

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 16.11.2023 13:59:48
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной
и методической работе
_____ Б.В.Пекаревский
« 28 » января 2019 г.

**Рабочая программа дисциплины
ТЕХНОЛОГИЯ ДЕЗАКТИВАЦИИ**

Направление подготовки

18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики

Специализация:

**Химическая технология теплоносителей
и радиоэкология ядерных энергетических установок**

Квалификация

Инженер

Форма обучения

Очная

Факультет **инженерно-технологический**

Кафедра **инженерной радиоэкологии и радиохимической технологии**

Санкт-Петербург

2021

Б1.В.07.04

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Старший преподаватель		Ю.С. Коряковский

Рабочая программа дисциплины «Технология дезактивации» обсуждена на заседании кафедры инженерной радиоэкологии и радиохимической технологии протокол от «12» января 2021 г. № 1

И.о. зав. кафедрой ИРРТ

А.В. Румянцев

Рабочая программа дисциплины «Технология дезактивации» одобрена учебно-методической комиссией инженерно-технологического факультета протокол от «25» января 2021 г. № 4

Председатель

А.П. Сусла

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Химическая технология материалов современной энергетики»		И.В. Юдин
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И. Богданова
Начальник учебно-методического управления		С.Н. Денисенко

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	06
3. Объем дисциплины	06
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	07
4.2. Занятия лекционного типа.....	08
4.3. Занятия семинарского типа.....	10
4.3.1. Семинары, практические занятия	10
4.3.2. Лабораторные занятия.....	12
4.4. Самостоятельная работа.....	12
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	14
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	14
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины	15
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	17
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	18
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	18
10.2. Программное обеспечение.....	19
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	19
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы	19
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	19

Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

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

В результате освоения образовательной программы специалитета обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции ¹	Код и наименование индикатора достижения компетенции ²	Планируемые результаты обучения (дескрипторы) ³
<p>ПК-6 Способен выполнять научные исследования, а также реализовывать их результаты при проведении, разработке и усовершенствовании технологических процессов обращения с радиоактивно загрязненными средами, материалами и отходами (включая их дезактивацию, переработку, кондиционирование, хранение и захоронение), обеспечивающих безопасность персонала, населения и защиту окружающей среды</p>	<p>ПК-6.4 Понимание механизмов фиксации радиоактивного загрязнения на (в) материалах и особенностей его удаления.</p>	<p>Знать: закономерности и особенности фиксации радионуклидов на (в) различных материалах, применяемых на ядерно и радиационно опасных объектах (ЗН-1). Уметь: выбирать и обосновывать способ (последовательность способов) дезактивации, наиболее подходящих для заданного загрязнённого объекта (У-1). Владеть: информацией о способах и технических средствах дезактивации, подходящих для использования на ядерно и радиационно опасных объектах (Н-1).</p>
	<p>ПК-6.5 Использование химических процессов и химических технологий для дезактивации на ядерно и радиационно опасных объектах.</p>	<p>Знать: реагенты, рецептуры и режимы, подходящие для химической дезактивации различных объектов (материалов) (ЗН-2). Уметь: выбирать, обосновывать и/или разрабатывать химические технологии, наиболее подходящие для заданного объекта, либо обосновывать нецелесообразность химических способов (У-2). Владеть:</p>

¹ Содержание и номер компетенции в точности соответствует ФГОС ВО и отображается в матрице компетенций для конкретной дисциплины

² Код индикатора присваивается руководителем направления подготовки, отображается в матрице компетенции и доводится разработчикам РПД. Повторение кодов индикаторов для конкретной компетенции, реализуемой разными дисциплинами, не допускается

³ Дескрипторы переносятся из матрицы компетенций без смены формулировок

Код и наименование компетенции ¹	Код и наименование индикатора достижения компетенции ²	Планируемые результаты обучения (дескрипторы) ³
		информацией об особенностях проведения химической дезактивации для различных объектов (материалов) и обращении с образующимися при этом радиоактивными отходами (Н-2).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Технология дезактивации» (Б1.В.07.04) относится к дисциплинам специализации (части, формируемой участниками образовательных отношений), и изучается на 5 курсе, в 10 семестре.

Целью освоения дисциплины является базовая подготовка инженера (радиохимика-технолога) к планированию и реализации мероприятий по дезактивации в различных ситуациях, а также к выполнению научных исследований по указанным направлениям.

В методическом плане дисциплина «Технология дезактивации» опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин: «Радиохимия», «Основы ядерной физики и дозиметрии», «Материалы и оборудование ядерных энергетических установок», «Технология основных материалов современной энергетики. Часть 1», «Процессы и аппараты химической технологии», «Радиационная безопасность в области использования атомной энергии», «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа».

Полученные в процессе изучения дисциплины знания, умения и навыки могут быть использованы при прохождении практики (научно-исследовательской работы и преддипломной практики), при выполнении выпускной квалификационной работы (государственной итоговой аттестации) и в дальнейшей трудовой деятельности.

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	9 / 324
Контактная работа с преподавателем:	142
занятия лекционного типа	26
занятия семинарского типа, в т.ч.	116
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	26 (7)
лабораторные работы	90
курсовое проектирование (КР или КП)	—
КСР	—
другие виды контактной работы	—
Самостоятельная работа	155
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	—
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Экзамен (27)

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1.	Введение	2	—	—	—	ПК-6	ПК-6.4
2.	Физико-химические основы процессов РАЗ поверхностей	2	2	—	18	ПК-6	ПК-6.4
3.	Радиоактивное загрязнение поверхностей контурного оборудования ядерных энергетических установок (здесь и далее – ЯЭУ) и оборудования радиохимических производств	2	4	—	16	ПК-6	ПК-6.4
4.	Физико-химические основы процессов дезактивации. Классификация способов дезактивации	2	2	6	14	ПК-6	ПК-6.4
5.	Окислительно-восстановительный способ дезактивации оборудования ЯЭУ	2	4	14	16	ПК-6	ПК-6.5
6.	Дезактивация оборудования из различных видов сталей, цветных металлов и сплавов	2	2	14	12	ПК-6	ПК-6.5
7.	Технология дезактивации съёмного контурного оборудования ЯЭУ	2	2	—	16	ПК-6	ПК-6.5
8.	Коррозия конструкционных материалов в дезактивирующих рецептурах	2	2	14	12	ПК-6	ПК-6.5
9.	Варианты дезактивации контуров ЯЭУ	2	2	—	10	ПК-6	ПК-6.5
10.	Интенсификация процессов дезактивации	2	2	14	12	ПК-6	ПК-6.5
11.	Дезактивация неметаллических поверхностей	2	2	14	9	ПК-6	ПК-6.5
12.	Дезактивация помещений, строительных конструкций и территорий	2	2	14	8	ПК-6	ПК-6.5
13.	Способы дезактивации, применяемые за рубежом	2	—	—	12	ПК-6	ПК-6.5
	ИТОГО	26	26	90	155		

