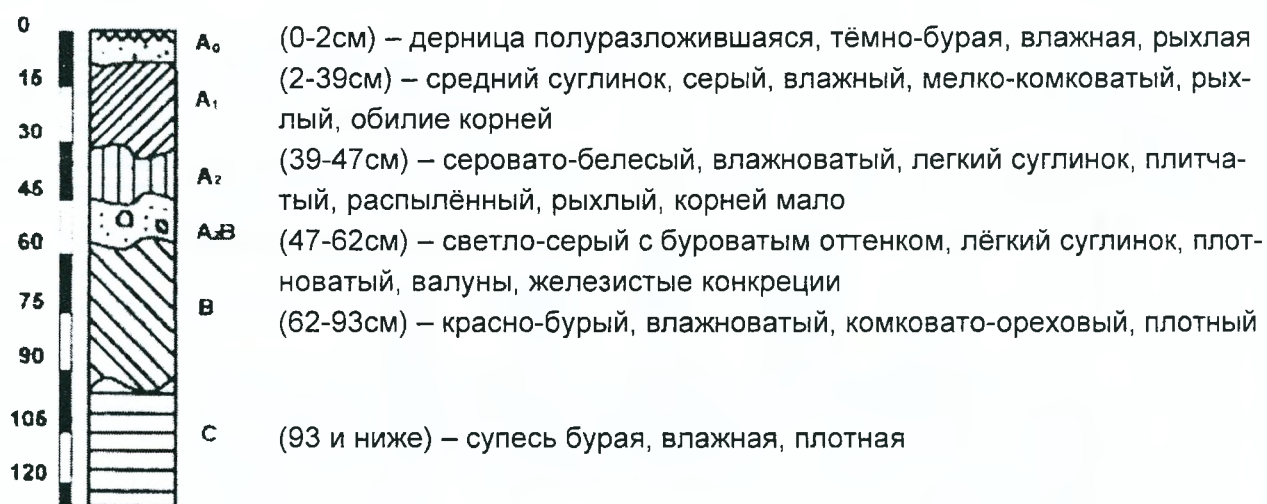


Рис. И4 Почвенный разрез дерново-подзолистых почв Беларуси

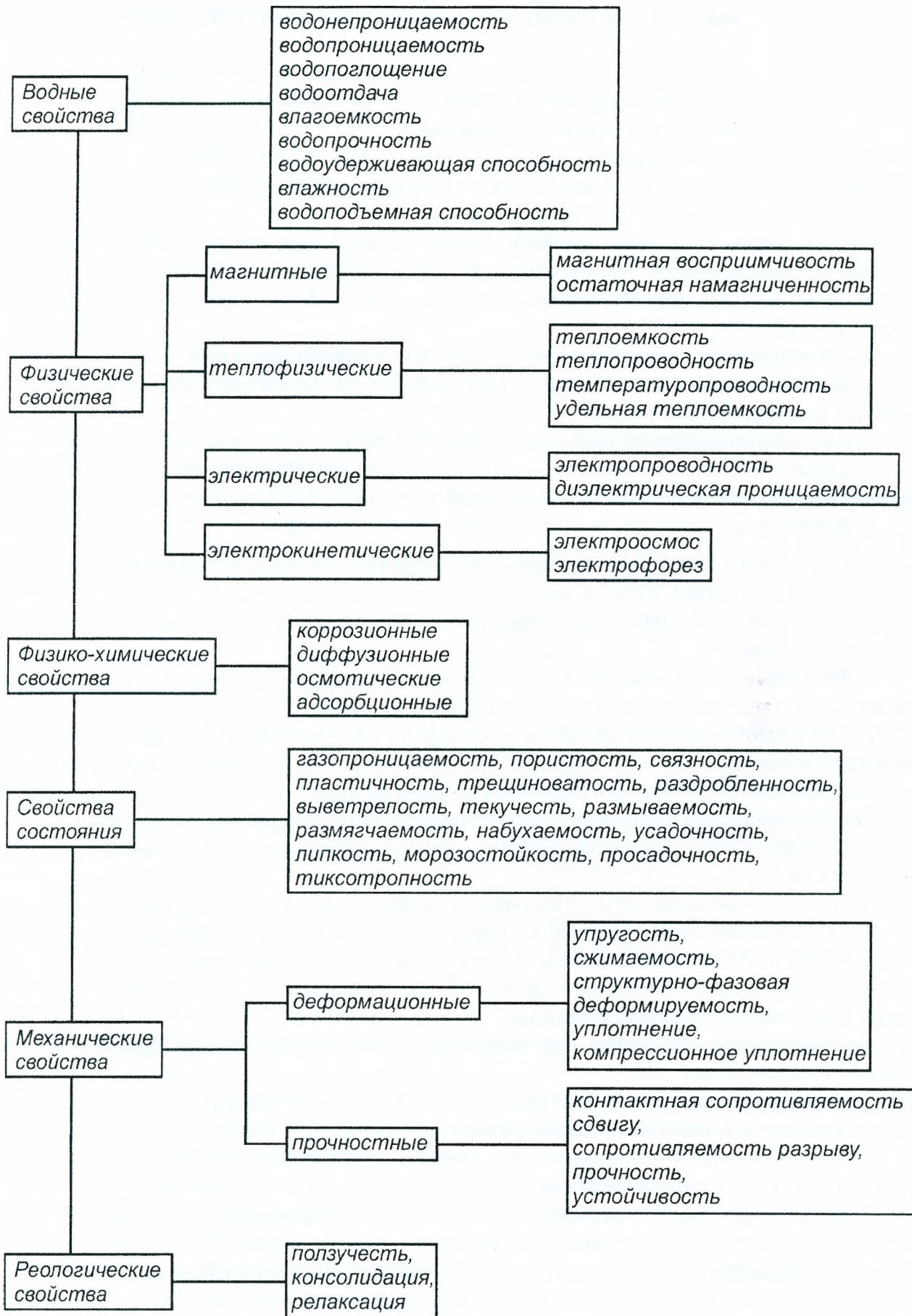


Рис. И5 Общая структура свойств грунтов

А. Водные свойства – это свойства, которые определяют взаимодействие воды с грунтом:

1. *Водопроницаемость* – способность грунта пропускать воду под действием гидростатического давления или капиллярных сил. Определяется количеством воды, проходящей через единицу времени при определенном давлении.

2. *Водопоглощение (водонасыщение)* – способность грунта поглощать и удерживать воду при непосредственном контакте с ней при нормальном атмосферном давлении. Характеризуется степенью заполнения пор грунта водой.

3. *Водонепроницаемость* – свойство грунта, выражающее его способность не пропускать воду до определенного, притом одностороннего гидростатического давления.

4. *Водоотдача* – способность насыщенного до полной влагоемкости грунта отдавать свободную воду.

5. *Влагоемкость* – способность грунта вмещать и удерживать в себе воду;

6. *Водопрочность* – способность грунта сохранять механическую прочность и устойчивость при взаимодействии с водой.

7. *Водоудерживающая способность* – способность грунта удерживать в себе воду.

8. *Водоподъемная способность* – свойство грунта, как пористого материала, вызывать восходящее передвижение содержащейся в ней влаги за счет капиллярных сил.

9. *Влажность* – содержание влаги (воды) в грунтах (породах).

Б. Физические свойства грунтов – это свойства, которые проявляются под влиянием физических полей: гравитационного, теплового, электрического и др.

Магнитные свойства – характеризуют способность грунтов к восприимчивости магнитных полей:

1. *Магнитная восприимчивость* – характеризует связь между намагниченностью (горной породы) и напряженностью магнитного поля в этой среде.

2. *Остаточная намагниченность* – величина намагниченности, сохраняющаяся в образце грунта (породы) после того, как он был намагничен внешним магнитным полем до насыщения, а затем напряженность поля была сведена до нуля.

Теплофизические свойства – характеризуют тепловой режим толщи грунта:

1. *Теплоемкость* – количество теплоты, которое необходимо, чтобы повысить температуру грунта на 1°К.

2. *Удельная теплоемкость* – теплоемкость единицы массы грунта (горной породы).

3. *Теплопроводность* – перенос энергии от более нагретых участков грунта к менее нагретым в результате теплового движения и взаимодействия составляющих его частиц.

4. *Температуропроводность* – величина, характеризующая скорость изменения (выравнивания) температуры грунта (породы).

Электрические свойства – характеризуют способность грунтов проводить и поглощать электрический ток:

1. *Электропроводность* – способность грунта (породы) проводить электрический ток, обусловленная наличием в них подвижных заряженных частиц – электронов, ионов и др.

2. *Диэлектрическая проницаемость* – величина, показывающая, во сколько раз сила взаимодействия двух электрических зарядов в породе меньше, чем в вакууме.

Электрокинетические свойства – это свойства, обуславливающие явление электроосмоса (движение воды в порах под влиянием электрического поля) и электрофореза (движение взвешенных в воде твердых частиц под влиянием электрического поля):

1. *Электроосмос* – движение жидкости через капилляры или поры грунта (породы) под действием внешнего электрического поля.

2. *Электрофорез* – движение частиц грунта (породы), находящихся во взвешенном состоянии в жидкости или газообразной среде, под действием внешнего электрического поля.

В. Свойства состояния грунтов:

1. *Газопроницаемость* – свойство грунта (породы) пропускать газ при наличии разности давлений.

2. *Пористость* – доля объема пор в общем объеме образца грунта (породы).

3. *Пластичность* – свойство грунта (породы) деформироваться под действием внешних сил без разрыва сплошности и сохранять принятую форму после прекращения действия этих сил.

4. *Текучесть* – свойство грунта (породы)пластически или вязко деформироваться под действием нагрузки.

5. *Трещиноватость* – сочетание разрывов в горных породах, перемещения по которым отсутствуют, или они весьма незначительны.

6. *Выветрелость* – характеристика состояния минералов и горных пород, подвергшихся выветриванию.

7. *Размываемость* – разрушение грунтов (горных пород) под действием текучих вод. Размываемость характеризуют критической скоростью водного потока, при которой начинается отрыв отдельных частиц и их передвижение водой.

8. *Размягчаемость* – уменьшение прочности грунта (горных пород) при его увлажнении без разрушения структурных связей.

9. *Растворимость* – способность грунта растворяться под воздействием подземных вод или других растворов.

10. *Размокаемость* – способность грунта при взаимодействии с водой терять связность и превращаться в рыхлую массу с частичной или полной потерей несущей способности.

11. *Набухаемость* – способность грунта увеличиваться в объеме при его дополнительном увлажнении.

12. *Усадочность* – способность грунта уменьшаться в объеме при уменьшении влажности или под влиянием физико-химических процессов.

13. *Липкость* – способность грунтов при определенном содержании воды прилипать к предметам, с которыми они приходят в соприкосновение.

14. *Морозостойкость* – способность грунтов во влажном состоянии сопротивляться воздействию отрицательных температур.

15. *Просадочность* – способность грунтов, находящихся в природном состоянии либо под давлением, при повышении влажности давать быстроразвивающиеся деформации, называемые просадками.

16. *Тиксотропность* – способность (свойство) грунтов при механическом воздействии (выветривание, перемешивание) разжижаться и переходить в золи, которые в спокойном состоянии восстанавливаются в исходное состояние.

Г. Физико-химические свойства – это свойства, которые проявляются в результате физико-химического воздействия, происходящего между компонентами, составляющими грунт:

1. *Коррозионные свойства* – это способность грунтов (горных пород) разрушаться при наличии химических и электрохимических процессов, развивающихся на поверхности частиц (г.п.) при их взаимодействии с внешней средой.

2. *Диффузия (диффузионные свойства)* – свойство, обуславливающее процесс самопроизвольного выравнивания концентрации растворенного вещества или установление равновесного распределения частиц определенного размера в среде.

3. *Осмотические свойства* – односторонний перенос растворителя через полупроницаемую среду, отделяющую раствор от чистого растворителя.

4. *Адсорбционные свойства* – свойства грунтов поглощать газы, пары, жидкости, твердых частиц поверхностным слоем.

Д. Механические свойства грунтов – это свойства, проявляемые грунтом под нагрузками. Различают деформационные и прочностные.

Е. Прочностные свойства – это свойства, характеризующие поведение грунта под нагрузками, равными или превышающими критические:

1. *Контактная сопротивляемость сдвигу* – свойство грунтов, обусловленное внутренним трением в песках и трением со сцеплением в связных грунтах.

2. *Прочность* – способность грунта воспринимать различные воздействия (нагрузки, температурные перепады, изменение влажности и др.) не разрушаясь и не претерпевая беспрепятственного деформирования.

3. *Устойчивость* – способность грунта сохранять при действии нагрузки свою первоначальную форму равновесия.

4. *Сопротивляемость разрыву* – способность грунта не разрушаться при действии растягивающих нагрузок.

Деформационные свойства – свойства, характеризующие поведение грунта под нагрузками, не превышающие критические, т.е. не приводящие к его разрушению:

1. *Сжимаемость* – способность грунтов уменьшать свой объем под влиянием соответствующих внешних воздействий: сжимающей нагрузки, коагуляции коллоидов, высыхания и др.

2. *Уплотнение грунтов* – процесс переукладки твердых частиц под действием нагрузки, сопровождающийся уменьшением пористости грунтов и увеличением их плотности.

3. *Компрессионное уплотнение* – уплотнение грунтов без возможности поперечного расширения при длительном действии постоянных нагрузок.

4. *Упругость* – способность тела восстанавливать свою форму и объем после прекращения действия нагрузки.

5. *Структурно-фазовая деформируемость* – отличительная особенность грунтов, заключающаяся в различном сопротивлении и деформировании отдельных их элементов при действии внешних нагрузок.

Ж. Реологические свойства – это свойство грунта изменять характер формирования во времени под действием приложенных нагрузок:

1. *Релаксация* – процесс уменьшения внешних сил (или напряжений) при неизменности во времени вызванной ими деформации.

2. *Ползучесть* – неравновесный процесс развития деформаций материала во времени без увеличения нагрузки.

