

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Одобрено

Ученым советом ИАТЭ НИЯУ МИФИ

Протокол от 25.08.2025 № 25.8

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

ТЕХНОЛОГИИ ДЕЗАКТИВАЦИИ

название дисциплины

для направления подготовки

14.05.02 Атомные станции:

проектирование, эксплуатация и инжиниринг

направление/профиль

Радиационная безопасность атомных станций

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2025 г.

Область применения

Фонд оценочных средств (ФОС) – является обязательным приложением к рабочей программе дисциплины «Технологии дезактивации» и обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.

Цели и задачи фонда оценочных средств

Целью Фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям федерального государственного образовательного стандарта.

Для достижения поставленной цели Фондом оценочных средств по дисциплине «Технологии дезактивации» решаются следующие задачи:

- контроль и управление процессом приобретения обучающимися знаний, умений и навыков, предусмотренных в рамках данной дисциплины;
- контроль и оценка степени освоения компетенций, предусмотренных в рамках данной дисциплины;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс в рамках данной дисциплины.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1. В результате освоения ОП специалитета обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-3	Способен к проведению исследований физических процессов в ядерных энергетических установках в процессе разработки, создания, монтажа, наладки и эксплуатации	З-ПК-3 Знать методы проведения исследований физических процессов; У-ПК-3 Уметь проводить исследования и испытания оборудования ядерных энергетических установок; В-ПК-3 Владеть методиками испытаний оборудования при его монтаже и наладке

1.2. Этапы формирования компетенций в процессе освоения ОП специалитета

Компоненты компетенций, как правило, формируются при изучении нескольких дисциплин, а также в немалой степени в процессе прохождения практик, НИР и во время самостоятельной работы обучающегося. Выполнение и защита ВКР являются видом учебной деятельности, который завершает процесс формирования компетенций.

Этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины:

- **начальный** этап – на этом этапе формируются знаниевые и инструментальные основы компетенции, осваиваются основные категории, формируются базовые умения. Студент воспроизводит термины, факты, методы, понятия, принципы и правила; решает учебные задачи по образцу;
- **основной** этап – знания, умения, навыки, обеспечивающие формирование компетенции, значительно возрастают, но еще не достигают итоговых значений. На этом этапе студент осваивает аналитические действия с предметными знаниями по дисциплине, способен самостоятельно решать учебные задачи, внося коррективы в алгоритм действий, осуществляя коррекцию в ходе работы, переносит знания и умения на новые условия;
- **завершающий** этап – на этом этапе студент достигает итоговых показателей по заявленной компетенции, то есть осваивает весь необходимый объем знаний, овладевает всеми умениями и навыками в сфере заявленной компетенции. Он способен использовать эти знания, умения, навыки при решении задач повышенной сложности и в нестандартных условиях.

Этапы формирования компетенций в ходе освоения дисциплины отражаются в тематическом плане (см. РПД).

1.3. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства текущей и промежуточной аттестации
Текущая аттестация, 7 семестр			
1.	Разделы 1-2	З, У, В - ПК-3	Контрольная работа №1
2.	Разделы 3-4	З, У, В - ПК-3	Контрольная работа №2
Промежуточная аттестация, 7 семестр			
	Зачет	З, У, В - ПК-3	Зачетный билет

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям, которые приведены в п.1.1. Формирование этих дескрипторов происходит в процессе изучения дисциплины по этапам в рамках различного вида учебных занятий и самостоятельной работы.

Выделяются три уровня сформированности компетенций на каждом этапе: пороговый, продвинутый и высокий.

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня	БРС, % освоения	ECTS/Пятибалльная шкала для оценки экзамена/зачета
Высокий <i>Все виды компетенций сформированы на высоком уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины</i>	Творческая деятельность	<i>Включает низсостоящий уровень.</i> Студент демонстрирует свободное обладание компетенциями, способен применить их в нестандартных ситуациях: показывает умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического или прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	90-100	A/ Отлично/ Зачтено
Продвинутый <i>Все виды компетенций сформированы на продвинутом уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины</i>	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу, большей долей самостоятельности и инициативы	<i>Включает низсостоящий уровень.</i> Студент может доказать владение компетенциями: демонстрирует способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения.	85-89	B/ Очень хорошо/ Зачтено
			75-84	C/ Хорошо/ Зачтено
Пороговый <i>Все виды компетенций сформированы на пороговом уровне</i>	Репродуктивная деятельность	Студент демонстрирует владение компетенциями в стандартных ситуациях: излагает в пределах задач курса теоретически и практически контролируемый материал.	65-74	D/Удовлетворительно/ Зачтено
			60-64	E/Посредственно /Зачтено
Ниже порогового	Отсутствие признаков порогового уровня: компетенции не сформированы. Студент не в состоянии продемонстрировать обладание компетенциями в стандартных ситуациях.		0-59	Неудовлетворительно/ Зачтено