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1.	<p>Введение</p> <p>Понятие дезактивации. Основные показатели дезактивации. Роль дезактивации в ядерной отрасли, ее социальные, экономические и экологические аспекты. Основные термины. Нормативные документы. Количественные и качественные показатели эффективности дезактивации. Допустимые уровни загрязнения помещений, наружных поверхностей оборудования и спецодежды. Допустимые дозовые нагрузки на персонал и население. Источники радиационной опасности (радиоактивного загрязнения) на площадке атомной электростанции. Расчет эффективной дозы, получаемой персоналом в процессе выполнения дезактивационных мероприятий либо населением в случае выхода радионуклидов за пределы санитарно-защитной зоны.</p>	2	ЛВ, ДОТ
2.	<p>Физико-химические основы процессов радиоактивного загрязнения (здесь и далее – РАЗ) поверхностей</p> <p>Взаимодействие РАЗ с поверхностями. Фиксация РАЗ на поверхностях и в материалах. Адгезия. Основные компоненты сил адгезии. Адгезия в жидких средах. Адсорбция. Основные закономерности адсорбции РАЗ на металлических и неметаллических поверхностях. Диффузия радионуклидов в глубинные слои.</p>	2	ЛВ, ДОТ
3.	<p>Радиоактивное загрязнение поверхностей контурного оборудования ЯЭУ и оборудования радиохимических производств</p> <p>Особенности загрязнения оборудования ЯЭУ и РХП. Химический, радиохимический, фазовый состав и количество радиоактивных отложений. Уровни радиоактивного загрязнения поверхностей и оборудования. Радиоактивное загрязнение воздуха.</p>	2	ЛВ, ДОТ
4.	<p>Физико-химические основы процессов дезактивации</p> <p>Классификация способов дезактивации. Требования к способам. Физико-механические, химические и физико-химические способы. Реагенты, используемые для дезактивации. Дезактивирующие рецептуры. Десорбция радионуклидов с металлических и неметаллических поверхностей. Удаление прочнофиксированных загрязнений и оксидных отложений; растворение оксидных фаз. Растворение оксидов Fe, Ti, Cr.</p>	2	ЛВ, ДОТ
5.	<p>Окислительно-восстановительный способ дезактивации оборудования ЯЭУ</p> <p>Суть окислительно-восстановительного способа. Особенности удаления плотносцепленного слоя. Принцип окислительно-восстановительного метода. Реализация способа, составы кислотных и щелочных растворов.</p>	2	ЛВ, ДОТ
6.	<p>Дезактивация оборудования из различных видов сталей,</p>	2	ЛВ,

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	<p>цветных металлов и сплавов Удаление продуктов коррозии с поверхностей оборудования из различных видов сталей, цветных металлов и сплавов. Реагенты, используемые для дезактивации сталей и сплавов цветных металлов.</p>		ДОТ
7.	<p>Технология дезактивации съёмного контурного оборудования ЯЭУ Удаление плотных оксидных слоёв и прочнофиксированных загрязнений. Составы рецептур. Одностадийные и многостадийные способы дезактивации. Технические средства дезактивации съёмного контурного оборудования и контурных систем.</p>	2	ЛВ, ДОТ
8.	<p>Коррозия конструкционных материалов в дезактивирующих рецептурах Воздействие рецептур на металлические поверхности. Допустимый съём металла. Количественные показатели коррозии. Влияние рецептур на коррозию сталей и цветных сплавов (углеродистые, хромистые, хромо-никелевые стали, сплавы Ti, Zr, Cu, Al). Применяемые ингибиторы коррозии, механизмы ингибирования.</p>	2	ЛВ, ДОТ
9.	<p>Варианты дезактивации контуров ЯЭУ Дезактивация контуров РБМК и ВВЭР: технологические схемы, составы рецептур, режимы обработки. Ввод растворов в контур и дренаж отработавших вод. Дезактивация контуров от элементов топливной композиции. Дезактивация радиохимических производств. Меры по радиационной защите персонала, населения и окружающей среды при выполнении дезактивационных работ в штатном режиме эксплуатации АЭС, в процессе вывода из эксплуатации и в режиме ЧС.</p>	2	ЛВ, ДОТ
10.	<p>Интенсификация процессов дезактивации Дезактивация пеной, паром, струйным, паропескоструйным методами. Применяемые технические средства. Высокотемпературная дезактивация. Ультразвуковая дезактивация. Электрохимическая дезактивация. «Сухие» способы: применение съёмных полимерных покрытий, паст, гелей и сорбционных рецептур.</p>	2	ЛВ, ДОТ
11.	<p>Дезактивация неметаллических поверхностей Дезактивация полимерных, лакокрасочных, облицовочных материалов и средств индивидуальной защиты.</p>	2	ЛВ, ДОТ
12.	<p>Дезактивация помещений, строительных конструкций и территорий Технология дезактивации помещений, строительных конструкций и территорий. Планирование, подготовка и проведение работ по дезактивации. Нормируемые уровни загрязнения и/или удельной активности поверхностей и материалов, допускающих их освобождение от радиационного контроля, либо их передачу в ограниченное</p>	2	ЛВ, ДОТ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	использование, либо их перевод из категории РАО в категорию радиоактивно загрязненных материалов.		
13.	Способы дезактивации, применяемые за рубежом Современные прикладные методы дезактивации. Регенеративные и нерегенеративные методы. CAN-DECON, CITROX, ЕММА, LOMI, МОРАС. Пути переработки радиоактивных отходов, образующихся при дезактивации.	2	ЛВ, ДОТ
	ИТОГО:	26	

4.3. Занятия семинарского типа.

