



КГУ

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института

электроэнергетики и электроники

_____ Р.Р.Гибадуллин

«24» февраля 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.05 Безопасность управления производственными процессами и оборудованием

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	Доцент, к.т.н.	Гайнуллина Лейсан Раисовна

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 «Безопасность управления производственными процессами и оборудованием» является формирование у студентов компетенций в области безопасного управления производственными процессами и оборудованием с учётом принципов экономики замкнутого цикла (ЭЗЦ) и технологий управления техногенными отходами.

Задачами дисциплины являются:

- изучить нормативно- правовую базу в области промышленной и экологической безопасности;
- изучить принципы организации управления безопасностью на предприятиях;
- освоить методы анализа и оценки рисков, связанных с эксплуатацией оборудования и обращением с отходами;
- научиться разрабатывать меры по предотвращению аварий и минимизации техногенного воздействия;
- овладеть навыками внедрения принципов ЭЗЦ в управление производственными процессами;
- сформировать понимание взаимосвязи между безопасностью, эффективностью производства и циркулярной экономикой.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-1. Способен проводить экологический анализ проектов расширения, реконструкции, модернизации действующих производств, создаваемых новых технологий и оборудования с учетом состояния окружающей среды	ПК-1.1. Проводит оценку воздействия на окружающую среду при расширении, реконструкции, модернизации действующих производств, создаваемых новых технологий и оборудования
	ПК-1.2. Проводит анализ и выбор наилучших доступных технологий в сфере природоохранной деятельности

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Безопасность управления производственными процессами и оборудованием» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана по направлению подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность.

Код компетенции	Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.	Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.
ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3	Правовые основы техносферной безопасности	
ОПК-1.2; ОПК-3.1; ОПК-3.2	Перспективные научные исследования в техносферной безопасности	
ОПК-2.3	Методы и технические	

	средства безопасности	контроля
ПК-2.1; ПК-2.2	Экономические природопользования	основы
ПК-1.1; ПК-1.2	Информационные управления отходами	системы техногенными
ПК-1.1; ПК-1.2	Биохимические утилизации отходов	методы техногенных
ПК-3.1; ПК-3.2		Проектирование объектов обращения с техногенными отходами
ПК-2.1; ПК-2.2		Технико-экономическое обоснование природоохранных проектов
ПК-3.1; ПК-3.2		Технологические основы переработки техногенных отходов
ПК-1.1; ПК-1.2		Производственный экологический контроль
ПК-1.1; ПК-1.2		Устойчивая энергетика и энергоэффективность
ПК-1.1; ПК-1.2		Физико-химические методы утилизации техногенных отходов
ПК-2.1; ПК-2.2		Оценка воздействия на окружающую среду

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр
			2
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	3	108	108
КОНТАКТНАЯ РАБОТА	-	38	38
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	0,66	24	24
Лекции	0,22	8	8
Практические (семинарские) занятия	0,44	16	16
Лабораторные работы	-	-	-
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	2,33	84	84
Проработка учебного материала	1,33	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.		
Нормативно-правовая база обеспечения промышленной и экологической безопасности	13	1	2	10	КонтР	ПК-1.1
Анализ и управление рисками	27	3	6	18	К ПЗ	ПК-1.1
Обеспечение производственной и экологической безопасности технологических процессов	32	4	8	20	КЗ I КЗ II	ПК-1.2
Экзамен	36					ПК-1.1., ПК-1.2
ИТОГО	108	8	16	48		

3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Нормативно-правовая база обеспечения промышленной и экологической безопасности.

Тема 1.1. Специфика и актуальность безопасного управления в экономике замкнутого цикла

Тема 1.2. Нормативно- правовое регулирование безопасности производственных процессов

Тема 1.3. Требования промышленной и экологической безопасности к оборудованию и процессам переработки

Раздел 2. Анализ и управление рисками

Тема 2.1. Классификация опасностей и рисков на объектах переработки.

Тема 2.2. Методы количественной и качественной оценки рисков.

Тема 2.3 Методы снижения и контроля рисков. Иерархия мер управления.

Раздел 3. Обеспечение производственной и экологической безопасности технологических процессов.

Тема 3.1. Экологизированные технологии и оборудование

Тема 3.2. Технические и организационные меры обеспечения безопасности

Тема 3.3. Аварийное реагирование и экологическая защита

Тема 3.4. Экономические аспекты безопасного управления

3.4. Тематический план практических занятий

Номер раздела дисциплины	Темы практических занятий	Трудоемкость, час.
1	Контрольная работа «Анализ нормативной базы»	2
2	Коллоквиум «Комплексный анализ рисков и методов их оценки в системе управления производственными процессами»	2
2	Практическое задание «Количественная оценка рисков и эффективности инвестиций в систему безопасности производства»	4
3	Кейс-задача I «Разработка плана безопасного управления производственным участком»	4
3	Кейс-задача II «Создание системы мониторинга безопасности»:	4

