

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
профессор М.А. Пашкевич

Проректор по образовательной
деятельности
Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

БЕЗОПАСНОСТЬ ХРАНЕНИЯ И ЗАХОРОНЕНИЯ ОТХОДОВ

Уровень высшего образования:	Специалитет
Специальность:	21.05.04 Горное дело
Направленность (профиль):	Инженерная экология
Квалификация выпускника:	Горный инженер (специалист)
Форма обучения:	очная
Составитель:	к.г.-м.н. Алексеев И.В.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Безопасность хранения и захоронения отходов»
разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – специалитет по специальности 21.05.04 «Горное дело», утвержденного приказом Минобрнауки России № 894 от 07.08.2020 г.;

- на основании учебного плана специалитета по специальности 21.05.04 «Горное дело» направленность (профиль) «Инженерная экология».

Составитель _____ к.г.-м.н., доц. И.В. Алексеев

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры гидрогеологии и инженерной геологии от 27.01.2021 г., протокол № 7.

Заведующий кафедрой _____ к.г.-м.н., Д.Л. Устюгов
доц.

Рабочая программа согласована:

Начальник отдела лицензирования, аккредитации и контроля качества образования _____ Ю.А. Дубровская

Начальник отдела методического обеспечения учебного процесса _____ А.Ю. Романчиков

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины «Безопасность хранения и захоронения отходов» — освоение теоретических и практических знаний, умений и навыков в области безопасного и рационального хранения и захоронения промышленных и хозяйственно-бытовых отходов в различных по сложности инженерно-геологических условиях.

Основными задачами дисциплины «Безопасность хранения и захоронения отходов» являются:

- изучение особенностей состава и свойств различных видов отходов;
- получение общих представлений о существующих способах хранения и захоронения отходов различных видов и классов опасности;
- изучение теории и практики обеспечения безопасности строительства и эксплуатации сооружений по размещению отходов в различных по сложности инженерно-геологических условиях;
- знакомство с методами рекультивации территорий, занятых хвосто- и шламохранилищами, отвалами и гидроотвалами, полигонами твердых коммунальных отходов и другими видами хранилищ с учетом необходимости обеспечения безопасности их функционирования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Безопасность хранения и захоронения отходов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы по специальности 21.05.04 «Горное дело», и изучается в 11-м семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Безопасность хранения и захоронения отходов», являются: «Геология», «Геомеханика», «Общая экология», «Инженерная геология и гидрогеология».

Дисциплина «Безопасность хранения и захоронения отходов» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Инженерно-экологические изыскания», «Горнопромышленная экология».

Особенностью дисциплины является комплексный подход, используемый при оценке инженерно-геологических условий территории, обосновании выбора места размещения объектов хранения и захоронения отходов и обеспечении безопасности длительного функционирования подобного рода объектов.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Безопасность хранения и захоронения отходов» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способность принимать решения по обеспечению экологической безопасности на всех этапах жизненного цикла промышленных предприятий различного профиля, а также объектов ЖКХ	ПКС-8	ПКС-8.1. Знать методы расчёта устойчивости защитных сооружений при различных способах хранения и захоронения отходов

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 4 зачётных единицы, 144 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		11
Аудиторная работа, в том числе:	54	54
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	54	54
Подготовка к лекциям	4	4
Подготовка к практическим занятиям	36	36
Работа в библиотеке	14	14
Промежуточная аттестация – экзамен (Э)	36	36
Общая трудоёмкость дисциплины		
ак. час.	144	144
зач. ед.	4	4

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
Раздел 1 «Введение. Теоретические и методологические основы обращения с отходами»	14	4	4	–	6
Раздел 2 «Современные способы хранения и захоронения отходов»	46	8	12	–	26
Раздел 3 «Обеспечение безопасного хранения и захоронения отходов в сложных инженерно-геологических и геоэкологических условиях»	38	4	18	–	16
Раздел 4 «Хранение и захоронение радиоактивных отходов»	10	2	2	–	6
Итого:	108	18	36	–	54

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоёмкость в ак. часах
1	Введение. Теоретические и методологические основы обращения с отходами	Введение. Актуальность, предмет и задачи курса. Отходы как предмет изучения грунтоведения. Инженерно-геологический подход к изучению техногенных грунтов. Определение понятий «размещение отходов», «хранение отходов», «захоронение отходов», «объекты размещения отходов», «объекты хранения отходов», «объекты захо-	4
2			

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		ронения отходов», «безопасность хранения и захоронения отходов». Основные классификации. Виды отходов горнодобывающих и горно-обогатительных предприятий, особенности их состава и свойств. Правовые основы обеспечения безопасности хранения и захоронения отходов. Отходы и их виды	
3	Современные способы хранения и захоронения отходов	Полигонный способ захоронения. Устройство полигонов ТКО и промышленных отходов. Комплекс инженерных сооружений, входящих в состав полигона. Свойства фильтра полигонов ТКО. Специфика промышленных отходов. Полигоны промышленных отходов в России. Методы защиты компонентов подземного пространства от воздействия полигонов.	2
4		Специфика отходов горной отрасли. Влияние горнодобывающих и горно-обогатительных производств на окружающую среду. Складирование вскрышных и вмещающих пород в отвалах и гидроотвалах.	2
5		Устройство хвостовых и шламовых хозяйств. Типы хвосто- и шламохранилищ. Химический, фазово-минеральный и гранулометрический состав промышленных хвостов и шламов, их свойства и изменение при хранении. Схема сооружений хвостового и шламового хозяйства. Конструктивные особенности хвосто- и шламохранилищ различных типов. Классы капитальности хвосто- и шламохранилищ. Картовый намыв отходов.	2
6	Обеспечение безопасного хранения и захоронения отходов в сложных инженерно-геологических и геоэкологических условиях	Анализ возможности загрязнения подземных вод при поверхностном и подземном захоронении отходов. Закономерности миграции и фильтрации загрязняющих веществ в зоне влияния объектов размещения отходов. Противофильтрационные экраны и завесы.	2
7		Рекомендации по выбору площадок под отвалы и гидроотвалы с учетом особенностей инженерно-геологических условий территории. Основные положения по расчету устойчивости откосов отвалов и гидроотвалов. Рекультивация и обустройство нарушенных земель, занятых объектами размещения отходов.	2
8		Выбор места расположения площадки для устройства хвостохранилища или шламонакопителя. Оценка грунтов чаши хранилища и основания сооружений. Способы их заполнения. Особенности устройства насыпных плотин и намывных дамб хвосто- и шламохранилищ. Выбор конструкции плотины (дамбы) хранилища и ее элементов. Анализ возможности консолидации грунтов в основании хвостохранилищ. Методы улучшения свойств грунтов основания и повышения устойчивости откосов дамб. Влияние хвосто- и шламохранилищ на окружающую среду. Анализ аварий на хвосто- и шламохранилищах в России и за рубежом. Разбор причин аварийных ситуаций на конкретных примерах.	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
9	Хранение и захоронение радиоактивных отходов	Специфика радиоактивных отходов. Способы захоронения РАО различной степени активности. Особенности складирования и захоронения промышленных отходов в геологических формациях. Новые подходы к решению проблемы безопасного хранения отходов с учетом сложности инженерно-геологических условий.	2
Итого:			18