4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
1.	Введение	—	—	
2.	Физико-химические основы процессов РАЗ поверхностей Обучение работе с нормативными документами, используемыми при проведении мероприятий по дезактивации. Поиск актуальной информации в Интернете. Расчет затрат на дезактивацию.	2	1	РД, ДОТ
3.	Радиоактивное загрязнение поверхностей контурного оборудования ЯЭУ и оборудования радиохимических производств Определение степени фиксации радиоактивного загрязнения на поверхности. Расчет поверхностной и удельной активности коррозионных отложений. Расчет загрязнения поверхностей, обусловленного аэрозольной активностью.	4	1	РД, ДОТ
4.	Физико-химические основы процессов дезактивации Расчет производительности способов дезактивации. Расчет ожидаемой эффективности способов в зависимости от начального уровня загрязнения.	2	—	РД, ДОТ
5.	Окислительно-восстановительный способ дезактивации оборудования ЯЭУ Расчет количества и состава жидких и твердых радиоактивных отходов, образующихся при дезактивации окислительно-восстановительным способом.	4	1	РД, ДОТ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
6.	Дезактивация оборудования из различных видов сталей, цветных металлов и сплавов Подбор и составление дезактивирующих рецептур в зависимости от дезактивируемого объекта и условий загрязнения. Расчет потребности в реагентах. Расчет потребности в электроэнергии.	2	1	РД, ДОТ, ДИ, МГ
7.	Технология дезактивации съёмного контурного оборудования ЯЭУ Этапы планирования работ по дезактивации помещений и территорий.	2	1	РД, ДОТ, ДИ, МГ
8.	Коррозия конструкционных материалов в дезактивирующих рецептурах Расчет выброса радионуклидов в зависимости от начальных условий при проектной аварии. Выбор средств индивидуальной защиты (поиск в Интернете). Выбор радиометрического и дозиметрического оборудования для контроля начальной загрязненности при радиационной аварии.	2	1	РД, ДОТ
9.	Варианты дезактивации контуров ЯЭУ Рассмотрение путей снижения количества отходов, образующихся в процессе дезактивации контуров ЯЭУ. Разработка рекомендаций по переработке образующихся отходов в зависимости от их состава.	2	—	РД, ДОТ
10.	Интенсификация процессов дезактивации Подбор технических средств исходя из их эффективности, стоимости, производительности и доступности.	2	—	РД, ДОТ, ДИ, МГ
11.	Дезактивация неметаллических поверхностей Поиск необходимого оборудования в Интернете. Анализ достоинств и недостатков оборудования отечественных и зарубежных производителей	2	—	РД, ДОТ
12.	Дезактивация помещений, строительных конструкций и территорий Составление схемы радиационного мониторинга. Расчет биологической защиты персонала. Планирование систем сбора и утилизации образующихся отходов	2	1	РД, ДОТ, ДИ, МГ
13.	Способы дезактивации, применяемые за рубежом	—	—	
	ИТОГО:	26	7	

4.3.2. Лабораторные занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечания
		всего	в том числе на практическую подготовку	
4	Физико-химические основы процессов дезактивации. Классификация способов дезактивации. Содержание занятия: обработка результатов испытаний по определению критериев эффективности дезактивации.	6	—	
5	Окислительно-восстановительный способ дезактивации оборудования ЯЭУ. Содержание занятия: дезактивация оборудования из металла окислительно-восстановительным (двухваннным) способом.	14	—	
6	Дезактивация оборудования из различных видов сталей, цветных металлов и сплавов. Содержание занятия: Эффективность применения дезактивирующих пленкообразующих композиций.	14	—	
8	Коррозия конструкционных материалов в дезактивирующих рецептурах. Содержание занятия: изучение влияния различных факторов на скорость коррозии конструкционных материалов.	14	—	
10	Интенсификация процессов дезактивации. Содержание занятия: определение дезактивирующей емкости растворов. Электрохимическая и ультразвуковая дезактивация радиоактивно загрязненных металлов.	14	—	
11	Дезактивация неметаллических поверхностей. Содержание занятия: дезактивация тканей в растворе химических реагентов.	14	—	
12	Дезактивация помещений, строительных конструкций и территорий. Содержание занятия: определение дезактивируемости различных материалов.	14	—	
	ИТОГО			90

4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1.	Введение	—	Устные

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
			опросы
2.	Механизмы фиксации РАЗ на поверхности Изучение особенностей адгезии, адсорбции и диффузии при радиоактивном загрязнении металлов, полимерных и керамических материалов.	18	Устные опросы
3.	Структура продуктов коррозии на внутренней поверхности контуров Рассмотрение структурного, химического и радиохимического состава коррозионных отложений.	16	Устные опросы
4.	Взаимодействия на границе раздела фаз при реализации способов дезактивации Ознакомление с особенностями взаимодействия дезактивирующих сред и материалов с загрязненной поверхностью.	14	Устные опросы
5.	Особенности реализации окислительно-восстановительного способа Проработка особенностей реализации окислительно-восстановительного способа при применении для дезактивации контуров ядерных энергетических установок, погружной дезактивации металлов.	16	Устные опросы
6.	Дезактивация «нетипичных» металлов и сплавов Изучение особенностей дезактивации оборудования из титана, латуни, МНЖ, сплавов на основе алюминия.	12	Устные опросы
7.	Рецептуры для дезактивации съемного контурного оборудования Изучение условий и особенностей загрязнения съемного оборудования ядерных энергетических установок. Поиск рецептур и технологий дезактивации съемного оборудования.	16	Устные опросы
8.	Ингибирование коррозии сплавов в различных рецептурах Анализ опасности протекания локальной коррозии нержавеющей и углеродистых сталей, медных и титановых сплавов в типовых дезактивирующих рецептурах. Подбор средств для предотвращения локальной коррозии и снижения скорости общей коррозии.	12	Устные опросы
9.	Безреагентная дезактивация Ознакомление с технологией вывода радиоактивных продуктов коррозии из основного контура без использования химических реагентов.	10	Устные опросы
10.	Интенсификация способов дезактивации Проработка вопросов повышения эффективности погружной, пенной, струйной, аэрозольной дезактивации.	12	Устные опросы
11.	Дезактивация грунтов Изучение технологии дезактивации различных разновидностей грунтов при их загрязнении продуктами деления и долгоживущими альфа-излучающими радионуклидами.	9	Устные опросы

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
12.	Дезактивация в процессе ликвидации последствий аварийных ситуаций Анализ технологий дезактивации помещений, строительных конструкций и прилегающих территорий на примере мероприятий по ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС.	8	Устные опросы
13.	Способы дезактивации, применяемые за рубежом	12	Устные опросы
	ИТОГО:	155	

Контроль освоения компетенций проводится в форме устных опросов на практических занятиях, а также реализации таких методов, как регламентированная дискуссия (РД), деловая игра (ДИ), метод малых групп (МГ).

