



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института

электроэнергетики и электроники

\_\_\_\_\_ Р.Р.Гибадуллин

«24» февраля 2026 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.06 Проектирование объектов обращения с техногенными отходами

Направление подготовки

20.04.01 Техносферная безопасность

Направленность  
(профиль)

Экономика замкнутого цикла и технологии  
управления техногенными отходами

Квалификация

Магистр

г. Казань, 2026

Программу разработал(и):

Наименование кафедры	Должность, уч.степень, уч.звание	ФИО разработчика
Инженерная экология и безопасность труда	к.п.н.	Фахреева Д.Р.

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	Инженерная экология и безопасность труда	22.01.2026	№ 1	Зав.каф., д.т.н., проф. Николаева Лариса Андреевна
Согласована	Инженерная экология и безопасность труда	22.01.2026	№ 1	Зав.каф., д.т.н., проф. Николаева Лариса Андреевна
Согласована	Учебно-методический совет института	24.02.2026	№ 5	Директор, к.т.н., доц. Гибадуллин Рамил Рифатович
Одобрена	Ученый совет института	24.02.2026	№ 6	Директор, к.т.н., доц. Гибадуллин Рамил Рифатович

## 1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Проектирование объектов обращения с техногенными отходами» является формирование комплекса знаний, умений и навыков в области проектирования объектов обращения с отходами производства и потребления в соответствии с требованиями экологической безопасности.

Задачами дисциплины являются:

- Формирование знаний о нормативно-правовом регулировании в сфере обращения с отходами, включая изучение классификации отходов и требований экологического законодательства к проектированию объектов.
- Развитие умений выполнять инженерные расчёты и составлять технологические схемы процессов сбора, транспортировки, переработки, утилизации и размещения техногенных отходов.
- Овладение навыками проектирования природоохранных объектов и формирования природоохранных мероприятий, направленных на минимизацию негативного воздействия объектов обращения с отходами на окружающую среду и обеспечение экологической безопасности.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-3. Способен осуществлять экономическое регулирование природоохранной деятельности организации с применением инструментов экономики замкнутого цикла и систем ответственного управления техногенными отходами	ПК-3.1. Применяет экономические инструменты замкнутого цикла для регулирования обращения с техногенными отходами и стимулирования их вторичного использования;
	ПК-3.2. Проводит расчёт экономической эффективности мероприятий по обращению с техногенными отходами и обосновывает выбор оптимальной стратегии управления отходами с учётом принципов замкнутого цикла

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины:

Б1.В.04. Управление отходами и экономика замкнутого цикла (ПК-1)

Последующие дисциплины:

Б2.В.02(П). Производственная практика (экспертно-надзорная) (ПК-2)

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр
			3
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	3	108	108
КОНТАКТНАЯ РАБОТА	-	38	38
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	0,7	24	24
Лекции	0,3	8	8
Практические (семинарские) занятия	0,5	16	16
Лабораторные работы	-	-	-
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	2,3	84	84
Проработка учебного материала	1,3	48	48
Курсовой проект	-	-	-
Курсовая работа	-	-	-
Подготовка к промежуточной аттестации	1	36	36
Промежуточная аттестация:			Э
			-

### 3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Всего часов	Распределение трудоемкости по видам учебной работы			Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекции	пр. зан.	сам. раб.		
<b>Раздел 1.</b> Процедура разработки проектной документации	9	1	2	6	ТК 1	ПК.3.1
<b>Раздел 2.</b> Полигоны захоронения техногенных отходов: нормативно-технические требования	9	1	2	6	ТК 1	ПК.3.1
<b>Раздел 3.</b> Компостирование отходов	9	1	2	6	ТК 2	ПК.3.1
<b>Раздел 4.</b> Проектирование объектов размещения отходов производства	15	1	2	12	ТК 2	ПК.3.1
<b>Раздел 5.</b> Виды, состав и	9	1	2	6	ТК 3	ПК.3.2

свойства отходов производства и потребления						
<b>Раздел 6.</b> Проектирование полигонов захоронения твердых коммунальных отходов	12	2	4	6	ТК 3	ПК.3.2
<b>Раздел 7.</b> Вывод из эксплуатации и постэксплуатационное обслуживание объектов захоронения отходов	9	1	2	6	ТК 4	ПК.3.2
Экзамен	36				<b>36</b>	
<b>ИТОГО</b>	<b>108</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>48</b>	36	

### 3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Техногенные отходы как объект переработки: характеристика, ресурсный потенциал и технологии утилизации

Тема 1.1. Основные этапы проектирования природоохранных объектов.

