

ПРОГРАММА-МИНИМУМ
кандидатского экзамена по специальности

25.00.08 «Инженерная геология, грунтоведение и мерзлотоведение»

по географическим, геолого-минералогическим и техническим наукам

Утверждена Министерством образования Российской Федерации
(Приказ № 697 от 17.02.2004)

Введение

В соответствии с формулой специальности настоящая программа охватывает область геологии, состоящую из трех взаимосвязанных разделов: I. Инженерная геология; II. Грунтоведение; III. Мерзлотоведение. В основу программы положены следующие дисциплины (по разделам): инженерная геодинамика, методики инженерно-геологических, гидрогеологических и геокриологических исследований, региональная инженерная геология, мониторинг геологической среды; грунтоведение, механика грунтов, техническая мелиорация грунтов; общая геокриология, динамическая геокриология, механика мерзлых грунтов, инженерная геокриология.

Программа разработана экспертым советом Высшей аттестационной комиссии Министерства образования Российской Федерации по наукам о Земле при участии МГУ им. М.В.Ломоносова.

1. Инженерная геология

1.1. Общие вопросы

Предмет, методология, цели и задачи инженерной геологии как геологической науки. История развития инженерной геологии и связь ее с другими естественными и техническими науками.

Горные породы, подземные воды, рельеф и современные геологические процессы как компоненты инженерно-геологических условий.

1.2. Инженерная геодинамика

Классификация современных эндогенных и экзогенных геологических процессов. Понятие об инженерно-геологических процессах.

Напряженное состояние массивов пород. Геологические факторы, определяющие напряженное состояние массивов пород, и техногенные факторы, его изменяющие. Методы изучения напряженного состояния пород в массиве.

Инженерно-геологический анализ новейших тектонических структур и движений. Приуроченность древних и современных геологических процессов, и явлений, кор выветривания к новейшим складчатым и разрывным структурам. Методы выявления современной подвижности разломов.

Сейсмическое микрорайонирование. Проявление землетрясений на поверхности. Сейсмическое районирование территории РФ (карты ОСР-97 А, В, С). Основные инженерно-геологические признаки для сейсмического микрорайонирования территорий городов, долин горных рек и др. Наведенная сейсмичность.

Формирование и генетические типы трещин. Показатели трещиноватости массива пород и методы их определения. Структурно-трещинный анализ как основа инженерно-геологической оценки массива пород и прогноза процессов.

Инженерно-геологическое изучение процессов разуплотнения и выветривания пород. Процессы выветривания, факторы их обусловливающие и методы изучения. Древние и современные коры выветривания и их расчленение. Показатели степени и скорости выветривания.

Эрозионные процессы и селевые потоки. Геологические, гидрологические, метеорологические и техногенные факторы развития эрозионных и селевых процессов. Плоскостной смыв, оврагообразование и речная эрозия. Показатели, характеризующие степень и скорость развития эрозионных процессов. Типы селей и механизм их движения; районы распространения. Методы прогноза эрозионных и селевых процессов, способы предотвращения опасных последствий.

Абрация и переработка берегов водохранилищ. Геологические, гидрологические и техногенные факторы развития абразионного процесса. Сопротивление пород волновому размыву. Переработка берегов водохранилищ как аналог абрации. Явления на водохранилищах. Волновой и уровенный режим водохранилищ. Методы прогноза переработки берегов и способы её предотвращения.

Обвалы, оползни, курумы и другие склоновые явления. Общая классификация склоновых явлений, факторы и механизм их развития. Регионально-геологические и зонально-климатические закономерности развития склоновых явлений.

Обвалы и осьпи. Условия, основные факторы и механизм развития.

Генетические типы оползней. Условия, факторы и механизм образования. Динамика оползневого процесса.

Методы изучения, оценки и прогноза склоновых явлений. Способы оценки устойчивости склонов – сравнительно-геологические и расчетные. Меры по предотвращению последствий склоновых процессов.

Просадки в лессах. Инженерно-геологическое расчленение лесовых толщ на геологические горизонты. Факторы, определяющие просадочность. Прогноз просадочности.

Карст в карбонатных, сульфатных породах и в солях. Геологические закономерности и основные условия развития карстовых процессов. Оценка степени закарстованности и прогноз активизации (скорости) карста при естественном и измененном режиме подземных вод. Прогноз закарстованности и методы защиты.