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-1	ПК-1.1	знать:				
		Основные федеральные законы и нормативные акты в сфере промышленной и экологической безопасности	Свободно ориентируется в системе нормативно-правового регулирования промышленности	Знает основные положения и цели ключевых нормативных документов, но может	Имеет общее представление об основных федеральных законах в области	Не ориентируется в системе нормативно-правового регулирования промышленности

			енной и экологической безопасности	испытывать небольшие затруднения при указании конкретных статей	промышленной и экологической безопасности, но испытывает затруднения при попытке привести конкретные примеры статей	енной и экологической безопасности
		Методы анализа и оценки рисков, связанных с эксплуатацией оборудования и технологическими процессами	Знает полный спектр методов	Знает основные методы анализа рисков	Знает основные нормы охраны труда, но слабо ориентируется в специфике рисков технологических процессов	Не знает существующих методик анализа рисков
		уметь:				
		Использовать методы оценки рисков	Эффективно используют современные методы оценки рисков	Использует стандартные методы оценки рисков	Ограничивается простейшими методами оценки	Не владеет методами оценки рисков
		владеть:				
		Навыками работы с электронными базами данных нормативно-правовых актов (КонсультантПлюс, Гарант и т.д.) и справочно-информационными системами для	Быстро и точно находят нужные нормативные акты (законы, ГОСТы, СанПиНы и т.д.) по ключевым словам,	В целом корректно анализирует требования, допускает 1–2 незначительные ошибки	Часто не замечает актуальных изменений в нормативных актах	Не ориентируется в интерфейсе справочных правовых систем

		оперативного поиска и анализа требований промышленной и экологической безопасности	номерам, датам			
		Навыками прогнозирования экологических последствий	Демонстрирует навыки прогнозирования экологических последствий	Способен к базовому прогнозированию	Слабо прогнозирует экологические последствия	Не способен к прогнозированию последствий
ПК-1.2	знать:					
	Основные группы НДТ для ключевых отраслей промышленности и их экологические показатели	Свободно ориентируется во всех группах НДТ для ключевых отраслей промышленности	Знает основные группы НДТ и их назначение, но может упустить отдельные технологии и в рамках группы	Имеет общее представление об основных группах НДТ, допускает ошибки в соотношении технологий и экологических эффектов	Не знает конкретных технологий и их назначения, не может назвать ни одной НДТ в заданной области	
	уметь:					
	Оценивать экологическую эффективность НДТ	Оценивает экологическую эффективность НДТ	Оценивает основные экологические показатели	Оценивает только очевидные показатели	Не оценивает показатели	
Обосновывать выбор технологий с учетом экономических показателей	Обосновывает выбор технологий с учетом экономических показателей	Частично обосновывает выбор технологий	Испытывает затруднения при обосновании выбора	Не способен обосновать выбор		

		владеть:				
		Навыками разработки решений на основе соотношения экологических и экономических показателей	Владеет навыками разработок и решений на основе соотношения экологических и экономических показателей	Разрабатывает типовые решения	Создает упрощенные решения	Не способен разработать технологические решения

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. 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.

2. Ветошкин, А. Г. Технические средства инженерной экологии : учебное пособие / А. Г. Ветошкин. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 421 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/183632>. - ISBN 978-5-8114-9014-1. - Текст : электронный.

3. Реховская, Е. О. Экологическая безопасность производства (по отраслям) : учебное пособие : в 2 частях / Е. О. Реховская, И. Ю. Нагибина. — Омск : ОмГТУ, 2022 — Часть 1 — 2022. — 132 с. — ISBN 978-5-8149-3546-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/343799>.

4. Реховская, Е. О. Экологическая безопасность производства (по отраслям) : учебное пособие : в 2 частях / Е. О. Реховская, И. Ю. Нагибина. — Омск : ОмГТУ, 2023 — Часть 2 — 2023. — 135 с. — ISBN 978-5-8149-3724-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/421574>.

5. Экономика замкнутого цикла и управление отходами : учебное пособие / Н. Н. Слюсарь, Г. В. Ильиных, А. В. Крутова [и др.]. — Пермь : ПНИПУ, 2022.

— 281 с. — ISBN 978-5-398-02799-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/328799>.

6. Широков, Ю. А. Техносферная безопасность: организация, управление, ответственность: учебное пособие / Ю. А. Широков. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206426>.

7. Анисимов, А. В. Экологический менеджмент : учебное пособие / А. В. Анисимов, Т. Ю. Анопченко, Д. Ю. Савон. — Москва : КноРус, 2026. — 351 с. — ISBN 978-5-406-14916-4. — URL: <https://book.ru/book/959441>. — Текст : электронный.

5.1.2. Дополнительная литература

1. Полякова, Н. В. Экологический менеджмент : учебное пособие / Н. В. Полякова. — Воронеж : ВГПУ, 2022. — 128 с. — ISBN 978-5-00044-880-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/253433>.

2. Дмитренко, В. П. Экологическая безопасность в техносфере : учебное пособие / В. П. Дмитренко, Е. В. Сотникова, Д. А. Кривошеин. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 521 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/212375>. - ISBN 978-5-8114-2099-5. - Текст : электронный.