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах		
1	Раздел 1	Визуальное описание и макроскопическое определение горных пород и техногенных грунтов. Работа с инженерно-геологическими классификациями	4		
2					
3	Раздел 2	Интерпретация результатов лабораторного анализа гранулометрического состава песчаных и глинистых грунтов	2		
4		Расчет показателей физических свойств песчано-глинистых грунтов	2		
5		Определение показателей водопроницаемости грунтов. Гидрогеологические расчеты при размещении отходов	4		
6					
7		Определение показателей механических свойств грунтов для оценки устойчивости откосов хвосто- и шламохранилищ	2		
8		Качественная и количественная оценка трещиноватости горных пород и её влияния на устойчивость массива горных пород	2		
9	Раздел 3	Расчет скорости инфильтрации загрязнения в зоне влияния хвостохранилища	2		
10		Экологическая оценка качества воды в поверхностных водных источниках и подземных водоносных горизонтах	2		
11		Расчет полигона твердых коммунальных отходов	2		
12-14		Гравитационные процессы. Механизм оползневых смещений. Условия возникновения и факторы развития деформаций откосных сооружений. Обеспечение устойчивости хвосто- и шламохранилищ. Оценка устойчивости откосов методом круглоцилиндрической поверхности скольжения	6		
15				Прогноз длины языка оплывания песков в основании гидроотвала	2
16				Расчет длительной осадки основания шламохранилища по теории одномерной фильтрационной консолидации	2
17				Определение углов заложения искусственных откосов	2
18	Раздел 4	Защитные барьеры и оценка безопасности при захоронении радиоактивных отходов	2		
Итого:			36		

4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;
- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

- совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

6.1.1 Тематика для самостоятельной подготовки

Раздел 1. Введение. Теоретические и методологические основы обращения с отходами

1. Основные положения Федерального законодательства в области обращения с отходами.
2. Каким документом регулируются международные обязательства России в области деятельности по обращению с отходами?
3. Что понимается под объектами размещения, накопления, хранения и захоронения отходов?
4. В чем различие таких основных понятий, как размещение, хранение, захоронение и накопление отходов? Какой вид деятельности по обращению с отходами не подлежит лицензированию?
5. Классификации отходов по источнику образования, происхождению, агрегатному состоянию, возможности переработки и степени опасности.
6. Что называется опасными отходами? Их основные свойства.
7. Классы опасности отходов для окружающей среды.
8. Существующие методы отнесения отходов к определенному классу опасности.
9. Что собой представляют цветные (зеленый, янтарный (желтый) и красный) списки отходов?
10. Способы хранения и захоронения отходов различных видов и классов опасности.
11. Приведите принципиальную схему этапов жизненного цикла отходов.
12. Взаимодействие зданий и сооружений с компонентами подземного пространства. Компоненты инженерно-геологических условий.
13. Общие и специальные классификации грунтов и положение в них техногенных грунтов.
14. Гранулометрический состав дисперсных грунтов. Для чего необходима информация по гранулометрическому составу отходов?

15. Основные показатели физических свойств грунтов и методы их определения.
16. Основные показатели водных свойств грунтов и методы их определения.
17. Основные показатели механических свойств грунтов и методы их определения.
18. Использование показателей физико-механических свойств грунтов в расчетах осадок оснований зданий и сооружений, а также при оценке устойчивости склонов и откосов.
19. Основные методы полевого определения коэффициента фильтрации грунтов?

Раздел 2. Современные способы хранения и захоронения отходов

1. Компостирование отходов – суть метода, особенности технологии и область ее применения.
2. В чем заключается отличие полигона ТКО от свалки? Определение полигона ТКО. Принимаемые на полигоны ТКО отходы.
3. Основные недостатки отвального способа складирования отходов.
4. Устройство хвостового и шламового хозяйства.
5. Противофильтрационные экраны и завесы.
6. Недостатки противофильтрационных экранов из природных материалов.
7. Что собой представляют бентоматы?
8. Область применения противофильтрационных устройств из асфальтовых материалов.
9. Главные преимущества противофильтрационных завес перед противофильтрационными экранами. Для чего в двухслойных глиняных экранах устраивается дренажная прослойка из песка?
10. Область применения противофильтрационных завес.
11. Для чего используются противофильтрационные устройства. Перечислите их основные типы. Главные функции финальных перекрытий полигонов.
12. Основные типы хвостохранилищ и шламонакопителей.
13. Устройство насыпной плотины (дамбы) хвосто- и шламоохранилищ.
14. Дренажные устройства на низовом откосе плотины.
15. Водосборные и водоприемные сооружения хвосто- и шламоохранилищ.
16. Для чего служат контрольно-регулирующие пруды на полигонах захоронения промышленных отходов?
17. Химический состав подземных вод. Оценка степени агрессивности химического состава подземных вод по отношению к конструкционным материалам.

Раздел 3. Обеспечение безопасного хранения и захоронения отходов в сложных инженерно-геологических и геоэкологических условиях

1. Основные положения СП 2.1.7.1038-01 «Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых бытовых отходов».
2. Инженерно-геологическое обоснование выбора площадки для размещения полигона твердых коммунальных и опасных промышленных отходов.
3. Состав сооружений полигонов твердых коммунальных и опасных промышленных отходов и их назначение.
4. Основные виды воздействия полигонов твердых коммунальных и промышленных отходов на компоненты подземного пространства.
5. Предотвращение загрязнения компонентов подземного пространства при эксплуатации объектов размещения отходов.
6. Основные инженерно-геологические критерии для выбора площадки под отвалы и гидроотвалы.
7. Устойчивость откосов отвалов и гидроотвалов в различных инженерно-геологических условиях.
8. Чем определяется достоверность расчетов устойчивости откосов? Что такое коэффициент запаса устойчивости откоса?
9. В чем заключается роль воды при развитии оползневых процессов? Как гидродинамическое и гидростатическое давление сказывается на устойчивости откосов?
10. В каких горных породах (грунтах) возможно возникновение взвешивающего (гидростатического) эффекта?

11. Оценка водопроницаемости грунтов тела и основания плотины.
12. Аварии на хвосто- и шламохранилищах: основные причины и примеры из практики.
13. Рекультивация земель, занятых отвалами, гидроотвалами и полигонами твердых коммунальных и промышленных отходов.
14. Чем сопровождается сульфатная агрессия в бетонах и строительных растворах?

Раздел 4. Хранение и захоронение радиоактивных отходов

1. К группе каких РАО преимущественно относится отработавшее ядерное топливо и продукты его химической переработки?
2. Какие отходы образуются в процессе эксплуатации атомных электростанций в результате обработки охлаждающей воды и воды бассейна выдержки, дезактивации оборудования и текущего ремонта установки?
3. Каков средний срок службы у тепловыделяющих сборок, используемых в атомных реакторах?
4. Сколько классов РАО выделяется в обновленной классификации МАГАТЭ от 2014 г.?
5. Как называется превращение долгоживущих радиоактивных отходов в короткоживущие изотопы и/или нейтрализация радиоактивных ядер до стабильного состояния?
6. В каком обязательном для предприятий документе содержатся сведения о результатах многолетних наблюдений за радиационной обстановкой в контролируемых зонах?
7. Подготовка РАО к хранению и захоронению.
8. Что называется кубовым остатком? Дайте его краткую характеристику.
9. Что называется пиролизом ТРО?
10. Какая технология подготовки к захоронению лучше всего подходит для высокоактивных жидких отходов с высоким тепловыделением?
11. Для снижения взрывоопасности, какое количество отходов от общей массы должны содержать битумные компаунды?
12. Для какого из методов иммобилизации РАО характерен наиболее сильный нагрев?
13. Способы захоронения радиоактивных отходов различной степени активности в геологических формациях.
14. Какой способ хранения и захоронения лучше всего подходит для отходов ядерного топлива?
15. Какова продолжительность локализации в подземных хранилищах низкоактивных отходов?
16. В течение какого периода должна выполнять роль основного барьера на пути миграции радионуклидов выбранная для захоронения РАО геологическая формация?
17. Допускается ли захоронение РАО в толще многолетнемерзлых пород (ММП)?
18. Параметры, используемые для характеристики поглотительной способности пород в отношении радионуклидов.
19. Основные геоэкологические проблемы при закачке жидких радиоактивных отходов в глубокие пласты-коллекторы (водоносные горизонты).
20. Предотвращение загрязнения компонентов подземного пространства при эксплуатации хранилищ и могильников радиоактивных отходов.
21. Назовите основные недостатки соляных и глинистых геологических формаций, потенциально пригодных для размещения хранилищ ВАО.
22. На каком предприятии в 1957 г. произошла «Кыштымская авария» — первая в СССР радиационная чрезвычайная ситуация техногенного характера, которая привела к возникновению Восточно-Уральского радиоактивного следа (ВУРС)?
23. В каких странах используется практика глубинного захоронения жидких РАО?

