

1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины «Технология теплоносителей ядерных энергетических установок» является формирование компетенций обучающегося в области профессиональной деятельности и сфере профессиональной деятельности:

26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: химической технологии материалов ядерного топливного цикла; химической технологии разделения и применения изотопов; химической технологии теплоносителей и радиозекологии ядерных энергетических установок; радиационной химии и радиационного материаловедения; ядерной и радиационной безопасности на объектах использования ядерной энергии; химической технологии наноматериалов в области ядерной энергетики; химической технологии редких и редкоземельных металлов, химической технологии радиофармпрепаратов).

Дисциплина направлена на решение задач профессиональной деятельности следующих типов:

научно-исследовательский;

технологический;

организационно-управленческий

проектный.

2. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ПКв-4	Способен разрабатывать мероприятия по устранению нарушений в технологическом процессе и/или его совершенствованию с учетом экономической эффективности, охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды	ИД1 _{ПКв-4} Оценивает экономическую эффективность технологического процесса, в том числе инновационно-технологические риски при внедрении новых технологий ИД2 _{ПКв-4} Анализирует технологический процесс, принимает конкретное техническое решение по устранению нарушений и/или совершенствованию процесса с учетом охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД1 _{ПКв-4} Оценивает экономическую эффективность технологического процесса, в том числе инновационно-технологические риски при внедрении новых технологий	Знает: методы расчета наиболее экономичных режимов работы водоподготовительных установок АЭС, методы и способы корректировки качества воды; принципы безопасной работы с объектами профессиональной деятельности
	Умеет: применять методы оценки риска обращения с объектами профессиональной деятельности, оценку экономической эффективности технологического процесса
	Владеет: навыками разработки и оценки экономической эффективности мер по обеспечению безопасности новых разрабатываемых технологий обращения с радиоактивными веществами
ИД2 _{ПКв-4} Анализирует технологический процесс, принимает конкретное техническое решение по устранению нарушений и/или совершенствованию процесса с учетом охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды	Знает: виды теплоносителей и их поведение в реакторных установках; основные требования, предъявляемые к качеству исходной и очищенной воды на АЭС; методы и способы подготовки воды; виды радиоактивных отходов, их хранение, дезактивацию и захоронение.
	Умеет: анализировать эксплуатационные данные и характеристики основного и вспомогательного оборудования для выбора схемы водоподготовительной установки и системы химико-технологического мониторинга качества теплоносителя; разрабатывать на атомных электростанциях мероприятия по защите окружающей среды от радионуклидов
	Владеет: основными методами анализа технологических показателей водоподготовительной установки; основными методами поддержания и корректировки водно-химического режима; навыками оценки дозовой нагрузки радиации на различные группы населения

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы ВО

Дисциплина «Технология теплоносителей ядерных энергетических установок» входит в базовую часть дисциплин блока 1.

Изучение дисциплины основано на знаниях умениях и навыках, полученных при изучении обучающимися дисциплин *Математика, Физика, Общая химия, Неорганическая химия, Аналитическая химия, Физическая и коллоидная химия, кристаллохимия, Общая химическая технология, Процессы и аппараты химических производств*

Дисциплина "Технология теплоносителей ядерных энергетических установок" является предшествующей для дисциплин:

- *Производственная практика, преддипломная практика.*
- *Производственная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы))*

4. Объем дисциплины и виды учебных занятий

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

Виды учебной работы	Всего часов	Семестр
		А
	акад.	акад.
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)	180	180
Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:	69,3	69,3
Лекции	22	22
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	22	22
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	22	22
Практические занятия (ПЗ)	22	22
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	22	22
Консультации текущие	0,2	0,2
Проведение консультаций перед экзаменом	2,9	2,9
Виды аттестации (зачет, экзамен)	0,2	0,2
Самостоятельная работа:	76,9	76,9
Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, контрольной работы)	13	13
Проработка материалов по учебным пособиям (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, контрольной работы)	19,9	19,9
Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, контрольной работы)	22	22
Подготовка к защите по практическим занятиям (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, контрольной работы).	22	22
Подготовка к экзамену (контроль)	33,8	33,8