Оценивание результатов обучения студентов по дисциплине осуществляется по регламенту текущего контроля и промежуточной аттестации.

Критерии оценивания компетенций на каждом этапе изучения дисциплины для каждого вида оценочного средства и приводятся в п. 4 ФОС. Итоговый уровень сформированности компетенции при изучении дисциплины определяется по таблице. При этом следует понимать, что граница между уровнями для конкретных результатов освоения образовательной программы может смещаться.

Уровень сформированности компетенции	Текущий контроль	Промежуточная аттестация
высокий	высокий	высокий
	<i>продвинутый</i>	<i>высокий</i>
	<i>высокий</i>	<i>продвинутый</i>
продвинутый	<i>пороговый</i>	<i>высокий</i>
	<i>высокий</i>	<i>пороговый</i>
	продвинутый	продвинутый
	<i>продвинутый</i>	<i>пороговый</i>
	<i>пороговый</i>	<i>продвинутый</i>
пороговый	пороговый	пороговый
ниже порогового	пороговый	ниже порогового
	ниже порогового	-

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Итоговая аттестация по дисциплине является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков обучающихся по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестации.

Текущая аттестация в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающихся.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Текущая аттестация осуществляется два раза в семестр:

- контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 8 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 8 неделю учебного семестра.
- контрольная точка № 2 (КТ № 2) – выставляется в электронную ведомость не позднее 16 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 9 по 16 неделю учебного семестра.

Результаты текущей и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Этап рейтинговой системы / Оценочное средство	Неделя	Балл	
		Минимум*	Максимум
Семестр 7			
Текущая аттестация	1-16	36	60
Контрольная точка № 1	7-8	18	30

<i>Контрольная работа №1</i>	7	18	30
Контрольная точка № 2	15-16	18	30
<i>Контрольная работа №2</i>	15	18	30
Промежуточная аттестация	-	24	40
Зачет	-		
<i>Зачетный билет</i>	-	24	40
ИТОГО по дисциплине		60	100

* Минимальное количество баллов за оценочное средство – это количество баллов, набранное обучающимся, при котором оценочное средство засчитывается, в противном случае обучающийся должен ликвидировать появившуюся академическую задолженность по текущей или промежуточной аттестации. Минимальное количество баллов за текущую аттестацию, в т.ч. отдельное оценочное средство в ее составе, и промежуточную аттестацию составляет 60% от соответствующих максимальных баллов.

Студент считается аттестованным по разделу, зачету или экзамену, если он набрал не менее 60% от максимального балла, предусмотренного рабочей программой.

Студент может быть аттестован по дисциплине, если он аттестован по каждому разделу, зачету/экзамену и его суммарный балл составляет не менее 60.

Определение бонусов и штрафов

Бонусы: поощрительные баллы студент может получить к своему рейтингу в конце семестра за присутствие на лекциях, практических занятиях и активную и регулярную работу на занятиях.

Бонус (премиальные баллы) не может превышать 5 баллов, вместе с баллами за текущую аттестацию – не более 60 баллов за семестр.

