



КГЭУ

**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 2026г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДЭ.01.01.02 Физико-химические методы утилизации техногенных отходов

Направление
подготовки

20.04.01 Техносферная безопасность

Направленность(профиль)

Экономика замкнутого цикла и технологии
управления техногенными отходами

Квалификация

Магистр

г. Казань, 2026

Программу разработал:

Наименование кафедры	Должность, уч. степень, уч. звание	ФИО разработчика
Инженерная экология и безопасность труда	профессор, д.т.н., доцент	Демин Алексей Владимирович

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	24.02.2025	№5	Директор, к.т.н., доц. Гибадуллин Рамил Рифатович
Одобрена	Ученый совет института	24.02.2025	№6	Директор, к.т.н., доц. Гибадуллин Рамил Рифатович

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Физико-химические методы утилизации техногенных отходов» является формирование знаний и выработка практических навыков в области применения методов утилизации техногенных отходов.

Задачами дисциплины являются:

- формирование знаний о методах, процессах и технологиях утилизации техногенных отходов;
- приобретение практических навыков определения основных параметров и показателей эффективности технологий утилизации отходов;
- формирование способности осуществлять выбор, обоснование и экологический анализ технологий утилизации отходов.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-1 – Способен проводить экологический анализ проектов расширения, реконструкции и внедрения новых технологий с учётом требований техносферной безопасности и принципов замкнутого цикла с использованием современных цифровых технологий	ПК-1.1 – Проводит комплексный экологический анализ проектных решений (модернизация, реконструкция, новое оборудование), включая оценку потенциального образования техногенных отходов, выбросов и сбросов
	ПК-1.2 – Исследует возможности минимизации негативного воздействия и вовлечения отходов в оборот на основе принципов экономики замкнутого цикла в рамках экологического анализа проектных решений с использованием современных цифровых технологий

2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.:

1. Б1.В.06 Проектирование объектов обращения с техногенными отходами;
2. Б1.В.08 Технологические основы переработки техногенных отходов.

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.:

1. Б2.В.02(П) Производственная практика (экспертно-надзорная);
2. Б3.01 Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр
			4
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	6	216	216

КОНТАКТНАЯ РАБОТА	-	71	71
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	1,33	48	48
Лекции	0,44	16	16
Лабораторные работы	0,88	32	32
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	4,67	168	168
Проработка учебного материала	3,67	132	132
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	лаб. раб.	сам. раб.		
1. Утилизация отходов ресурсодобывающих отраслей и металлургических производств	56	4	8	44	ТК1	ПК-1.1з; ПК-1.1у; ПК-1.1в ПК-1.2з; ПК-1.2у; ПК-1.2в
2. Утилизация отходов машиностроения и химической промышленности	62	6	12	44	ТК2	ПК-1.1з; ПК-1.1у; ПК-1.1в ПК-1.2з; ПК-1.2у; ПК-1.2в
3. Утилизация отходов строительной промышленности, энергетического комплекса и отходов транспортного комплекса	62	6	12	44	ТК3	ПК-1.1з; ПК-1.1у; ПК-1.1в ПК-1.2з; ПК-1.2у; ПК-1.2в
Экзамен	36	-	-	36	ОМ	ПК-1.1з; ПК-1.1у; ПК-1.1в ПК-1.2з; ПК-1.2у; ПК-1.2в
ИТОГО	216	16	32	168		

3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Утилизация отходов ресурсодобывающих отраслей и металлургических производств.

Тема 1.1. Утилизация отходов горнодобывающей промышленности.

Тема 1.2. Утилизация отходов нефте- и газодобычи.

Тема 1.3. Утилизация металлоотходов, пылей и шламов.

Тема 1.4. Утилизация металлургических шлаков и отходов огнеупоров.

Раздел 2. Утилизация отходов машиностроения и химической промышленности.

Тема 2.1. Утилизация твердых отходов в машиностроении.

Тема 2.2. Утилизация жидких отходов, электролитов, растворов, шламов гальванических производств.