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену:

Раздел 1. Введение. Теоретические и методологические основы обращения с отходами

1. Какие основные нормативно-правовые документы регламентируют порядок обращения с отходами на территории Российской Федерации?
2. Область применения Федерального закона № 89-ФЗ "Об отходах производства и потребления". Его роль в области обращения с отходами.
3. Международные обязательства России в области регулирования деятельности по обращению с отходами.
4. В чем различие таких основных понятий, как размещение, хранение, захоронение и накопление отходов?
5. Что понимается под объектами накопления, размещения, хранения и захоронения отходов?
6. От чего зависит порядок обращения с отходами того или иного вида? Приведение принципиальную схему этапов жизненного цикла отходов.
7. Что понимается под отходами производства и потребления. Как они образуются, из чего состоят?
8. Классификация отходов по агрегатному состоянию.
9. Что называется пиролизом отходов?
10. Что собой представляют Зеленый, Янтарный (Желтый) и Красный списки отходов?
11. Что называется опасными отходами. Их основные свойства.
12. Специфика отходов разного класса опасности.
13. Существующие методы отнесения отходов к определенному классу опасности.
14. Федеральный классификационный каталог отходов — что собой представляет, для чего служит, как устроен?
15. Существующие классификации твердых бытовых отходов. От чего зависят состав и объемы твердых бытовых отходов? Классы опасности бытового мусора.
16. Специфика строительного мусора. Вторичное использование строительных отходов.
17. Приведите примеры пород, относящихся к типам скальных и дисперсных грунтов.
18. Что такое специфические грунты?
19. Как определяется гранулометрический состав дисперсных грунтов?
20. Расскажите о классификации грунтов В.В. Охотина.
21. Как классифицируют песчаные грунты по гранулометрическому составу?
22. Какие показатели используют для оценки физических свойств грунтов?
23. В чем разница между плотностью, плотностью твердых частиц и плотностью скелета грунта?
24. В чем разница между пористостью и коэффициентом пористости?
25. Как определяется число пластичности и показатель консистенции глинистых грунтов?
26. Перечислите основные показатели водных свойств грунтов.
27. Какие факторы способствуют размокаемости грунтов?
28. Какие грунты склонны к набуханию?
29. Как определяются коэффициент фильтрации и коэффициент проницаемости?
30. Расскажите о механических свойствах грунтов. Какими методами они определяются?
31. Какие показатели деформационных свойств грунтов вы знаете?
32. Перечислите основные показатели прочности грунтов.
33. От чего зависит общая жесткость подземных вод? Какие еще виды жесткости выделяют, и от чего они зависят?
34. От чего зависит высота капиллярного поднятия в грунтах? Как влияет содержание хорошо разложившихся органических остатков на капиллярные свойства песчаных грунтов?
35. Методы определения коэффициента фильтрации дисперсных грунтов. Как изменится коэффициент фильтрации с ростом гидравлического градиента согласно закону Дарси?
36. Что характеризует величина максимальной молекулярной влагоемкости грунта?

Раздел 2. Современные способы хранения и захоронения отходов

1. Основные способы хранения и захоронения отходов. Их достоинства и недостатки.
2. Устройство полигонов ТКО, их основные отличия от свалок.
3. Типы полигонов ТКО, принимаемые и не принимаемые на них отходы.
4. Выбор места размещения полигона ТКО отходов.
5. Главные конструктивные элементы полигона захоронения ТКО отходов. Обеспечение контроля за фильтратом.
6. Способы захоронения токсичных промышленных отходов в зависимости от их токсичности и водорастворимости.
7. Для чего используются противофильтрационные устройства. Их основные типы и характерные особенности.
8. Противофильтрационные экраны из природных материалов. Требования, к ним предъявляемые, достоинства и недостатки.
9. Особенности устройства противофильтрационных экранов из природных материалов.
10. Противофильтрационные устройства из бетонных материалов. Виды, конструктивные особенности.
11. Противофильтрационные устройства из асфальтовых материалов. Виды, конструктивные особенности.
12. Противофильтрационные устройства из геосинтетических материалов. Виды, конструктивные особенности.
13. Проектирование геомембранных экранов. Главные достоинства и недостатки. Критерии выбора геомембран.
14. Комплексные противофильтрационные экраны. Эффективность, области применения.
15. Финальные перекрытия (защитные экраны поверхности) полигонов. Их конструктивные особенности и главные функции.
16. Что представляют собой противофильтрационные завесы. Область их применения, достоинства и недостатки.
17. Типы противофильтрационных завес.
18. Железобетонные бункеры как средство изоляции опасных отходов.
19. Фильтрующие сорбирующие конструкции и область их применения.
20. Специфика отходов горной отрасли. Способы хранения и захоронения отходов горного производства.
21. Виды отходов горнодобывающих и горно-перерабатывающих предприятий.
22. Отвалы открытых горных работ и их классификация.
23. Гидроотвалы и их главные конструктивные элементы.
24. Зоны фракционирования намывного грунта в гидроотвале и специфика слагающих их отходов.
25. Классы капитальности гидроотвалов и типы ограждающих дамб.
26. Одноярусная и многоярусная схемы намыва гидроотвалов. Способы укладки грунта в гидроотвал.
27. Основные технологические схемы намыва отходов в гидроотвалы в зависимости от рельефа местности.
28. Характерные черты в строении намывной толщи гидроотвалов, составе и физико-механических свойствах намывных пород.
29. Хвосты и шламы. Особенности гранулометрического, минерального состава и физических свойств.
30. Устройство хвостового хозяйства. Основные типы хвостохранилищ. Классы капитальности хвостохранилищ.
31. Устройство насыпной плотины (дамбы) хвостохранилищ. Пруд хвостохранилища. Функции, основные требования.
32. Способы заполнения хвостохранилищ и шламонакопителей. Технологии намыва отходов в хвостохранилищ и шламонакопители.

33. Водоприемные и водосбросные сооружения хвостохранилищ.
34. Аварии на хвостохранилищах: основные причины и примеры из практики.
35. Как выражают химический состав подземных вод? 24. Как оценивают степень агрессивности химического состава подземных вод по отношению к конструкционным материалам?
36. Что такое гидродинамический режим подземных вод, и как он влияет на устойчивость подземных сооружений?

Раздел 3. Обеспечение безопасного хранения и захоронения отходов в сложных инженерно-геологических и геоэкологических условиях

1. Негативные экологические последствия, связанные с устройством и функционированием свалок ТКО.
2. Фильтрат свалок ТКО. Воздействие на окружающую среду.
3. Возможные причины нарушения устойчивости полигонов ТКО.
4. Планировочные и конструктивные требования к полигонам захоронения промышленных отходов.
5. Геоэкологические проблемы эксплуатации опытного полигона «Красный бор».
6. Влияние горнодобывающих и горно-обогатительных производств на окружающую среду.
7. Управление отвалами. Требования, предъявляемые к таким объектам размещения отходов.
8. Расчетные характеристики грунтов при проектировании гидроотвалов. Деформации откосов отвалов и гидроотвалов.
10. Подготовка основания отвалов и гидроотвалов.
12. Принципы обеспечения безопасности работ на отвалах и гидроотвалах.
13. Расчеты устойчивости откосных сооружений. Факторы, влияющие на степень устойчивости.
14. Инженерно-геологическое обоснование выбора территории для размещения хвостохранилищ и шламонакопителей.
15. Размещение хвостохранилищ и шламонакопителей на участках со специфическими подстилающими грунтами.
16. Специфика обеспечения устойчивости откосов дамб, сложенных песками и крупнообломочными грунтами.
17. Специфика обеспечения устойчивости откосов дамб, сложенных глинистыми грунтами.
18. Оценка водопроницаемости грунтов тела и основания ограждающих сооружений хвосто- и шламохранилищ.
19. Выбор конструкции плотины (дамбы) хранилища и ее элементов.
20. Самоочищение подземных вод, загрязненных нефтепродуктами, в зоне влияния хвостохранилища (на примере ПО «Фосфорит»).
21. Основные геоэкологические проблемы при глубоком захоронении промышленных отходов.