1.3. Методика инженерно-геологических исследований

Инженерно-геологические исследования для гидротехнического строительства. Факторы, обуславливающие устойчивость плотин гидроэлектростанций (ГЭС) и

гидроаккумулирующих электростанций (ГАЭС). Задачи и содержание инженерно-геологических и гидрогеологических исследований на разных стадиях проектирования и эксплуатации водохранилища.

Инженерно-геологические явления на каналах (судоходных, оросительных, деривационных, водоводных) и их изучение. Задачи и содержание инженерно-геологических исследований по трассам каналов.

Инженерно-геологические явления при сооружении портов и берегоукрепительных сооружений. Задачи и содержание изысканий при проектировании портов.

Инженерно-геологические явления на бортах глубоких карьеров и методика их изучения. Методы расчетов и моделирования устойчивости бортов карьера.

Задачи и содержание исследований на разных стадиях проектирования открытых разработок и эксплуатации карьера.

Задачи и методика инженерно-геологических исследований для подземных сооружений и шахтных разработок месторождений полезных ископаемых. Факторы, влияющие на состояние и деформации пород вокруг подземной выемки. Сдвижение пород и образование мульд проседания при разработках месторождений полезных ископаемых, строительстве метрополитена, длительных откачках воды, нефти и газа.

Инженерно-геологическое изучение урбанизированных территорий. Генеральный план города и задачи инженерной геологии при его реализации на стадиях районной планировки, генерального и детального планов реконструкции и застройки города.

1.4. Региональная инженерная геология

Теоретические основы региональной инженерной геологии. Региональные геологические и зональные факторы формирования инженерно-геологических условий. Принципы и признаки инженерно-геологического районирования.

Инженерно-геологические карты и разрезы. Карты общие и специальные, условий и районирования, аналитические и синтетические, оценочные, прогнозные. Таксономические единицы инженерно-геологического районирования территории, их признаки и принципы выделения на картах различных масштабов.

Инженерно-геологическая характеристика отдельных регионов России.

2. Грунтоведение

2.1. Общие вопросы

Грунтоведение как научное направление инженерной геологии. Теоретические и методологические основы грунтоведения. Предмет, объект, структура и задачи грунтоведения. История возникновения и развития грунтоведения, его современное состояние.

2.2. Состав и строение грунтов

Твердые компоненты грунтов: содержание, строение и свойства первичных силикатов, простых солей, глинистых минералов, органического вещества и органоминеральных

комплексов, льда и газогидратов в грунтах. Влияние твердых компонент на свойства грунтов.

Жидкие и газовые компоненты грунтов. Состав и структура жидкой компоненты грунтов. Показатели количественного содержания и энергетического состояния жидкой компоненты. Классификация и свойства воды разных видов в грунтах. Влияние на свойства грунтов.

Газовая компонента грунтов: происхождение, состав и состояние газов в грунтах. Показатели содержания газов в грунтах. Влияние газов на свойства грунтов. Биотические (живые) компоненты грунтов. Видовой состав микро- и макроорганизмов в грунтах. Их содержание и условия существования в грунтах, влияние на строение и свойства грунтов.

Морфология структурных элементов грунта (их размер, форма, характер поверхности, особенности межфазных границ). Количественное соотношение структурных элементов, гранулометрический и микроагрегатный состав грунтов. Структурные связи в грунтах, их виды и типы контактов. Теория контактных взаимодействий. Пространственная организация грунтов: структура и текстура, их подразделение. Пустотность грунтов. Строение магматических, метаморфических, осадочных сцементированных и обломочных (дисперсных) грунтов.

2.3. Свойства грунтов

Свойства грунтов, их подразделение.

Химические свойства грунтов: растворимость, кислотно-основные свойства, химическая поглотительная способность, химическая агрессивность.

Физико-химические свойства грунтов: адсорбционные, ионно-обменные, диффузионно-осмотические, адгезионные (липкость), капиллярные, набухаемость, усадочность, водопрочность.

Физические свойства грунтов: плотность, водопроницаемость и влагопроводность, газопроницаемость, теплофизические, электрические, электрокинетические, электрохимические (коррозионные), магнитные и радиационные свойства.

Биотические свойства грунтов: биологическая активность и агрессивность, биологическая поглотительная способность.

Современные лабораторные методы определения химических, физико-химических, физических и биотических свойств грунтов.

Физико-механические свойства грунтов, их подразделение. Деформационные свойства грунтов. Виды напряженного состояния и деформаций грунтов. Методы определения и показатели деформационных свойств. Соотношения между напряжениями и деформациями, обобщенный закон Гука. Объемная и сдвиговая деформируемость грунтов. Факторы сжимаемости и просадочности.