Тема 2.3. Утилизация отходов основной химии и органического синтеза.

Тема 2.4. Утилизация химических веществ и реагентов.

Тема 2.5. Утилизация отходов полимерных материалов и резинотехнических изделий.

Тема 2.6. Утилизация отходов химической переработки древесины и целлюлозно-бумажного производства.

Раздел 3. Утилизация отходов строительной промышленности, энергетического комплекса и отходов транспортного комплекса.

Тема 3.1. Утилизация отходов производства строительных материалов.

Тема 3.2. Утилизация строительных отходов, древесины, отходов из стекла.

Тема 3.3. Утилизация твердых отходов теплоэнергетики и отработавшего электрооборудования.

Тема 3.4. Утилизация радиоактивных отходов.

Тема 3.5. Переработка компонентов автомобильного лома и автомобильных аккумуляторов.

Тема 3.6. Утилизация отходов железнодорожного, авиационного и водного транспорта.

3.4. Тематический план практических занятий

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

3.5. Тематический план лабораторных работ

Тема 1. Определение параметров и показателей эффективности процессов утилизации отходов нефтедобычи.

Тема 2. Определение параметров и показателей эффективности процессов утилизации отходов металлургической промышленности.

Тема 3. Определение параметров и показателей эффективности процессов утилизации твердых отходов в машиностроении.

Тема 4. Определение параметров и показателей эффективности процессов утилизации отходов гальванических производств.

Тема 5. Определение параметров и показателей эффективности процессов утилизации отходов полимерных материалов и резинотехнических изделий.

Тема 6. Определение параметров и показателей эффективности процессов утилизации строительных отходов.

Тема 7. Определение параметров и показателей эффективности процессов утилизации радиоактивных отходов.

Тема 8. Определение параметров и показателей эффективности процессов утилизации отходов транспортных средств.

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
ПК-1	ПК-1.1	знать: принципы комплексного экологического анализа проектных решений по применению физико-химических методов утилизации отходов				
		уровень знаний принципов анализа проектных решений по применению физико-химических методов утилизации отходов в полном объеме, без ошибок	уровень знаний принципов анализа проектных решений по применению физико-химических методов утилизации отходов в полном объеме, есть несколько негрубых ошибок	минимально допустимый уровень знаний принципов анализа проектных решений по применению физико-химических методов утилизации отходов, много негрубых ошибок	уровень знаний принципов анализа проектных решений по применению физико-химических методов утилизации отходов ниже минимальных требований	
		уметь: проводить оценку эффективности применения методов утилизации отходов				
		показаны все основные умения проводить оценку эффективности применения методов утилизации отходов, выполнены безошибочно все задания	показаны все основные умения проводить оценку эффективности применения методов утилизации отходов, при выполнении заданий допущены негрубые ошибки	показаны умения проводить оценку эффективности применения методов утилизации отходов, задания выполнены не в полном объеме с ошибками и недочетами	непоказаны умения проводить оценку эффективности применения методов утилизации отходов	
		владеть: навыками выбора и обоснования технологий переработки отходов				