Раздел 4. Хранение и захоронение радиоактивных отходов

1. Способы захоронения твердых радиоактивных отходов различной степени активности в геологических формациях.
2. Что такое радиоактивные отходы. Критерии, главные особенности.
3. Назовите основные источники образования РАО.
4. Низкоактивные и среднеактивные отходы в период эксплуатации АЭС.
5. Радиоактивное загрязнение при ядерном взрыве. Продукты деления, ядерного синтеза и нейтронной активации.
6. Классификация РАО в зависимости от агрегатного состояния и удельной активности.
7. Действующая классификация РАО, составленная МАГАТЭ (2014).
8. Что включает переработка РАО и подготовка их к захоронению?
9. Приведите принципиальную схему ядерного топливного цикла. Какие основные виды отходов образуются в ЯТЦ?

10. Главные отличия открытого и закрытого ЯТЦ.
11. Хранение ОЯТ на АЭС после выгрузки из реактора.
12. Источники образования РАО, не связанные с ЯТЦ.
13. Кондиционирование жидких РАО. Процессы отверждения и параметры, характеризующие качество отвержденных отходов.
14. Цементация РАО. Особенности технологии, ее достоинства и недостатки.
15. Битумирование РАО. Достоинства и недостатки технологии.
16. Остекловывание РАО. Плюсы и минусы метода.
17. Кондиционирование твердых РАО.
18. Система спецкомбинатов «Радон» и ее деятельность на территории РФ.
19. Практика глубинного захоронения жидких РАО.
20. Оцените уровень пригодности для захоронения РАО территории с сейсмичностью 8 баллов по шкале MSK-64, если известно, что кровля толщи, представленной переслаиванием соляных и проницаемых пород, залегает на глубине 150 м, имеет мощность 60 м и относится к зоне замедленного водообмена.

6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

Вариант 1

№	Вопросы	Варианты ответов
1	При превышении какой температуры происходят существенные минералогические изменения глинистых пород, ведущие к негативной трансформации их физических и химических свойств, частичной потере способности к поглощению?	1. 50-75°C 2. 110-150°C 3. 250-300°C 4. 900°
2	Что из перечисленного не относится к «глинистым осадочным породам»?	1. Аргиллиты 2. Ленточные глины 3. Мергели 4. Филлиты
3	Какая зона фракционирования намытого грунта в гидроотвале характеризуется преимущественным осаждением пылевато-глинистых частиц?	1. Упорная призма 2. Приоткосная зона 3. Переходная зона 4. Ядерная зона
4	Что из перечисленного принимают на полигоны промышленных отходов?	1. Радиоактивные отходы 2. Нефтепродукты, подлежащие регенерации 3. Отходы, для которых разработаны эффективные методы извлечения металлов и других веществ 4. Цианосодержащие сточные воды и шламы
5	При формировании гидроотвала ширина образуемого по всей его периферии пляжа должна составлять не менее	1. 1,5 м 2. 5 м 3. 20 м 4. 60 м
6	Ширина гребня дамб обвалования гидроотвалов в соответствии с требованиями безопасности должна составлять не менее...	1. 0,5 м 2. 2 м 3. 10 м 4. 20 м
7	Коэффициент фильтрации пород дамбы начального обвалования должен...	1. иметь нулевые значения 2. быть значительно ниже, чем у прилегающих намытых пород 3. быть не меньше, чем у прилегающих намытых пород 4. соответствовать коэффициенту фильтрации пород основания
8	Какой способ укладки в гидроотвал применяется при намыве глинистых и суглинистых	1. Эстакадный 2. Низкоопорный

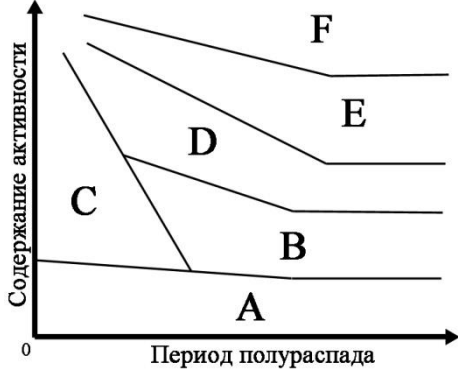
№	Вопросы	Варианты ответов
	отходов, формирующих непрочный массив с медленным нарастанием прочностных свойств?	3. Веерный 4. Безэстакадный
9	Отвод осветленной воды из пруда-отстойника гидроотвалов овражного типа, заполняющихся от ограждающей дамбы к вершине, осуществляется с помощью...	1. пластового дренажа 2. плавучей насосной станции 3. шандорных колодцев 4. перелива через регулирующие водосбросы в гребне дамбы
10	За счет чего достигается низкий коэффициент фильтрации экранов из бентоматов?	1. Укладки непроницаемого полотна тканного или нетканного геотекстиля 2. Гидратации и набухания гранул бентонита 3. Образования плотной цементоподобной матрицы из алюминатов и силикатов Са 4. Бентоматы не выполняют гидроизолирующую функцию
11	Возведение отвалов и гидроотвалов на слабых малопроницаемых грунтах с использованием внутреннего отвалообразования с бестранспортной системой разработки...	1. требует полного удаления слабого слоя в основании по всей территории отвала 2. требует полного удаления ослабленного слоя на площади упорных призм отвала 3. допускает частичное удаление пород слабого слоя с пригрузкой оставшейся части слоя хорошо фильтрующими породами 4. допускается, при заблаговременной пригрузке слабого слоя предотвалом из хорошо фильтрующих пород
12	В гидроотвалах угол внутреннего трения намывных пород...	1. уменьшается с удалением от фронта намыва и увеличивается с глубиной 2. уменьшается как с удалением от фронта намыва, так и с глубиной 3. увеличивается с удалением от фронта намыва и уменьшается с глубиной 4. увеличивается как с удалением от фронта намыва, так и с глубиной
13	Коэффициенты фильтрации намывных пород в отложениях пруда-отстойника гидроотвалов составляют...	1. 1–10 м/сут 2. 0,1–0,01 м/сут 3. 10^{-3} – 10^{-4} м/сут 4. 10^{-6} – 10^{-8} м/сут
14	При переслаивании грунтов различного состава и прочности в упорной призме, наличии водоупорного основания и большого объема текучих грунтов в центральной части отвала расчет устойчивости ведется...	1. по круглоцилиндрическим поверхностям сдвига 2. по ломаным поверхностям скольжения 3. по прямолинейным поверхностям скольжения 4. по поверхностям дилатансионного разуплотнения
15	Наиболее эффективным средством глубинного дренажа с точки зрения повышения устойчивости откосов гидроотвалов разнородного песчано-глинистого состава являются...	1. закладные металлические трубчатые дрены с фильтрующей обсыпкой, укладываемые в траншеи, пройденные в слабопроницаемых породах основания 2. фильтрующие подушки и банкеты, перед намывом укладываемые в основание на слабопроницаемые породы 3. насосные дренажные вертикальные скважины 4. самотечные наклонные и горизонтальные скважины
16	Что используется в качестве связующего компонента при изготовлении противофильтрационных экранов из полимербетона?	1. Цемент 2. Известь 3. Фурановые и эпоксидные смолы 4. Жидкое стекло