4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Направление подготовки	14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг
Образовательная программа	Радиационная безопасность атомных станций
Дисциплина	Технологии дезактивации

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Физико-химические основы радиоактивного загрязнения поверхностей: адгезия, адсорбция, диффузия. Степени фиксации загрязнений.
2. Классификация методов дезактивации: механические, химические, физико-химические, высокотемпературные и комбинированные.
3. Показатели эффективности дезактивации: коэффициент дезактивации ($K_{\text{дез}}$) и эффективность очистки (η).
4. Влияние температуры, времени контакта и перемешивания на эффективность химической дезактивации.
5. Химические реагенты, применяемые при дезактивации: кислоты, щёлочи, ПАВ, комплексоны, окислители, ингибиторы коррозии.
6. Принципы составления рецептур для дезактивации металлических поверхностей (нержавеющая и углеродистая сталь, алюминий).
7. Дезактивация бетонных поверхностей: особенности и применяемые составы (пасты, гели).
8. Циркуляционная дезактивация внутренних поверхностей трубопроводов и контуров АЭС.
9. Пеносмывные технологии: преимущества, оборудование, реагенты.
10. Дезактивация транспортных средств и спецтехники: особенности загрязнения и методы очистки.
11. Применение паст, гелей и съёмных полимерных покрытий для дезактивации.
12. Дезактивация средств индивидуальной защиты (СИЗ) – методы и контроль эффективности.
13. Дезактивация грунтов на месте: снятие верхнего слоя, глубокое рыхление, фиторемедиация.
14. Дезактивация грунтов с вывозом: промывка, флотация, электрохимическая обработка.
15. Лазерная дезактивация: принцип, параметры, области применения, преимущества и ограничения.
16. Плазменная (газоразрядная) и микроволновая дезактивация.
17. Электрохимические методы дезактивации металлов и бетона.
18. Ультразвуковая дезактивация как способ интенсификации химической очистки.

19. Биологические методы дезактивации (биосорбция, ферменты, фиторемедиация).
20. Комбинированные технологии дезактивации и их эффективность.
21. Автоматизация и роботизация дезактивационных работ.
22. Организация зонирования и маршрутов при проведении дезактивации.
23. Радиационный контроль до, в процессе и после дезактивации.
24. Оценка остаточной активности и соответствие нормативным требованиям.
25. Обращение с жидкими и твёрдыми радиоактивными отходами, образующимися при дезактивации (кратко).
26. Экономические аспекты выбора технологии дезактивации.
27. Оценка риска повреждения материалов при агрессивных методах очистки.
28. Нормативно-техническая документация по дезактивации (обзор).
29. Опыт дезактивации при авариях на АЭС (общие принципы).
30. Перспективные разработки в области дезактивации (наночастицы, суперкритические жидкости и др.).

Зачетный билет включает один вопрос из списка (см. выше) и одну задачу (см. примеры ниже). При ответе разрешается пользоваться справочными таблицами, калькулятором, методическими рекомендациями.

Примеры задач:

(обучающемуся предоставляются нормативные документы НРБ-99/2009, СанПиН, справочные таблицы, необходимые для решения задач)

1. Поверхность площадью 5 м^2 имела начальную удельную активность $2 \times 10^4 \text{ Бк/см}^2$. После обработки средняя остаточная активность составила 50 Бк/см^2 . Рассчитайте коэффициент дезактивации и эффективность очистки.
2. Необходимо обработать внутреннюю поверхность цилиндрического резервуара диаметром 3 м и высотой 4 м. Расход гелевого состава составляет $2,5 \text{ л/м}^2$. Рассчитайте минимальный объём геля для однократного покрытия всей боковой поверхности (без учёта днища). Ответ округлите в большую сторону.
3. В результате дезактивации образца бетона получены следующие остаточные активности (Бк/см^2) при трёх методах: гидросмыв – $1,5 \times 10^3$; обработка кислотным гелем – $2,0 \times 10^2$; ультразвук в растворе ПАВ – $6,0 \times 10^2$. Начальная активность – $6 \times 10^3 \text{ Бк/см}^2$. Определите $K_{\text{дез}}$ для каждого метода и выберите наилучший.
4. После дезактивации автомобиля остаточная активность на колёсах составила 300 Бк/см^2 , на кузове – 10 Бк/см^2 . Допустимый уровень для возврата в эксплуатацию – 20 Бк/см^2 для кузова и 100 Бк/см^2 для ходовой части. Сделайте заключение о возможности использования автомобиля и укажите, какие зоны требуют повторной обработки.
5. Рассчитайте количество воды, необходимое для приготовления 500 л рабочего раствора с концентрацией комплексона 2% (масс.) и ПАВ 1% (масс.). Плотность раствора принять равной 1 г/см^3 .