3. 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>.

4. Экологический менеджмент предприятия : учебное пособие для вузов / Г. В. Белов. - М. : Логос, 2006. - 240 с. - ISBN 5-98704-009-4. - Текст : непосредственный;

5. Экологический менеджмент : учебное пособие для вузов / Т.А. Трифонова, Н.В. Селиванова, М.Е. Ильина. - М. : Академический Проект, 2003. - 320 с. : ил. - (Gaudeamus). - ISBN 5-8291-0361-3. - Текст : непосредственный;

6. Экологический менеджмент : учебник для студентов бакалавриата и магистратуры / Г. С. Ферару. - Ростов н/Д : Феникс, 2012. - 528 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-222-19426-3. - Текст : непосредственный.

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/>
6. Справочники НДТ 2025 год / Росстандарт // https://www.rst.gov.ru/portal/gost/home/activity/NDT/sprav_NDT_2025

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. 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					

Оценочные материалы по дисциплине «Безопасность управления производственными процессами и оборудованием», 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 2

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	Итого
Раздел 1. Нормативно-правовая база обеспечения промышленной и экологической безопасности	ТК1							0-10
КНТР		10						
Раздел 2. Анализ и управление рисками	ТК2							0-20
Коллоквиум				5				
Практическое задание				15				
Раздел 3. Обеспечение производственной и экологической безопасности технологических процессов	ТК3							0-30
Кейс-задача						15		
Кейс-задача						15		
Промежуточная аттестация (экзамен)								0-40
В письменной форме по билетам								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-1	ПК-1.1	знать:				
		Основные федеральные законы и нормативные акты в сфере промышленной и экологической безопасности	Свободно ориентируется в системе нормативно-правового регулирования промышленности и экологической безопасности	Знает основные положения и цели ключевых нормативных документов, но может испытывать небольшие затруднения при указании конкретных статей	Имеет общее представление об основных федеральных законах в области промышленной и экологической безопасности, но испытывает затруднения при попытке привести конкретные примеры статей	Не ориентируется в системе нормативно-правового регулирования промышленности и экологической безопасности
		Методы анализа и оценки рисков, связанных с эксплуатацией оборудования и технологическими процессами	Знает полный спектр методов	Знает основные методы анализа рисков	Знает основные нормы охраны труда, но слабо ориентируется в специфике рисков технологических процессов	Не знает существующих методик анализа рисков
		уметь:				
		Использовать методы оценки рисков	Эффективно используют современные методы	Использует стандартные методы оценки	Ограничивается простейшими методами оценки	Не владеет методами оценки рисков

			оценки рисков	рисков		
		владеть:				
		Навыками работы с электронными базами данных нормативно-правовых актов (КонсультантПлюс, Гарант и т.д.) и справочно-информационным и системами для оперативного поиска и анализа требований промышленной и экологической безопасности	Быстро и точно находит нужные нормативные акты (законы, ГОСТы, СанПиНы и т.д.) по ключевым словам, номерам, датам	В целом корректно анализирует требования, допускает 1–2 незначительные ошибки	Часто не замечает актуальных изменений в нормативных актах	Не ориентируется в интерфейсе справочных правовых систем
		Навыками прогнозирования экологических последствий	Демонстрирует навыки прогнозирования экологических последствий	Способен к базовому прогнозированию	Слабо прогнозирует экологические последствия	Не способен к прогнозированию последствий
		знать:				
	ПК-1.2	Основные группы НДТ для ключевых отраслей промышленности и их экологические показатели	Свободно ориентируется во всех группах НДТ для ключевых отраслей промышленности	Знает основные группы НДТ и их назначение, но может упустить отдельные технологии и в рамках группы	Имеет общее представление об основных группах НДТ, допускает ошибки в соотношении технологий и экологических эффектов	Не знает конкретных технологий и их назначения, не может назвать ни одной НДТ в заданной области
		уметь:				
		Оценивать	Оценивает	Оценивает	Оценивает	Не

	экологическую эффективность НДТ	экологическую эффективность НДТ	основные экологические показатели	только очевидные показатели	оценивает показатели
	Обосновывать выбор технологий с учетом экономических показателей	Обосновывает выбор технологий с учетом экономических показателей	Частично обосновывает выбор технологий	Испытывает затруднения при обосновании выбора	Не способен обосновать выбор
	владеть:				
	Навыками разработки решений на основе соотношения экологических и экономических показателей	Владеет навыками разработки и решений на основе соотношения экологических и экономических показателей	Разрабатывает типовые решения	Создает упрощенные решения	Не способен разработать технологические решения

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
----------------------------------	--	------------------------------

Контрольная работа (КнТР)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
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
Кейс-задача (КЗ)	Проблемное задание, в котором обучающемуся предлагают осмыслить реальную профессионально-ориентированную ситуацию, необходимую для решения данной проблемы	Задания для решения кейс-задачи
Коллоквиум (К)	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися	Вопросы по темам / разделам дисциплины