3. *Консолидация* – процесс фильтрационного уплотнения грунта.

З. Строительные свойства – это комплекс водных, физических, физико-химических и физико-механических свойств, определяющих поведение грунта основания и грунтовой среды.

Таблица И10 Физические величины и классификационные показатели грунтов

Характеристика, размерность 1	Определение характеристики 2	Обозначение, формула 3
Плотность частиц грунта, г/см ³	Отношение массы сухого грунта к объему его твердой части	ρ_s
Плотность грунта, г/см ³	Отношение массы грунта (включая массу воды в его порах) к занимаемому этим грунтом объему	ρ
Влажность	Отношение массы воды, содержащейся в грунте, к массе сухого грунта	w
Плотность сухого грунта или плотность скелета грунта, г/см	Отношение массы сухого грунта к объему, занимаемому этим грунтом (включая объем пор)	$\rho_d = \frac{\rho}{1+w}$
Пористость	Отношение объема пор к объему всего грунта, включая поры	$n = 1 - \frac{\rho_d}{\rho_s}$
Коэффициент пористости	Отношение объема пор к объему твердой части (скелета) грунта	$e = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d};$ $e = \frac{\rho_s}{\rho}(w+1) - 1$
Коэффициент водонасыщения (степень влажности)	Отношение объема воды к объему пор грунта – степень заполнения пор водой (ρ_w – плотность воды, г/см)	$S_R = w \frac{\rho_s}{e\rho_w}$
Полная влагоемкость	Влажность грунта, соответствующая полному заполнению пор водой	$w_{\max} = e \frac{\rho_w}{\rho_s}$
Естественная влажность	Влажность грунта в природном состоянии	w_0
Гигроскопическая влажность	Влажность воздушно-сухого грунта	w_R
Максимальная молекулярная влагоемкость	Влажность грунта при максимальной толщине пленок связанной воды	w_m
Объемная влажность	Отношение объема воды, содержащейся в грунте, к общему объему грунта	$w_v = w\rho_s$
Коэффициент водоотдачи	Отношение объема свободно вытекающей (или извлекаемой) из грунта воды (при полном заполнении пор водой) к объему всего грунта	$\mu = \rho_s(w_m - w_v) = e\rho_w - w_m\rho_s$
Коэффициент (степень) размягчаемости в воде	Отношение временных сопротивлений одноосному сжатию в водонасыщенном и в воздушно-сухом состояниях	K_{saf}
Степень выветрелости скального грунта	Отношение плотностей выветрелого и невыветрелого образцов одного и того же грунта	K_{wr}
Зерновой (гранулометрический) состав	Распределение по фракциям всех частиц, содержащихся в грунте, с определением их относительного содержания	
Эффективные диаметры	Диаметр, меньше которого содержится в грунте (по массе) соответственно 60 или 10 % частиц	d_{60}, d_{10}
Степень неоднородности	Отношение эффективных диаметров	$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}$
Влажность на границе текучести	Влажность, при которой связный грунт переходит из пластичного состояния в текучее и наоборот	w_L
Влажность на границе пластичности (раскатывания)	Влажность, при которой связный грунт переходит из твердого состояния в пластичное и наоборот	w_P

Продолжение таблицы И10

1	2	3
Число пластичности	Разность влажностей на границах текучести и пластичности	$I_p = w_L - w_p$
Показатель консистенции (текучести)	Показатель состояния грунта нарушенного сложения	$I_L = \frac{w_0 - w_p}{I_p}$
Относительная деформация просадки или просадочность	Отношение разности высот образца грунта до и после водонасыщения под определенной нагрузкой к высоте образца природной влажности	ε_{st}
Коэффициент выветрелости крупнообломочных грунтов	k_0 – отношение массы частиц размером менее 2 мм к массе частиц размером более 2 мм до испытания на истираемость; k_1 – то же, после испытания на истираемость	$K_{wr} = \frac{k_1 - k_0}{k_1}$
Предел прочности грунта на одноосное сжатие, МПа	Отношение разрушающей нагрузки к площади испытанного образца	R_c
Расчетное сопротивление грунта, МПа	Предел линейной зависимости «нагрузка-осадка»	R

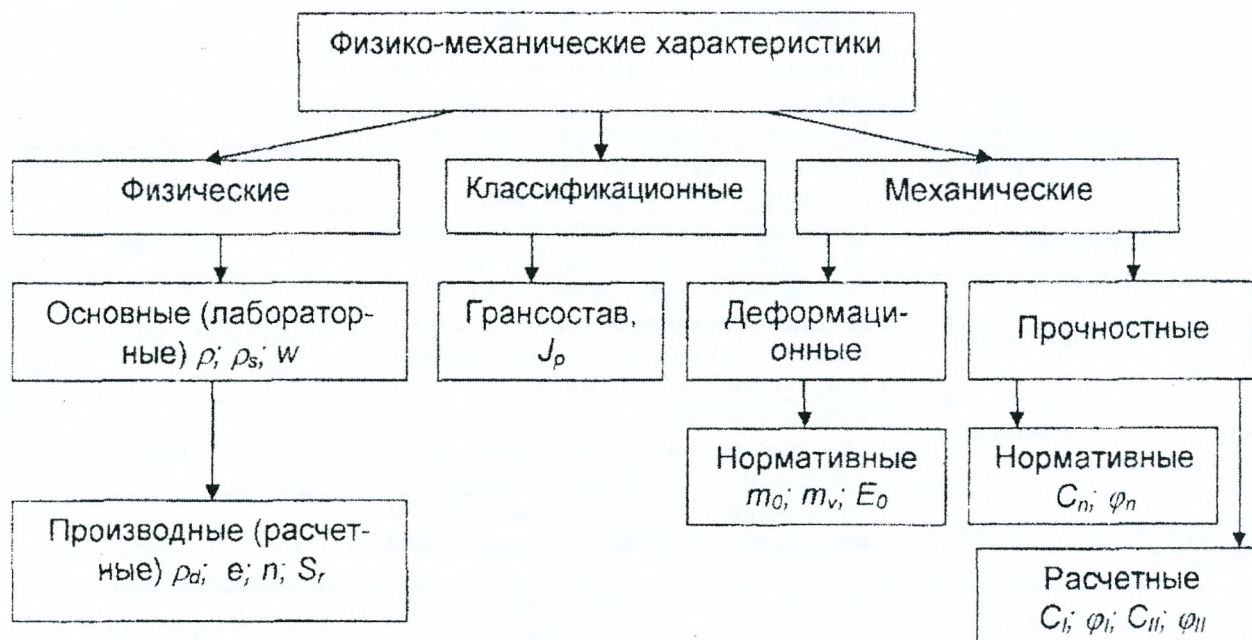


Рис. И6 Взаимосвязь и взаимозависимость физико-механических характеристик грунтов

Таблица И11 Общая (практическая) классификация грунтов

Класс		Группы		Подгруппы	Типы		
Название	Инженерно-геологические особенности	Название	Инженерно-геологические особенности				
Скальные (с жесткими кристаллизационными связями)	Кристаллизационные структурные связи высокая прочность мало изменяющаяся при водонасыщении	Магматические	Кристаллизационная структурная связь. Контакт минеральных зерен непосредственный. Прочность высокая, растворимость слабая	Глубинные (интрузивные)	граниты, диориты, габбро, диабазы		
				излившиеся (эффузивные)	базальты, андезиты, трахиты, туфы		
		Метаморфические	То же, но с характерной анизотропией	регионально-метаморфические	гнейсы, кварциты, сланцы		
				контактово-метаморфические	мраморы, кварциты		
				динамометаморфические	брекчии, милониты		
		Осадочные цементированные	Кристаллизационная структурная связь, но контакт зерен через цементирующее вещество. Прочность и водорастворимость определяется цементом	сильно сцементированные	песчаники, алевролиты, аргиллиты		
				химически осажденные и органические	опока, трепел, гипс, галит		
				смешанные органосцементированные	мел, мергель, глинистый песчаник		
		Искусственные скальные	То же, но только созданные искусственно и зависящие от начального естественного состояния	закрепленные скальные	силикатизированные и битумизированные		
				окаменелые дисперсные	цементированные, силикатизированные		
Дисперсные (без жестких кристаллизационных связей)	Структурные связи физической природы. Невысокая прочность, зависящая от водонасыщения	Осадочные обломочные несвязные	Слабые молекулярные в сухом и капиллярно-структурные во влажном состоянии. Водопроницаемость значительная	крупнообломочные (элювиальные, аллювиальные, водноледниковые, озерные)	валун, гравий, галька		
				песчаные (элювиальные, делювиальные, водноледниковые, озерные, морские)	пески разной крупности и супеси легкие		
				лессовые и те же разновидности	лессы и лессовидные породы		
					илы	илы и наносные грунты	
	Те же	Осадочные глинистые и лессовые породы и илы	Молекулярные, капиллярные, магнитные структурные связи в зависимости от влажности. Водопроницаемость незначительная, но влажность определяет прочностные свойства грунтов	глинистые и те же разновидности	супеси тяжелые, суглинки, глины		
				Почвы и фитогенные породы	Молекулярные и капиллярные структурные связи. Свойства зависят от влажности и содержания органического вещества	торфы	слабо-, средне- и сильноразложившиеся
						почвы	подзолистые, болотные, лесостепные и каштановые
		Искусственные дисперсные грунты	Различные структурные связи. Свойства зависят от способа получения связей	сильно измененные	битуминизированные и термически закрепленные		
				значительно измененные	насыпные, намывные и уплотненные		

Таблица И12 Классификация насыпных толищ

Тип насыпи	Состав насыпи	Способ укладки
Бытовая свалка Производственные отходы	<u>Хаотически формирующиеся насыпи</u> Пищевые отходы, обрезки кожи, резины, утиль, грунт, строймусор, обломки посуды, щепа и другие отходы древесины и т.д. Строительные отходы (грунты, строймусор) Металлургические отходы (шлак, металлолом, формовочные материалы) Котельные отходы (зола, шлак) Отходы металлообработки (стружка, металлолом) Горные отходы (отвалы вскрыши или пустой породы – песок, глина, обломки скальных пород) Отходы деревообработки (опилки, щепа, обрезки досок и бревен)	Беспорядочная свалка
Земляные массы	Кожевенные отходы (обрезки кожи и резины), смешанные отходы <u>Организованно укладываемые насыпи</u> Галечник, гравий, щебень (с песчано-глинистым заполнением или без него) Песок, суглинок, глина (с включением обломков скальных пород или без них)	Беспорядочная свалка Навалом, гидравлическим способом с послойным уплотнением специальными механизмами, автотранспортом

Таблица И13 Различие физических свойств песков и глин

Песок	Глина
1 Состоит из округлых или угловатых зерен размером более 0,05 мм	1 В основном состоит из частиц менее 0,005 мм. Коллоидная часть содержит минералы группы монтмориллонита, каолинита и др.
2 Суммарная поверхность частиц малая	2 Суммарная поверхность частиц очень большая
3 Структура зависит от расположения зерен	3 Структура обусловлена связью частиц и агрегатов и зависит от физико-химических свойств дисперсной системы
4 Пористость зависит от расположения зерен и не зависит от влажности	4 Пористость не постоянна, зависит от влажности и давления
5 Водопроницаем	5 Практически водонепроницаема
6 По отношению к воде инертен	6 Вступает в физико-химическое взаимодействие с водой
7 Бывает в сыпучем и текучем состоянии, не пластичен	7 Бывает в твердом, текучем и пластичном состоянии
8 Под нагрузкой сжимается мало, причем деформация происходит немедленно и необратимо	8 Под нагрузкой сильно сжимается с небольшой скоростью. Деформация сжатия частично обратима

Таблица И14 Физико-механические свойства ленточных глин

Наименование показателей, свойства	Ед. изм	Величина			Уравнения регрессии для прогнозных характеристик (q_s - статическое, P_q - динамическое зондирование)
		наименьшая	наибольшая	средняя	
Состав по фракциям:					
глинистая	%	31	91	50	$\varphi = 32,57 - 0,18C_E - 0,38 \cdot W_L$ $\lg C = -0,01 - 0,3C_E - 0,65 \cdot I_L$ $E = 10,69 - 0,22 \cdot W - 0,43e$ $C = 0,091 \cdot q_s + 0,29$ $C = 0,039 \cdot P_q + 0,192$ $\varphi = 20,87 - 0,48 \cdot P_q$ $\text{tg} \varphi = 0,267 - 0,011 \cdot q_s$
пылеватая	%	7	59	43	
песчаная	%	1	20	15	
Естественная влажность	%	20	42	30	
Степень влажности	доли ед.	0,86	1,0	0,9	
Пределы и число пластичности:					
верхний	доли ед.	0,37	0,63	0,48	
нижний	доли ед.	0,19	0,38	0,24	
Число пластичности	доли ед.	0,18	0,34	0,22	
Консистенция		твердая	текуче-пластичная		
Плотность частиц	г/см ³	2,65	2,85	2,75	
Плотность грунта	г/см ³	1,80	2,07	1,89	
Пористость	%	40	45	43	
Относительное набухание	%	1,6	8,2	6,2	
Усадка	%	7	21	15	
Водопроницаемость	м/сут	$1 \cdot 10^{-4}$	$8 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-4}$	
Модуль деформации	МПа	3,0	25,4	14,2	
Угол внутреннего трения (консолид. сдвиг)	град	9	25	17	
Сцепление (консолид. сдвиг)	МПа	0,018	0,1	0,06	

Таблица И15 Физико-механические свойства моренных пылевато-глинистых грунтов

Наименование грунта	Показатель текучести	Нормативные значения			Уравнения регрессии для деформационно-прочностных характеристик
		C, МПа	φ , град.	E, МПа	
Моренная супесь	$-0,25 \leq J_1 \leq 0$	0,044	31	40	По физическим свойствам $C = 0,04 \cdot W_L - 1,9e + 0,39$ $\varphi = 43,01 - 23,64e - 0,32 \cdot W_L$ $E = 70,63 - 125e + 0,25 \cdot W_L$ По результатам статического (q_s) и динамического (P_q) зондирования $C = 0,34 \cdot q_s + 0,19$ $C = 0,043 \cdot P_q + 0,137$ $\text{tg} \varphi = 0,002 \cdot q_s + 0,522$ $\text{tg} \varphi = 0,002 \cdot P_q + 0,523$ $E = 3,1 \cdot q_s + 7,9$ $E = 3,13 \cdot P_q + 6,84$
		0,040	30	34	
		0,031	27	30	
	$0 \leq J_1 \leq 0,25$	0,040	30	32	
		0,037	29	26	
		0,029	25	23	
	$0,25 \leq J_1 \leq 0,5$	0,033	29	26	
		0,030	28	20	
		0,021	24	17	
Моренные суглинки	$-0,25 \leq J_1 \leq 0$	0,050	29	48	
		0,048	28	39	
		0,045	25	34	
	$0 \leq J_1 \leq 0,25$	0,046	28	40	
		0,043	27	31	
		0,036	24	27	
	$0,25 \leq J_1 \leq 0,5$	-	-	-	
		0,036	26	24	
		0,031	23	20	

Примечание. Над первой чертой даны значения для $e \leq 0,3$, в середине – для $e=0,35$ и под второй чертой – для $e=0,45$.