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <https://media.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Своевременное выполнение обучающимися мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена (10 семестр).

К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. Экзамен предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций.

При сдаче экзамена студент получает три теоретических вопроса для проверки знаний из перечня (см. Прил. 1), время подготовки студента к устному ответу – до 45 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

Билет № 1
1. Механическая обработка: струйная очистка льдом, сухим льдом, губчатым материалом
2. Непрерывный и периодический способы дезактивации контуров ЯЭУ. Борьба с образованием вторичных отложений.
3. Технические средства дезактивации: гидромониторы.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1.

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно»⁴.

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины

а) печатные издания:

1 Акатов, А.А. Электрохимическая и ультразвуковая дезактивация радиоактивно загрязненных металлов: учебное пособие / А.А. Акатов, Ю.С. Коряковский ; Минобрнауки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра инженерной радиозологии и радиохимической технологии. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2020. – 40 с.

2 Коряковский, Ю.С. Дезактивация парогенераторов ядерных энергетических установок с ВВЭР в процессе их вывода из эксплуатации: учебное пособие / Ю.С. Коряковский, А.А. Акатов; Минобрнауки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра инженерной радиозологии и радиохимической технологии. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2020. – 84 с.

3 Коряковский, Ю.С. Дезактивация оборудования из металла окислительно-восстановительным (двухваннным) способом: учебное пособие / Ю.С. Коряковский, А.А. Акатов ; Минобрнауки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра инженерной радиозологии и радиохимической технологии. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2020. – 28 с.

4 Акатов, А.А. Оценка загрязненности исследуемых проб бета-радиоактивными нуклидами: практикум / А.А. Акатов, Ю.С. Коряковский ; Минобрнауки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра инженерной радиозологии и радиохимической технологии. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2020. – 28 с.

5 Коряковский, Ю.С. Определение характеристик съемных полимерных покрытий для улучшения радиационной обстановки: учебное пособие / Ю.С. Коряковский, А.А. Акатов, В.А. Доильницын ; Минобрнауки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра инженерной радиозологии и радиохимической технологии. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2018. – 172 с.

6 Коряковский, Ю.С. Методика обработки результатов испытаний по определению критериев эффективности дезактивации: учебное пособие / Ю.С. Коряковский, А.А. Акатов ; Минобрнауки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра инженерной радиозологии и радиохимической технологии. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2019. – 20 с.

7 Коряковский, Ю.С. Изучение влияния различных факторов на скорость коррозии конструкционных материалов: практикум / Ю.С. Коряковский, А.А. Акатов ; Минобрнауки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра инженерной радиозологии и радиохимической технологии. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2019. – 20 с.

8 Коряковский, Ю.С. Эффективность применения дезактивирующих пленкообразующих композиций: практикум / Ю.С. Коряковский, А.А. Акатов ;

⁴ Для промежуточной аттестации в форме зачёта – «зачёт».

Минобрнауки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра инженерной радиоэкологии и радиохимической технологии. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2019. – 20 с.

9 Акатов, А.А. Дезактивация радиоактивно загрязненных грунтов: практикум / А.А. Акатов, Ю.С. Коряковский ; Минобрнауки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра инженерной радиоэкологии и радиохимической технологии. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2018. – 24 с.

10 Коряковский, Ю.С. Определение дезактивирующей емкости растворов: практикум / Ю.С. Коряковский, А.А. Акатов, В.А. Доильницын ; Минобрнауки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра инженерной радиоэкологии и радиохимической технологии. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2016. – 12 с.

11 Коряковский, Ю.С. Определение дезактивируемости различных материалов: методические указания / Ю.С. Коряковский, А.А. Акатов, В.А. Доильницын ; Минобрнауки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра инженерной радиоэкологии и радиохимической технологии. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2012. – 14 с.

12 Коряковский, Ю.С. Дезактивация тканей в растворе химических реагентов: методические указания / Ю.С. Коряковский, А.А. Акатов, В.А. Доильницын ; Минобрнауки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра инженерной радиоэкологии и радиохимической технологии. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2012. – 12 с.

13 Коряковский, Ю.С. Влияние ингибиторов на коррозию металлов в дезактивирующих рецептурах: методические указания / Ю.С. Коряковский, А.А. Акатов, В.А. Доильницын; Минобрнауки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра инженерной радиоэкологии и радиохимической технологии. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2012. – 16 с.

14 Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009 (СанПин 2.6.1.2523-09). – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009; актуализированы 2021 – 100 с. – ISBN 978-5-7508-0805-2.

15 Коряковский, Ю.С. Дезактивация: обеспечение радиационной безопасности на предприятиях ядерной отрасли: учебное пособие / Ю.С. Коряковский, А.А. Акатов, В.А. Доильницын ; Минобрнауки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра инженерной радиоэкологии и радиохимической технологии. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2010. – 150 с.

16 Технологии обеспечения радиационной безопасности на объектах с ЯЭУ: монография / В.А. Василенко, А.А. Ефимов, И.К. Степанов [и др.]; под общ. ред. В.А. Василенко. – Санкт-Петербург: ООО «НИЦ Моринтех», 2010. – 576 с. – ISBN 978-5-93887-055-0.

б) электронные учебные издания⁵:

1 Акатов, А.А. Электрохимическая и ультразвуковая дезактивация радиоактивно загрязненных металлов: учебное пособие / А. А. Акатов, Ю. С. Коряковский ; Минобрнауки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный

⁵ В т.ч. и методические пособия

технологический институт (технический университет), Кафедра инженерной радиоэкологии и радиохимической технологии. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2020. – 40 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 25.09.2020). Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

2 Коряковский, Ю.С. Дезактивация парогенераторов ядерных энергетических установок с ВВЭР в процессе их вывода из эксплуатации: учебное пособие / Ю. С. Коряковский, А. А. Акатов ; Минобрнауки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра инженерной радиоэкологии и радиохимической технологии. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2020. – 84 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 25.12.2020). Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

3 Коряковский, Ю.С. Дезактивация оборудования из металла окислительно-восстановительным (двухваннным) способом: учебное пособие / Ю. С. Коряковский, А. А. Акатов ; Минобрнауки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра инженерной радиоэкологии и радиохимической технологии. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2020. – 28 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 25.12.2020). Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

4 Коряковский, Ю.С. Определение характеристик съемных полимерных покрытий для улучшения радиационной обстановки: учебное пособие / Ю. С. Коряковский, А. А. Акатов, В. А. Доильницын ; Минобрнауки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра инженерной радиоэкологии и радиохимической технологии. Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2018. – 172 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 25.12.2020). Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

5 Коряковский, Ю.С. Методика обработки результатов испытаний по определению критериев эффективности дезактивации: учебное пособие / Ю.С. Коряковский, А.А. Акатов ; Минобрнауки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра инженерной радиоэкологии и радиохимической технологии. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2019. – 20 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 25.12.2020). Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.