Прочностные свойства. Методы определения и показатели прочностных свойств. Теории прочности грунтов. Факторы, определяющие прочность грунтов.

Реологические свойства грунтов. Методы определения и показатели ползучести, релаксации напряжений и длительной прочности.

Динамические свойства грунтов: тиксотропия, усталость, виброуплотнение, разжижение и плавунность. Методы определения и показатели.

Роль литогенеза и петрогенеза в формировании свойств грунтов.

Лабораторные и полевые методы определения физико-механических свойств грунтов.

2.4. Характеристика основных типов грунтов

Классификации грунтов: общие, частные, отраслевые, региональные.

Инженерно-геологическая характеристика основных типов магматических, метаморфических, осадочных сцементированных (крупнообломочных, мелкообломочных, пылеватых и глинистых, химически-осажденных и органогенных грунтов), дисперсных (крупнообломочных, песчаных, пылеватых (лессовых), глинистых, биогенных грунтов и почв), техногенных и искусственных грунтов.

2.5. Массивы грунтов

Инженерно-геологические особенности массивов грунтов. Типы массивов, их подразделение, состояние, структура и свойства. Масштабный эффект. Пространственная изменчивость массивов, выделение инженерно-геологических элементов. Классификационные и расчетные показатели грунтов.

Поле напряжений в грунтовом массиве от собственного веса и от внешних сил. Устойчивость массива под нагрузкой. Деформации массивов и принципы расчета осадок зданий и сооружений.

2.6. Техническая мелиорация грунтов

Объект, предмет, структура и задачи технической мелиорации пород. Теоретические и методологические основы технической мелиорации пород. Методика, основы технологии и методы технической мелиорации пород, их классификация, возможности и области применения. Методы уплотнения пород. Методы обезвоживания, гидрофобизации, ликвидации просадочности, ликвидации набухаемости и усадочности грунтов. Методы снижения водопроницаемости пород. Методы закрепления и упрочнения пород. Методы создания геотехногенных массивов.

Методы очистки грунтов от загрязнений: локализация, деструкция и удаление загрязнений. Механические, химические, физико-химические, физические и биологические способы очистки грунтов от загрязнений.

3. Мерзлотоведение

3.1. Общие вопросы

Понятие о криосфере; классификация объектов криосферы. Мерзлые горные породы как один из объектов криосферы. Основные методологические положения при изучении формирования, история развития и распространения мерзлых пород. Предмет геокриологии (мерзлотоведения) и его задачи. Общая и прикладная геокриология. Значение изучения мерзлых горных пород в различных отраслях народного хозяйства. Место геокриологии среди других наук.

Первые сведения о многолетнемерзлых породах. Взгляды М.В. Ломоносова и западноевропейских ученых на образование многолетнемерзлых толщ горных пород. Исследования многолетнемерзлых толщ в XIX – начале XX веков. Роль российских ученых в создании науки о мерзлых породах и ее развитии. Состояние геокриологии за рубежом.

3.2. Основные понятия и определения

Породы мерзлые, морозные, охлажденные, талые и немерзлые. Понятие «криолитозона». Разновидности мерзлых толщ по времени их существования, площади распространения, вертикальному расположению. Верхняя и нижняя границы, мощность мерзлой толщи пород и криолитозоны. Разновидности мерзлых пород по генезису, составу и условиям образования. Слой сезонного промерзания (СМС) и слой сезонного протаивания (СТС). Слой с годовыми колебаниями температур. Среднегодовые температуры пород. Талики и их классификация. Перелетки как переходный тип от сезонномерзлых к многолетнемерзлым породам.

3.3. Географическое распространение и мощность мерзлых горных пород на Земном шаре и в пределах России

Области распространения кратковременно-, сезонно- и многолетнемерзлых пород на земном шаре. Зональность в распространении сезонно- и многолетнемерзлых горных пород. Геокриологическая секториальность, ее причины и проявление в Европе. Вертикальная геокриологическая поясность. Причины поясности, типы и зональные варианты поясности.