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-1: Способен проводить экологический анализ проектов расширения, реконструкции, модернизации действующих производств, создаваемых новых технологий и оборудования с учетом состояния окружающей среды, индикатор ПК-1.1: Проводит оценку воздействия на окружающую среду при расширении, реконструкции, модернизации действующих производств, создаваемых новых технологий и оборудования

Контрольные вопросы:

Уровень «Высокий»

1. Проанализируйте взаимосвязь между ФЗ № 116 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» и ФЗ № 7 «Об охране окружающей среды». Как эти законы дополняют друг друга в части требований к эксплуатации опасных производственных объектов? Приведите 2–3 конкретных примера взаимосвязей.
2. Опишите порядок внесения изменений в разрешительную документацию (например, в комплексное экологическое разрешение) при модернизации оборудования на предприятии. Какие нормативные акты регламентируют этот процесс? Укажите этапы и сроки процедур.
3. Сравните требования к декларированию промышленной безопасности (по ФЗ № 116) и оценке воздействия на окружающую среду (по ФЗ № 174). В чём заключаются ключевые

различия в процедурах и отчётности? Приведите примеры объектов, для которых требуются оба документа.

4. Как международные соглашения (например, Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях) влияют на российское законодательство в сфере экологической безопасности? Приведите 2 примера внедрения международных норм в национальные нормативные акты.

5. Проанализируйте механизм экономического стимулирования внедрения наилучших доступных технологий (НДТ) на предприятиях. Какие налоговые и тарифные льготы предусмотрены законодательством? Приведите 2–3 примера успешного внедрения НДТ с указанием достигнутых экологических и экономических эффектов.

6. Разработайте план мероприятий по приведению предприятия в соответствие с требованиями ФЗ № 89 «Об отходах производства и потребления» после выявления нарушений в обращении с опасными отходами. Укажите нормативные акты для каждого этапа и сроки исполнения.

7. Оцените правовые последствия для предприятия при несоблюдении требований к мониторингу атмосферного воздуха (согласно ФЗ № 96). Какие санкции могут быть применены? Предложите меры по минимизации рисков.

8. Сравните требования к лицензированию деятельности по обращению с отходами I–IV классов опасности в РФ и ЕС. Укажите ключевые различия и возможные пути гармонизации российского законодательства с европейскими стандартами.

9. Разработайте алгоритм взаимодействия предприятия с надзорными органами при проведении внеплановой проверки промышленной безопасности. Укажите права и обязанности сторон, сроки предоставления документов, порядок обжалования решений.

10. Разработайте алгоритм действий предприятия при выявлении несоответствия требованиям промышленной безопасности. Укажите нормативные акты, регулирующие каждый этап (уведомление надзорных органов, приостановка эксплуатации, устранение нарушений).

Уровень «Средний»

1. Перечислите основные виды разрешительной документации, необходимой для эксплуатации опасного производственного объекта I класса опасности. Укажите, какие федеральные законы и подзаконные акты устанавливают требования к оформлению этих документов.

2. Какие виды ответственности (административная, уголовная, гражданская) предусмотрены за нарушение требований промышленной безопасности? Приведите по одному примеру нарушения для каждого вида ответственности, сославшись на соответствующие статьи КоАП РФ и УК РФ.
3. Опишите процедуру проведения государственной экологической экспертизы для нового промышленного объекта. Какие документы необходимо предоставить? На основании какого нормативного акта проводится экспертиза и каков максимальный срок её проведения?
4. Какие требования предъявляются к организации производственного экологического контроля на предприятии? Укажите нормативный акт, регулирующий этот вопрос, и перечислите минимум три обязательных элемента программы ПЭК.
5. Объясните, в каких случаях требуется разработка декларации промышленной безопасности согласно ФЗ № 116. Приведите два примера опасных производственных объектов, для которых декларация обязательна, и укажите, какие разделы она должна содержать.
6. Перечислите основные требования к содержанию отчёта о производственном экологическом контроле (ПЭК). На каком основании и в какие сроки он предоставляется в надзорные органы?
7. Какие документы должны быть разработаны на опасном производственном объекте для обеспечения промышленной безопасности? Укажите минимум 3 документа и их назначение.
8. Опишите порядок получения разрешения на выбросы загрязняющих веществ в атмосферу для действующего предприятия. Какие расчёты и документы необходимы?
9. Что такое «категория негативного воздействия на окружающую среду» (НВОС)? Какие категории установлены законодательством и чем они отличаются?
10. Какие требования предъявляются к обучению и аттестации персонала, работающего на опасных производственных объектах? Укажите нормативные акты и периодичность обучения.

Уровень «Ниже среднего»

1. Назовите три федеральных закона, регулирующих вопросы промышленной и/или экологической безопасности в РФ. Кратко (2–3 предложения) опишите сферу действия каждого.