- 1 Учебный план, РПД и учебно-методические материалы размещены на медиапортале СПбГТИ(ТУ). – Режим доступа: <http://media.technolog.edu.ru>.
- 2 Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU. – Режим доступа: <https://elibrary.ru>.
- 3 Интерактивная база данных SpringerLink. – Режим доступа: <https://link.springer.com>.
- 4 Интерактивная база данных Web of Knowledge. – Режим доступа: <http://apps.webofknowledge.com>.
- 5 Проблемы ядерного наследия и пути их решения. Т. 2. Развитие системы обращения с радиоактивными отходами в России; под общ. ред. Л.А. Большова, О.В. Крюкова, Н.П. Лаверова, И.И. Линге. – М.: Изд-во ГК «Росатом», 2013. – 392 с. – Режим доступа: <http://www.ibrae.ac.ru/docs/Monografii/tom2%20sq.pdf>.
- 6 СП 2.6.6.1168-02 «Санитарные правила обращения с радиоактивными отходами (СПОРО-2002)» (действ. ред.). – Режим доступа: <http://base.garant.ru/4178777/>.

- 7 Технологические и организационные аспекты обращения с радиоактивными отходами: Учебное пособие. – Вена: Международное агентство по атомной энергии, IAEA-TCS-27, 2005. – 230 с. – Режим доступа: http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/TCS-27_R_web.pdf.
- 8 Сайт Федерального государственного унитарного предприятия «Предприятие по обращению с радиоактивными отходами «РосРАО». – Режим доступа: <http://rosrao.ru>.
- 9 Сайт федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный институт промышленной собственности». Режим доступа: <http://www1.fips.ru>.
- 10 Сайт Европейского патентного ведомства. – Режим доступа: <http://worldwide.espacenet.com>.
- 11 База данных Международной ядерной информационной системы INIS. – Режим доступа: <https://www.iaea.org/inis>.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

Положение о формах, периодичности и порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (Приказ ректора от 12.12.2014 № 463).

При изучении дисциплины предусматривается использование активных форм проведения занятий: дискуссии, разбор конкретных примеров, метод кейсов, метод малых групп, метод мозгового штурма.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, необходимо осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходиться, имея знания по уже изученному материалу.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

10.1. Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

дистанционное проведение занятий посредством сети Интернет с использованием соответствующего ПО;

чтение лекций с использованием слайд-презентаций;

взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты / соц. сетей;

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

10.2. Программное обеспечение⁶.

Microsoft Office (Microsoft Power Point и др.);

Microsoft Teams;

Zoom.

10.3. Базы данных и информационные справочные системы.

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс».

11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы⁷.

Для проведения лекционных и практических используются учебные аудитории, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лекционных занятий используются компьютерные презентации, видеоматериалы и учебные фильмы, демонстрируемые на экране при помощи персонального компьютера (ноутбука), мультимедийного проектора и аудиоколонок.

Лаборатории, укомплектованные специализированной мебелью, оснащены необходимым лабораторным оборудованием: комплектом радиометрической аппаратуры, включающим сцинтилляционные счетчики бета-частиц со свинцовыми домиками и пересчетными устройствами, а также стандартным набором лабораторного оборудования / посуды. Помещения, в которых выполняются лабораторные работы, включены в необходимые разрешительные документы (лицензию, санитарно-эпидемиологическое заключение), санкционирующие обращение с источниками ионизирующего излучения в открытом виде. Лаборатории оборудованы средствами контроля радиоактивного загрязнения (рук, спецодежды, рабочих поверхностей), аварийным постом и емкостями для сбора твердых и жидких радиоактивных отходов.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду СПбГТИ(ТУ).

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования оснащены специализированной мебелью и техническими средствами.

12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебный процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

⁶ В разделе отображаются комплекты лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для обеспечения дисциплины

⁷ В разделе отображается состав помещений, которые представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой по дисциплине, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Технология дезактивация»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание ⁸	Этап формирования ⁹
ПК-6	Способен выполнять научные исследования, а также реализовывать их результаты при проведении, разработке и усовершенствовании технологических процессов обращения с радиоактивно загрязненными средами, материалами и отходами (включая их дезактивацию, переработку, кондиционирование, хранение и захоронение), обеспечивающих безопасность персонала, населения и защиту окружающей среды	промежуточный

⁸ **Жирным шрифтом** выделяется та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты не выделяются).

⁹ Этап формирования компетенции выбирается по п. 2 РПД и учебному плану (начальный – если нет предшествующих дисциплин, итоговый – если нет последующих дисциплин (или компетенция не формируется в ходе практики или ГИА), промежуточный - все другие)