Таблица И16 Физико-механические свойства лессовых грунтов

Показатель	Просадочные		Непросадочные		Уравнения регрессии прогнозных характеристик (q_s - статическое, P_q - динамическое зондирование)
	супеси	суглинки	супеси	суглинки	
Естественная влажность	0,16	0,18	0,17	0,19	$C = 0,133 - 0,043 \cdot q_s$ $\operatorname{tg}\varphi = 0,547 - 0,003 \cdot q_s$ $E = 2,14 \cdot P_q + 8,67$
	0,25	0,16	0,19	0,14	
Степень влажности	0,78	0,87	0,82	0,86	
	24	16	18	16	
Плотность, г/см ³	2,01	2,03	1,94	2,0	
	7,0	2,26	5,19	4,71	
Плотность сухого грунта, г/см ³	1,74	1,72	1,72	1,69	
	7,0	4,65	4,49	5,87	
Коэффициент пористости	0,55	0,58	0,57	0,61	
	17	47	11	17	
Модуль деформации при естественной влажности, МПа	17,5	15,0	16,8	14,0	
	53,7	47	28	42	
Модуль деформации при водонасыщении, МПа	14,5	10,8	—	4,2-22,0	
	43,0	38	—	—	
Угол внутреннего трения, град	27	28	24	21-30	
	14	15	24	—	
Сцепление, кПа	0,23	0,25	0,22	0,36	
	48	61	57	0	
Относительная просадочность	0,001	0,002	—	0,003	
	7,5	166	—	0	

Примечание: в числителе – среднее значение; в знаменателе – коэффициент изменчивости.

Таблица И17 Физико-механические свойства слабых грунтов

Вид грунта	Наименование	Ед. изм.	Величина
Торф и заторфованные грунты	Плотность частиц грунта	г/см ³	1,1...1,8
	Плотность грунта	г/см ³	0,55...1,0
	Плотность сухого грунта	г/см ³	0,12...0,24
	Влажность	%	750...1500 (до 3000)
	Число пластичности	доли ед.	0,17...3,27
	Относительное сжатие	%	25...50
	Зольность	%	2...80
	Сопrotивление разрыву	МПа	0,01...0,015
Ил и илистые грунты	Плотность частиц грунта	г/см ³	2,2...2,8
	Плотность грунта	г/см ³	1,18...2,0
	Влажность	%	50...600
	Пористость	%	45...30
	Коэффициент пористости	доли ед.	0,8...0,9
	Модуль деформации	МПа	0,26...4,0
	Угол внутреннего трения	град	3,0...30

Таблица И18 Значения c и φ для торфов

Влажность, %	φ , град	c , МПа
200 - 400	24 - 30	0,03 - 0,05
400 - 600	18 - 24	0,02 - 0,03
600 - 1000	15 - 18	0,02 - 0,03
1000 - 1500	5 - 15	0,01 - 0,02
> 1500	0 - 5	0,004 - 0,01

Задание №17. Составить сводную таблицу свойств и характеристик для скальных грунтов (например, песчаников), песчаных грунтов (например, пески мелкие водонасыщенные) и пылевато-глинистых грунтов (например, суглинки твердые).



Рис. И7 Принципы стабилизации (технической мелиорации) грунтов



Рис. И8 Инженерные решения по искусственному улучшению оснований

Задание №18. Для принятого вида грунтового основания (например, рыхлые органо-генные) определить возможные принципы стабилизации и инженерные решения по их искусственному улучшению.

Таблица И19 Факторы, влияющие на устойчивость откосов

Действующие факторы (номер)	Характер воздействия	Последствия	Связь с другими факторами
Ненарушенные рыхлые породы (1)	Изменение свойств	Увлажнение, уменьшение естественной плотности и сопротивления сдвигу	2, 3, 4, 7, 10
Условия залегания (2)	Переслаивание пород, неблагоприятный наклон слоев, наличие прослоек слабых грунтов	Увлажнение, формирование поверхностей скольжения	1, 3
Гидрогеологические условия (3)	Инфильтрационные грунтовые и напорные воды в разобщенных пластах	Фильтрационное давление, явления оплывания грунта	1, 2, 4, 6, 9, 10
Выветривание (4)	Увлажнение атмосферными осадками, влияние колебаний температуры и ветра	Эрозия, увлажнение, воздействие мороза, дефляция	1, 5, 9
Профиль откоса (5)	Чрезмерно крутой откос, подмыв откоса	Возрастание усилий, вызывающих оползание	1, 2, 3, 4, 7, 8
Морфологические условия (6)	Крутое заложение откоса. Приток воды, экспозиция склона	Эрозия, увлажнение	1, 3, 4, 9
Нагрузки (7)	Статические и динамические нагрузки	Возрастание порового давления, явления оплывания, осадка сооружения	1, 4, 8
Технические воздействия (8)	Вид и интенсивность разработки, способ и интенсивность укладки, толщина укладываемых слоев, водоотвод и уплотнение	Поровое давление	1, 2, 3, 4, 5, 6
Растительность (9)	Стабилизация, защита поверхности от размыва	Эрозия, увлажнение	1, 2, 3, 4, 10
Деятельность животных (10)	Образование пустот, разрыхление	Эрозия, увлажнение, осадки	1, 2, 9

Таблица И20 Классификация мер борьбы с оползнями

Активные причины, вызывающие оползни	Меры борьбы		
Изменение напряженного состояния глинистых пород (перепад давления)	Уполаживание откоса	Срезка земляных масс в верхней части откоса и укладка у подножия Пригрузка земляным банкетом в месте ожидаемого выпирания	
Подземные воды	Перехват подземных вод выше оползня	Горизонтальный дренаж: сплошная прорезь; дренажная галерея; горизонтальные скважины-дрены Вертикальный дренаж: забивные фильтры, сквозные фильтры, колодцы, сифонный дренаж	
Поверхностные воды	Защита берегов	от абразии	Волноотбойные стены Волноломы подводные и надводные Буны Завоз пляжевого материала
		от боковой эрозии	Мощение откоса Тюфяки Каменная наброска Струнаправляющие сооружения
Атмосферные осадки	Регулирование поверхностного стока	Микропланировка Лотки, кюветы, каналы, быстротоки, дороги	
Выветривание	Защита грунтов поверхности склона	Одерновка, посев трав, древонасаждение Изоляция поверхности	
	Механическое сопротивление движению земляных масс	Подпорные стенки Свайные ряды, шпонки Земляные контрбанкеты Замена грунтов поверхности скольжения	
	Изменение физико-технических свойств грунтов	Подсушка и обжиг глинистых грунтов Электрохимическое закрепление грунтов	
Некоторые виды деятельности человека	Специальный режим в оползневой зоне	Сохранение склонов в устойчивом состоянии Ограничения в производстве строительных работ Режим эксплуатации различных сооружений	

Задание №19. Определить характер воздействия и последствия одного из факторов (например, морфологические условия) на устойчивость откосов и меры борьбы с оползнями.

БЛОК К. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИЗЫСКАНИЯ

Таблица К1 Задачи инженерно-геологических исследований на различных этапах

Этап	Назначение	Методы	Результаты
Согласование задания на изыскания. Рекогносцировка	Изучение общих инженерно-геологических условий	Изучение геологических и геоморфологических условий по литературным и архивным данным, рекогносцировка местности, анализ материалов о региональном геологическом и тектоническом строении, маршрутное обследование района, составление обзорных карт	Составление экспертного заключения
Предварительные изыскания (первая стадия)	Выбор площадки или трассы. Оценка наиболее целесообразных типов оснований и фундаментов. Изыскания местных строительных материалов и их исследования	Инженерно-геологическое картирование; геологические и геоморфологические наблюдения с использованием имеющихся данных (обследование колодцев, карьеров, состояния сооружений); проходка разведочных выработок (шурфов, скважин); применение геофизических методов в небольших объемах	Предварительное заключение об инженерно-геологических условиях района с общей характеристикой геологических, геоморфологических и гидрогеологических условий
Основные изыскания (вторая стадия)	Получение исходных данных для обоснования надежного и экономичного строительства, выбора участков для отдельных сооружений, выбора типа строительных конструкций и методов производства работ, составление окончательного заключения о пригодности местных строительных материалов	Геотехнические исследования в процессе детальной геологической съемки: инженерно-геологическое картирование с проходкой разведочных выработок; испытания пород и скальных пород (лабораторные и полевые); геофизические исследования; специальные полевые исследования (фильтрационные опыты, опытная цементация, опытные насыпи, опытные взрывы);	Заключение об инженерно-геологических условиях строительства конкретных объектов с количественными характеристиками свойств грунтов основания
Инженерно-геологические работы в период строительства	Консультации и участие в обсуждении геологических вопросов, возникающих в ходе строительства; приемка подготовленных оснований; составление документации строительных выработок	Инженерно-геологическая документация всех котлованов и прочих выработок; консультации при установке КИП для наблюдения за работой сооружений; надзор за использованием местных строительных материалов; рекомендации по методам искусственного улучшения свойств грунтов	Материалы, документации строительства, заключения, отчеты
Инженерно-геологические работы по окончании строительства	Сопоставление результатов изысканий и документации строительных выемок; сопоставление условий работы сооружений с геотехническими прогнозами	Анализ результатов инструментальных наблюдений; исследование эффективности различных специальных мероприятий; изучение природных процессов, вызванных воздействием строительства или эксплуатации сооружения	Отчеты, публикации, участие в составлении паспорта сооружения

Таблица К2 Виды инженерно-геологических изысканий

Вид и цели изысканий	Состав основных работ	Решаемые задачи проектирования
Сбор, обобщение и анализ имеющихся материалов и природных условий района строительства		
Разработка рабочей гипотезы об инженерно-геологических условиях, определение их сложности, обоснование направленности изысканий, необходимого состава работ, оптимальных объемов и рациональных методов их производства	Анализ и обобщение материалов изысканий прошлых лет и опыта строительства в определенном районе	Сравнение и оценка вариантов возможного размещения площадки в определенном районе. Составление схем генерального плана строительства
Инженерно-геологическая рекогносцировка		
Оценка качества и уточнения собранных материалов, проводимых на начальных этапах изысканий; сравнительная оценка инженерно-геологических условий по намеченным вариантам; получение данных, необходимых для предварительной оценки возможного естественного развития физико-геологических процессов и изменений геологической среды под воздействием строительства и эксплуатации предприятий, зданий и сооружений	Маршрутные наблюдения, при необходимости – проходка отдельных горных выработок, зондирование, геофизические работы, опробование грунтов и подземных вод с выборочным определением классификационных показателей свойств грунтов, типизацией их по литологическим видам и оценкой прочностных и деформационных свойств с использованием таблиц, уравнений корреляционных зависимостей и аналогов. Выявление ориентировочных контуров площади распространения и развития неблагоприятных физико-геологических процессов и явлений, наличие деформированных зданий и сооружений	Обоснование возможности строительства в определенных природных условиях; технико-экономическое сравнение вариантов и принятие основных проектных решений. Определение стоимости строительства
Инженерно-геологическая съемка		
Комплексное изучение инженерно-геологических условий для общей оценки предназначенной для строительства территории. Границы проведения инженерно-геологической съемки в различных масштабах устанавливаются из необходимости выявления и изучения компонентов природной среды, определяющих условия строительства объекта и намечаемых объемно-планировочных решений зданий и сооружений	Дешифрование аэрофотоматериалов и аэровизуальные наблюдения; проходка горных выработок (скважин, шурфов и др.); полевые исследования свойств грунтов, включая статическое и динамическое зондирование; лабораторные исследования состава и свойств грунтов и химического состава подземных вод; опытно-фильтрационные работы; стационарные наблюдения; специальные виды инженерно-геологических исследований в районах распространения специфических по составу и состоянию грунтов и развитию неблагоприятных физико-геологических процессов и явлений, включая при необходимости обследования оснований деформированных зданий и сооружений; камеральная обработка	Компоновка зданий и сооружений проектируемого строительства; выбор типов и предварительные расчеты оснований и фундаментов. Предварительный прогноз оценки степени и характера изменения в состоянии и свойствах грунтовых оснований для проектируемых зданий и сооружений в период их возведения и эксплуатации
Инженерно-геологическая разведка		
Получение на завершающих этапах инженерно-геологических изысканий исходных количественных данных, необходимых для расчета оснований и фундаментов и для количественного прогноза изменения геологической среды, когда точно установлено местоположение здания или сооружения и определены его основные конструктивные особенности, а также режим эксплуатации	Проходка горных выработок; полевые исследования свойств грунтов; геофизические исследования; лабораторные исследования состава и свойств грунтов и химического состава подземных вод; опытно-фильтрационные работы; стационарные наблюдения; специальные виды инженерно-геологических исследований, предусмотренные программой изысканий; камеральная обработка	Решение конкретных вопросов, возникающих в процессе проектирования крупных и сложных предприятий или при проектировании отдельных объектов, возводимых в особо сложных природных условиях

Виды работ при инженерно-геологических исследованиях

1. Инженерно-геологическая съемка
2. Сбор и систематизация фондовых материалов и литературных источников
3. Составление программы инженерно-геологических изысканий
4. Рекогносцировочное обследование
5. Горнопроходческие работы
6. Буровые работы
7. Геофизические работы
8. Зондировочные работы
9. Полевые опытные работы
10. Отбор проб грунтов и воды
11. Лабораторные исследования грунтов и воды
12. Поиск и разведка минеральных строительных материалов
13. Камеральные работы

Задание №20. Описать один из видов работ (например, геофизические работы) при инженерно-геологических исследованиях.