№	Вопросы	Варианты ответов
17	На долю каких природных минералов приходится основная часть тонкодисперсного (пелитового) материала хвостов обогатительных фабрик?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Кварц, полевой шпат 2. Каолинит, монтмориллонит, хлорит 3. Кальцит, доломит 4. Пирит, флюорит
18	Как изменяются объемная масса скелета хвостов и их пористость с увеличением глубины пределов хвостохранилища?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Возрастают 2. Уменьшаются 3. Объемная масса скелета возрастает, а пористость уменьшается 4. Объемная масса скелета уменьшается, а пористость возрастает
19	При размещении хвостохранилищ в районах с вечномерзлыми грунтами предпочтение должно отдаваться площадкам...	<ol style="list-style-type: none"> 1. со сплошным распространением многолетнемерзлых пород (ММП) 2. с прерывистым распространением ММП 3. с островным распространением ММП 4. без ММП (с тальми грунтами в основании)
20	Максимально допустимая мощность слоя торфянистых переувлажненных грунтов в основании дамб хвостохранилищ?	<ol style="list-style-type: none"> 1. 0,5 м 2. 2 м 3. 5 м 4. 10 м
21	Минимальная величина санитарной зоны от проектного контура хвостохранилища до жилых и общественных сооружений составляет не менее...	<ol style="list-style-type: none"> 1. 100 м 2. 300 м 3. 1 км 4. 5 км
22	Какой из перечисленных анионов не относится к макрокомпонентам?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Хлорид 2. Сульфат 3. Гидрокарбонат 4. Фосфат
23	Какой элемент земляной плотины, изображенной в разрезе, обозначен цифрой «9»?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Низовой откос 2. Дренажная призма 3. Экран 4. Понур
24	Глубина осветленной воды перед водоприемным колодцем хвостохранилищ и шламонакопителей должна быть...	<ol style="list-style-type: none"> 1. не менее 10 см 2. не менее 1,5 м 3. не более 1,5 м 4. менее 0,5 м
25	Особенностью способа заполнения овражного хвостохранилища «от плотины к берегам» можно считать...	<ol style="list-style-type: none"> 1. низкое пыление намывных отходов 2. активное пыление намывных отходов 3. необходимость возведения плотины сразу на проектную высоту 4. отказ от строительства водоприемных колодцев для удаления осветленной воды
26	Что представляет собой картовый намыв хвостохранилищ?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сооружение конусообразных хвостохранилищ с центральной подачей сгущенных хвостов 2. Разбивку фронта намыва на прямоугольные участки, окруженные дамбами, и их последовательное заполнение 3. Заполнение заглубленных ниже земной поверхности искусственно созданных выемок 4. Заполнение объема хранилища специальными «картовыми» установками
27	Какие свойства придает песчано-глинистым грунтам, рассматриваемым в качестве осно-	<ol style="list-style-type: none"> 1. Способность набухать при дополнительном увлажнении

№	Вопросы	Варианты ответов
	вания хвостохранилищ, повышенное содержание пылеватых частиц?	2. Высокую водопроницаемость, способность быстро отдавать воду при осушении 3. Водонеустойчивость, морозную пучинистость 4. Повышенное содержание пылеватых фракций не влияет на свойства песчано-глинистого грунта

Вариант 2

№	Вопросы	Варианты ответов
1	Для каких трещин характерна большая ширина раскрытия, значительная протяженность и выдержанность, строгое пространственное расположение с формированием нескольких взаимно пересекающихся систем трещин и закономерное сочетание этих систем со структурно-петрографическими элементами пород?	1. Тектонические трещины скальвания 2. Тектонические трещины отрыва 3. Трещины разгрузки 4. Контракционные трещины
2	Как называются крупные интрузивные массивы, имеющие преимущественно секущие контакты и площадь более 100 км ² ?	1. Батолит 2. Лакколлит 3. Лополит 4. Некк
3	Сколько классов опасности отходов выделяется в соответствии с Федеральным законом №89-ФЗ "Об отходах производства и потребления"?	1. Три 2. Четыре 3. Пять 4. Шесть
4	На чем основывается экспериментальный метод определения класса опасности отходов?	1. Газовой хроматографии 2. Рентгенофазовом анализе 3. Микроскопическом изучении материала опытных образцов 4. Биотестировании водной вытяжки отходов
5	К группе каких РАО преимущественно относится отработавшее ядерное топливо и продукты его химической переработки?	1. ВАО 2. САО 3. НАО 4. ОНАО
6	Какие отходы образуются в процессе эксплуатации атомных электростанций в результате обработки охлаждающей воды и воды бассейна выдержки, дезактивации оборудования и текущего ремонта установки?	1. Высокоактивные 2. Средне- и низкоактивные 3. Очень низкоактивные 4. Освобожденные отходы
7	К чему приводит накопление малорастворимых газов в толще песчано-глинистых грунтов?	1. Повышение сжимаемости, снижение влажности, изменение НДС (напряженно-деформированного состояния) 2. Снижение сжимаемости, повышение агрессивности по отношению к конструкционным материалам, изменение НДС толщи грунтов и конструкций 3. Образование макропористости, формирование трещиноватости, повышение сжимаемости 4. Разуплотнение толщи грунтов и повышение ее сжимаемости
8	Сколько классов РАО выделяется в обновленной классификации МАГАТЭ от 2014 г.?	1. 3 2. 4 3. 5 4. 6
9	Какому классу отходов на нижеприведенной диаграмме соответствует область «А»?	1. Низкоактивным 2. Высокоактивным 3. Освобожденным

№	Вопросы	Варианты ответов
		4. Очень низкоактивным
10	Как влияет содержание хорошо разложившихся органических остатков на механические свойства песчаных грунтов?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Появляется связность, снижается угол внутреннего трения, возрастает способность к пластическим деформациям 2. Снижается сжимаемость, повышается сопротивление сдвигу 3. Возрастает модуль общей деформации и угол внутреннего трения 4. Содержание органических остатков мало отражается на показателях механических свойств песков
11	Выберите документ, стоящий во главе законодательства РФ в области охраны окружающей среды?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Федеральный закон №7 «Об охране окружающей среды» 2. Федеральный закон №89 «Об отходах производства и потребления» 3. Конституция РФ 4. Федеральный закон №52 «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»
12	Выберите положение, противоречащее Базельской конвенции «О контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением»	<ol style="list-style-type: none"> 1. Запрещен экспорт опасных отходов в направлении сторон, которые ввели запрет на импорт; 2. Экспорта отходов с целью их удаления разрешен только в развивающиеся страны и на территории, расположенные южнее 60° южной широты; 3. Транспортировка отходов разрешена, только если государство-экспортер не располагает мощностями для переработки и использования опасных отходов или отходы необходимы государству-импортеру в качестве сырья; 4. Транспортировка грузов возможна при наличии сопроводительных документов международного образца и соблюдении международных правил перевозки
13	В соответствии с законом «Об отходах производства и потребления» рекуперацией называют...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Предварительную подготовку отходов к дальнейшей утилизации, включая сортировку, разборку и очистку; 2. Повторное применение отходов по прямому назначению; 3. Возврат отходов в производственный цикл после соответствующей подготовки; 4. Извлечение из отходов полезных компонентов для их повторного применения
14	Что в настоящее время понимается под термином «хранение отходов»?	1. Изоляция отходов, не подлежащих дальнейшей утилизации, в специальных хранилищах в целях предотвращения попадания вредных веществ в