Тема 1.2. Требования к составу разделов проектной документации и их содержанию.

Тема 1.3. Требования к проектированию комплексов по переработке отходов.

Раздел 2. Полигоны захоронения техногенных отходов: нормативно-технические требования

Тема 2.1. Нормативно-технические требования к проектированию, строительству, эксплуатации и консервации объектов захоронения отходов.

Раздел 3. Компостирование отходов.

Тема 3.1. Технологии компостирования, выбор оборудования, требования к готовому продукту.

Тема 3.2. Особенности нормативного правового регулирования, финансово-экономические аспекты реализации проектов по компостированию отходов.

Раздел 4. Проектирование объектов размещения отходов производства.

Тема 4.1. Проектирование, эксплуатация и завершение жизненного цикла объектов захоронения отходов производства.

Тема 4.2. Технические решения по эксплуатации полигонов: обустройство полигонов, основные конструктивные элементы полигона.

Раздел 5. Виды, состав и свойства отходов производства и потребления.

Тема 5.1. Компонентный состав отходов и тенденции его изменения, анализ компонентного состава твердых коммунальных отходов

Тема 5.2. Тенденции изменения норм накопления, состава и свойств твердых коммунальных отходов.

Раздел 6. Проектирование полигонов захоронения твердых коммунальных отходов.

Тема 6.1. Проектирование, эксплуатация и завершение жизненного цикла объектов захоронения твердых коммунальных отходов.

Тема 6.2. Технические решения по эксплуатации полигонов: обустройство полигонов, основные конструктивные элементы полигона.

Раздел 7. Вывод из эксплуатации и постэксплуатационное обслуживание объектов захоронения отходов.

Тема 7.1. Технические требования к выводу объектов захоронения отходов из эксплуатации.

Тема 7.2. Постэксплуатационное обслуживание объектов.

### **3.4. Тематический план практических занятий**

Тема 1. Анализ компонентного состава техногенных отходов и оценка их ресурсного потенциала

Тема 2. Разработка проектной документации

Тема 3. Определение расчётной вместимости, площади полигона, срока эксплуатации на основе нормативов накопления и плотности отходов.

Тема 4. Выбор технологии компостирования и подбор технологического оборудования

Тема 5. Расчёт конструктивных элементов полигона: противофильтрационный экран и системы дренажа

Тема 6. Прогнозирование морфологического состава и норм накопления ТКО для проектирования объектов

Тема 7. Разработка плана рекультивации и консервации объекта захоронения отходов

Тема 8. Комплексное проектное задание: разработка концептуального решения объекта обращения с отходами

### **3.5. Тематический план лабораторных работ**

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

### **3.6. Курсовой проект /курсовая работа**

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

## **4. Оценивание результатов обучения**

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
Шкала оценивания						

			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно	
			зачтено				не зачтено
ПК-3	ПК-3.1	Знать: нормативно-технические требования к проектированию объектов обращения с отходами; санитарно-защитные зоны; предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ; требования к противofильтрационным экранам					
			Знания в полном объёме программы, без ошибок; способен самостоятельно и аргументированно применять нормативы в проектных решениях с учётом экологических рисков	Знания в объёме программы, имеются 2–3 негрубые ошибки; применяются нормативы с частичной помощью преподавателя	Минимальный уровень знаний, много негрубых ошибок; затрудняется в применении нормативов к типовым проектным задачам	Знания ниже минимальных требований; допускает грубые ошибки в трактовке экологических нормативов и требований	
		Уметь: интегрировать экологические требования в технические задания на проектирование полигонов, комплексов переработки и компостирования; обосновывать выбор технологий с учётом минимизации воздействия на окружающую среду					
			Показаны все умения интеграции экологических требований в ТЗ; задачи решены без недочётов; задания выполнены в полном объёме качественно и в срок	Показаны основные умения интеграции; задачи решены с негрубыми ошибками; задания выполнены, но отдельные разделы – с недочётами	Показаны фрагментарные умения интеграции; решены только типовые задачи с ошибками; задания выполнены не в полном объёме	Умения интеграции не показаны; при решении стандартных задач допущены грубые ошибки в структуре и содержании ТЗ	
		Владеть: навыками оценки экологической безопасности проектных решений объектов обращения с отходами для минимизации загрязнения компонентов природной среды при соблюдении технологических нормативов					
		Навыки оценки продемонстрированы	Базовые навыки оценки	Минимальный набор	Базовые навыки оценки		