Пример описания: инженерно-геологическая съемка – это комплексное изучение инженерно-геологических условий территории строительства, включая рельеф, геологическое строение, геоморфологические и гидрогеологические условия, состав, состояние и свойства грунтов, геологические процессы, составление прогноза возможных изменений инженерно-геологических условий в процессе строительства и эксплуатации проектируемых объектов.

В зависимости от задачи исследования стадии проектирования используют съемки мелко-, средне- и крупномасштабные. К мелкомасштабным относят съемки масштаба 1:500000 и мельче, к крупномасштабным – крупнее 1:10000. Среднемасштабные съемки выполняются для обоснования предпроектной документации (ТЭО, ТЭР). Мелкомасштабные инженерно-геологические съемки используют в основном при планировании народного хозяйства, в том числе строительства в целом или по отдельным отраслям, а также в простых геологических условиях и при проектировании малоответственных сооружений для обоснования проекта. Крупномасштабные карты составляют для обоснования рабочих чертежей, а также проекта при сложных геологических условиях.

Инженерно-геологическая съемка начинается со сбора и систематизации материалов. Затем проводятся маршрутные наблюдения, в процессе которых ведется описание рельефа, гидрографии, горных пород, в естественных обнажениях фиксируются выходы подземных вод и современные физико-геологические процессы и явления. При отсутствии естественных обнажений используются горно-буровые работы, то есть приходится шурфы, закоушки, каналы, бурятся скважины. Из пройденных выработок отбираются образцы грунта и воды для лабораторных исследований.

Нередко используются геофизические методы. Для получения более надежной характеристики механических свойств грунтов проводятся полевые опытные испытания их в массиве.

Основными результатами, получаемыми в процессе съемки, являются инженерно-геологические карты того же масштаба, что и съемка, а также инженерно-геологические колонки и разрезы.

Способы бурения и форма заполнения бурового журнала

1. Механическое колонковое;
2. Механическое ударно-канатное;
3. Механическое ударно-вращательное;
4. Механическое вибрационное;
5. Механическое шнековое;
6. Ручное ударно-вращательное.

Задание №21. Дать описание одного из способов бурения (например, ручное ударно-вращательное) с соответствующим оформлением бурового журнала.

Пример описания: колонковое бурение ведут кольцевым забоем путем вращения буровым станком через штанги колонковой трубы с коронкой. Это позволяет выбурить из горных пород керн – цилиндрический столбик породы. Наилучшая сохранность керна получается при бурении скальных и полускальных пород, а также плотных глин. Для увеличения процента выхода керна может использоваться двойная колонковая труба, внутренняя часть которой не вращается.

Колонковое бурение по сравнению с другими способами самое дорогое, но оно позволяет наиболее надежно изучать состав, структуру и текстуру крепких и плотных пород. Обычно бурение ведут с промывкой забоя водой или глинистым раствором, что обеспечивает вынос из скважины раздробленной породы и охлаждение буровой коронки. Глинистый раствор за счет поддержания и глинизации стенок скважин позволяет проходить их и в неустойчивых породах: слабоуплотненных связных, песчаных и обломочных. В этом случае керн превращается в шлам, и информация о геологических условиях частично теряется.

Для правильной оценки естественного состояния пород при отборе проб на лабораторные испытания в кавернозных, трещиноватых, легкоразмываемых и мерзлых породах колонковое бурение ведут обычно на низких скоростях всухую или с продувкой забоя сжатым воздухом.

Буровой журнал скважины. Абсолютная отметка устья 205,83 м. Глубина 18,2 м. Дата проходки 18.05.2007 г.

Но- мер слоя	Описание породы	Глубина за- легания, м		Геологи- ческий индекс	Уровень грунтовых вод, м (дата замера)		Глубина отбора образ- цов для проведения ла- бораторных работ, м
		кров- ля	по- дошва		появив- шийся	установив- шийся	
1	Супесь бурая и желто-серая, пылеватая, слюдистая, с растительными остатками, с прослоями и линзами песка, твердая, с глубины 2,8 м пластичная, с глубины 3,0 м текучая	0,0	4,2	αQ_4	3.1 (18.05)	3.0 (18.05)	Нарушенной структуры: 1 м; 2 м; 5 м; 7 м; 9 м. Монолит: 2 м; 3 м. Испытание прессиометром на глубине 2,5 м, крыльчаткой – на глубине 3,5 м.
2	Песок мелкий, желтый, кварцевый, слюдистый, однородный, зерна хорошей окатанности, обводненный	4,2	9,8	αQ_4			
3	Гравий

Основные расчетно-нормативные характеристики грунтов

Таблица К3 Сводный перечень основных расчетно-нормативных характеристик грунтов

Наименование группы показателей	Показатель	Услов. обозначение	Расчетная формула и размерность
1	2	3	4
I Вещественный состав	1 Минеральный состав	—	—
	2 Химический состав	—	—
	3 Органическая часть	—	—
	4 Включения, примеси	—	—
	5 Новообразования	—	—
	6 Состав и тип цемента	—	—
II Показатели структуры и текстуры	1 Гранулометрический состав	—	—
	2 Пористость	n	$n = \frac{e}{1+e}$, д. ед.
	3 Коэффициент пористости	e	$e = \frac{\rho_s}{\rho_d} - 1$, д. ед.
	4 Степень плотности	J_d	$J_d = \frac{e_{max} - e}{e_{max} - e_{min}}$ e_{max} и e_{min} соответственно коэффициент пористости в плотном и рыхлом состояниях
	5 Тип структурных связей	—	—
III Физическое состояние	1 Естественная влажность	W	$W = \frac{m_w}{m_{c.p.}} \cdot 100\%$
	2 Пределы пластичности	W_L, W_p	
	3 Число пластичности	J_p	$J_p = W_L - W_p$
	4 Показатель консистенции	J_L	$J_L = \frac{W - W_p}{W_L - W_p}$
	5 Степень влажности	S_r	$S_r = \frac{W \cdot \gamma_s}{e \cdot \gamma_w}$
	6 Выветрелость	C_v	—
IV Показатели физических свойств	1 Плотность	ρ	$\rho = \frac{m}{V}$, г/см ³
	2 Плотность частиц	ρ_s	$\rho_s = \frac{m_{m.z.}}{V_{m.z.}}$, г/см ³ m и $m_{m.z.}$ - соответственно масса грунта и масса твердых частиц грунта, V и $V_{m.z.}$ - соответствующие объемы
	3 Плотность сухого грунта	ρ_d	$\rho_d = \frac{\rho}{1+W}$, г/см ³
	4 Плотность в водонасыщенном состоянии	ρ_{sw}	$\rho_{sw} = \frac{\rho_s - \rho_w}{1+e}$, г/см ³
	5 Удельный вес	γ	$\gamma = \rho \cdot g$, кН/м ³
	3 Удельный вес частиц	γ_s	$\gamma_s = \rho_s \cdot g$, кН/м ³ g - свобод. ускорение
	7 Коэффициент фильтрации	K_ϕ	$K_\phi = \frac{V}{J}$, м/сут J - установившийся градиент напора; V - установившаяся скорость фильтрационного потока

Продолжение таблицы К3

1	2	3	4
IV Показатели физических свойств	8 Растворимость	k_r	—
	9 Размокаемость	k_{sof}	—
	10 Набухание	ε_{sw}	—
	11 Липкость	k_{ls}	—
	12 Водоотдача	μ	—
V Сжимаемость	1 Компрессия	—	—
	2 Модуль сжимаемости (осадки)	ε_z	$\varepsilon_z = \frac{\Delta h}{h_0}$, мм/м Δh и h_0 - соответственно уменьшение и начальная высота грунтового массива
	3 Модуль общей деформации	E	$E = \frac{1+e_0}{m_v} \cdot \beta$, МПа m_v - коэффициент относительной сжимаемости
	4 Модуль упругости	E_0	$E_0 = \frac{e_p}{\sigma}$, МПа
	5 Коэффициент Пуассона	ν	—
VI Механическая прочность	А Связные породы:		
	1 Сопротивление сдвигу	τ	$\tau = \sigma \cdot tg\phi + c$, кПа
	2 Удельное сцепление	c	кПа
	3 Угол внутреннего трения	ϕ	град
	4 Коэффициент бокового давления	ξ	$\xi = \frac{\nu}{1-\nu}$
	Б Рыхлые породы		
	1 Общее сопротивление сдвигу	τ	$\tau = \sigma \cdot tg\phi$, кПа
	2 Угол естественного откоса	ϕ	град
	3 Коэффициент бокового давления	ξ	$\xi = \frac{\nu}{1-\nu}$
	В Для скальных и полускальных пород		
	1 Временное сопротивление сжатию	R_c	кПа
2 Коэффициент бокового давления	ξ	$\xi = \frac{\nu}{1-\nu}$ ν - коэф. Пуассона	

Задание №22. Составить (например, для связных грунтов) сводный перечень основных расчетно-нормативных характеристик.

Состав лабораторных исследований грунтов

Таблица К4 Состав основных лабораторных исследований грунтов

Показатель	Состав исследуемых грунтов				
	крупнообломочных	песчаных	глинистых	лессовых	скальных
Гранулометрический состав	+	+	с	+	-
Влажность	+	+	+	+	+
Плотность	+	+	+	+	+
Плотность в предельно плотном и рыхлом состоянии	-	с	-	-	-
Плотность частиц грунта	-	+	+	+	с
Границы текучести и раскатывания	-	-	+	+	-
Максимальная молекулярная влагоемкость	-	с	с	с	-
Набухание (влажность набухания, относительное набухание, давление набухания)	-	-	с	с	-
Усадка (относит. усадка при заданной нагрузке)	-	-	с	с	-
Размокание (скорость размокания)	-	-	с	с	с
Растворимость	-	-	-	-	с
Просадочность (относительная просадочность, начальное просадочное давление)	-	-	с	+	-
Удельное сопротивление	-	-	+	+	-
Стандартное уплотнение	-	с	с	с	-
Угол естественного откоса	-	с	-	-	-
Коэффициент фильтрации	-	с	с	с	-
Относительная суффозионная осадка	-	с	с	с	-
Сопротивление грунтов сжимающим усилиям	с	с	+	+	-
Сопротивление грунтов срезу	с	+	+	+	-
Временное сопротивление одноосному сжатию (в водонасыщенном и воздушносухом состоянии)	с	-	с	с	+
Коэффициент выветрелости	с	-	-	-	-
Коррозионная активность грунтов	-	+	+	+	-
Суммарное содержание легко- и среднерастворимых солей (водные и соляно-кислые вытяжки)	с	с	с	с	с
Содержание растительных осадков	-	с	с	с	-
Степень разложения заторфованных грунтов	-	с	с	-	-
Петрографический состав	с	-	-	-	с
Минеральный состав	-	с	с	с	-
Валовой химический состав	-	с	с	с	с
Емкость поглощения и состав обменных катионов в поглощающем комплексе	-	-	с	с	-

Условные обозначения: «+» - проводится полный комплекс исследований; «с» - анализ выполняется по специальному заданию; «-» - анализ не выполняется

Задание №23. Определить (например, для крупнообломочных грунтов) состав основных лабораторных исследований.

Методы полевых испытаний и определение характеристик грунтов по данным зондирования

1. Статическое зондирование;
2. Динамическое зондирование;
3. Пробная забивка свай;
4. Испытания грунтов крыльчаткой;
5. Прессиометрические испытания;
6. Испытания грунтов штампом;
7. Сдвиг и разрушение целиков;
8. Опытное замачивание;
9. Опытная откачка из скважины;
10. Опытный налив воды в шурф.

Определение физико-механических характеристик грунтов по результатам статического и динамического зондирования

1. При определении физико-механических характеристик грунтов в качестве показателей зондирования следует принимать:

– при статическом зондировании – удельное сопротивление грунта под конусом зонда q_3 и удельное сопротивление грунта по муфте трения зонда f_3 . В случае применения зонда I типа сопротивление грунта по боковой поверхности Q_3 пересчитывается для каждого инженерно-геологического элемента на удельное сопротивление грунта трению f_3 , где f_3 – среднее значение сопротивления грунта по боковой поверхности зонда, кПа ($\text{тс}/\text{м}^2$), определяемое как частное от деления измеренного общего сопротивления по боковой поверхности зонда на площадь его боковой поверхности в пределах от подошвы до кровли инженерно-геологического элемента в точке зондирования;

– при динамическом зондировании – условное динамическое сопротивление грунта погружению зонда p .

2. При определении физико-механических характеристик грунтов не могут быть использованы показатели зондирования, полученные на глубинах менее 1 м, а также с использованием малогабаритных зондов.

3. Определяемые по настоящему приложению характеристики относятся к кварцевым и кварцевополевошпатовым песчаным грунтам четвертичного возраста с величиной удельного сцепления менее 0,01 МПа и к четвертичным глинистым грунтам с содержанием органических веществ менее 10 %.

4. Определение физико-механических характеристик грунтов по данным статического зондирования следует выполнять по таблицам К5-К9.

5. Определение физико-механических характеристик грунтов по данным динамического зондирования следует выполнять по таблицам К10 и К11.

6. Определение вероятности разжижения песков при динамических нагрузках следует выполнять по таблице К12.