№	Вопросы	Варианты ответов
		<p>окружающую среду</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Складирование отходов в специализированных объектах сроком более чем 11 месяцев в целях их последующего захоронения, обезвреживания или использования 3. Складирование отходов в специализированных объектах сроком более чем 6 месяцев в целях их последующего захоронения, обезвреживания или использования 4. Складирование отходов в специализированных объектах сроком менее чем 6 месяцев в целях их последующего захоронения, обезвреживания или использования
15	Какие из перечисленных объектов подлежат включению в государственный реестр объектов размещения отходов?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Объекты накопления отходов 2. Объекты захоронения отходов 3. Рекультивированные или законсервированные в соответствии с установленным порядком объекты размещения отходов 4. Скотомогильники
16	Какой вид деятельности не подлежит лицензированию в соответствии с №99-ФЗ «О лицензировании отдельных видов деятельности»	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сбор отходов 2. Накопление отходов 3. Транспортирование отходов 4. Размещение отходов
17	Каков средний срок службы у тепловыделяющих сборок, используемых в атомных реакторах?	<ol style="list-style-type: none"> 1. От 2 до 5 месяцев 2. От 3 до 5 лет 3. От 10 до 15 лет 4. От 25 до 50 лет
18	Чего не предполагает разомкнутый ядерный топливный цикл?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Переработка ОЯТ 2. Выдержка ОЯТ в пристанционном бассейне 3. Обогащение гексафторида урана 4. Хранение и захоронение ВАО
19	С каким источником по данным ООН связано до 95% от общего количества поступления искусственных радионуклидов в окружающую среду?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Управляемые ядерные реакции, осуществляемые в ядерных реакторах 2. Испытания ядерного оружия и технические ядерные взрывы 3. Переработка отработанного ядерного топлива на радиохимических заводах 4. Захоронение отходов атомной промышленности
20	Что образуется в процессе ядерного взрыва при взаимодействии нейтронов с ядрами стабильных нуклидов?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Продукты ядерного деления 2. Продукты ядерного синтеза 3. Продукты активации 4. Продукты пролиферации
21	Что понимается под термином «глинистый грунт»?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Связный грунт, состоящий в основном из песчаных и глинистых (не менее 10%) частиц 2. Грунт, состоящий из глинистых частиц, содержание которых стремится к 100% 3. Связный грунт, состоящий в основном из пылеватых и глинистых (не менее 3%) частиц, обладающих свойством пластичности ($I_p \geq 1\%$) 4. Связный грунт, состоящий в основном из пылеватых и глинистых (не менее 25%) частиц
22	Что называется кубовым остатком?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Пустая горная порода, оставшаяся после обогащения урановой руды 2. Упаренный раствор, образующийся в выпарном агрегате при обработке ЖРАО

№	Вопросы	Варианты ответов
		<ul style="list-style-type: none"> 3. Отработанное ядерное топливо 4. Твердые радиоактивные отходы, не подлежащие дальнейшей переработке
23	Какое высказывание касательно технологии упаривания ВАО от переработки облученного топлива является ошибочным?	<ul style="list-style-type: none"> 1. В аппаратах для упаривания допустимо использовать конструкционные материалы только с очень высокой коррозионной стойкостью 2. Образующийся при упаривании конденсат не является радиоактивным 3. Обязательна операция по тщательной очистке отходящих газов и аэрозолей 4. Требуется использование только автоматических и дистанционных методов обращения с отходами на всех стадиях кондиционирования
24	Выберите неверное утверждение, касающееся прессования ТРО.	<ul style="list-style-type: none"> 1. Происходит укрупнение ТРО и обеспечивается фиксация радионуклидов 2. Разрушается упаковка и увеличивается вероятность распространения радионуклидов 3. Наличие органики и влаги в ТРО при длительном хранении приводит к образованию агрессивных газовых соединений 4. Остаточное давление и коррозия при длительном воздействии не обеспечивают гарантированную стойкость упаковки
25	Что называется пиролизом ТРО?	<ul style="list-style-type: none"> 1. Сжигание с избытком или недостатком воздуха при температуре 800-1000°C 2. Сжигание в инертной атмосфере или при недостатке воздуха при температуре 500-550°C 3. Сжигание в печах с кипящим слоем 4. Плазменная переработка
26	Какая технологическая операция обычно предшествует захоронению жидких радиоактивных отходов, образующихся при переработке ядерного топлива?	<ul style="list-style-type: none"> 1. Заморозка 2. Остекловывание (витрификация) 3. Битумирование 4. Цементирование
27	Образование прочного монолита при цементировании ЖРО	<ul style="list-style-type: none"> 1. зависит от солесодержания – должно быть менее 150-200 г/л 2. зависит от солесодержания – должно быть более 150-200 г/л 3. не зависит от солесодержания, но зависит от влажности солевого концентрата 4. не зависит ни от солесодержания, ни от влажности солевого концентрата

Вариант 3

№	Вопросы	Варианты ответов
1	Какая технология подготовки к захоронению лучше всего подходит для высокоактивных жидких отходов с высоким тепловыделением?	<ul style="list-style-type: none"> 1. Цементирование 2. Битумирование 3. Остекловывание (витрификация) 4. Все вышеперечисленные
2	Какой способ отверждения РАО характеризуется такими положительными качествами получаемого компаунда, как непроницаемость, пластичность и химическая инертность?	<ul style="list-style-type: none"> 1. Цементирование 2. Битумирование 3. Остекловывание (витрификация) 4. Ни один из перечисленных
3	Для снижения взрывоопасности, какое количество отходов от общей массы должны содержать битумные компаунды?	<ul style="list-style-type: none"> 1. Менее 25% 2. Менее 50% 3. Менее 75%

№	Вопросы	Варианты ответов
		4. Менее 90%
4	При каких температурах начинается плавление битумных и полимерных компаундов?	1. Свыше 40-60°C 2. Свыше 90-100°C 3. Свыше 160-200°C 4. Свыше 300-400°C
5	Какой из перечисленных процессов отверждения ЖРАО протекает при комнатной температуре?	1. Битумирование 2. Цементация 3. Силикатизация 4. Полимеризация
6	Какая из отвержденных композиций характеризуется наибольшей стойкостью к выщелачиванию?	1. Цементная матрица 2. Битумная матрица 3. Глинистая матрица 4. Стеклянная матрица
7	Для какого из методов иммобилизации РАО характерен наиболее сильный нагрев?	1. Битумирование 2. Цементация 3. Витрификация 4. Полимеризация
8	Для предотвращения снижения гидростойкости стеклянной матрицы за счет ее кристаллизации в процессе хранения отвержденных отходов должно исключаться повышение температуры выше...	1. 100°C 2. 500°C 3. 1000°C 4. 1500°C
9	В какой из стран в настоящее время не ведется переработка на радиохимических заводах отработанного ядерного топлива?	1. США 2. Великобритания 3. Франция 4. Россия
10	Какая стадия обращения с РАО предшествует непосредственно их хранению и захоронению?	1. Кондиционирование 2. Переработка 3. Классификационная сортировка 4. Сбор
11	Какие из перечисленных отходов подходят для захоронения в траншеях с земляной засыпкой с ограниченным регулирующим контролем?	1. Очень низкоактивные 2. Среднеактивные 3. Высокоактивные 4. Низкоактивные
12	Какие из перечисленных отходов могут содержать повышенное количество долгоживущих радионуклидов, требуют захоронения на больших глубинах, порядка десятков до нескольких сотен метро, но при этом не нуждаются вовсе или нуждаются в ограниченном обеспечении отвода тепла в процессе хранения и захоронения?	1. Очень низкоактивные 2. Низкоактивные 3. Среднеактивные 4. Высокоактивные
13	Какие отходы, обладая ограниченным объемом долгоживущих радионуклидов, требуют надежной изоляции и локализации на срок до нескольких сотен лет и пригодны для захоронения в приповерхностных пунктах с инженерно-техническими барьерами?	1. Очень короткоживущие 2. Очень низкоактивные 3. Низкоактивные 4. Среднеактивные
14	Какой способ хранения и захоронения лучше всего подходит для отходов ядерного топлива?	1. Хвостохранилища и шламоохранилища 2. Шахты, скважины и др. горные выработки 3. Пруды-отстойники 4. Отвалы и гидроотвалы
15	Процесс выноса мелких частиц из породы, а также из заполнителя трещин и пустот при действии гидродинамического давления	1. Суффозия 2. Карст 3. Абразия