			показаны базовые навыки выбора и обоснования технологий переработки отходов, задания выполнены без недочетов и без ошибок	показаны базовые навыки выбора и обоснования технологий переработки отходов, при выполнении заданий есть недочеты	минимальный набор навыков выбора и обоснования технологий переработки отходов, есть много негрубых ошибок	не владеет базовыми навыками выбора и обоснования технологий переработки отходов
ПК-1.2	знать:принципы минимизации негативного воздействия при использовании технологий утилизации отходов					
		уровень знаний принципов минимизации негативного воздействия при использовании технологий утилизации отходов в полном объеме, без ошибок	уровень знаний принципов минимизации негативного воздействия при использовании технологий утилизации отходов в полном объеме, есть несколько негрубых ошибок	минимально допустимый уровень знаний принципов минимизации негативного воздействия при использовании технологий утилизации отходов, много негрубых ошибок	уровень знаний принципов минимизации негативного воздействия при использовании технологий утилизации отходов ниже минимальных требований	
	уметь:применять цифровые технологии и справочно-информационные системы для решения профессиональных задач с учётом требований техносферной безопасности и принципов замкнутого цикла					
		показаны все основные умения применять цифровые технологии и справочно-информационные системы для решения профессиональных задач, выполнены безошибочно все задания	показаны все основные умения применять цифровые технологии и справочно-информационные системы для решения профессиональных задач, при выполнении заданий допущены негрубые ошибки	показаны умения применять цифровые технологии и справочно-информационные системы для решения профессиональных задач, задания выполнены не в полном объеме с ошибками и недочетами	не показаны умения применять цифровые технологии и справочно-информационные системы для решения профессиональных задач	
владеть:навыками применения цифровых технологий для оптимизации технологических процессов утилизации отходов						

			показаны базовые навыки применения цифровых технологий для оптимизации технологических процессов утилизации отходов, задания выполнены без недочетов и без ошибок	показаны базовые навыки применения цифровых технологий для оптимизации технологических процессов утилизации отходов, при выполнении заданий есть недочеты	минимальный набор навыков применения цифровых технологий для оптимизации технологических процессов утилизации отходов, есть много негрубых ошибок	не владеет базовыми навыками применения цифровых технологий для оптимизации технологических процессов утилизации отходов
--	--	--	---	---	---	--

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 кафедреразработчика.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Учебно-методическое обеспечение

5.1.1. Основная литература

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

2. Дмитренко, В. П. Экологический мониторинг техносферы : учебное пособие для вузов / В. П. Дмитренко, Е. В. Сотникова, А. В. Черняев. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 364 с. — ISBN 978-5-507-53878-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/503441>.

3. Колесников, Е. Ю. Техносферная безопасность. Инженерные решения : учебник для вузов / Е. Ю. Колесников. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 540 с. — ISBN 978-5-507-49199-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/414800>.

4. Калекин, В. С. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / В. С. Калекин. — Москва :Русайнс, 2025. — 458 с. — ISBN 978-5-466-08790-1. — URL: <https://book.ru/book/957790>. — Текст : электронный.

5.1.2.Дополнительная литература

1. Вдовина, Т. Н. Обеспечение экологической безопасности в области

обращения с опасными отходами : учебное пособие / Т. Н. Вдовина. — Омск :ОмГТУ, 2023. — 99 с. — ISBN 978-5-8149-3689-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/421487>.

2. Романова, С. М. Процессы, аппараты и оборудование для защиты литосферы от промышленных и бытовых отходов : учебное пособие / С. М. Романова, С. В. Степанова, А. Б. Ярошевский. — Казань : КНИТУ, 2012. — 144 с. — ISBN 978-5-7882-1286-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/73390>. (перенести в дополнительную)

3. Лебухов, В. И. Физико-химические методы исследования : учебник для вузов / В. И. Лебухов, А. И. Окара, Л. П. Павлюченкова ; под редакцией А. И. Окара. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 480 с. — ISBN 978-5-507-53198-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/478199>.

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
Лабораторные работы	Учебная аудитория Д-528 – компьютерный класс с выходом в интернет.	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютеры (ноутбук), экран) и др.
	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
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. 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. реализую- щей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факуль- тета), в состав кото- рого входит выпус- кающая кафедра)
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

**Б1.В.ДЭ.01.01.02 Физико-химические методы утилизации
техногенных отходов**

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 «Физико-химические методы утилизации техногенных отходов», 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 1