			рованы при решении нестандартных задач без ошибок; способен оптимизировать параметры объекта с учётом экологических и технических критериев	показаны при решении стандартных задач с отдельными недочётами; оптимизация параметров выполнена с частичной корректировкой	навыков оценки; решение стандартных задач сопровождается существенными недочётами в расчётной части	не показаны; при решении стандартных задач допущены грубые ошибки в оценке экологической безопасности
ПК-3	ПК-3.2	Знать: методы инженерно-экологического анализа проектов в сфере обращения с отходами, включая расчёт миграции загрязняющих веществ, оценку рисков для компонентов природной среды; критерии экологической эффективности природоохранных объектов				
			Знания методов анализа в полном объёме программы, без ошибок; самостоятельно применяет методики к оценке воздействия на все компоненты природной среды	Знания в объёме программы, имеются 2–3 негрубые ошибки; применяют методики с уточнениями и подсказками	Минимальный уровень знаний методов анализа; много негрубых ошибок в расчётах показателей воздействия	Знания ниже минимальных требований; не способен корректно применить методики оценки воздействия
		Уметь: выполнять сравнительный инженерно-экологический расчёт альтернативных вариантов проектирования объектов захоронения и переработки с оценкой их эффективности по критериям минимизации загрязнения окружающей среды				
			Показаны все умения сравнительного расчёта; задания выполнены в полном	Показаны основные умения сравнительного расчёта; задания	Показаны фрагментарные умения; решены только типовые	Умения сравнительного расчёта не показаны; при

			объёме; обоснование выбора варианта - аргументированное, без недочётов	выполнены, но отдельные разделы - с негрубыми и ошибками; обоснование требует корректировки	задачи с ошибками; задания выполнены не в полном объёме; обоснование - поверхностное	решении стандартных задач допущены грубые ошибки в оценке экологической эффективности альтернатив
		Владеть: инструментами компьютерного моделирования распространения загрязняющих веществ и многопараметрической оптимизации для обоснования выбора технологической схемы объекта, обеспечивающей баланс между технической реализуемостью и экологической безопасностью				
			Навыки моделирования продемонстрированы при решении нестандартных задач без ошибок; способен провести многовариантную оптимизацию проектных параметров самостоятельно	Базовые навыки моделирования показаны при решении стандартных задач с отдельными недочётами; оптимизация выполнена с методической поддержкой	Минимальный набор навыков; решение стандартных задач сопровождается существенными недочётами в настройке и интерпретации моделей	Базовые навыки моделирования не показаны; при решении стандартных задач допущены грубые ошибки в интерпретации результатов моделирования

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре разработчика.

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1. Учебно-методическое обеспечение

### 5.1.1. Основная литература

1. Экология производства : учебник / Э. В. Ивантер. - Санкт-Петербург : Лань, 2024. - 229 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/427994>. - ISBN 978-5-507-49802-4. - Текст : электронный.

2. Управление техногенными отходами : учебное пособие / В. Н. Коротаев, Н. Н. Слюсарь, Я. А. Жилинская [и др.]. — Пермь : ПНИПУ, 2016. — 390 с. — ISBN 978-5-398-01541-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/161217>.

3. Ветошкин, А. Г. Технологии защиты окружающей среды от отходов производства и потребления : учебное пособие / А. Г. Ветошкин. - 5-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2025 - 304 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/480245>. - ISBN 978-5-507-53250-6. - Текст : электронный.