№	Вопросы	Варианты ответов
	фильтрационных потоков – это...	4. Просадочность
16	Какие из перечисленных радионуклидов обладают наименьшим периодом полураспада?	1. Sr-90 и Cs-137 2. Pu-240 и Am-243 3. Th-232 4. U-238
17	Какова продолжительность локализации в подземных хранилищах среднеактивных отходов?	1. Не менее 200 лет 2. Не менее 500-600 лет 3. Более 10 000 лет 4. Более 100 000 лет
18	Какова продолжительность локализации в подземных хранилищах низкоактивных отходов?	5. Не менее 200 лет 6. Не менее 500-600 лет 7. Более 10 000 лет 8. Более 100 000 лет
19	Превышение какой температуры буферной засыпки при подземном размещении РАО ведет к дегидратации глинистых материалов, а, следовательно, к потере их компактности и ухудшению адсорбционных характеристик?	1. 50°C 2. 120°C 3. 250°C 4. 400°C
20	Какая гидродинамическая зона характеризуется наиболее благоприятными для глубинного захоронения отходов условиями?	1. Интенсивного водообмена 2. Сезонного колебания уровня подземных вод 3. Затрудненного водообмена 4. Весьма затрудненного водообмена
21	Как называются подземные воды, приуроченные к регионально выдержанному пласту-коллектору, залегающему между водоупорными горизонтами, на кровле которого давление воды выше атмосферного?	1. Верховодка 2. Грунтовые воды 3. Напорные (артезианские) воды 4. Вода области капиллярного поднятия
22	Цементирование не применяется при удельной активности концентратов выше	1. 3,7 МБк/л 2. 3,7 кБк/л 3. 3,7 Бк/л 4. 3,7 мБк/л
23	Что является нехарактерным для цементных компаундов?	1. Высокая механическая прочность блоков 2. Низкая выщелачиваемость радионуклидов при контакте блоков с водой 3. Значительное тепловыделение в процессе твердения 4. Цементирование требует регулирования уровня рН отходов
24	Что происходит с битумными компаундами при чрезмерной величине удельной активности отходов (свыше $3,7 \cdot 10^{10}$ Бк/л)?	1. Растрескивание 2. Вспучивание 3. Усадка 4. Снижение эластичности

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-50	Неудовлетворительно
51-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Ахмедзянов, В. Р. Обращение с радиоактивными отходами : Учебное пособие / Ахмедзянов В. Р., Лащёнова Т. Н., Максимова О. А. — Электрон. текстовые данные. — Москва : Энергия, Институт энергетической стратегии, 2008. — 284 с. — Текст : электронный // «Библиоком-плектатор»: электронно-библиотечная система. — URL: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=5719>. — Режим доступа: по паролю ; Библиоклуб: университетская библиотека онлайн. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=58368> (дата обращения: 10.02.2022). — Режим доступа: по подписке.

2. Бобович, Б. Б. Управление отходами : учебное пособие / Б.Б. Бобович. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2022. — 107 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/textbook_5b8d63759c9ad3.72943687. — ISBN 978-5-00091-568-4. — Текст : электронный. — URL: <https://znanium.com/catalog/product/1200620> (дата обращения: 10.02.2022). — Режим доступа: по подписке.

3. Ветошкин, А. Г. Основы инженерной защиты окружающей среды : учебное пособие : [16+] / А. Г. Ветошкин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. — 461 с. : ил., табл., схем. — (Инженерная экология для бакалавриата). — Режим доступа: по под-

писке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564894> (дата обращения: 10.02.2022). — Библиогр.: с. 453. — ISBN 978-5-9729-0347-4. — Текст : электронный.

4. Ветошкин, А. Г. Техника и технология обращения с отходами жизнедеятельности : учебное пособие : в 2 частях : [16+] / А. Г. Ветошкин. — Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. — Часть Часть 1. Системное обращение с отходами. — 441 с. : ил., табл., схем. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564895> (дата обращения: 10.02.2022). — Библиогр.: с. 430 - 435. — ISBN 978-5-9729-0233-0. — Текст : электронный. — Часть 2. Переработка и утилизация промышленных отходов. — 381 с. : ил., табл., схем. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564896> (дата обращения: 10.02.2022). — Библиогр.: с. 370 - 375. — ISBN 978-5-9729-0234-7. — Текст : электронный.

5. Ветошкин, А. Г. Технологии защиты окружающей среды от отходов производства и потребления : учебное пособие для вузов / А. Г. Ветошкин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-8790-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/180866> (дата обращения: 10.02.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Соколов, Л. И. Управление отходами (waste management) : учебное пособие : [16+] / Л. И. Соколов. — Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2018. — 209 с. : ил. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493887> (дата обращения: 10.02.2022). — Библиогр.: с. 183-186. — ISBN 978-5-9729-0246-0. — Текст : электронный.

7. Хорошавин, Л. Б. Основные технологии переработки промышленных и твердых коммунальных отходов : учебное пособие для СПО / Л. Б. Хорошавин, В. А. Беляков, Е. А. Свалов ; под редакцией А. С. Носкова. — 2-е изд. — Саратов, Екатеринбург : Профобразование, Уральский федеральный университет, 2019. — 219 с. — ISBN 978-5-4488-0514-1, 978-5-7996-2801-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/87836.html> (дата обращения: 10.02.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

8. Шубов, Л. Я. Технология отходов : учебник / Л.Я. Шубов, М.Е. Ставровский, А.В. Олейник ; под ред. проф. Л.Я. Шубова. — М. : Альфа-М : ИНФРА-М, 2018. — 352 с. : ил. — (Технологический сервис: Магистратура). — ISBN 978-5-98281-257-5. — Текст : электронный. — URL: <https://znanium.com/catalog/product/933885> (дата обращения: 10.02.2022). — Режим доступа: по подписке.

9. Шубов, Л. Я. Технология твердых бытовых отходов : учебник / Л. Я. Шубов, М. Е. Ставровский, А. В. Олейник ; под ред. проф. Л. Я. Шубова. — Москва : Альфа-М : ИНФРА-М, 2019. — 400 с. : ил. — (Технологический сервис). — ISBN 978-5-98281-255-1. — Текст : электронный. — URL: <https://znanium.com/catalog/product/1010501> (дата обращения: 10.02.2022). — Режим доступа: по подписке.

7.1.2. Дополнительная литература

1. Андерсон, Е. Б. Подземная изоляция радиоактивных отходов / под науч. ред. В.Н. Морозова. — М. : Горная книга, 2011. — 592 с. — Текст : непосредственный.

2. Бабков-Эстеркин, В. И. Складирование и утилизация отходов горного производства : сборник лабораторных работ / В. И. Бабко-Эстеркин. — М. : МГУ, 2003. — 33 с. — Текст : непосредственный.

3. Бельдеева, Л. Н. Экологически безопасное обращение с отходами / Л. Н. Бельдеева, Ю. С. Лазуткина, Л. Ф. Комарова; под общ. ред. Л.Ф. Комаровой; Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. — 4-е изд., перераб. и доп. — Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2013. — 147 с. — Текст : непосредственный.

4. Беренгартен, М. Б. Управление отходами в городском хозяйстве: учебное пособие / М. Б. Беренгартен, И. А. Васильева, В. В. Девяткин и др. / под ред. В. Г. Систера. — М. : МГУИЭ, 1999. — 120 с. — Текст : непосредственный.

5. Голубев, О. В. Металлургические методы переработки промышленных и бытовых отходов. Часть 1. Образование и проблемы переработки твердых бытовых отходов [Электронный ре-

сурс] : учебное пособие / Голубев О.В., Черноусов П.И., Травянов А.Я. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский Дом МИСиС, 2005. — 79 с. — Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=56081>. — «Библиокомплектатор», по паролю.