2. Что такое «опасный производственный объект» согласно ФЗ № 116? Приведите два конкретных примера таких объектов.
3. Какие органы осуществляют государственный надзор в сфере промышленной и экологической безопасности в России? Укажите минимум два ведомства и их основные функции.
4. Что подразумевается под «комплексным экологическим разрешением» (КЭР)? Для каких предприятий оно обязательно? Ответ дайте со ссылкой на ФЗ № 7.
5. Перечислите три вида отходов, подлежащих особому регулированию в рамках ФЗ № 89 «Об отходах производства и потребления». Кратко укажите, в чём заключается специфика обращения с каждым видом.
6. Назовите три вида экологического контроля, предусмотренных законодательством РФ. Кратко (1–2 предложения) опишите цель каждого.
7. Что такое предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ? Для каких сред устанавливаются ПДК? Приведите два примера значений ПДК для разных веществ.
8. Какие отходы относятся к I классу опасности? Приведите два конкретных примера таких отходов и кратко объясните, почему их обращение строго регулируется.
9. Что означает термин «экологический аудит»? Для каких целей он проводится на предприятии? Кратко (2–3 предложения) опишите процедуру.
10. Перечислите три основных источника загрязнения атмосферного воздуха на промышленных предприятиях. Кратко укажите, какие меры могут снизить выбросы от каждого источника.

Для текущего контроля ТК2:

Проверяемая компетенция: ПК-1: Способен проводить экологический анализ проектов расширения, реконструкции, модернизации действующих производств, создаваемых новых технологий и оборудования с учетом состояния окружающей среды, индикатор ПК-1.1. Проводит оценку воздействия на окружающую среду при расширении, реконструкции, модернизации действующих производств, создаваемых новых технологий и оборудования

Вопросы к коллоквиуму:

Высокий уровень:

1. Какие современные методы количественной оценки рисков применяются при проектировании объектов переработки техногенных отходов? Приведите примеры их практического применения.
2. Опишите алгоритм комплексной оценки рисков на объектах механической переработки отходов с учётом принципов экономики замкнутого цикла.
3. Как осуществляется интеграция методов FMEA и HAZOP при анализе рисков на производственных объектах переработки?
4. Разработайте систему показателей для оценки рисков при внедрении новых технологий переработки с учётом их влияния на окружающую среду.
5. Какие критерии используются при выборе методов оценки рисков для различных типов производственных процессов в сфере обращения с отходами?
6. Опишите методологию построения дерева событий для анализа рисков на участке термической переработки отходов.
7. Как проводится оценка рисков при модернизации существующих производственных линий с учётом требований промышленной безопасности?
8. Разработайте методику определения вероятности возникновения аварийных ситуаций на объекте сортировки ТКО.
9. Какие факторы необходимо учитывать при оценке рисков на объектах переработки опасных отходов?
10. Опишите процесс валидации результатов количественной оценки рисков на производственных объектах.

Средний уровень:

1. Перечислите основные виды опасностей, характерных для объектов переработки отходов. Дайте краткую характеристику каждой.
2. В чём заключается суть метода анализа видов и последствий отказов (FMEA)? Приведите пример его применения.
3. Опишите порядок проведения качественного анализа рисков на производственном объекте.
4. Какие показатели используются для количественной оценки рисков в сфере обращения с отходами?
5. Перечислите основные этапы процесса идентификации опасностей на объекте переработки.
6. Как проводится оценка вероятности возникновения аварий на производственных объектах?
7. Опишите методику построения матрицы рисков. Приведите пример её заполнения.
8. Какие нормативные документы регламентируют оценку рисков в сфере обращения с отходами?
9. В чём заключается суть метода HAZOP? Приведите пример его применения.
10. Опишите процесс документирования результатов оценки рисков.

Ниже среднего уровня:

1. Что такое производственный риск? Приведите 2–3 примера рисков на объектах переработки.
2. Назовите основные методы качественной оценки рисков.
3. Что такое матрица рисков? Для чего она используется?
4. Перечислите основные источники опасностей на объектах переработки отходов.
5. Что такое приемлемый уровень риска? Как он определяется?
6. Назовите основные этапы процесса оценки рисков.
7. Что такое FMEA-анализ? Для чего он применяется?

8. Перечислите основные показатели количественной оценки рисков.
9. Что такое HAZOP-анализ? В чём его суть?
10. Назовите основные документы, которые оформляются по результатам оценки рисков.

Практическая задача:

Предприятие по переработке техногенных отходов внедряет технологию пиролиза для получения жидкого топлива из смешанных пластиковых отходов (экономика замкнутого цикла). Ключевым элементом процесса является реактор пиролиза Р-204, работающий под давлением и при высокой температуре. Отказ оборудования может привести не только к остановке производства, но и к выбросу токсичных веществ, что противоречит принципам устойчивого развития и влечет огромные экологические убытки

Исходные данные:

Сценарий аварийной ситуации: Разгерметизация реактора Р-204 с последующим возгоранием паров пиролиза и выбросом диоксинов в атмосферу.