3.4. Термодинамические основы мерзлотоведения

Источники энергии, определяющие тепловое состояние Земли, их относительное значение. Энергетический баланс Земли, основные составляющие теплообмена на земной поверхности и в подстилающих горных породах. Пространственная и временная изменчивость тепловых балансов. Региональные и локальные тепловые балансы земной поверхности. Годовые теплообороты через земную поверхность и в подстилающих горных породах. Структура годовых теплооборотов. Роль фазовых переходов влаги и теплофизических свойств пород в формировании годовых теплооборотов. Мощность слоя с годовыми теплооборотами. Величина годовых теплооборотов и глубина сезонного промерзания и сезонного оттаивания пород. Влияние теплообменных процессов на годовые теплообороты и глубину сезонного промерзания и оттаивания пород. Многолетние теплообороты в массивах горных пород и процессы их многолетнего промерзания и многолетнего оттаивания. Роль конвективного теплообмена в многолетнем промерзании (оттаивании) пород.

3.5. Особенности состава и строения мерзлых пород и их свойства

Состав мерзлых горных пород. Лед, как породообразующий минерал и мономинеральная горная порода. Генетическая классификация льда, содержащегося в мерзлых горных породах. Сведения по теории строения воды и льда. Модификации льда и их характеристика. Фазовый состав воды в мерзлых породах. Водно-физические свойства мерзлых пород, их пористость и объемный вес. Электропроводность мерзлых пород. Теплофизические свойства талых и мерзлых пород.

3.6. Физические и физико-химические процессы в мерзлых, промерзающих и оттаивающих горных породах

Миграция влаги в промерзающих и мерзлых горных породах. Точки зрения на природу и механизм миграции влаги в породах. Процессы трещинообразования в мерзлых породах. Физико-химические и геохимические процессы в промерзающих, мерзлых и оттаивающих породах. Криогенная структура и текстура мерзлых горных пород. Роль миграции воды в формировании криогенной структуры и текстуры пород. Классификации структур и текстур мерзлых толщ горных пород. Механизмы формирования структур и текстур мерзлых пород.

3.7. Сезонное промерзание и сезонное протаивание горных пород

Области распространения процессов сезонного промерзания и сезонного протаивания горных пород. Возможное (потенциальное) сезонное промерзание и сезонное протаивание горных пород (по В.А.Кудрявцеву). Классификация типов сезонного промерзания и сезонного протаивания горных пород. Факторы влияющие на глубину сезонного промерзания и сезонного протаивания горных пород. Методы изучения сезонного промерзания и сезонного протаивания горных пород. Существующие методы определения и расчета глубины сезонного промерзания и протаивания пород (метод Тумеля, формула Стефана, формула Лукьянова, формула Кудрявцева). Динамика сезонного промерзания и сезонного протаивания горных пород. Особенности состава и строения сезоннопромерзающих и сезоннопротаивающих горных пород.

3.8. Закономерности формирования состава, строения и развития многолетнемерзлых горных пород

Классификация многолетнемерзлых горных пород. Динамика температурного поля мерзлых пород. Закономерности формирования состава, залегания и мощности многолетнемерзлых горных пород. Широтная и высотная зональность мерзлых толщ. Динамика южной границы многолетнемерзлых толщ. Теория развития многолетнемерзлых толщ горных пород. Современные представления о развитии многолетнемерзлых толщ горных пород (теория В.А.Кудрявцева). Методы изучения многолетнемерзлых пород. Криогенные типы пород: эпи-, диа-, синкриогенные. Особенности генетических типов отложений криолитозоны. Криогенные этапы в геологической истории Земли. История формирования многолетнемерзлых пород.

3.9. Многолетнемерзлые толщи в различных геолого-структурных условиях

Влияние верхних граничных условий на мощности криолитозоны и непрерывность ее существования во времени. Тепловые потоки из недр земли и градиенты температур на территории Евразии и их влияние на мощности криолитозоны. Факторы, влияющие на мощности криолитозоны. Влияние рельефа на мощности криолитозоны. Закономерности формирования мощностей и строения криолитозоны в горно-складчатых областях. Закономерности формирования мощностей и строения криолитозоны на низменных равнинах (молодых платформах). Закономерности формирования мощностей и строения криолитозоны на плоскогорьях и плато (древних платформах). Криолитозона Арктического шельфа и побережий морей Северного Ледовитого океана. Влияние ледников и ледниковых покровов на распространение, мощности и строение криолитозоны.

3.10. Мерзлотные физико-геологические процессы, явления и образования

Криогенное выветривание. Криогенное пучение: природа и механизм процесса, виды пучения, формы и геологические результаты, зональные и региональные закономерности. Криогенное трещинообразование: природа и механизм процесса, формы и геологические результаты, зональные и региональные закономерности. Полигонально-жильные структуры: механизмы образования, типы и виды структур, зональные и региональные закономерности развития и распространения. Термокарст как геологический процесс: условия, механизм и стадийность процесса, зональные и региональные закономерности развития и распространения термокарстовых явлений, образований и форм рельефа. Термокарстовые просадки, термоэррозия и термоабразия: механизмы процессов, формы и образования.