6. Грачев, В. А. Обращение с отходами производства и потребления в системе экологической безопасности: научно-методическое пособие / В. А. Грачев, А. Т. Никитин, С. А. Фомин и др. / Под общ. ред. член-корр. РАН, проф. В. А. Грачева и проф. А. Т. Никитина. — М. : Изд-во МНЭПУ, 2009. — 500 с. — Текст : непосредственный.

7. Камнев, Е. Н. Выбор площадок для захоронения радиоактивных отходов в геологических формациях / Е. Н. Камнев, В. Н. Морозов, И. Ю. Шишиц. — Москва : Горная книга, 2011. — 216 с. — ISBN 978-5-98672-214-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/1509> (дата обращения: 10.02.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8. Корнеев, В. И. Красные шламы — свойства, складирование, применение / В. И. Корнеев, А. Г. Сусс, А. И. Цеховой. — М. : Metallurgia, 1991. — 144 с. — Текст : непосредственный.

9. Крячко, О. Ю. Управление отвалами открытых горных работ / О. Ю. Крячко. — М. : Недра, 1980. — 255 с. — Текст : непосредственный.

10. Максименко, Л. В. Обращение с отходами лечебно-профилактических учреждений [Электронный ресурс] : учебное пособие / Максименко Л. В. — Электрон. текстовые данные. — Москва : Российский университет дружбы народов, 2011. — 120 с. — Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=11437>. — «Библиокомплектатор», по паролю.

11. Мамин, Р. Г. Инновационные механизмы управления отходами [Электронный ресурс] : монография / Мамин Р. Г., Ветрова Т. П., Шилова Л. А. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. — 136 с. — Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=20005>. — «Библиокомплектатор», по паролю.

12. Миронов, В. П. Обращение с радиоактивными отходами: учебно-методическое пособие / В. П. Миронов, В. В. Журавков. — Минск : МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2009. — 172 с. — Текст : непосредственный.

13. Пальгунов, П. П. Утилизация промышленных отходов / П. П. Пальгунов, М. В. Сумароков. — М. : Стройиздат, 1990. — 352 с. — Текст : непосредственный.

14. Потапов П.А. Методы локализации и обработки фильтрата полигонов захоронения твердых бытовых отходов / П. А. Потапов, Е. И. Пупырев, А. Д. Потапов. — М. : Изд-во АСВ, 2004. — 168 с. — Текст : непосредственный.

15. Поташников, Ю. М. Утилизация отходов производства и потребления : учебное пособие / Ю. М. Поташников. — Тверь : Издательство ТГТУ, 2004. — 107 с. — Текст : непосредственный.

16. Пронкин, Н. С. Обеспечение безопасности обращения с радиоактивными отходами предприятий ядерного топливного цикла [Электронный ресурс] : учебное пособие / Пронкин Н. С. — Электрон. текстовые данные. — М. : Логос, 2012. — 420 с. — Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=17680>. — «Библиокомплектатор», по паролю.

17. Селивановская, С. Ю. Отходы производства и потребления: правовое регулирование, утилизация, размещение: учебник / Ю. М. Селивановская. — Казань : Казан. гос. ун-т, 2009. — 222 с. — Текст : непосредственный.

18. Скачек, М. А. Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами АЭС [Электронный ресурс]: Учебное пособие для вузов / М. А. Скачек. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский дом МЭИ, 2007. — 448 с. — Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=33185>. — «Библиокомплектатор», по паролю.

19. Скачек, М. А. Радиоактивные компоненты АЭС. Обращение, переработка, локализация [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / Скачек М.А. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский дом МЭИ, 2014. — 552 с. — Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=33226>. — «Библиокомплектатор», по паролю.

20. Сметанин, В. И. Защита окружающей среды от отходов производства и потребления: учебное пособие / В. И. Сметанин. — М. : Колос, 2003. — 232 с. — Текст : непосредственный.

21. Трифонова, Т. А. Прикладная экология : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по экологическим специальностям / Т. А. Трифонова, Н. В. Селиванова, Н. В. Мищенко. — 3-е изд. — Москва : Акад. Проект: Гаудеамус, 2007. — 381 с. — Текст : непосредственный.

22. Чуянов, Г.Г. Хвостохранилища и очистка сточных вод / Г. Г. Чуянов. — Екатеринбург : Изд-во УГГГА, 1998. — 246 с. — Текст : непосредственный.

23. Шищиц, И. Ю. Основы инженерной георадиоэкологии : учебное пособие для вузов. — М. : Издательство Московского государственного горного университета, 2005. — 711 с. — Текст : непосредственный.

24. Шищиц, И. Ю. Проблемы подземной изоляции радиоактивных отходов : учебное пособие / И. Ю. Шищиц. — Москва : Горная книга, 2002. — 55 с. — ISBN 5-7418-0234-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/3238> (дата обращения: 10.02.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Безопасность хранения и захоронения отходов: Методические указания к самостоятельной работе студентов / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: И.В. Алексеев. — СПб., 2018. — 17 с.

2. Безопасность хранения и захоронения отходов: Методические указания для проведения практических занятий / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: И.В. Алексеев. — СПб., 2017. — 63 с.

3. Учебно-методические материалы на информационно-образовательном портале <http://ior.spmi.ru>.

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal/>

2. Информационно-аналитический центр «Минерал»: <http://www.mineral.ru/>

3. Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации — ООО "ГЕОИНФОРММАРК": <http://www.geoinform.ru/>

4. КонсультантПлюс: справочно-поисковая система: www.consultant.ru/

5. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru/>

6. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>

7. Научная электронная библиотека «Scopus»: <https://www.scopus.com/>

8. Научная электронная библиотека «ScienceDirect»: <http://www.sciencedirect.com/>

9. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.

10. Электронная библиотека Горного университета: <http://irbis.spmi.ru/jirbis2/>

11. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://elibrary.rsl.ru/>

12. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net/>

13. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс “Руконт”»: <http://rucont.ru/>

14. Электронно-библиотечная система «Библиокомплектатор» (ЭБС IPRbooks): <http://www.bibliocomplectator.ru/>

15. Электронно-библиотечная система «БиблиоРоссика»: <http://www.bibliorossica.com>

16. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»: <http://biblioclub.ru/>

17. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ»: <https://urait.ru/>

18. Электронно-библиотечная система: <http://www.sciteclibrary.ru/>

19. Электронно-библиотечная система «Znanium»: <http://znanium.com/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Аудитории для проведения лекционных занятий.

Лекционные занятия проходят в Учебном центре №1 в различных аудиториях вместимостью на 25 и более посадочных мест, которые оснащены необходимым оборудованием: столами письменными, стульями аудиторными, трибуной настольной, доской настенной или мобильной напольной. Некоторые специализированные аудитории оснащены также ноутбуком с проектором и экраном или мультимедийным комплексом, позволяющим демонстрировать текстовые и графические материалы.

Аудитории для проведения практических занятий.

Практические занятия проходят в тех же помещениях, что и лекционные — в аудиториях Учебного центра №1 вместимостью на 25 и более посадочных мест. Аудитории оснащены необходимым оборудованием: столами письменными, стульями аудиторными, трибуной настольной, доской настенной или мобильной напольной, а в ряде случаев снабжены также ноутбуком проектором и экраном или мультимедийным комплексом, позволяющим демонстрировать текстовые и графические материалы.

8.2. Помещения для самостоятельной работы :

Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся в 1-м, 2-м и 3-м учебных центрах — специализированные помещения, оснащенные компьютерной техникой, имеющей выход в информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет», ЭИОС.

8.3. Лицензионное программное обеспечение:

1. Системы автоматизированного проектирования, имеющиеся на предприятиях.
2. Пакеты прикладных программ (Microsoft Office и т.п.).