Приведенные в таблицах К10 и К11 зависимости не распространяются на пылеватые водонасыщенные пески.

Таблица К5

Пески	Плотность сложения при q_j , МПа		
	Плотные	Средней плотности	Рыхлые
Крупные и средней крупности независимо от влажности	Более 15	от 5 до 15	Менее 5
Мелкие независимо от влажности	Более 12	от 4 до 12	Менее 4
Пылеватые:	Более 10	от 3 до 10	Менее 3
водонасыщенные	Более 7	от 2 до 7	Менее 2

Таблица К6

Пески	Нормативный модуль деформации песчаных грунтов E при q_3 , МПа									
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Все генетические типы, кроме аллювиальных и флювиогляциальных	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
Аллювиальные и флювиогляциальные	17	20	22	25	28	30	33	36	38	41

Таблица К7

q , МПа	Нормативный угол внутреннего трения песчаных грунтов φ (град.) при глубине зондирования, м	
	2	5 и более
1,5	28	26
3	30	28
5	32	30
8	34	32
12	36	34
18	38	36
26	40	38

Примечание. Значение угла внутреннего трения φ в интервале глубин от 2 до 5 м определяется интерполяцией

Таблица К8

МПа	Показатель текучести I_L глинистых грунтов при f_3 , МПа										
	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	6,15	0,20	0,30	0,40	$\geq 0,50$
1	0,50	0,39	0,33	0,29	0,26	0,23	0,20	0,16	–	–	–
2	0,37	0,27	0,20	0,16	0,12	0,10	0,06	0,02	0,05	–	–
3	0,22	0,16	0,12	0,09	0,07	0,05	0,03	0,01	-0,03	-0,06	–
5	0,09	0,04	0,01	0,00	-0,02	-0,03	-0,05	-0,07	-0,09	-0,11	-0,13
8	0,01	-0,02	-0,04	-0,06	-0,07	-0,08	-0,09	-0,11	-0,13	-0,14	-0,15
10	–	-0,05	-0,07	-0,08	-0,09	-0,10	-0,11	-0,13	-0,14	-0,16	-0,17
12	–	–	-0,09	-0,11	-0,11	-0,12	-0,13	-0,14	-0,16	-0,17	-0,18
15	–	–	–	-0,13	-0,14	-0,15	-0,16	-0,17	-0,18	-0,19	-0,20
20	–	–	–	–	-0,17	-0,18	-0,18	-0,19	-0,20	-0,20	-0,21

Таблица К9

qj, МПа	Нормативные значения модуля деформации E, угла внутреннего трения φ и удельного сцепления C суглинков и глин (кроме грунтов ледникового комплекса)				
	E, МПа	Суглинки		Глины	
		φ, град.	C, кПа	φ, град.	C, кПа
0,5	3,5	16	14	14	25
1	7	19	17	17	30
2	14	21	23	18	35
3	21	23	29	20	40
4	28	25	35	22	45
5	35	26	41	24	50
6	42	27	47	25	55

Таблица К10

Пески	Плотность сложения при p, МПа		
	Плотные	Средней плотности	Рыхлые
Крупные и средней крупности независимо от влажности	Свыше 9,8	2,7–9,8	Менее 2,7
Мелкие:			
маловлажные и влажные	Свыше 8,6	2,3–8,6	Менее 2,3
водонасыщенные	Свыше 6,6	1,6–6,6	Менее 1,6
Пылеватые маловлажные и влажные	Свыше 6,6	1,6–6,6	Менее 1,6

Таблица К11

Пески	Характеристики свойств грунтов	Нормативные E, МПа и φ, градусов при p, МПа									
		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Все генетические типы, кроме аллювиальных и флювиогляциальных:											
Крупные и средней крупности независимо от влажности	E, МПа	21	31	39	45	51	55	59	62	64	66
	φ, градусов	31	34	36	38	39	40	41	42	43	43
Мелкие независимо от влажности	E, МПа	15	23	30	34	39	42	45	48	51	53
	φ, градусов	29	32	33	35	36	37	38	39	40	40
Пылеватые (неводонасыщенные)	E, МПа	10	18	23	27	30	33	36	38	40	42
	φ, градусов	27	29	31	32	33	34	35	36	37	37
Аллювиальные и флювиогляциальные	E, МПа	15	24	32	41	49	57	65	73	81	89

Таблица К12

p, МПа		Вероятность разжижения песков при динамических нагрузках
среднее	минимальное	
Менее 1,5	Менее 0,5	Большая вероятность разжижения (пески рыхлого сложения, сцепление практически отсутствует)
От 1,5 до 2,7	От 0,5 до 1,1	Разжижение возможно (пески рыхлые или средней плотности со слабо развитым сцеплением)
От 2,7 до 3,8	От 1,1 до 1,6	Вероятность разжижения невелика (пески средней плотности с развитым сцеплением)
Более 3,8	Более 1,6	Разжижение песков практически невозможно (пески плотные и средней плотности с хорошо развитым сцеплением)

Примечание. Оценка разжижаемости песков производится по средним значениям p. Учет минимальных значений повышает достоверность прогноза

Скв. 115

Диаметр 168 мм
 Абс. отметка устья - 196,99 м
 Способ бурения - ударно-камовый,
 Начато и окончено - 28.06.82 г.

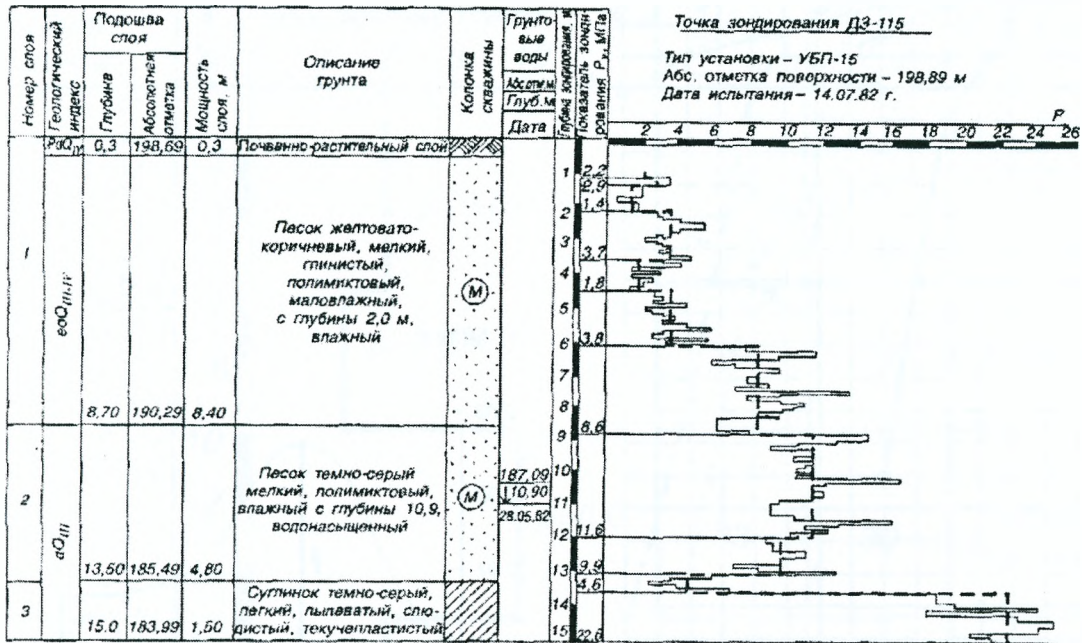


Рис. К1 График динамического зондирования

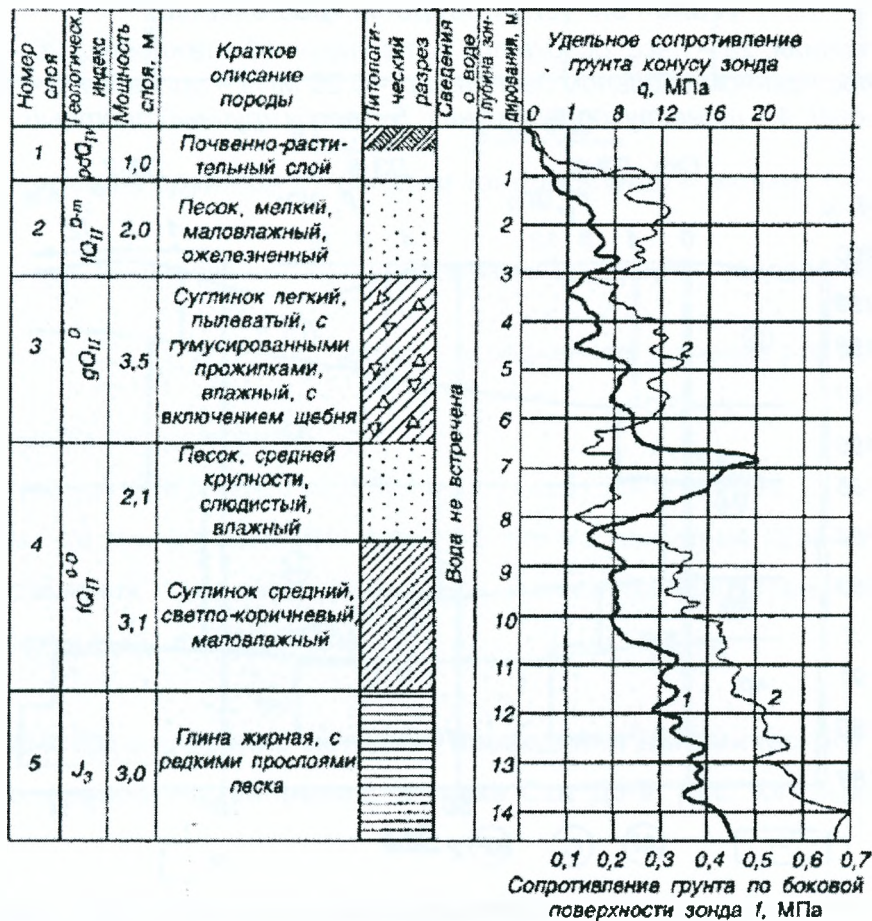


Рис. К2 График статического зондирования:

1 - q - удельное сопротивление грунта под конусом зонда; 2 - f - сопротивление грунта на муфте трения зонда

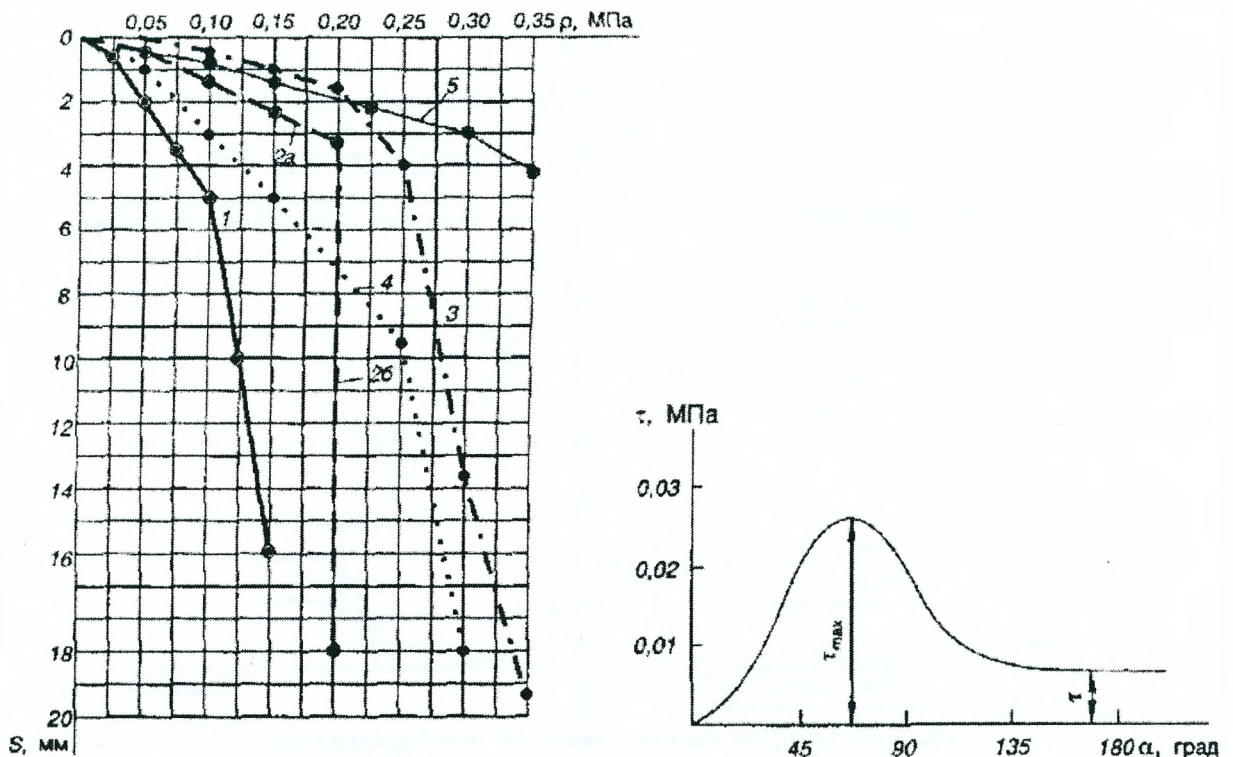


Рис. К3 Графики зависимости осадки штампа от удельного давления и сдвигающего усилия от угла поворота крыльчатки:

1 – супесь пластичная; 2а – лёсс, осадка при естественной влажности; 2б – осадка от замачивания при постоянном удельном давлении $p = 0,20$ МПа – просадка; 3 – суглинок твердый; 4 – шина тугопластичная; 5 – песок крупный плотный