Наименование раздела	Формы и вид контроля	Рейтинговые показатели						Итого
		I текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК1	II текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК2	III текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК3	
1. Утилизация отходов ресурсодобывающих отраслей и металлургических производств	ТК1	0-15	0-5					0-20
Опрос по темам раздела		5						
Защита лабораторной работы		10						
2. Утилизация отходов машиностроения и химической промышленности	ТК2			0-15	0-5			0-20
Опрос по темам раздела				5				
Защита лабораторной работы				10				
3. Утилизация отходов строительной промышленности, энергетического комплекса и отходов транспортного комплекса	ТК3					0-15	0-5	0-20
Опрос по темам раздела						5		
Защита лабораторной работы						10		
Промежуточная аттестация (экзамен) В письменной форме по билетам	ОМ							0-40
Итого								0-100

2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компе-	Код индикатора	Запланированные	Уровень сформированности индикатора компетенции
------------	----------------	-----------------	---

тенции	компетенции	результаты обучения по дисциплине	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
ПК-1	ПК-1.1	знать: принципы комплексного экологического анализа проектных решений по применению физико-химических методов утилизации отходов				
			уровень знаний принципов анализа проектных решений по применению физико-химических методов утилизации отходов в полном объеме, без ошибок	уровень знаний принципов анализа проектных решений по применению физико-химических методов утилизации отходов в полном объеме, есть несколько негрубых ошибок	минимально допустимый уровень знаний принципов анализа проектных решений по применению физико-химических методов утилизации отходов, много негрубых ошибок	уровень знаний принципов анализа проектных решений по применению физико-химических методов утилизации отходов ниже минимальных требований
		уметь: проводить оценку эффективности применения методов утилизации отходов				
			показаны все основные умения проводить оценку эффективности применения методов утилизации отходов, выполнены безошибочно все задания	показаны все основные умения проводить оценку эффективности применения методов утилизации отходов, при выполнении заданий допущены негрубые ошибки	показаны умения проводить оценку эффективности применения методов утилизации отходов, задания выполнены не в полном объеме с ошибками и недочетами	непоказаны умения проводить оценку эффективности применения методов утилизации отходов
владеть: навыками выбора и обоснования технологий переработки отходов						
		показаны базовые навыки выбора и обоснования технологий переработки отходов, задания выполнены без	показаны базовые навыки выбора и обоснования технологий переработки отходов, при выполнении заданий	минимальный набор навыков выбора и обоснования технологий переработки отходов, есть много негрубых ошибок	не владеет базовыми навыками выбора и обоснования технологий переработки отходов	

			недочетов и без ошибок	есть недочеты		
ПК-1.2	знать:принципы минимизации негативного воздействия при использовании технологий утилизации отходов					
		уровень знаний принципов минимизации негативного воздействия при использовании технологий утилизации отходов в полном объеме, без ошибок	уровень знаний принципов минимизации негативного воздействия при использовании технологий утилизации отходов в полном объеме, есть несколько негрубых ошибок	минимально допустимый уровень знаний принципов минимизации негативного воздействия при использовании технологий утилизации отходов, много негрубых ошибок	уровень знаний принципов минимизации негативного воздействия при использовании технологий утилизации отходов ниже минимальных требований	
	уметь:применять цифровые технологии и справочно-информационные системы для решения профессиональных задач с учётом требований техносферной безопасности и принципов замкнутого цикла					
		показаны все основные умения применять цифровые технологии и справочно-информационные системы для решения профессиональных задач, выполнены безошибочно все задания	показаны все основные умения применять цифровые технологии и справочно-информационные системы для решения профессиональных задач, при выполнении заданий допущены негрубые ошибки	показаны умения применять цифровые технологии и справочно-информационные системы для решения профессиональных задач, задания выполнены не в полном объеме с ошибками и недочетами	не показаны умения применять цифровые технологии и справочно-информационные системы для решения профессиональных задач	
владеть:навыками применения цифровых технологий для оптимизации технологических процессов утилизации отходов						
	показаны базовые навыки применения цифровых технологий для оптимизации технологических процессов утилизации	показаны базовые навыки применения цифровых технологий для оптимизации технологических процессов утилизации	минимальный набор навыков применения цифровых технологий для оптимизации технологических процессов утилизации	не владеет базовыми навыками применения цифровых технологий для оптимизации технологических процессов утилизации		

			отходов, задания выполнены без недочетов и без ошибок	отходов, при выполнении заданий есть недочеты	отходов, есть много негрубых ошибок	отходов
--	--	--	---	---	-------------------------------------	---------

Оценка **«отлично»** выставляется за выполнение всех лабораторных работ в семестре; полные и содержательные ответы при проведении опроса по темам дисциплины; полные и содержательные ответы на вопросы билета на экзамене.