### 5.1.2. Дополнительная литература

4. Колесников, С. И. Охрана природы и природоохранное законодательство : учебник / С. И. Колесников. — Москва : КноРус, 2023. — 209 с. — ISBN 978-5-406-11711-8. — URL: <https://book.ru/book/949526>. — Текст : электронный.

5. Широков, Ю. А. Экологическая безопасность на предприятии : учебное пособие для вузов / Ю. А. Широков. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 360 с. — ISBN 978-5-8114-9051-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/183796>.

6. Рязанова, О. Е. Циркулярная экономика : учебное пособие / О. Е. Рязанова, В. П. Золотарева. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Кнорус, 2025 - 181 с. - URL: <https://book.ru/books/957024>. - ISBN 978-5-406-14159-5. - Текст : электронный.

7. Ветошкин, А. Г. Основы инженерной экологии : учебное пособие для вузов / А. Г. Ветошкин. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025 — 332 с. — ISBN 978-5-507-50793-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/465095>.

## 5.2. Информационное обеспечение

### 5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

1. <http://www.mnr.gov.ru/> - Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации

2. <http://proed.ru> - Портал "Открытое образование"

### 5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

1. ГПНТБ России (Экологический раздел) Специализированная база данных «Экология: наука и технологии» [http://ecology.gpntb.ru/ecology db/](http://ecology.gpntb.ru/ecology_db/)

2. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru>

3. ИСС «Кодекс» / «Техэксперт» <http://app.kgeu.local/Home/Apps>

4. «Гарант» <http://www.garant.ru/>

5. «Консультант плюс» <http://www.consultant.ru/>

5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

1. LMS Moodle
2. Windows 10

## 6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование вида учебной работы	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
Лекции	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран) и др.
Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
	Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение

## 7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета

[www/kgeu.ru](http://www/kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

## **8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.**

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

*Гражданское и патриотическое воспитание:*

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

*Духовно-нравственное воспитание:*

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа

милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

*Культурно-просветительское воспитание:*

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

*Научно-образовательное воспитание:*

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

**Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год**

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					

*Приложение к рабочей  
программе дисциплины*



**КГЭУ**

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)**

## **ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

**по дисциплине**

**Проектирование объектов обращения с техногенными отходами**

Направление подготовки

20.04.01 Техносферная безопасность

Направленность  
(профиль)

Экономика замкнутого цикла и технологии  
управления техногенными отходами

Квалификация

Магистр

г. Казань, 2026

Оценочные материалы по дисциплине «Проектирование объектов обращения с техногенными отходами», предназначены для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенций.

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля (ТК) и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

## 1. Технологическая карта

Семестр 3

Наименование раздела	Формы и вид контроля	Рейтинговые показатели									
		I текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК1	II текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК2	III текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК3	IV текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК4	Итого	Промежуточная аттестация
<b>Раздел 1.</b> Процедура разработки проектной документации <b>Раздел 2.</b> Полигоны захоронения техногенных отходов: нормативно-технические требования	<b>ТК1</b>	15								0-15	
<b>Раздел 3.</b> Компостирование отходов <b>Раздел 4.</b> Проектирование объектов размещения отходов производства	<b>ТК2</b>			15						0-15	
<b>Раздел 5.</b> Виды, состав и свойства отходов производства и потребления <b>Раздел 6.</b> Проектирование полигонов захоронения твердых коммунальных отходов	<b>ТК3</b>					15				0-15	
<b>Раздел 7.</b> Вывод из эксплуатации и постэксплуатационное обслуживание объектов захоронения отходов	<b>ТК4</b>							15		0-15	

Промежуточная аттестация (экзамен)	ОМ									0-40
------------------------------------	----	--	--	--	--	--	--	--	--	------