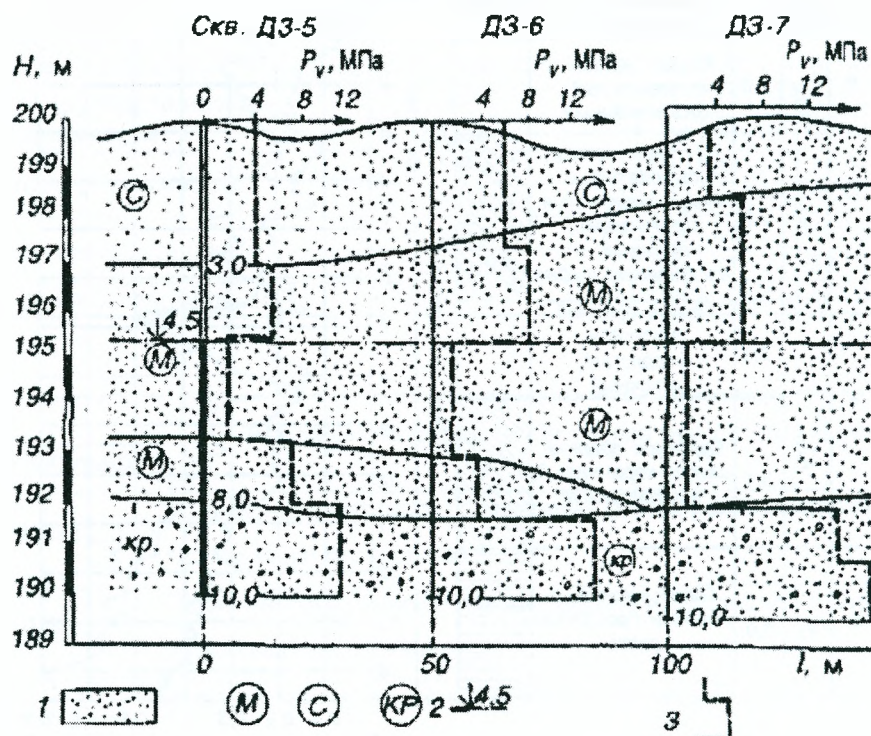


Рис. К4 Литологический разрез по данным динамического зондирования и оценка свойств грунтов по данным зондирования в точке:

1 – песок; М – мелкий; С – средней крупности; КР – крупный; 2 – УГВ; 3 – график измерения p_v с глубиной. **Примечание.** В скв. УГВ установлен на глубине 4,5 м. Наименование пород относится только к скв. 1.

Литологическая колонка	Глубина, м	Условное динамическое сопротивление грунтов p , МПа					Угол внутр. трения φ , град	Модуль деформаций E_{loc} , МПа	Плотность сложения
		2	4	6	8	10			
1	2	4,0	4,0	4,0	4,0	30	20	Средней плотности	
	4								
2	6	2,9	2,9	2,9	2,9	29	17	Рыхлые	
	8								
1	10	8,0	8,0	8,0	8,0	33	30	Средней плотности	
	12								
1	14	4,0	4,0	4,0	4,0	30	20	То же	
	16								
1	18	4,0	4,0	4,0	4,0	30	20	То же	
	20								

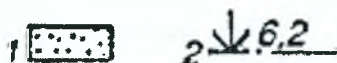


Рис. К5 Оценка свойств грунтов по данным зондирования в точке: 1 – песок; 2 – УГВ

По результатам зондирования, представленным на рисунке, определяют средневзвешенное значение

$$p_v = \frac{\sum_{i=1}^n p_v \cdot h_i}{\sum_{i=1}^n h_i}, \text{ где } p_v - \text{осредненное значение } i\text{-го интервала зондирования, } h_i - \text{мощность } i\text{-го интервала.}$$

В нашем случае $p = (4,0 \cdot 6 + 2,9 \cdot 4 + 8,0 \cdot 5 + 4,0 \cdot 5) / (6 + 4 + 5 + 5) = 4,78$ МПа.

Определяем, что при $p = 4,78$ МПа пески мелкие маловлажные характеризуются средней плотностью сложения, а нормативное значение угла внутреннего трения и модуля общей деформации равны: $\varphi = 31^\circ$ и $E = 22,5$ МПа.

Определяем, что при $p = 4,78$ МПа пески мелкие маловлажные характеризуются средней плотностью сложения, а нормативное значение угла внутреннего трения и модуля общей деформации равны: $\varphi = 31^\circ$ и $E = 22,5$ МПа.

Задание №24. Дать описание методики проведения динамического зондирования и по данным зондирования (например, в точке Скв ДЗ-5, рис. К4) оценить свойства грунтов.

Геофизические методы изучения горных пород

Таблица К13 Геофизические методы изучения горных пород

Метод	Вид	Расположение приемника и источника возбуждения физического поля по отношению к поверхности земли		Схема наблюдений ▼ – источник ● – приемник	Основной параметр, получаемый при интерпретации, и его распространение	Основные решаемые задачи
		приемник	источник			
1	2	3	4	5	6	7
I. Сейсморазведка	1. Сейсмондирование (СЗ)	На поверхности	На поверхности		$V_{p,s}$, по глубине	Установление глубины залегания коренных пород, мощности талых пород в мерзлоте, УГВ зон выветривания
	2. Вертикальное сейсмическое профилирование (ВСП)	На глубине	То же		То же	То же, в том числе расчленение верхней части разреза с выделением слабых прослоек
	3. Сейсмическое просвечивание	На глубине	На глубине		То же	Оценка зон выветривания, тектонических нарушений, детальное изучение упругих и физико-механических свойств
	3. Сейсмическое просвечивание	На глубине	На глубине		$V_{p,s}$, в вертикальной плоскости	Детальное изучение разреза, выявление анизотропии скоростей
II Электро-разведка	1. Вертикальное электрическое зондирование (ВЭЗ)	На поверхности	На поверхности		ρ_k по глубине	Детальное литологическое расчленение верхней части разреза. определение рельефа коренных пород, выявление карстовых зон и выветрелых пород, УГВ

1	2	3	4	5	6	7
II Электро-разведка	2. Элек-ропрофи-лирование	То же	То же		ρ_k вдоль по профилю на постоянной глубине	Выявление и трассирование тектонических нарушений, карманов выветривания, карстовых полостей и мощности интрузивных тел
	3. Электрокаротаж (ЭК)	На глубине	На глубине		ρ_k по глубине	Определение положения водопроницаемых и водоупорных пластов, УГВ, направления и скорости движения подземных вод
III. Радио-изотопные методы	1. Эмани-ционная съемка	То же (~0,5... 0,7 м.)	То же		I , интен-сивность распада эманации вдоль по профилю	Выделение зон живущих гравитационных смещений (оползни, разломы, деформации и др.)
	2. Радиометриче-ский каротаж (РДК)	На глубине	То же		w_v – объ-емная влажность; ρ_w – плотность грунта по глубине	Определение плотности, влажности и степени водонасыщения грунтов

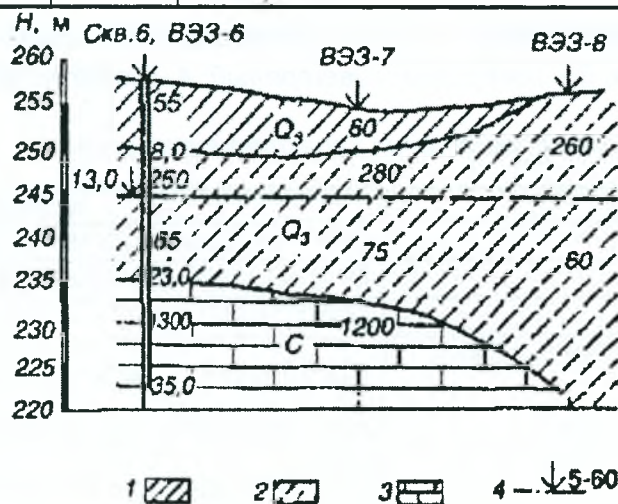


Рис. К6 Геологический разрез по данным вертикального электроразведки:
 1 – суглинок; 2 – супесь; 3 – известняк; 4 – УГВ; 5 – удельное электрическое сопротивление ρ , Ом м

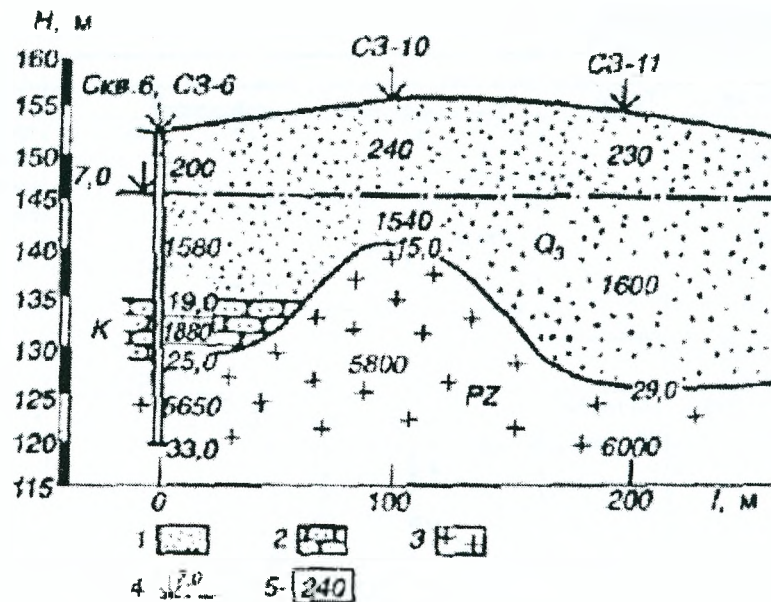


Рис. К7 Геологический разрез по данным сейсмического зондирования:
 1 – песок; 2 – песчаник; 3 – гранит; 4 – УГВ; 5 – скорость продольных волн V_p , м/с

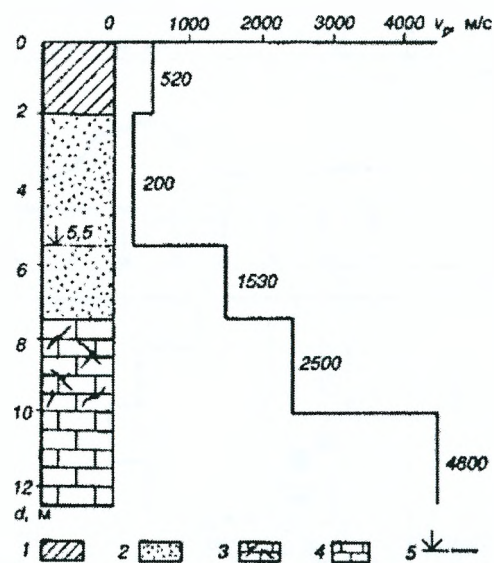


Рис. К8 График изменения скорости продольных волн V_p с глубиной:
 1 – суглинок; 2 – песок; 3 – известняк выветрелый; 4 – известняк плотный; 5 – УГВ

Таблица К14 Формулы для определения характеристик грунтов

Параметры	Формула
Коэффициент Пуассона μ	$\mu = (v_p^2 - 2v_s^2) / (v_p^2 - v_s^2)$, где $v_{p,s}$ в м/с
Модуль упругости E , Па	$E = v_p^2 \rho (1 + \mu)(1 - 2\mu) / (1 - \mu)$, где v_p в м/с, ρ в кг/м ³
Модуль сдвига G , Па	$G = E / 2(1 + \mu)$; $G = \rho v_s^2$
Модуль деформации по штампам E_{tot} , Па (по И.Г. Минделю)	$E_{tot} = 0,045E + 7 \cdot 10^6$, для $v_p \leq 1800$ м/с
Сцепление c , Па (по И.Г. Минделю)	$c = 4,8 \cdot 10^{-5}G - 8 \cdot 10^{-3}$ для $v_p \leq 500$ м/с
Плотность скелета грунта ρ_d , г/см ³ (по Н.Н. Горяинову)	$\rho_d = 1,19 + 475 \cdot 10^{-6} v_s$, для $v_p \leq 400$ м/с
Влажность w	$w = \rho / \rho_d - 1$

Задание №25. Дать описание одного из геофизических методов (например, сейсморазведка) изучения горных пород.

БЛОК Л. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОТЧЕТЫ И ОЦЕНКА ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

СТРУКТУРА ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ОТЧЕТА

1. Введение
2. Изученность инженерно-геологических условий
3. Физико-географический очерк и техногенные условия
4. Геологическое строение (литология, стратиграфия, тектоника)
5. Гидрогеологические условия
6. Геологические и инженерно-геологические процессы
7. Специфические грунты
8. Инженерно-геологическое районирование
9. Методы работ
10. Выводы и рекомендации
11. Карта фактического материала
12. Карта опасности и риска от опасных геологических и инженерно-геологических процессов
13. Инженерно-геологические разрезы
14. Колонки и зарисовки горных выработок и буровых скважин
15. Специальные карты (гидроизогипс, гидроизоквез, кровли коренных пород, мощности четвертичных отложений и др.)
16. Карта инженерно-геологического районирования с таблицей характеристик районов
17. Описания буровых скважин (при отсутствии в отчете колонок скважин)
18. Таблицы лабораторных определений показателей свойств грунтов и химического состава подземных вод
19. Таблицы и графики результатов зондирования, геофизических исследований, режимных наблюдений за уровнем грунтовых вод, температурой грунтов, деформациями и другими процессами
20. Каталоги координат и высот горных выработок, буровых скважин, точек зондирования и других точек наблюдений

Таблица Л1 Классификация инженерно-геологических условий

Группа факторов	Категории сложности инженерно-геологических условий и их характеристика		
	I (простая)	II (средняя)	III (сложная)
Геоморфологические	Площадка (участок трассы) в пределах одного геоморфологического элемента. Поверхность горизонтальная, не расчлененная	Площадка (участок трассы) в пределах нескольких геоморфологических элементов одного генезиса. Поверхность наклонная, слабо расчлененная	Площадка (участок трассы) в пределах нескольких геоморфологических элементов разного генезиса. Поверхность сильно расчлененная
Геологические – в сфере взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой	Не более двух различных по литологии слоев, залегающих горизонтально или слабо наклонно (уклон не более 0,1). Мощность выдержана по простиранию. Незначительная степень неоднородности слоев по показателям свойств грунтов, закономерно изменяющихся в плане и по глубине. Скальные грунты залегают с поверхности или перекрыты маломощным слоем нескальных грунтов	Не более четырех различных по литологии слоев, залегающих наклонно или с выклиниванием. Мощность изменяется по простиранию закономерно. Закономерное изменение характеристик грунтов в плане или по глубине. Скальные грунты имеют неровную кровлю и перекрыты нескальными грунтами	Более четырех различных по литологии слоев. Мощность резко изменяется по простиранию. Линзовидное залегание слоев. Значительная степень неоднородности слоев по показателям свойств грунтов, закономерно и (или) закономерно изменяющихся в плане или по глубине. Скальные грунты имеют сильно расчлененную кровлю и перекрыты нескальными грунтами
Гидрогеологические – в сфере взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой	Подземные воды отсутствуют или имеется выдержанный горизонт грунтовых вод с однородным химическим составом	Два и более выдержанных горизонтов подземных вод, местами с неоднородным химическим составом или обладающих напором	Горизонты подземных вод не выдержаны по простиранию и по мощности с неоднородным химическим составом. Местами сложное чередование водоносных и водоупорных пород. Напоры подземных вод изменяются по простиранию
Физико-геологические процессы и явления, отрицательно влияющие на условия строительства и эксплуатации зданий и сооружений	Отсутствуют	Имеют ограниченное распространение	Имеют широкое распространение

Примечание. Категории сложности инженерно-геологических условий следует устанавливать, как правило, по совокупности факторов. Если какой-либо отдельный фактор относится к более высокой категории сложности и является определяющим при принятии основных строительных решений зданий и сооружений, то категорию сложности инженерно-геологических условий следует устанавливать по данному фактору. В этом случае должны быть увеличены объемы или дополнительно предусмотрены только те виды работ, которые необходимы для обеспечения выяснения влияния на проектируемые здания и сооружения именно данного фактора.