Солифлюкция: виды солифлюкции, формы рельефа, отложения, зональные и региональные закономерности развития и распространения. Курумы и каменные глетчеры: зональные и региональные закономерности развития и распространения этих явлений. Пятна-медальоны и криотурбации: механизмы образования, зональные и региональные закономерности развития и распространения этих явлений. Наледи и наледные формы рельефа: зональные и региональные закономерности развития и распространения наледей и наледных форм. Оползни, оплывы, обвалы в криолитозоне: особенности, региональные и зональные закономерности развития и распространения этих явлений.

3.11. Подземные воды области распространения многолетнемерзлых пород

Основные особенности подземных вод криолитозоны. Мерзлые толщи как криогенные водоупоры. Классификация подземных вод криолитозоны. Криогенное преобразование состава и минерализации подземных вод криолитозоны. Криогенное преобразование артезианских бассейнов и адбассейнов, гидрогеологических массивов и адмассивов, бассейнов карстовых вод и вулканогенных супербассейнов.

Криогенные бассейны напорных трещинных вод: особенности образования и распространения. Особенности питания, стока и разгрузки подземных вод артезианских областей платформ в условиях криолитозоны. Особенности питания, стока и разгрузки подземных вод гидрогеологических горно-складчатых областей в условиях криолитозоны. Особенности загрязнения и естественная защищенность подземных вод в условиях криолитозоны. Классы водоносных таликов и их значение в питании, стоке и разгрузке подземных вод в условиях криолитозоны. Наледи как типичная форма разгрузки подземных вод в криолитозоне. Зональные виды наледей и особенности их режима. Значение наледей в стоке вод в условиях криолитозоны. Подсчет естественных ресурсов подземных вод по наледям. Особенности поисков, разведки, изучения режима и эксплуатации подземных вод в криолитозоне. Тепловое взаимодействие мерзлых толщ и подземных вод.

3.12. Районирование и картирование области распространения мерзлых пород

Цели, задачи и принципы мерзлотного районирования. Мерзлотная съемка. Цели и задачи мерзлотной съемки. Микрорайонирование при мерзлотной съемке. Методы мерзлотной съемки. Масштабы мерзлотной съемки. Применение аэрофото- и космосъемки при мерзлотных исследованиях. Принципы составления общих и специальных мерзлотных карт.

3.13. Основы механики мерзлых горных пород

Формирование напряженно-деформированного состояния грунтов в процессе промерзания: напряжения и деформации пучения, температурного сокращения, морозобойное растрескивание. Реологические процессы в мерзлых грунтах и основные виды их проявления: ползучесть, снижение прочности, релаксация напряжений. Условно-мгновенная, длительная, предельно-длительная прочность. Методы прогноза длительной прочности и длительной деформации мерзлых грунтов. Сопротивление мерзлых пород внешним нагрузкам. Нормативные и расчетные характеристики мерзлых пород. Определение несущей способности мерзлых грунтов как оснований сооружений. Понятие о твердомерзлом и пластичномерзлом состоянии мерзлых грунтов. Влияние льдистости, засоленности, заторфованности, температуры на прочность и деформируемость мерзлых грунтов. Лабораторные и полевые методы испытания мерзлых грунтов. Процессы, происходящие при оттаивании мерзлых грунтов: осадки оттаивания и уплотнения, фильтрационная консолидация. Основные характеристики для определения осадок оттаивания грунтов: коэффициенты оттаивания и сжимаемости. Методы их определения в полевых и лабораторных условиях. Принцип линейности при оценке осадок оттаивающих грунтов.

3.14. Деформации сооружений, возводимых на многолетнемерзлых грунтах

Основные причины деформаций сооружений: пучение, просадка при протаивании оснований, влияние наледных явлений. Примеры деформаций зданий, искусственных сооружений, земляного полотна, насыпей, выемок и т.п.