Оценка **«хорошо»** выставляется за выполнение всех лабораторных работ в семестре; содержательные ответы при проведении опроса по темам дисциплины; ответы на вопросы билета на экзамене.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется за выполнение всех лабораторных работ в семестре; ответы при проведении опроса по темам дисциплины.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется за слабое и неполное выполнение лабораторных работ в семестре; неполные ответы при проведении опроса по темам дисциплины.

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
Опрос по разделам (темам)	Знание основных понятий темы/ раздела/ дисциплины	Перечень определенных основных понятий темы/ дисциплины
Билеты к экзамену	Средство контроля, организованное как подготовка обучающимся письменных ответов на вопросы в билетах, и беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося в целом по дисциплине.	Вопросы по разделам дисциплины, представленные в привязке к компетенциям, предусмотренным РПД

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

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре разработчика и содержит перечень вопросов для каждого раздела/темы для проведения опроса. Билеты с вопросами для проведения промежуточной аттестации.

Примеры вопросов для собеседования

Проверяемые компетенции и индикаторы:

ПК-1 – Способен проводить экологический анализ проектов расширения, реконструкции и внедрения новых технологий с учётом требований техносферной безопасности и принципов замкнутого цикла с использованием современных цифровых технологий;

ПК-1.1 – Проводит комплексный экологический анализ проектных решений (модернизация, реконструкция, новое оборудование), включая оценку потенциального образования техногенных отходов, выбросов и сбросов;

ПК-1.2 – Исследует возможности минимизации негативного воздействия и вовлечения отходов в оборот на основе принципов экономики замкнутого цикла в рамках экологического анализа проектных решений с использованием современных цифровых технологий.

Для текущего контроля ТК1:

1. Определение термина «утилизация отходов».
2. Основные виды промышленных отходов.
3. Принципиальная схема образования и утилизации отходов.
4. Определение терминов «рециклинг», «регенерация», «рекуперация».
5. Классификация отходов по формам и видам.

Для текущего контроля ТК2:

1. Механические методы в технологии утилизации отходов.
2. Гидродинамические методы в технологии утилизации отходов.
3. Тепловые процессы в технологии утилизации отходов.
4. Диффузионные процессы в технологии утилизации отходов.
5. Химические методы в технологии утилизации отходов.

Для текущего контроля ТК3:

1. Термические способы утилизации шламов.
2. Выщелачивание тяжелых металлов из гальванических шламов.
3. Выделение металлов и регенерация выщелачивающего раствора.
4. Классификация оборудования для дробления и измельчения твердых отходов.
5. Магнитное и электрическое обогащение отходов.

Для промежуточной аттестации:

Оценочные материалы состоят из билетов с вопросами теоретического ха-

рактера для проверки теоретических знаний обучающихся. В каждом билете содержится два вопроса.

Примеры билетов:

Билет 1

1. Виды и свойства химических отходов.
2. Утилизация тепла в металлургическом производстве.

Билет 2

1. Утилизация отходов лакокрасочных материалов.
2. Утилизация шламов гальванических производств.

Билет 3

1. Утилизация радиоактивных отходов.
2. Утилизация отходов оксидов, гидроксидов и солей.

Билет 4

1. Основные методы регенерации отработанных минеральных масел.
2. Утилизация изношенных автомобильных покрышек.

Билет 5

1. Утилизация автомобильных аккумуляторов.
2. Утилизация вторичных энергоресурсов отходов.