Критерии оценивания компетенций (результатов):

Оценка «отлично» ставится, если:

- Полно раскрыто содержание материала билета;
- Материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, точно используется терминология;
- Показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации;

- Продемонстрированы сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков;
- Ответ прозвучал самостоятельно, без наводящих вопросов;
- Допущены одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов, которые исправляются по замечанию.

Оценка **«хорошо»** ставится, если:

- ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет один из недостатков;
- В изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа;
- Допущены один – два недочета при освещении основного содержания ответа либо при решении задачи, исправленные по замечанию экзаменатора;
- Допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов либо сделаны арифметические ошибки при решении задачи, которые легко исправляются по замечанию экзаменатора.

Оценка **«удовлетворительно»** ставится, если:

- Неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала;
- Имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, решении задачи, исправленные после нескольких наводящих вопросов;
- При неполном знании теоретического материала выявлена недостаточная сформированность компетенций, умений и навыков, студент не может применить теорию в новой ситуации.

Оценка **«неудовлетворительно»** ставится, если:

- Не раскрыто основное содержание вопросов в билете;
- Обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала, касающегося вопросов в билете;
- Допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, демонстрации практических навыков, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.

Описание шкалы оценивания:

Оценка	Вопрос 1	Вопрос 2	Задача	БРС
Отлично	11-12	11-12	14-16	36-40
Хорошо	9-11	9-11	12-13	30-35
Удовлетворительно	7-9	7-9	10-11	24-29
Неудовлетворительно	<7	<7	<10	<24

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Направление подготовки	14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг
Образовательная программа	Радиационная безопасность атомных станций
Дисциплина	Технологии дезактивации

Комплект заданий для контрольной работы 1

Темы: «Физико-химические основы загрязнения и классификация методов. Химическая дезактивация и методы интенсификации»

Контрольная работа включает:

- тест (10 вопросов);
- задача 1 – расчёт Кdez или эффективности;
- задача 2 – выбор метода/рецептуры или расчёт параметров дезактивации.
-

Вопросы к контрольной работе № 1 (включаются в тест):

1. Виды радиоактивных загрязнений по степени фиксации.
2. Физико-химические механизмы удержания радионуклидов (адгезия, адсорбция, диффузия).
3. Основные группы методов дезактивации, их краткая характеристика.
4. Коэффициент дезактивации и эффективность очистки – определение и формулы.
5. Факторы, влияющие на эффективность химической очистки.
6. Типы химических реагентов (кислоты, щёлочи, ПАВ, комплексоны, окислители).
7. Назначение ингибиторов коррозии в дезактивирующих составах.
8. Отличия в выборе рецептуры для стали и алюминия.
9. Принцип циркуляционной дезактивации контуров АЭС.
10. Достоинства пеносмывных технологий.
11. Пасты и гели – состав и применение.
12. Ультразвуковая и электрохимическая интенсификация.

Примеры вопросов теста (выберите один или несколько правильных ответов):

1. К сильнофиксированным загрязнениям относятся те, которые:
а) удаляются обтиркой;
б) проникли в поры или образовали химические связи;
в) находятся в виде крупных частиц на поверхности.
2. Для защиты стали от коррозии в кислых растворах добавляют:
а) ПАВ;
б) ингибиторы;
в) комплексоны;
г) окислители.
3. При циркуляционной дезактивации обязательным этапом является:
а) нагрев раствора;
б) применение пены;
в) использование только щелочных реагентов.
4. Основное преимущество пеносмыва – это:
а) высокая температура процесса;
б) увеличение времени контакта на вертикальных поверхностях;
в) отсутствие жидких отходов.
5. К хелатообразователям относятся:
а) ЭДТА;
б) ДТПА;
в) NaOH;
г) лимонная кислота.

Примеры задач для контрольной работы № 1:

Задача 1. Образец стали площадью 2 дм² имел начальную активность 8×10³ Бк/см². После обработки раствором комплексонов активность снизилась до 1,2×10² Бк/см². Определите Кdez и эффективность.

Задача 2. Для дезактивации трубопровода из углеродистой стали подберите состав раствора (назовите компоненты и их функции) и обоснуйте режим (температуру, время) для достижения $K_{dez} \geq 100$ при ограничении коррозии.