2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-6.4 Понимание механизмов фиксации радиоактивного загрязнения на (в) материалах и особенностей его удаления.	Перечисляет закономерности и особенности фиксации радионуклидов на (в) различных материалах, применяемых на ядерно и радиационно опасных объектах (ЗН-1).	Правильные ответы на вопросы № 1-44 к экзамену	Излагает общие принципы фиксации радионуклидов на (в) различных материалах, применяемых на ядерно и радиационно опасных объектах. путается в деталях.	С незначительными неточностями излагает материал по закономерностям и особенностям фиксации радионуклидов на (в) различных материалах, применяемых на ядерно и радиационно опасных объектах.	Уверенно излагает материал по закономерности и особенности фиксации радионуклидов на (в) различных материалах, применяемых на ядерно и радиационно опасных объектах.
	Формулирует критерии выбора и обосновывает способ (последовательность способов) дезактивации, наиболее подходящих для заданного загрязнённого объекта (У-1).	Правильные ответы на вопросы № 1-44 к экзамену	Имеет общее представление о критериях выбора способов дезактивации, наиболее подходящих для заданного загрязнённого объекта.	Имеет представление о критериях выбора, способен обосновывать способ (последовательность способов) дезактивации, наиболее подходящих для заданного загрязнённого объекта.	На высоком уровне владеет критериями выбора способов дезактивации, способен выбрать наиболее целесообразный способ (последовательность способов) дезактивации для заданного загрязнённого объекта.
	Демонстрирует владение информацией о способах и технических средствах дезактивации, подходящих для использования на ядерно и радиационно опасных объектах (Н-1).	Правильные ответы на вопросы № 1-44 к экзамену	Перечисляет основные способы и технические средства дезактивации, подходящих для использования на ядерно и радиационно опасных объектах.	Демонстрирует хорошее знание основных способов и технических средств дезактивации, подходящих для использования на ядерно и радиационно опасных объектах.	Демонстрирует детализированное знание основных способов и технических средств дезактивации, подходящих для использования на ядерно и радиационно опасных объектах; их достоинств и недостатков.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-6.5 Использование химических процессов и химических технологий для дезактивации на ядерно и радиационно опасных объектах.	Перечисляет реагенты, рецептуры и режимы, подходящие для химической дезактивации различных объектов (материалов) (ЗН-2).	Правильные ответы на вопросы № 45-151 к экзамену	Рассказывает в общем виде о наиболее значимых реагентах, рецептурах и режимах, подходящих для химической дезактивации различных объектов (материалов).	Достаточно подробно рассказывает о реагентах, рецептурах и режимах, подходящих для химической дезактивации различных объектов (материалов).	Уверенно, в деталях рассказывает о реагентах, рецептурах и режимах, подходящих для химической дезактивации различных объектов (материалов).
	Объясняет , на основании каких факторов осуществляется выбор и/или разработка химических технологий, наиболее подходящих для дезактивации заданного объекта (У-2).	Правильные ответы на вопросы № 45-151 к экзамену	Путается при изложении роли и значимости факторов, принимаемых во внимание при выборе и/или разработке химических технологий, наиболее подходящих для дезактивации заданного объекта.	Незначительно путается при изложении роли и значимости факторов, принимаемых во внимание при выборе и/или разработке химических технологий, наиболее подходящих для дезактивации заданного объекта.	Уверенно перечисляет факторы, принимаемые во внимание при выборе и/или разработке химических технологий, наиболее подходящих для дезактивации заданного объекта.
	Демонстрирует владение информацией об особенностях проведения химической дезактивации для различных объектов (материалов) и об обращении с образующимися при этом радиоактивными отходами (Н-2).	Правильные ответы на вопросы № 45-151 к экзамену	Показывает базовый уровень владения информацией об особенностях проведения химической дезактивации для различных объектов (материалов) и об обращении с образующимися при этом радиоактивными отходами.	Показывает достаточно хороший уровень владения информацией об особенностях проведения химической дезактивации для различных объектов (материалов) и об обращении с образующимися при этом радиоактивными отходами, но путается в деталях.	Показывает высокий уровень владения информацией об особенностях проведения химической дезактивации для различных объектов (материалов) и об обращении с образующимися при этом радиоактивными отходами.

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-6:

- 1 Доза поглощенная, доза эквивалентная, доза эффективная. Что отражает коэффициент W_R ? Значения взвешивающего коэффициента W_R для различных типов излучения. Что отражает коэффициент W_T ? Единицы измерения поглощенной, эквивалентной и эффективной доз.
- 2 Знать, почему нормы на альфа-излучающие нуклиды более жесткие по сравнению с бета-излучающими (почему альфа-излучение является более опасным для органов и тканей по сравнению с бета- и гамма-излучением).
- 3 Определения: фиксированное и нефиксированное РАЗ; источник радиоактивного загрязнения поверхности; коэффициент дезактивации поверхности; способ дезактивации; цикл дезактивации; средства дезактивации; отходы радиоактивные; персонал группы А и Б; источник излучения техногенный.
- 4 Таблица «Допустимые уровни загрязнения рабочих поверхностей, кожи, спецодежды и средств индивидуальной защиты (СИЗ)» – учить содержимое.
- 5 Таблица «Допустимая мощность дозы от внешнего ионизирующего излучения» – учить содержимое.
- 6 Оценка эффективности дезактивации. Коэффициент дезактивации. Степень дезактивации. Связь между K_d и степенью дезактивации.
- 7 Экономические и экологические аспекты дезактивации.
- 8 Составляющие затрат на дезактивацию: капитальные вложения и эксплуатационные расходы.
- 9 Дезактивация объектов окружающей среды (восстановление радиоактивно загрязненных территорий). Обращение с РАО, образующимися в процессе дезактивации.
- 10 Адгезия: суть понятия. Составляющие, из которых складывается адгезионное взаимодействие с поверхностью. Силы F_c и F_j ; вследствие чего возникают, от чего зависят. Выучить формулы. Капиллярные силы. Скорость адгезии (формула).
- 11 Объяснить, чем различается адгезия в воздушных и жидких средах (как отличается прочность связи частицы с поверхностью на воздухе и в жидкости). Расклинивающее давление: чем обусловлено. От каких факторов зависит адгезия? Какие факторы приводит к повышению адгезии, какие – к понижению?
- 12 Адсорбция: суть понятия.
- 13 Физическая и химическая сорбция: суть понятий, различия между ними.
- 14 Ионный обмен.
- 15 Чем обусловлена адсорбция? Какие соединения проявляют склонность к адсорбции?
- 16 Основное уравнение адсорбции (уравнение Гиббса).
- 17 Какие участки чаще всего являются центрами адсорбции?
- 18 От чего зависит адсорбция из газов?
- 19 Почему адсорбция из растворов имеет более сложный характер?
- 20 Сорбция радионуклидов на поверхности металлов.
- 21 Особенности сорбции анионов и катионов на поверхности нержавеющей стали.
- 22 Сорбция радионуклидов на полимерных поверхностях. Чем обусловлена молекулярная и ионообменная сорбция радионуклидов на полимерах? Как вспомогательные вещества, входящие в состав полимеров, влияют на сорбцию?
- 23 Диффузия радионуклидов. Факторы, влияющие на диффузию. Отличие диффузии от проникновения РАЗ в пористые материалы.