Вероятность реализации угрозы (PP):

- вероятность отказа системы контроля давления $P_1 = 0,05$ (раз в 20 лет);
- вероятность отказа системы аварийного сброса давления (клапан) $P_2 = 0,08$ (раз в 12.5 лет);
- вероятность человеческой ошибки оператора при срабатывании сигнализации $P_3 = 0,15$.

Примечание: Авария наступает только при одновременном отказе всех трех уровней защиты (последовательная цепь событий).

Потенциальный ущерб (U), руб.:

- прямой технический ущерб: стоимость ремонта реактора и простоя линии = 12 000 000 руб.;
- упущенная выгода (экономика замкнутого цикла): потеря партии вторичного сырья и готового продукта, а также штраф за невыполнение контракта на поставку рециклингового топлива = 8 500 000 руб.;
- экологический ущерб: штрафы регуляторов за выброс диоксинов и затраты на ликвидацию последствий загрязнения территории = 25 000 000 руб.;
- репутационный риск: снижение стоимости акций и потеря доверия инвесторов «зеленых» фондов (оценочная стоимость) = 15 000 000 руб.

Критерии приемлемости риска:

- допустимый уровень индивидуального риска для персонала: 10^{-6} год⁻¹.
- допустимый уровень экономического риска для предприятия: 500 000 руб./год.

Задание:

1. Рассчитайте совокупную вероятность (P_{total}) наступления аварийного сценария в течение одного года, считая события независимыми.
2. Определите полный потенциальный ущерб (U_1 от реализации данного сценария, учитывая все компоненты (технические, экономические, экологические и репутационные).
3. Вычислите величину ожидаемого годового риска (R) в денежном выражении.
4. Проведите анализ приемлемости риска:
 - Сравните полученный экономический риск с допустимым уровнем.
 - Сделайте вывод о необходимости внедрения дополнительных мер безопасности.
5. Расчет эффективности инвестиций (ROI) в безопасность: Предлагается установить дублирующую систему автоматического отключения (АСУ ТП нового поколения).
 - Стоимость внедрения: 4 000 000 руб.
 - Срок службы системы: 5 лет.
 - Новая система снижает вероятность человеческой ошибки (P_3 до 0.01, а вероятность отказа клапана (P_2 – до 0.02 (за счет предиктивной диагностики).

- Рассчитайте новый уровень риска (R_{new}) и определите, окупится ли внедрение системы за 3 года за счет снижения ожидаемого ущерба.

Шкала оценивания:

Высокий уровень:

Студент верно выполнил все расчёты с соблюдением математической корректности. Проанализировал все аспекты задания, в т.ч. сравнил полученный экономический риск с допустимым уровнем и сделал обоснованный вывод о необходимости внедрения дополнительных мер безопасности. Использовал профессиональную терминологию (например, «последовательная цепь событий», «предиктивная диагностика», «экономика замкнутого цикла») и показал понимание принципов устойчивого развития и экологической безопасности.

Средний уровень:

Выполнил основные расчёты, но допустил незначительные ошибки (например, арифметические неточности или пропуск одного компонента ущерба). Частично прокомментировал решение, но не все этапы были подробно объяснены. Сравнил экономический риск с допустимым уровнем, но вывод был недостаточно обоснован или не содержал конкретных рекомендаций.

Ниже среднего:

Допустил грубые ошибки в расчётах (например, сложил вероятности вместо умножения или неверно суммировал компоненты ущерба). Не выполнил часть заданий (например, пропустил расчёт R_{new} или анализ окупаемости). Не сравнил риск с допустимым уровнем или сделал это формально, без анализа последствий для предприятия. Не обосновал выводы

Для текущего контроля ТКЗ:

Проверяемая компетенция: ПК-1: Способен проводить экологический анализ проектов расширения, реконструкции, модернизации действующих производств, создаваемых новых технологий и оборудования с учетом состояния окружающей среды, индикатор ПК-1.2: Проводит анализ и выбор наилучших доступных технологий в сфере природоохранной деятельности

Кейс-задачи I на тему «Разработка плана безопасного управления производственным участком»:

1. Участок шредерной переработки автомобильных шин с получением резиновой крошки и металлического корда
2. Участок сортировки и прессования ТКО (твёрдых коммунальных отходов)
3. Участок варки целлюлозы на целлюлозно-бумажном заводе
4. Участок переработки полимерных отходов
5. Участок термической переработки отходов
6. Участок хранения переработки опасных отходов
7. Работа с тяжелой техникой на полигоне
8. Участок переработки литий-ионных аккумуляторов
9. Участок переработки стеклобоя
10. Переработка древесных отходов на участке производства топливных брикетов
11. Участок переработки строительных отходов с асбестосодержащими материалами
12. Участок анаэробного сбраживания органических отходов
13. Участок сортировки электронных отходов
14. Участок пиролизной переработки смешанных пластиковых отходов
15. Участок гидрометаллургической переработки отработанных автомобильных катализаторов

На уровень «высокий» студент:

Проводит полный и глубокий анализ условий работы на участке с учетом всех ключевых факторов; выявляет все сопутствующие опасности (грамотно оценивает риски); разрабатывает комплексный план мероприятий по снижению рисков; при выборе технологий и методов управления отходами учитывает принципы ЭЗЦ; оформляет план в виде структурированного документа.