**2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации**  
Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ПК-3	ПК-3.1	Знать: нормативно-технические требования к проектированию объектов обращения с отходами; санитарно-защитные зоны; предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ; требования к противοфилтpационным экранам				
		Знания в полном объёме программы, без ошибок; способен самостоятельно и аргументированно применять нормативы в проектных решениях с учётом экологических рисков	Знания в объёме программы, имеются 2–3 негрубые ошибки; применяются нормативы с частичной помощью преподавателя	Минимальный уровень знаний, много негрубых ошибок; затрудняется в применении нормативов к типовым проектным задачам	Знания ниже минимальных требований; допускает грубые ошибки в трактовке экологических нормативов и требований	
		Уметь: интегрировать экологические требования в технические задания на проектирование полигонов, комплексов переработки и компостирования; обосновывать выбор технологий с учётом минимизации воздействия на окружающую среду				
		Показаны все умения интеграции экологических требований в ТЗ; задачи решены без недочётов; задания выполнены в	Показаны основные умения интеграции; задачи решены с негрубыми ошибками; задания	Показаны фрагментарные умения интеграции; решены только типовые задачи с	Умения интеграции не показаны; при решении стандартных задач допущен	

			полном объёме качественно и в срок	выполнены, но отдельные разделы - с недочётами	ошибками; задания выполнены не в полном объёме	ы грубые ошибки в структуре и содержании ТЗ
		Владеть: навыками оценки экологической безопасности проектных решений объектов обращения с отходами для минимизации загрязнения компонентов природной среды при соблюдении технологических нормативов				
			Навыки оценки продемонстрированы при решении нестандартных задач без ошибок; способен оптимизировать параметры объекта с учётом экологических и технических критериев	Базовые навыки оценки показаны при решении стандартных задач с отдельными недочётами; оптимизация параметров выполнена с частичной корректировкой	Минимальный набор навыков оценки; решение стандартных задач сопровождается существенными недочётами в расчётной части	Базовые навыки оценки не показаны; при решении стандартных задач допущены грубые ошибки в оценке экологической безопасности
ПК-3	ПК-3.2	Знать: методы инженерно-экологического анализа проектов в сфере обращения с отходами, включая расчёт миграции загрязняющих веществ, оценку рисков для компонентов природной среды; критерии экологической эффективности природоохранных объектов				
			Знания методов анализа в полном объёме программы, без ошибок; самостоятельно применяет методики к оценке воздействия на все компоненты природной	Знания в объёме программы, имеются 2–3 негрубые ошибки; применяют методики с уточняющими вопросами	Минимальный уровень знаний методов анализа; много негрубых ошибок в расчётах показателей воздействия	Знания ниже минимальных требований; не способен корректно применить методики оценки воздействия

			среды	и и подсказка ми		
Уметь: выполнять сравнительный инженерно-экологический расчёт альтернативных вариантов проектирования объектов захоронения и переработки с оценкой их эффективности по критериям минимизации загрязнения окружающей среды						
		Показаны все умения сравнительного расчёта; задания выполнены в полном объёме; обоснование выбора варианта - аргументированное, без недочётов	Показаны основные умения сравнительного расчёта; задания выполнены, но отдельные разделы - с негрубыми ошибками; обоснование требует корректировки	Показаны фрагментарные умения; решены только типовые задачи с ошибками; задания выполнены не в полном объёме; обоснование - поверхностное	Умения сравнительного расчёта не показаны; при решении стандартных задач допущены грубые ошибки в оценке экологической эффективности альтернатив	
Владеть: инструментами компьютерного моделирования распространения загрязняющих веществ и многопараметрической оптимизации для обоснования выбора технологической схемы объекта, обеспечивающей баланс между технической реализуемостью и экологической безопасностью						
		Навыки моделирования продемонстрированы при решении нестандартных задач без ошибок; способен провести многовариантную оптимизацию проектных параметров самостоятельно	Базовые навыки моделирования показаны при решении стандартных задач с отдельными недочётами; оптимизация выполнена с методической поддержкой	Минимальный набор навыков; решение стандартных задач сопровождается существенными недочётами в настройке и интерпретации моделей	Базовые навыки моделирования не показаны; при решении стандартных задач допущены грубые ошибки в интерпретации результатов моделирования	

				ой		
--	--	--	--	----	--	--

Оценка «отлично» выставляется за выполнение *практических заданий в семестре; тестовых заданий; полные и содержательные ответы на вопросы;*

Оценка «хорошо» выставляется за выполнение *практических заданий в семестре; тестовых заданий;*

Оценка «удовлетворительно» выставляется за выполнение *практических заданий;*

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за слабое и неполное выполнение *практических заданий.*

### 3. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Описание оценочного средства
Практическое задание (ПЗ)	Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задание направлено на оценивание компетенций по дисциплине, содержит четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий	Комплект задач и заданий

### 4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

*Пример задания*

**Для текущего контроля ТК1 :**

Проверяемая компетенция: ПК-3.1

Практическое задание:

Разработать фрагмент Пояснительной записки к проектной документации объекта обращения с отходами.