Таблица 112 Характеристика природных условий территории по степени пригодности для строительства

Природные факторы	Территория		
	пригодная	ограниченно пригодная	непригодная
Рельеф	С уклоном от 0,5 до 8%	С уклоном менее 0.5% и от 8 до 12%, а в горных местностях до 20%	С уклоном свыше 12%, а в горных местностях более 20%
Грунты	Допускающие возведение зданий и сооружений без устройства искусственных оснований и усиления фундаментов	Требующие устройства искусственных оснований для зданий и сооружений и усиления фундаментов	Требующие устройства сложных фундаментов при расчетном сопротивлении менее 100 кПа, а также плывуны и макропористые просадочные грунты III категории
Грунтовые воды	Допускающие строительство без проведения работ по понижению уровня грунтовых вод или без устройства сложной гидроизоляции	Требующие понижения уровня грунтовых вод, устройства сложной гидроизоляции или проведения противокоррозионных мероприятий	
Заболоченность	Не имеющие заболоченности или допускающие возможность осушения территории простейшими методами	Требующие специальных работ по осушению	Значительная заболоченность. Торфяник слоем более 2 м.
Затопляемость	Незатопляемые	Затопляемые не чаще одного раза в 25 лет с наивысшим горизонтом высоких вод над поверхностью земли не более 0.6 м	Затопляемые чаще одного раза в 25 лет
Оползни, карсты и овраги	Отсутствуют	Имеются не действующие активные оползни, карсты, овраги на небольшой площади, требующие несложных инженерных мероприятий	Значительно распространены действующие оползни, карсты и овраги, требующие сложных инженерных мероприятий
Обрушение береговой полосы, связанное с эрозийными и оползневыми процессами	Береговой откос ниже бровки весьма слабо подвержен эрозии и оползанию. Допустимое приближение застройки береговой полосы к бровке откоса 1Н-3Н. (Н- высота откоса с учетом возможного данного размыва)	Береговой откос подвержен эрозии и оползням. Допускаемое приближение застройки береговой полосы к бровке откоса 3Н-10Н	Береговой откос сильно подвержен эрозии и оползням. Допускаемое приближение застройки береговой полосы к бровке откоса 10Н-20Н

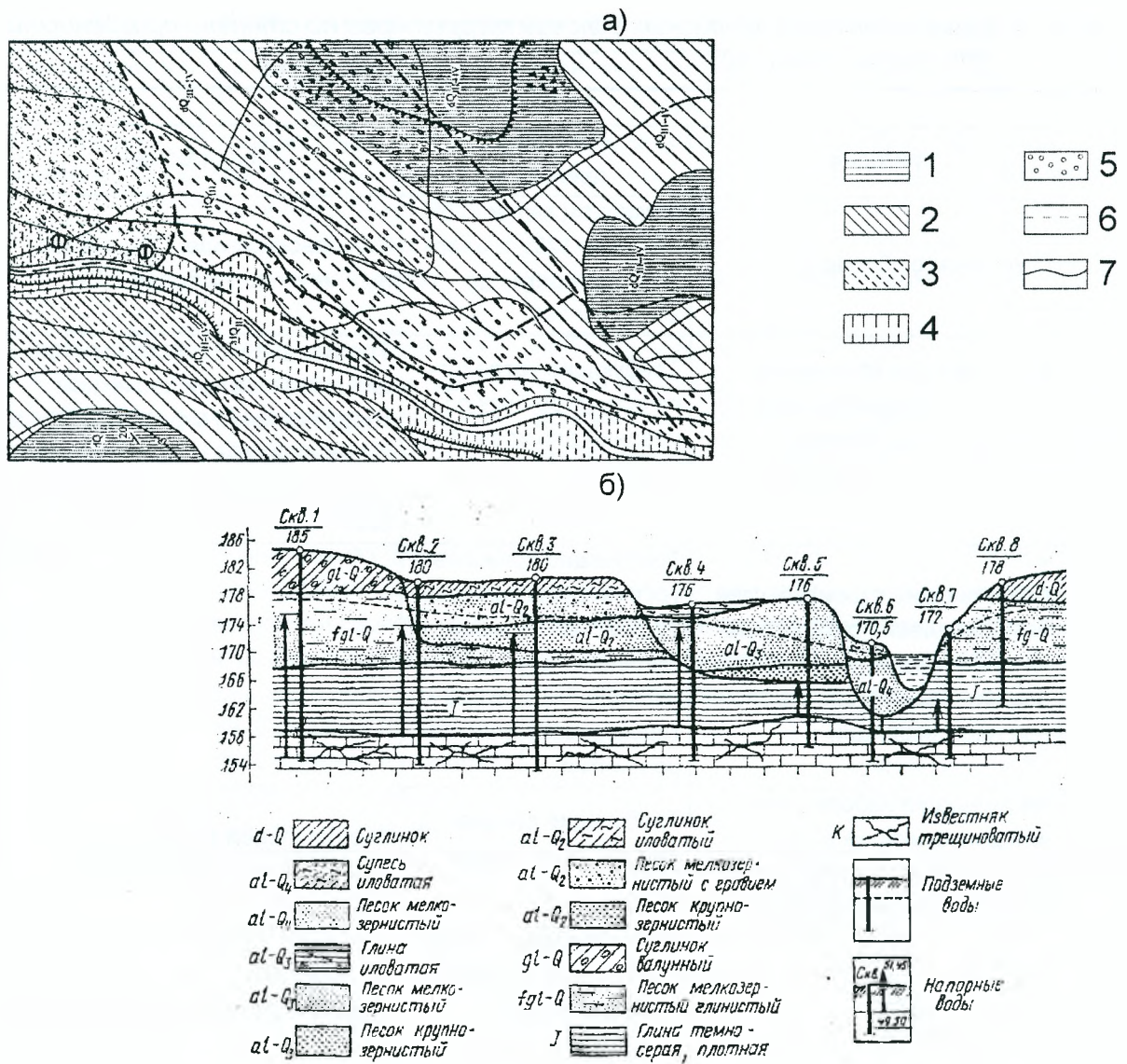


Рис. Л1 Карта инженерно-геологических условий (а) и инженерно-геологический разрез (б) территории

Таблица Л3 Показатели коррозионной активности грунтов

рН	Показатели грунтов			Коррозионная активность
	содержание ионов, %			
	Cl	SO ₄ ²⁻	Fe ³⁺	
6-7,5	<0,001	<0,005	<0,002	Низкая
4,5-6 и 7,5-8,5	0,001-0,005	0,005-0,01	0,002-0,01	Средняя
<4,5 и >8,5	>0,005	>0,01	>0,01	Высокая

Таблица Л4 Показатели коррозионной активности воды

рН	Показатели воды			Коррозионная активность
	содержание ионов, мг/л			
	Cl	SO ₄ ²⁻	Fe ³⁺	
6-7,5	<5	<30	<1	Низкая
4,5-6 и 7,5-8,5	5-50	30-150	1-10	Средняя
<4,5 и >8,5	>50	>150	>10	Высокая

Таблица Л5 Краткая форма описания инженерно-геологических условий строительства и эксплуатации зданий и сооружений по геологической карте

№ п/п	Содержание строки	Описание по районам и подрайонам					
		I-A	I-B	II	III-A
1	Номера районов (подрайонов)						
2	Рельеф территории						
3	Глубина залегания скальных грунтов, их наименование и состояние						
4	Генетические типы, возраст и наименование нескальных грунтов						
5	Форма залегания нескальных грунтов, форма кровли скальных грунтов						
6	Гидрогеологические условия: количество и наименование водоносных горизонтов, глубина до первого от поверхности уровня подземных вод						
7	Геологические процессы в естественных условиях						
8	Потенциальная подтопляемость территории от выбранного типа сооружений						
9	Геологические процессы, которые могут быть активизированы строительством или эксплуатацией выбранного типа сооружений						
10	Приращение сейсмической балльности						
11	Категория сложности инженерно-геологических условий						
12	Пригодность территории для заданного вида строительства по 4-х балльной системе (отлично ... неудовлетворительно)						

Задание №26. Дать описание инженерно-геологических условий строительства (по форме таблицы Л5) для конкретного участка местности (например, Брестский район).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

Тест 1

1. Какие существуют современные представления об образовании и строении Земли?
2. Состав и строение геосфер. Объясните их взаимодействие между собой.
3. Каково строение земной коры? Чем отличается океанический тип земной коры от континентального?
4. Как изменяется тепловой режим Земли по глубине, и какие показатели его характеризуют?
5. Какое практическое значение имеет изучение теплового режима в поверхностных частях земной коры?
6. Что такое абсолютный и относительный возраст горных пород, и какие методы существуют для его определения?
7. На какие эры, периоды и эпохи делится история земной коры? Какова их продолжительность?
8. Какое практическое значение имеет геологическая хронология для инженерной геологии?

Тест 2

9. Что называется минералами и горными породами?
10. Дайте схематическую классификацию минералов по их химическому составу.
11. По каким физическим свойствам и внешним признакам определяют минералы?
12. Как классифицируются горные породы по условиям образования?
13. Как подразделяют магматические горные породы по условиям образования и кислотности (по содержанию SiO_2)? Назовите представителей глубинных и излившихся пород и охарактеризуйте их минералогический состав, структурно-текстурные особенности, физико-механические свойства. Объясните зависимость состава и свойств пород от условий образования. Каковы формы залегания магматических пород?
14. Как образуются осадочные породы? Назовите представителей пород обломочного, химического и смешанного происхождения. Охарактеризуйте их минералогический состав, структурно-текстурные особенности, физико-механические свойства и объясните зависимость состава и свойств от происхождения пород. Каковы формы залегания осадочных пород?
15. Как образуются метаморфические горные породы? Назовите породы контактового и регионального метаморфизма и охарактеризуйте их минералогический состав, структурно-текстурные особенности и физико-механические свойства.

Тест 3

16. Объясните различия в строении земной коры в пределах платформ и геосинклиналей.
17. Каковы формы залегания осадочных пород? Охарактеризуйте различные виды несогласий.
18. Каковы формы залеганий магматических горных пород?
19. Каковы формы залеганий метаморфических горных пород?
20. Какие основные типы складок встречаются в земной коре и их влияние на условия строительства?
21. Перечислите формы разрывных дислокаций и охарактеризуйте их влияние на условия строительства в районах их развития.
22. Охарактеризуйте виды несогласного залегания горных пород.
23. Основные виды трещиноватости горных пород и их влияние на прочность оснований различных сооружений.
24. Какие движения земной коры приводят к возникновению разрывных и складчатых нарушений в ней?
25. Что такое магматизм? В каких структурных элементах земной коры он наблюдается?
26. Различия в характере тектонических движений и магматизме в различных структурах земной коры (платформах и геосинклиналях).
27. Перечислите и охарактеризуйте виды землетрясений. К каким геологическим структурам они обычно приурочены?
28. Каково воздействие продольных, поперечных и поверхностных волн на горные породы и сооружения?
29. Как определяют сейсмическое ускорение, коэффициент сейсмичности и балльность землетрясений?
30. Влияние рельефа местности, состава пород, условий залегания и обводненности их на силу землетрясения?
31. Какие мероприятия необходимы при строительстве в сейсмически активных районах?

Тест 4

32. Виды выветривания горных пород. Значение выветривания горных пород для практики строительства.
33. Охарактеризуйте мероприятия, необходимые для защиты горных пород от выветривания.
34. Как образуются делювиальные отложения? Как изменяются мощность, состав и физико-механические свойства делювиальных отложений вниз по склону?
35. Какие условия необходимы для возникновения селевых потоков? Виды селей и методы борьбы с ними. Виды пролювиальных отложений, их состав и физико-механические свойства.
36. В чем заключается геологическая деятельность рек? Как образуются речные долины? Виды аллювиальных отложений, их состав и физико-механические свойства.
37. В чем заключается геологическая работа волн, возникающих на поверхности воды? Виды морских отложений, их состав и физико-механические свойства.
38. Объясните геологическую деятельность ледников. Как образуются ледниковые и ледниково-речные отложения? Их состав и физико-механические свойства.