На уровень «средний» студент:

Учитывает основные факторы производственной среды; выявляет основные опасности; план мероприятий охватывает основные выявленные опасности; предлагает релевантные решения по рециклингу и минимизации отходов без детального обоснования; оформляет упрощенный план.

На уровень «ниже среднего» студент:

Учитывает только самые очевидные факторы без количественных данных; выявляет основные опасности с формальной оценкой рисков; в плане мероприятий охватывает менее 70 % выявленных опасностей; принципы ЭЗЦ упоминает формально, без конкретных решений, план не оформляет.

Кейс-задачи II на тему «Создание системы мониторинга безопасности»:

1. Мониторинг безопасности на участке переработки полимерных отходов

Кейс: на участке грануляции полимеров участились случаи засорения фильтров аспирационной системы, что приводит к повышению концентрации пыли в воздухе.

Задачи:

- определить ключевые параметры для мониторинга (концентрация пыли, перепад давления на фильтрах, температура оборудования);
- выбрать датчики и системы сбора данных (датчики пыли, манометры, термопары);
- разработать график замеров (непрерывный мониторинг концентрации пыли, ежечасный контроль давления);
- установить пороговые значения срабатывания сигнализации (например, при превышении 10 мг/м³ пыли);
- создать алгоритм реагирования (автоматическая остановка оборудования, включение аварийной вентиляции).

2. Мониторинг условий труда на участке сортировки ТКО

Кейс: жалобы работников на повышенную утомляемость и головные боли из-за возможного превышения ПДК вредных веществ.

Задачи:

- выявить опасные вещества для контроля (метан, сероводород, аммиак);
- подобрать портативные газоанализаторы;
- организовать точки контроля на разных уровнях высоты;
- установить периодичность замеров (каждые 2 часа в рабочей зоне);
- разработать систему оповещения при превышении ПДК.

3. Мониторинг эффективности рециклинга на участке переработки стеклобоя

Кейс: предприятие стремится повысить долю вторичного стекла в производстве новой тары до 95 %, но сталкивается с проблемой загрязнения сырья (остатки бумаги, пластика, керамики).

Задачи с учётом ЭЗЦ:

- определить ключевые показатели эффективности рециклинга (доля чистого стеклобоя, процент загрязнений, выход годного сырья);
- выбрать датчики и системы контроля качества сырья (оптические сортировщики, датчики цвета, металлодетекторы);
- организовать непрерывный мониторинг состава поступающего стеклобоя;
- настроить автоматическую сортировку по фракциям (прозрачное, зелёное, коричневое

стекло, посторонние включения);

- интегрировать данные в систему управления отходами для оптимизации потоков.

4. Мониторинг энерго- и ресурсоэффективности на участке производства топливных брикетов из древесных отходов

Кейс: высокий расход энергии на сушку сырья и низкий КПД использования древесных отходов (часть уходит на захоронение из-за высокой влажности).

Задачи с учётом ЭЗЦ:

- выделить параметры для контроля (влажность сырья, энергопотребление сушилки, температура процесса, КПД прессы);
- установить датчики влажности и энергомониторинга;
- оптимизировать режим сушки с учётом влажности сырья;
- организовать сбор и использование побочных продуктов (древесная пыль — на брикетирование, конденсат — на технические нужды);
- внедрить систему рекуперации тепла от сушильной камеры.

5. Мониторинг жизненного цикла отходов на участке переработки электронных устройств

Кейс: необходимость отслеживания потоков опасных компонентов (свинца, ртути, кадмия) и ценных материалов (золота, серебра, меди) для обеспечения безопасного рециклинга и максимального извлечения ресурсов.

Задачи с учётом ЭЗЦ:

- определить контролируемые материалы и параметры (концентрация металлов в отходах, эффективность извлечения, объём опасных фракций);
- подобрать аналитическое оборудование (рентгенофлуоресцентные анализаторы, спектрометры);
- организовать поточную сортировку компонентов по типам материалов;
- внедрить систему учёта движения материалов (от поступления до отгрузки рециклированного сырья);
- обеспечить мониторинг опасных отходов для их безопасной утилизации.

6. Мониторинг качества воздуха на участке переработки аккумуляторов

Кейс: выделение паров серной кислоты и свинцовой пыли при демонтаже батарей.

Задачи:

- определить контролируемые вещества (пары H_2SO_4 , свинец в воздухе);
- подобрать газоанализаторы и пылемеры;
- организовать локальный мониторинг у рабочих мест;
- установить ПДК для каждого вещества;
- разработать систему вентиляции с обратной связью.

7. Мониторинг радиационной безопасности при переработке металлолома

Кейс: вероятность попадания радиоактивно загрязнённых металлических фрагментов в сырьё.