В тексте должны быть отражены следующие подразделы:

Наименование и классификация отходов (по ФККО, класс опасности).

Морфологический состав (основные компоненты).

Физические свойства (плотность, влажность, коэффициент фильтрации, угол внутреннего трения).

Химические свойства (рН, содержание загрязняющих веществ, пожароопасность).

Влияние на окружающую среду (потенциальные риски).

Варианты:

Вариант.	Тип объекта	Вид отходов (свалочный грунт)	Класс опасности	Ключевые физические свойства	Ключевые химические свойства	Особенности условий
1	Полигон ТКО	Твердые коммунальные отходы (смешанные)	IV	Плотность: 0,9 т/м <sup>3</sup> ; Влажность: 45%	pH: 6,5–7,5; Органика: 40%	Умеренный климат, стандартные условия
2	Полигон промтов	Золошлаковые отходы ТЭЦ	III	Плотность: 1,4 т/м <sup>3</sup> ; Влажность: 10%	pH: 8,5–9,0; Высокое содержание золы	Сухой климат, пыление
3	Объект утилизации	Оснастки очистных сооружений (илы)	III	Плотность: 0,7 т/м <sup>3</sup> ; Влажность: 75%	pH: 7,0; Высокое содержание бактерий	Высокая биологическая активность, запах
4	Полигон ТКО	Отходы после сортировки	IV	Плотность: 0,6 т/м <sup>3</sup> ; Влажность: 35%	pH: 6,0; Высокое содержание пластика	Низкая уплотняемость, пожароопасность
5	Полигон промтов	Грунты, загрязненные нефтепродуктами	III	Плотность: 1,5 т/м <sup>3</sup> ; Влажность: 20%	Содержание нефтепродуктов: 5%	Пожароопасность, специфический запах
6	Полигон строительных отходов	Бетон, кирпич, древесина (смесь)	V	Плотность: 1,8 т/м <sup>3</sup> ; Влажность: 5%	pH: 8,0; Инертные материалы	Высокая плотность, низкая влагопроницаемость
7	Полигон ТКО (Север)	ТКО в зоне вечной мерзлоты	IV	Плотность: 1,1 т/м <sup>3</sup>	pH: 6,5; Консервация веществ	Сезонное оттаивание, риск

				(в мерзлом состоянии)		фильтрата
8	Полигон промтов	Кислые шлаки металлургии	III	Плотность: 1,6 т/м <sup>3</sup> ; Влажность: 15%	pH: 3,5–4,5; Высокая кислотность	Агрессивность к бетону и металлу
9	Объект рекультивации	Старые отходы (лежалые, >10 лет)	IV	Плотность: 1,2 т/м <sup>3</sup> ; Влажность: 30%	pH: 7,5; Стабилизированная органика	Низкая биодegradация, высокий метан
10	Полигон смешанных отходов	ТКО + Промышленные отходы (смесь)	III/IV	Плотность: 1,0 т/м <sup>3</sup> ; Влажность: 50%	pH: 7,0; Неоднородный состав	Высокий риск образования фильтрата

**Для текущего контроля ТК2:**

**Проверяемая компетенция: ПК-3.1**

**Практическое задание:**

Необходимо выполнить расчёты и заполнить таблицу:

Рассчитать вместимость полигона

Выбрать тип изоляции (экрана) в зависимости от класса опасности

**ОТХОДОВ**

№	Вид отходов	Класс опасности	Годовое количество (тыс. т)	Срок службы (лет)	Плотность (т/м <sup>3</sup> )
1	Золошлаки ТЭЦ	III	100	20	1,3
2	Металлургические шлаки	IV	150	25	1,6
3	Вскрышные породы	V	400	30	1,8
4	Нефтешламы	III	50	15	1,1
5	Гальванические отходы	III	30	20	1,4
6	Древесные отходы	IV	70	15	0,5