Тест 5

39. Какие виды воды находятся в грунте? Каково влияние различных видов воды на свойства грунтов?
40. Сущность конденсационной и инфильтрационной теорий образования подземных вод.
41. Какие типы подземных вод выделяют по условиям их образования?
42. Что такое верховодка? Ее режим и влияние на условия строительства.
43. Какие воды называются грунтовыми? Объясните их образование, распространение, условия питания и влияние на условия строительства.
44. Какие межпластовые воды называются артезианскими?
45. Что такое режим подземных вод и какие факторы влияют на него? Виды и цели стационарных наблюдений за режимом подземных вод.
46. Каковы принципы составления гидрогеологических карт (гидроизогипс, гидроизопьез, гидроизобат)? Какие задачи решают с их помощью?
47. Сформулируйте основной закон фильтрации и его математическое выражение.
48. Методы определения коэффициента фильтрации и факторы, влияющие на его величину.
49. Какие виды подземных потоков наиболее часто встречаются при гидрогеологических расчетах?
50. Как определяют расход плоского потока при горизонтальном и наклонном залеганиях водоупоров?
51. Какие скважины (колодцы) называются совершенными?
52. Как определяют расход плоского потока при горизонтальном водоупоре?
53. Что такое радиус влияния скважины?
54. Как определяется дебит совершенных скважин в безнапорных и напорных подземных водах?
55. Какие скважины называются взаимодействующими? Объясните возможность их использования для понижения уровня грунтовых вод.
56. Какие колодцы называются поглощающими и с какой целью их применяют?

Тест 6

57. Что такое оползень? Основные причины, необходимые для возникновения оползней; типы оползней и мероприятия по борьбе с ними.
58. Перечислите меры борьбы с обвалами и осыпями.
59. Какие причины необходимы для возникновения суффозии? Мероприятия по борьбе с суффозией.
60. Что является причиной просадочности лессовых пород? Какие существуют методы определения просадочности лессовых пород и какими показателями она количественно оценивается? Основные мероприятия по борьбе с просадочностью лессовых пород.
61. Что такое карст? Причины возникновения и условия развития карста в различных геологических условиях.
62. Назовите причины возникновения пывунного состояния грунтов. Чем отличаются истинные пывуны от ложных? Мероприятия по борьбе с пывунами.
63. Какие характерные геологические процессы и явления происходят в областях развития многолетнемерзлых пород? Особенности их влияния на инженерные сооружения.

Тест 7

64. Объясните различия между геологическими и инженерно-геологическими процессами.
65. Уплотнение пород в основании сооружений. Мероприятия по улучшению прочностных свойств слабых пород.
66. От каких факторов зависит скорость переработки берегов водохранилищ? Мероприятия по борьбе с этим инженерно-геологическим процессом.
67. Сдвигение горных пород при подземных выработках. Влияние геологического строения на развитие этого процесса. Основные методы борьбы со сдвижением горных пород.
68. Мерзлотные деформации пород в основании зданий и сооружений и мероприятия по борьбе с ними.

Тест 8

69. Какие виды работ входят в состав инженерно-геологических исследований? Какие данные необходимо получить в результате этих исследований?
70. Что такое инженерно-геологическая съемка? Какие задачи решаются при ее проведении?
71. Назовите основные точки наблюдений при инженерно-геологической съемке.
72. Какие разведочные работы проводятся при инженерно-геологической съемке?
73. Объясните методику составления инженерно-геологических карт и охарактеризуйте основные виды этих карт.
74. Как влияет сложность инженерно-геологических условий местности на состав и объем инженерно-геологических исследований?
75. Для чего проводят инженерно-геологическую экспертизу?
76. Какие геофизические методы применяются при инженерно-геологических исследованиях? Объясните возможности их использования и задачи, которые решаются с их помощью.
77. Какие виды бурения применяются при инженерно-геологических исследованиях? Как производят отбор образцов горных пород при различных видах бурения?
78. На каких стадиях исследования выполняются опытные полевые работы?
79. С какой целью применяются опытно-фильтрационные работы при инженерно-геологических исследованиях?
80. Охарактеризуйте основные полезные методы, применяемые для определения прочностных и деформационных свойств горных пород.
81. Какие горные выработки проходят при инженерно-геологических исследованиях? Охарактеризуйте возможности их использования и задачи, которые решаются с их помощью.
82. Охарактеризуйте цели и задачи лабораторно-экспериментального изучения состава и физико-механических свойств горных пород на различных стадиях проектирования.

Тест 9

83. Назовите основные экологические проблемы современного мира.
84. Назовите техногенные изменения состава атмосферы в целом, на стройплощадке и населенных пунктах.
85. Назовите основные техногенные процессы в гидросфере.
86. Как влияет строительство на режим поверхностных и подземных вод?
87. Охарактеризуйте методы прогноза и меры борьбы с затоплением и подтоплением территорий.
88. Охарактеризуйте основные техногенные процессы, наблюдающие в гидросфере.
89. Назовите способы охраны глубинных горизонтов земной коры от техногенных загрязнений.
90. Охарактеризуйте основные техногенные процессы, наблюдающиеся в литосфере.
91. Какая связь существует между подтоплением территории и объемными деформациями грунтов?
92. Охарактеризуйте основные биологические, атмосферные и гидролого-гидрогеологические факторы процессов деформаций грунтов?
93. Охарактеризуйте методы прогнозирования и защиты территорий от опасных техногенных процессов, развивающихся в природной среде.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ ВОПРОСОВ

1. Инженерная геология как наука.
2. Связь инженерной геологии со смежными науками.
3. Вклад советских и белорусских ученых в развитие инженерной геологии.
4. Значение курса инженерной геологии для инженера строительного производства.
5. Перспективы развития инженерной геологии как науки.
6. Происхождение и свойства минералов.
7. Классификация и описание минералов.
8. Определение минералов и их использование в строительстве.
9. Характеристика основных породообразующих минералов.
10. Основы инженерной геохронологии.
11. Общие сведения о горных породах.
12. Происхождение и характеристика метаморфических горных пород.
13. Структура, текстура и минералогический состав горных пород.
14. Характеристика основных пород метаморфического происхождения.
15. Инженерно-геологические особенности горных пород.
16. Условия образования и классификация пылевато-глинистых и песчаных пород.
17. Происхождение и характеристика осадочных горных пород.
18. Методика определения горных пород.
19. Характеристика основных пород органогенного происхождения.
20. Характеристика основных сцементированных и пирокластических пород.
21. Использование горных пород в строительном производстве.
22. Общие сведения о геологических процессах.
23. Общие сведения о склоновых процессах и явлениях и их влияние на строительство.
24. Классификация геологических процессов.
25. Особенности учета в строительной практике движения горных пород на склонах.
26. Инженерно-геологическая оценка стройплощадок с учетом деятельности эндогенных процессов.
27. Общие сведения о мерзлоте и ее учете при строительстве.
28. Инженерная характеристика экзогенных и инженерно-геологических процессов.
29. Характеристика геологической деятельности ветра и атмосферных осадков.
30. Сдвигание горных пород над горными выработками.
31. Общие сведения о геоморфологии.
32. Связь геоморфологии и инженерной геологии.
33. Элементы и формы рельефа.
34. Основные типы рельефа и их связь со строительством.
35. Общие сведения об инженерной гидрогеологии.
36. Происхождение подземных вод.
37. Физические свойства и химический состав подземных вод.
38. Факторы, влияющие на режим грунтовых вод, и их изменение под влиянием строительства.
39. Режим подземных вод и его связь со строительством.
40. Общие сведения о движении подземных вод.
41. Методы расчета притока подземных вод к водозаборным и подземным сооружениям.
42. Методы борьбы с грунтовыми водами.
43. Механическое воздействие подземных вод на грунты.
44. Общие сведения о водных свойствах горных пород.

45. Общие сведения о плавунных, суффозионных и карстовых процессах.
46. Общие сведения о грунтах.
47. Вещественный и гранулометрический состав грунтов.
48. Основные характеристики грунтов.
49. Водно-физические и механические свойства связных грунтов.
50. Водно-физические и механические свойства несвязных грунтов.
51. Классификация грунтов по строительным свойствам.
52. Просадочные явления в лессовых грунтах.
53. Особенности строительства на просадочных грунтах.
54. Общие сведения об искусственных грунтах.
55. Общие сведения об инженерно-геологических исследованиях.
56. Основные задачи инженерно-геологических исследований и изысканий.
57. Основные виды работ при инженерно-геологических исследованиях и их характеристика.
58. Общие сведения о геофизических исследованиях.
59. Лабораторные исследования и испытания грунтов и подземных вод.
60. Полевые исследования грунтов и методы изучения режима подземных вод.
61. Особенности организации инженерно-геологических исследований при инженерно-геологической экспертизе.
62. Методика составления инженерно-геологического отчета и заключения.
63. Поиск и разведка строительных материалов.
64. Особенности инженерно-геологических исследований для различных видов строительства и инженерной деятельности.
65. Особенности инженерно-геологических исследований для строительства подземных сооружений и инженерных коммуникаций.
66. Инженерно-геологические исследования для разработки проекта строительства жилых зданий.
67. Особенности инженерно-геологических исследований при реконструкции зданий и сооружений.
68. Особенности инженерно-геологических исследований для градостроительных работ.
69. Инженерно-геологические исследования в связи с надстройкой зданий.
70. Особенности инженерно-геологических исследований для строительства промышленных сооружений.
71. Особенности инженерно-геологических исследований при поиске и разведке строительных материалов и других полезных ископаемых.

АТТЕСТАЦИЯ ПО КУРСУ

Порядок аттестации студент выбирает по собственному желанию. Это может быть семестровая кредитная аттестация, либо сессионная экзаменационная.

Порядок семестровой кредитной аттестации: экзаменационная оценка (9-10 баллов) выставляется, если студент набирает 100 кредитов, из них 40 обязательных по заданиям (система – 10 заданий по 4 кредита), 30 по тестовым вопросам (система – 10 вопросов по 3 кредита) и 15 по экзаменационным вопросам (система – 3 вопроса по 5 кредитов). 15 кредитов студент имеет возможность набрать самостоятельным выбором.

Отчетным документом является «Рабочая тетрадь», к которой прилагается *«Анкета заданий, тестов и вопросов»*, выданная лектором в начале семестра (форма 1).

Форма 1

Анкета заданий, тестов и вопросов к
семестровой кредитной аттестации

З а д а н и я									
№	№	№	№	№	№	№	№	№	№
<u>Примечания к заданиям</u>									
Тестовые вопросы									
№	№	№	№	№	№	№	№	№	№
Экзаменационные вопросы									
№	№				№				

Порядок сессионной экзаменационной аттестации: письменный экзамен по экзаменационным билетам в составе 6 экзаменационных вопросов.

Продолжительность экзамена – 3 часа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Бесспорно, что проблемы изысканий, проектирования, строительства и эксплуатации реальных гражданских, промышленных и других объектов и сооружений значительно сложнее, чем приведенные примеры. Ведь большинство расчетов сегодня выполняется на компьютерах или аналоговых моделирующих комплексах. Однако, очевидно, что их эффективное использование возможно только при наличии у специалистов общетеоретических знаний.

Навыки, полученные при выполнении отдельных упражнений, решении задач и тестовом самоконтроле позволяет будущему специалисту не только успешно освоить специальные дисциплины (механика грунтов, основания и фундаменты, технология строительного производства, организация строительства и др.), но и стать высококвалифицированным инженером-строителем.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Шведовский П.В., Федоров В.Г. Инженерная геология. – Брест: БПИ. 2007. – 263 с.
2. Ананьев В.Н., Коробкин В.И. Инженерная геология. - М.: Высшая школа, 1973. (и др. годы издания). – 208 с.
3. Чернышев С.И. и др. Задачи и упражнения по инженерной геологии. - М.: Высшая школа, 1984. – 208 с.
4. СНиП 2.01.15-88. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения проектирования. - М.: Стройиздат, 1989. – 93 с.
5. СНиП 2.06.15-86. Инженерная защита территорий от затопления и подтопления. - М.: Стройиздат, 1986. – 106 с.
6. СТБ 943-93. Грунты. Классификация. - Минск, 1994.
7. Маслов Н.Н., Котов М.Ф. Инженерная геология. - М.: Стройиздат, 1971. – 216 с.
8. Пешковский М.М., Перескокова Т.М. Инженерная геология. - М.: Высшая школа, 1982. – 282 с.
9. Денисов Н.Я. Инженерная геология. - М.: Высшая школа, 1960. – 209 с.
10. Солодухин М.А. Инженерно-геологические изыскания для промышленного и гражданского строительства. - М.: Недра, 1975. – 194 с.
11. Справочник по инженерной геологии. 2 изд. - М.: Недра, 1974. – 396 с.
12. Войлошников В.Д. Геология. - М.: Просвещение, 1979. – 192 с.
13. Ларионов А.К. Занимательная инженерная геология. - М.: Высшая школа, 1981. – 209 с.

Учебное издание

Составители:

Шведовский Петр Владимирович

Пойта Петр Степанович

Лукша Владимир Валентинович

Демина Галина Петровна

Курись Нина Григорьевна

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

Справочно-методическое пособие и
контрольно-тестовые задания
по курсу «Инженерная геология» для студентов
строительных специальностей очной
и заочной форм обучения

Ответственный за выпуск: *П.В. Шведовский*

Редактор: *Т.В. Строкач*

Компьютерная верстка: *Е.А. Боровикова*

Корректор: *Е.В. Никитчик*

Лицензия № 02330/0133017 от 30.04.2004 г.

Сдано в набор 15.11.2007. Подписано к печати 12.08.2008 г.

Бумага «Снегурочка». Формат 60x84¹/₈. Гарнитура Arial.

Усл.п.л. 16,74. Уч.-изд.л. 18.

Тираж 100 экз. Заказ № 777.

Отпечатано на ризографе Учреждения образования
«Брестский государственный технический университет».

224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

Лицензия № 02330/0133017 от 30.04.2004 г.

ISBN 978-985-493-093-0



9 789854 930930