- 24 Диффузия в идеальных условиях. Уравнение диффузии для идеальных условий. Диффузия в реальных условиях.
- 25 Диффузия в оксидах металлов.
- 26 Диффузия в полимерных материалах.
- 27 Какие объекты/материалы/среды становятся источниками радиации вследствие активации продуктов коррозии (ПК) в активной зоне?
- 28 Знать значения удельной активности теплоносителя.
- 29 Особенности коррозии нержавеющей стали в условиях главного контура ЯЭУ. Структура слоя ПК на поверхности стали. Состав внутреннего и внешнего слоев. Различие состава коррозионных отложений для ЯЭУ с РБМК и ЯЭУ с ВВЭР.
- 30 Коррозия циркониевых сплавов.
- 31 Осаждение ПК на теплопередающих и нетеплопередающих поверхностях.
- 32 Основные радионуклиды-продукты активации ПК.
- 33 Влияние ПК на радиационную обстановку.
- 34 Какие радионуклиды вносят наибольший вклад в интенсивность гамма-излучения? Опасность кобальта-60.
- 35 При каких обстоятельствах может происходить загрязнение теплоносителя и контуров продуктами деления (ПД) и элементами топливной матрицы (потенциальные источники ПД)?
- 36 Радиоактивное загрязнение продуктами активации воды.
- 37 Радиоактивное загрязнение наружных поверхностей оборудования и помещений ядерных энергетических установок
- 38 Какие объекты на ядерном энергоблоке могут подвергаться радиоактивному загрязнению?
- 39 Источники РАЗ наружных поверхностей. Уровни РАЗ наружных поверхностей.
- 40 Загрязнение воздуха рабочих помещений. Связь между загрязненностью наружных поверхностей и аэрозольной активностью воздуха.
- 41 Дезактивация при адгезионном загрязнении. Удаление адгезионного загрязнения воздушным и водным потоком.
- 42 Дезактивация при сорбционном загрязнении.
- 43 Десорбция радионуклидов с металлических поверхностей. Влияние на десорбцию концентрации протонов, комплексообразователей и температуры.
- 44 Десорбция радионуклидов с полимерных материалов. Деление радионуклидов на группы в зависимости от легкости удаления с полимерных материалов.
- 45 Требования к способам дезактивации.
- 46 Протирание.
- 47 Дезактивация щетками.
- 48 Вакуумирование. Выбор спецпылесоса (требования, предъявляемые к спецпылесосу).
- 49 Водоструйная обработка.
- 50 Дезактивация фреоном (и фреоно-этаноловой смесью [ФРЭС]).
- 51 Пенная дезактивация. Составы для пенной дезактивации.
- 52 Пеногенератор (**рисунок**).
- 53 Дезактивация паром.
- 54 Аэрозольная и пароземulsionная дезактивация.
- 55 Пароэжекторный распылитель (**рисунок**).
- 56 Дезактивация съемными полимерными покрытиями.
- 57 Установка для нанесения пленкообразующей композиции (**рисунок**).
- 58 Погружная дезактивация.
- 59 Ультразвуковая дезактивация. Ванна для ультразвуковой дезактивации (**рисунок**).
- 60 Электрохимическая дезактивация. Ванна для электрохимической дезактивации (**рисунок**).

- 61 Циркуляционный стенд (**рисунок**).
- 62 Установка для дезактивации парогенераторов (**рисунок**).
- 63 Вневанная электрохимическая дезактивация. Установка для ЭХ-дезактивации с выносным электродом (**рисунок**).
- 64 Водоструйная обработка струей высокого давления.
- 65 Двухсопловой гидромонитор (**рисунок**).
- 66 Схема установки гидромонитора (**рисунок**).
- 67 Дезактивация активированным паром.
- 68 Установка для дезактивации активированным перегретым паром (**рисунок**).
- 69 Дезактивация в газовой фазе.
- 70 Дезактивация пастами и гелями.
- 71 Дезактивация смывками для лакокрасочных покрытий.
- 72 Дезактивация органическими растворителями.
- 73 На чем основан выбор реагентов для химической дезактивации?
- 74 Особенности химической дезактивации полимеров.
- 75 Целесообразность жидкостной химической дезактивации для пористых материалов.
- 76 Неорганические кислоты. Характерные особенности. Наиболее широко используемые неорганические кислоты. Особенности применения ингибиторов. Недостатки неорганических кислот.
- 77 Азотная кислота: особенности, достоинства и недостатки.
- 78 Хлороводородная кислота: особенности, достоинства и недостатки. Применение хлороводородной кислоты для дезактивации нержавеющей стали.
- 79 Серная кислота: особенности, достоинства и недостатки.
- 80 Ортофосфорная кислота: особенности, достоинства и недостатки.
- 81 Плавиковая кислота: особенности, достоинства и недостатки. Влияние фторидов на скорость растворения металлов. Использование солей, содержащих фторид-ион. Опасность локальной коррозии, обусловленной фторидами.
- 82 Тетрафторборная кислота: особенности, достоинства и недостатки.
- 83 Органические кислоты. Характерные особенности. Общие достоинства и недостатки органических кислот. Особенности переработки ЖРО, содержащих органические кислоты.
- 84 Щавелевая кислота: особенности, достоинства и недостатки. Роль перекиси водорода в рецептурах на основе щавелевой кислоты.
- 85 Лимонная кислота и ее соли: особенности, достоинства и недостатки. Выучить формулы.
- 86 Другие органические кислоты: муравьиная, винная, аскорбиновая, глюконовая, малеиновая. Выучить формулы муравьиной, винной кислот и малеинового ангидрида. Использование малеинового ангидрида для дезактивации ЯЭУ.
- 87 Щелочные агенты. Характерные особенности. Применение щелочных рецептур для дезактивации. Щелочные реагенты, наиболее часто применяемые на практике. Роль щелочных реагентов в обращении с кислыми ЖРО.
- 88 Комплексообразователи. Характерные особенности. Основные комплексообразователи, применяемые на практике. Выучить формулы ОЭДФК, ЭДТА, Трилона-Б, ГМФН.
- 89 Особенности применения ЭДТА и Трилона-Б. Трудности кондиционирования ЖРО, содержащих комплексообразователи. Особенности переработки ЖРО, содержащих комплексообразователи с фосфатными и фосфоновыми группами.
- 90 ПАВ. Характерные особенности. Загрязнения, удаляемые с помощью ПАВ. Ионогенные и неионогенные ПАВ.
- 91 Сульфонолы, синтанолы, продукты ОП-7 и ОП-10. Выучить общие формулы ПАВ, входящих в состав сульфонолов, ОП-7 (ОП-10), синтанолов.