3.15. Методы строительства в области многолетней мерзлоты

Принципы использования ММП в качестве оснований зданий и сооружений. Сохранение мерзлого состояния грунта в основании зданий; охладительные устройства, эффективность их применения и методы расчета; термоизоляционные отмостки. Постепенное оттаивание мерзлых горных пород в основании сооружений в процессе их эксплуатации и приспособление конструкций сооружений к осадкам грунтов при протаивании. Предпостроенное протаивание многолетнемерзлых пород. Стабилизация верхней поверхности ММП в основании зданий и сооружений. Стабилизация с помощью вентилируемого подполья и с помощью охлаждающего контура. Типы фундаментов, применяемых при различных методах строительства. Особенности дорожного и аэродромного строительства в области распространения многолетнемерзлых горных пород. Принципы строительства подземных коммуникаций в районах с многолетнемерзлыми породами. Использование снега и льда в инженерных сооружениях. Земляные работы в области многолетней мерзлоты.

Основная литература:

1. Бондарик Г.К. Общая теория инженерной (физической) геологии. М.: Недра, 1981.
2. Золотарев Г.С. Инженерная геодинамика. М.: Изд-во МГУ, 1983.
3. Золотарев Г.С. Методика инженерно-геологических исследований. М.: Изд-во МГУ, 1990.
4. Ломтадзе В.Ю. Инженерная геология. Инженерная геодинамика. Л.: Недра, 1977.
5. Ломтадзе В.Ю. Инженерная геология. Специальная инженерная геология. Л.: Недра, 1978.

6. Теоретические основы инженерной геологии. Геологические основы / Под ред. Е.М. Сергеева. М.: Недра, 1985.
7. Теоретические основы инженерной геологии. Социально-экономические аспекты / Под ред. Е.М. Сергеева. М.: Недра, 1985.
8. Грунтоведение. 5-е изд. / Е.М. Сергеев, Г.А. Голодковская, Р.С. Зиангиров и др. Под ред . Е.М. Сергеева. М.: Изд-во МГУ, 1983.
9. Ломтадзе В.Д. Инженерная геология. Инженерная петрология. Л: Недра, 1984.
10. Теоретические основы инженерной геологии. Физико-химические основы / Под ред. Е.М. Сергеева. М.: Недра, 1985.
11. Механика грунтов. / С.Б. Ухов и др. М.: Высш. шк., 1983.
12. Техническая мелиорация грунтов / Под ред. С.Д. Воронкевича. М.: Изд-во МГУ, 1981.
13. Вялов С.С. Реология мерзлых грунтов. М.: Стройиздат, 2000.
14. Геокриология СССР. Т. 1–5 /Под ред. Э.Д. Ершова. М.: Недра, 1988-1989.
15. Ершов Э.Д. Общая геокриология. М.: Недра, 1990, 2002.
16. Методика мерзлотной съемки / Под ред. В.А .Кудрявцева. М.: Изд-во МГУ, 1979.
17. Общее мерзлотоведение / Под ред. В.А. Кудрявцева. М.: Изд-во МГУ, 1978.
18. Основы геокриологии. Т. 1–5 / Под ред. Э.Д. Ершова. М.: Изд-во МГУ, 1995, 1996, 1998, 1999, 2001.
19. Основы мерзлотного прогноза при инженерно-геологических исследованиях / Под ред. В.А. Кудрявцева. М.: Изд-во МГУ, 1974.
20. Роман Л.Т. Механика мерзлых грунтов. М.: МАИК Наука–Интерпериодика, 2002
21. Романовский Н.Н. Подземные воды криолитозоны. М.: Изд-во МГУ, 1982.
22. Романовский Н.Н. Основы криогенеза литосферы. М.: Изд-во МГУ, 1993.

Дополнительная литература

- Инженерная геология СССР.Т. 1–8 / Гл ред. акад. Е.М. Сергеев. М.: Изд-во МГУ, 1976–1978.
- Инженерная геология СССР. М.: Недра, 1990–1992.
- Королев В.А. Термодинамика грунтов / Уч. пособие. М.: Изд-во МГУ, 1997.
- Методическое пособие по инженерно-геологическому изучению горных пород. В 2-х т. /Под ред. Е.М.Сергеева. М.: Недра, 1984.
- Геокриологические опасности / Под ред. Л.С. Гарагуля, Э.Д. Ершова. М.: Издательская фирма КРУК, 2000.
- Гречишев С.Е., Чистотинов Л.В., Шур Ю.Л. Криогенные физико-геологические процессы и их прогноз. М.: Недра, 1980.
- Ершов Э.Д., Данилов И.Д., Чеверев В.Г. Петрография мерзлых пород. М.: Изд-во МГУ, 1987.
- Лабораторные методы исследования мерзлых грунтов / Под ред. Э.Д. Ершова. М.: Изд-во МГУ, 1985.