Критерии оценивания компетенций (результатов) и описание шкалы оценивания:

	Критерии оценивания и комментарии	Максимально
Тест	Число баллов определяется как процент правильных ответов, пересчитанный в баллы от максимально возможной оценки	10 баллов
Задача 1	• умение выбрать правильный метод решения задачи; • умение пользоваться формулами, знание обозначений; • получение правильного числового результата; • верная интерпретация результата в соответствии с вопросом задачи	10 баллов
Задача 2		10 баллов
ИТОГО		до 30 баллов

Контрольное мероприятие считается зачтенным, если студент набрал не менее 18 баллов.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Направление подготовки	14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг
Образовательная программа	Радиационная безопасность атомных станций
Дисциплина	Технологии дезактивации

Комплект заданий для контрольной работы 2

Темы: «Дезактивация транспорта, территорий и грунтов. Специальные и перспективные технологии»

Контрольная работа включает:

- тест (10 вопросов);
- задача 1 – расчёт параметров дезактивации грунта или техники;
- задача 2 – сравнительный анализ методов или выбор инновационной технологии.

Вопросы к контрольной работе 2:

1. Особенности загрязнения ходовой части и кузова автотранспорта.
2. Составы паст и гелей для локальной дезактивации.
3. Технология съёмных полимерных покрытий.
4. Методы дезактивации СИЗ (стирка, ультразвук).
5. Способы дезактивации грунтов на месте (снятие слоя, рыхление, фиторемедиация).
6. Методы дезактивации грунтов с вывозом (промывка, флотация, электрохимия).
7. Физический принцип лазерной и плазменной очистки.
8. Электрохимическая дезактивация бетона и металлов.
9. Биологические методы (микроорганизмы, ферменты) – возможности и ограничения.
10. Автоматизация и мобильные установки для дезактивации.
11. Комбинированные технологии – примеры.
12. Оценка экономической эффективности различных методов.

Примеры вопросов теста:

1. Для удаления прочнофиксированных загрязнений с вертикальных стен чаще всего используют:
а) гидросмыв;

- б) пеносмыв или гель;
в) лазерную очистку.
2. **Съёмное полимерное покрытие наносят:**
а) после загрязнения;
б) перед началом работы в зоне;
в) только на горизонтальные поверхности.
3. **Фиторемедиация эффективна преимущественно для:**
а) Cs-137 и Sr-90;
б) Co-60;
в) трансурановых элементов.
4. **Лазерная дезактивация относится к методам:**
а) химическим;
б) высокотемпературным;
в) механическим.
5. **К преимуществам электрохимической дезактивации бетона относится:**
а) отсутствие жидких отходов;
б) извлечение радионуклидов из глубины без разрушения;
в) высокая скорость процесса.

Примеры задач:

Задача 1. Грунтовая площадка размером 10×20 м загрязнена Cs-137. Удельная активность верхнего слоя (0–10 см) составляет 5×10^3 Бк/кг, на глубине 10–20 см – 2×10^2 Бк/кг. Принято решение снять верхний слой 10 см. Определите объём грунта, подлежащего вывозу (в м³), и оцените, насколько снизится общая активность на площадке (в процентах), если плотность грунта 1,6 г/см³.

Задача 2. Сравните два метода дезактивации стальной пластины: ультразвуковая обработка в 3% растворе ПАВ и обработка кислотным гелем (10% лимонная кислота + загуститель). Для каждого известны: Кdez – 80 и 250 соответственно, время обработки – 15 мин и 60 мин, стоимость реагентов – 50 руб./л и 200 руб./кг, объём отходов – 5 л и 0,5 кг. Какой метод вы рекомендуете и почему? (Обоснуйте с учётом эффективности, времени и затрат).

Критерии оценивания компетенций (результатов) и описание шкалы оценивания:

	Критерии оценивания и комментарии	Максимально
Тест	Число баллов определяется как процент правильных ответов, пересчитанный в баллы от максимально возможной оценки	10 баллов
Задача 1	• умение выбрать правильный метод решения задачи; • умение пользоваться формулами, знание обозначений; • получение правильного числового результата; • верная интерпретация результата в соответствии с вопросом задачи	10 баллов
Задача 2		10 баллов
ИТОГО		до 30 баллов

Контрольное мероприятие считается зачтенным, если студент набрал не менее 18 баллов.