- 92 Органические растворители. Характерные особенности. Дезактивация лакокрасочных покрытий с использованием органических растворителей. Недостатки органических растворителей. Применение СИЗ при работе с органическими растворителями. Обращение с отработанной ветошью, смоченной органическими растворителями.
- 93 Переплав металла.
- 94 Дезактивация лазерным излучением.
- 95 Термическая дезактивация металлов.
- 96 Дезактивация расплавленными солями.
- 97 Дезактивация с использованием металлических порошков.
- 98 Термическое разрушение покрытий.
- 99 Шлифование.
- 100 Крацевание.
- 101 Абразивный обдув.
- 102 Струйная очистка сухим льдом.
- 103 Гидроабразивная обработка.
- 104 Обдирка и фрезерование.
- 105 Скалывание. Аппараты для скалывания «Pentek» (США): Squirrel-I, -II, -III, Moose.
- 106 Дезактивация отбойным молотком.
- 107 Бурение и разламывание.
- 108 Бурение и заливка цементным раствором.
- 109 Требования к дезактивирующим рецептурам (показатели качества рецептур).
- 110 Выбор способа химической дезактивации с учётом способа переработки образующихся ЖРО (критерии, которые следует учитывать при выборе рецептур).
- 111 Категории работ с использованием дезактивирующих рецептур (варианты химической дезактивации).
- 112 Локальная химическая дезактивация металлических поверхностей: удаление нефиксированных и слабофиксированных РАЗ с металлов; удаление прочнофиксированных РАЗ с металлов. Приемы для повышения Кд (при удалении прочнофиксированных РАЗ с металлов *in situ*).
- 113 Компоненты составов СФ-2У и СФ-3К.
- 114 Локальная химическая дезактивация полимерных материалов: удаление нефиксированных и слабофиксированных РАЗ с полимерных материалов; удаление прочнофиксированных РАЗ с полимерных материалов.
- 115 Локальная химическая дезактивация поверхностей из стекла и керамики.
- 116 Особенности растворения оксидных слоев на поверхности металлов (железа, хрома, меди и медных сплавов).
- 117 Дезактивация рабочего (эксплуатируемого) оборудования.
- 118 Дезактивация при выводе из эксплуатации (ВиЭ).
- 119 Рецептуры для погружной дезактивации различных металлов и сплавов при ВиЭ: углеродистая сталь, нержавеющая сталь. Особенности применения ингибиторов при травлении углеродистых сталей.
- 120 Особенности рецептур $\text{HNO}_3 + \text{HF}$, HBF_4 . Процесс DECOHA. Технологии с церием (IV).
- 121 Рецептуры для дезактивации цветных металлов (сплавы меди, никеля, алюминия).
- 122 Интенсификация погружной дезактивации.
- 123 Рецептуры и режимы для электрохимической и ультразвуковой дезактивации.
- 124 Ограничения ЭХ- и УЗ-дезактивации.
- 125 Особенности локальной дезактивации внутренних поверхностей аппаратов (в частности, оборудования из нержавеющей сталей). Факторы, которые следует учитывать при выборе рецептур для дезактивации внутренних поверхностей.
- 126 Возможность интенсификации дезактивации внутренних поверхностей с помощью ЭХ- или УЗ-воздействия.

- 127 Окислительно-восстановительный (двухванный) способ дезактивации. Материалы, для которых применяется ox-red способ. Причины, обусловившие разработку данного способа. Суть способа.
- 128 Окислительная «ванна» (подробное описание процессов, происходящих на стадии окисления).
- 129 Восстановительная «ванна» (подробное описание процессов, происходящих на стадии восстановления).
- 130 Реагенты и рецептуры, наиболее часто используемые в ox-red способе (в отечественной и зарубежной практике). Достоинства и недостатки AP и NP режимов в окислительной «ванне». Применение минеральных кислот на втором шаге двухванного способа.
- 131 Опасность контактной коррозии. Баланс между эффективностью (достижением высоких Кд) и экономической целесообразностью.
- 132 Борьба с образованием вторичных отложений.
- 133 Пути сокращения объёмов ЖРО (в частности, знать понятия «трансформация раствора» и «трансформируемая рецептура»).
- 134 Дезактивация главного контура ЯЭУ с ВВЭР-440 (пример двухванной технологии для дезактивации контура).
- 135 Дезактивация парогенераторов на ЯЭУ с ВВЭР (пример двухванной технологии для дезактивации ПГ).
- 136 Дезактивация главного контура на ЯЭУ с РБМК-1000. Особенности дезактивации главного контура на ЯЭУ с РБМК. Необходимость локальной дезактивации отдельных участков контура. Примеры рецептур для дезактивации контура.
- 137 Причины отказа от дезактивации главных контуров ЯЭУ и парогенераторов в процессе эксплуатации.
- 138 Безреагентная дезактивация. Опыт Кольской АЭС (знать суть и особенности процесса).
- 139 Риски, возникающие при дезактивации контурного оборудования при ВиЭ (опыт Игналинской АЭС).
- 140 «Одноразовые» технологии и технологии для «многоразового» применения.
- 141 Процессы для дезактивации закрытых систем: LOMI, CITROX, DfD, CORD.
- 142 Регенеративные и нерегенеративные технологии. Суть понятий, принципиальные схемы реализации регенеративных и нерегенеративных технологий дезактивации контура.
- 143 ПРИМЕРЫ регенеративного процесса: CAN-DECON, HP/CORD, DfD (особенности технологий, используемые реагенты, достоинства).
- 144 ПРИМЕР нерегенеративного процесса: LOMI (особенности технологий, используемые реагенты, достоинства).
- 145 Дезактивация в процессе ликвидации последствий радиационных аварий. Технические средства и реагенты, используемые для дезактивации в процессе ликвидации.
- 146 Подготовка к проведению дезактивационных работ (предварительные работы, предшествующие дезактивации).
- 147 Дезактивация 3-го энергоблока. Дезактивация машинного зала.
- 148 Дезактивация воздухопроводов и систем вентиляции.
- 149 Дезактивация электрического и электронного оборудования.
- 150 Методы нормализации радиационной обстановки в случае безуспешной дезактивации.
- 151 Факторы, снижающие эффективность дезактивации при ликвидации последствий радиационных аварий и инцидентов.

При сдаче экзамена студент получает три вопроса из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы – до 45 мин.

4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТП СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По данной дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Шкала оценивания на экзамене балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»). При этом оценка «удовлетворительно» соотносится с пороговым уровнем сформированности компетенции.