7	Фосфогипс	III	120	25	1,2
8	Строительный мусор	V	90	10	1,5
9	Шлам очистных сооружений	III	40	15	0,9
10	Смешанные промотходы	IV	80	20	1,0

**Для текущего контроля ТКЗ :**

**Проверяемая компетенция: ПК-3.2**

**Практическое задание:**

Рассчитать среднюю плотность и влажность отходов

Определить класс опасности отходов по компонентам

№	Тип отходов	Бумага (%)	Пластик (%)	Стекло (%)	Металл (%)	Органик а (%)	Проче е (%)
1	ТКО (город)	25	12	8	5	40	10
2	ТКО (село)	15	8	5	3	55	14
3	Отходы офиса	60	15	5	5	10	5
4	Отходы магазина	35	20	10	8	20	7
5	Отходы ресторана	10	15	8	5	55	7
6	Строительный мусор	5	10	15	10	5	55
7	Отходы предприятия	20	25	5	15	20	15
8	ТКО (дача)	30	10	6	4	45	5
9	Отходы школы	40	20	5	5	20	10
10	Отходы гостиницы	20	18	10	7	35	10

**Для текущего контроля ТК4 :**

**Проверяемая компетенция: ПК-3.2**

**Практическое задание:**

Необходимо выполнить 4 задания и заполнить таблицы:

Рассчитать объём грунта для нанесения финального покрытия (рекультивационного слоя).

Определить направление рекультивации в зависимости от окружающих земель.

Рассчитать количество мониторинговых скважин для контроля грунтовых вод и свалочного газа.

№	Площадь полигона (га)	Окружающие земли	Тип грунта покрытия	Толщина слоя (м)	Срок мониторинга (лет)	Стоимость 1 скважины (тыс. руб/год)
1	10	Лесной массив	Плодородный	1,0	30	50
2	15	Сельхозугодья	Плодородный	1,5	30	50
3	20	Промзона	Технический	0,5	25	40
4	12	Пригородная зона	Плодородный	1,2	30	50
5	18	Лесной массив	Плодородный	1,0	30	50

6	25	Рекреационная зона	Плодородный	1,5	35	60
7	14	Промзона	Технический	0,5	25	40
8	16	Сельхозугодья	Плодородный	1,5	30	50
9	22	Пригородная зона	Плодородный	1,0	30	50
10	11	Лесной массив	Плодородный	1,0	30	50

### Для промежуточной аттестации:

Вопросы для промежуточной аттестации:

1. Какие основные разделы должны входить в проектную документацию на объект размещения отходов?
2. Какие исходно-разрешительные документы необходимы для начала проектирования объекта обращения с отходами?
3. По какому нормативному документу определяется класс полигона для размещения отходов? Назовите основные критерии классификации.
4. Какие существуют типы противофильтрационных экранов? В каких случаях применяется каждый тип?
5. Каковы минимальные требования к толщине геомембраны для полигонов III класса опасности?
6. Какие требования предъявляются к выбору площадки для размещения полигона?
7. Какие основные технологии компостирования существуют? В чём их преимущества и недостатки?
8. Какие параметры необходимо контролировать в процессе компостирования (температура, влажность, аэрация)?
9. Какие требования предъявляются к готовому компосту?
10. Какое основное оборудование используется на комплексах компостирования отходов?
11. Как рассчитывается вместимость полигона для размещения промышленных отходов? Приведите формулу
12. Какие факторы влияют на изменение норм накопления ТКО в разных регионах?
13. Какие системы сбора и утилизации свалочного газа применяются на современных полигонах?
14. Как определяется количество газовых скважин на полигоне? Приведите норматив размещения.
15. Какие конструктивные элементы обязательно должны быть на полигоне ТКО?
16. Какие этапы включает процедура вывода полигона из эксплуатации?
17. Какие существуют направления рекультивации земель после закрытия полигона?