Задачи:

- определить зоны контроля (приёмка сырья, зона сортировки, отгрузка готовой продукции);
- выбрать дозиметры и радиометры;
- организовать непрерывный мониторинг на конвейерах;
- установить пороговые уровни срабатывания;
- разработать протокол действий при обнаружении радиации.

8. Мониторинг эффективности переработки текстильных отходов с учётом принципов ЭЗЦ

Кейс: предприятие по переработке текстиля сталкивается с проблемой низкой доли вторичного использования волокон (всего 40 %) из-за сложности сортировки по типам тканей и их состоянию. Часть сырья отправляется на захоронение.

Задачи:

- определить ключевые показатели эффективности переработки;

- выбрать оборудование для мониторинга и сортировки;
- организовать автоматизированную сортировку по типам волокон и качеству;
- внедрить систему учёта жизненного цикла материалов;
- оптимизировать процессы с целью максимального рециклинга.

9. Мониторинг пожарной безопасности на участке хранения отходов

Кейс: риск самовозгорания складированных отходов из-за биохимических процессов.

Задачи:

- определить параметры для контроля (температура внутри бурта, концентрация метана, уровень CO₂);
- выбрать термодатчики и газоанализаторы для установки в толще отходов;
- рассчитать количество и расположение датчиков;
- настроить систему раннего предупреждения;
- предусмотреть автоматическое пожаротушение.

10. Мониторинг безопасности и эффективности переработки отработанных масел с учётом принципов ЭЗЦ

Кейс: на участке переработки отработанных масел наблюдаются потери ценных компонентов при очистке (до 30 %), а также образование опасных шламов, требующих дорогостоящей утилизации.

Задачи:

- выделить параметры для контроля качества масла и эффективности процессов;
- подобрать датчики и аналитическое оборудование;
- организовать непрерывный мониторинг на ключевых этапах;
- оптимизировать процесс очистки для максимального извлечения ценных компонентов;
- внедрить замкнутые циклы использования ресурсов.

На уровень «высокий» студент:

Учитывает все факторы производственной среды и технологических особенностей; чётко выделяет ключевые показатели эффективности с количественными критериями; подбирает конкретные модели датчиков и систем и обосновывает выбор; разрабатывает детальную схему размещения датчиков и точек контроля с привязкой к планировке участка; описывает алгоритмы реагирования на отклонения; предлагает конкретные варианты по минимизации отходов и максимальному рециклингу.

На уровень «средний» студент:

Учитывает основные факторы производственной среды; определяет ключевые показатели эффективности без детальных количественных критериев; подбирает типы датчиков без указания конкретных моделей; разрабатывает упрощённую схему размещения датчиков, описывает упрощённые алгоритмы реагирования; предлагает решения по рециклингу и/или минимизации отходов без детального расчета эффективности.

На уровень «ниже среднего» студент:

Учитывает самые очевидные факторы; определяет ключевые показатели эффективности без количественных данных; указывает тип оборудования без технических характеристик; схема размещения датчиков без привязки к участку.

Для промежуточной аттестации:

Оценочные материалы, вынесенные на экзамен, представлены в виде билетов с 2 заданиями теоретического и 1 практического характера.

Всего 30 аттестационных билетов содержат по два теоретических вопроса и одну задачу.

Наименование оценочного средства	Экзамен
Содержание оценочных материалов	<p style="text-align: center;"><i>Примеры аттестационных билетов:</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Билет 1</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация опасностей на объектах переработки техногенных отходов: основные группы, характеристики и особенности идентификации. 2. Методы качественной оценки рисков: принципы построения и анализа матриц рисков, особенности применения в сфере обращения с отходами. 3. Рассчитать вероятность возникновения аварийной ситуации на участке сортировки ТКО, если: <ul style="list-style-type: none"> - вероятность отказа конвейерной ленты – 0,02 - вероятность сбоя системы пылеудаления – 0,03 - вероятность ошибки оператора – 0,05 Определить совокупную вероятность аварии при условии последовательного отказа всех систем <p style="text-align: center;"><i>Билет 2</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Система управления рисками на производственных объектах: структура, функции, основные элементы 2. Виды ответственности за нарушение требований промышленной безопасности 3. Оценить эффективность инвестиций в систему безопасности, если: <ul style="list-style-type: none"> - стоимость внедрения – 2 000 000 руб. - снижение вероятности аварии с 0,01 до 0,001 - ущерб – 4 000 000 руб. Определить срок окупаемости системы.
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	<p>При выставлении баллов за ответы на задания в билете учитываются следующие критерии:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Правильность выполнения практического задания 2. Владение специальными терминами и использование их при ответе. 3. Умение объяснять, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы 4. Логичность и последовательность ответа <p>От 34 до 40 баллов оценивается ответ, который показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; логичность и последовательность ответа.</p> <p>От 28 до 34 баллов оценивается ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна-две неточности в ответе.</p> <p>От 20 до 28 баллов оценивается ответ, свидетельствующий, в основном,</p>

	<p>о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа.</p>
--	---