5 Содержание дисциплины, структурированное по разделам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (указывается в дидактических единицах)	Трудо-емкость раздела, час
1	Основные понятия химической технологии теплоносителей ЯЭУ.	<p><i>Основные понятия и термины химической технологии теплоносителей ЯЭУ.</i> Требования к теплоносителям ЯЭУ, их физико-химические свойства и особенности применения.</p> <p><i>Физико-химические основы внутриконтурных процессов в ЯЭУ.</i> Основные понятия радиационной физикохимии. Принципы взаимодействия ионизирующего излучения с веществом. Радиолиз водного теплоносителя. Радиационно-химические процессы в газовых теплоносителях. Закономерности радиолиза органических теплоносителей. Особенности радиолиза твердых тел. Феторадиационные эффекты. Радиоактивность, ядерные реакции и их закономерности. Процессы коррозии и внутриконтурного массопереноса. Химическая коррозия. Межфазные электрохимические процессы на границе раздела металл — раствор. Состав и структура продуктов коррозии в контурах. Электрофоретическая модель массопереноса в контурах ЯЭУ. Другие формы описания процесса образования коррозионных отложений. Активация продуктов коррозии. Растворение твердых тел: кинетические закономерности, влияние различных факторов на эффективность процесса. Общие сведения о кинетике растворения твердых тел. Современные представления о кинетике и механизмах растворения оксидных фаз. Влияние ионизирующего излучения на кинетику растворения твердых тел</p>	43,4
2	Химическая технология теплоносителей ЯЭУ	<p><i>Химическая технология водных теплоносителей ЯЭУ</i> Химико-технологический режим одноконтурных АЭС с реакторами кипящего типа (РБМК). Химико-технологический режим двухконтурных АЭС с реакторами, охлаждаемыми водой под давлением (ВВЭР). Химико-технологические режимы контуров АЭС в периоды стоянок. Химико-технологические режимы контуров АЭС в периоды пуска Химико-технологические режимы систем, сопутствующих реактору. Очистка теплоносителя ЯЭУ. Расчет производительности водоочистой установки. Методы и системы очистки реакторной воды. Очистка турбинного конденсата. Назначение установок спецводоочистки и химический контроль.</p> <p><i>Химическая технология неводных теплоносителей ЯЭУ.</i> <i>Металлические теплоносители.</i> Коррозия конструкционных материалов и массоперенос в контурах с натриевым теплоносителем. Примеси и их растворимость в натриевом теплоносителе. Нормирование качества теплоносителя. Радионуклиды и их поведение в контурах с жидкометаллическим теплоносителем. Методы очистки натриевого теплоносителя. Очистка защитного газа. Контроль чистоты натриевого теплоносителя и защитного газа. Обеспечение безопасности эксплуатации реакторов с натриевым теплоносителем</p>	65.6

		<p><i>Органические теплоносители.</i> Физико-химические свойства органических теплоносителей, применяемых в ядерной энергетике. Термическое и радиационное разложение органического теплоносителя. Коррозия конструкционных материалов. Поведение продуктов коррозии. Проблема фаулинга. Нормирование качества и методы очистки органического теплоносителя. Радиационная обстановка на ЯЭУ с органическим теплоносителем. Контроль качества теплоносителя.</p> <p><i>Газовые теплоносители.</i> Общая характеристика газовых теплоносителей. Технология гелиевого теплоносителя. Технология диссоциирующего газового теплоносителя</p>	
3	<p>Дезактивация контуров ЯЭУ и локализация радиоактивных отходов</p>	<p>Физико-химические основы процессов дезактивации Удаление слабофиксированных загрязнений. Десорбция ионов с металлических поверхностей. Растворение радиоактивных продуктов коррозии и оксидных пленок металлов. Дезактивирующие рецептуры. Радиационно-химическая стойкость дезактивирующих рецептур. Технология и технические средства дезактивации контурных систем к демонтированного оборудования Технология обращения с радиоактивными отходами ЯЭУ. Технология дезактивации основных циркуляционных контуров. АЭС с водным теплоносителем. Технология и технические средства дезактивации съемного контурного и емкостного оборудования. Дезактивация оборудования контуров с жидкометаллическим теплоносителем. Дезактивация оборудования контуров газоохлаждаемых высокотемпературных реакторов. Разработка и оценка экономической эффективности мер по обеспечению безопасности новых разрабатываемых технологий обращения с радиоактивными веществами.</p>	33.9

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, час	ЛР, час	ПЗ, час	СРО, час
1	Основные понятия химической технологии теплоносителей ЯЭУ	6	8	6	23,4
2	Химическая технология теплоносителей ЯЭУ	10	10	10	35,6
3	Дезактивация контуров ЯЭУ и локализация радиоактивных отходов	6	4	6	17,9

5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, час
1	Основные понятия химической технологии теплоносителей ЯЭУ.	Основные понятия и термины химической технологии теплоносителей ЯЭУ	1
		Требования к теплоносителям ЯЭУ, их физико-химические свойства и особенности применения	2
		Радиационная физикохимия внутриконтурных процессов	1
		Процессы коррозии и внутриконтурного массопереноса	1
		Растворение твердых тел: кинетические закономерности, влияние различных факторов на эффективность процесса	1
2	Химическая технология теплоносителей ЯЭУ	Химико-технологический режим одноконтурных АЭС с реакторами кипящего типа (РБМК)	2
		Химико-технологический режим двухконтурных АЭС с реакторами, охлаждаемыми водой под давлением (ВВЭР)	2
		Химико-технологические режимы контуров АЭС в периоды стоянок и пуска. Очистка теплоносителя ЯЭУ	2
		Жидкометаллические теплоносители	2
		Органические теплоносители	1
		Газовые теплоносители	1
3	Дезактивация контуров ЯЭУ и локализация радиоактивных отходов	Физико-химические основы процессов дезактивации	1
		Дезактивирующие рецептуры. Технология и технические средства дезактивации контурных систем к демонтированного оборудования	2
		Технология обращения с радиоактивными отходами ЯЭУ Оценка экономической эффективности мер по обеспечению безопасности новых разрабатываемых технологий обращения с радиоактивными веществами.	3

5.2.2 Практические занятия (семинары)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, час
1	Основные понятия химической технологии теплоносителей ЯЭУ	Гидродинамические химико-технологические процессы на ЯЭУ	2
		Массообменные и тепловые химико-технологические процессы на ЯЭУ	2
		Механические и технологические процессы на ЯЭУ	2
2	Химическая технология теплоносителей ЯЭУ	Расчет производительности водоочистной установки	4
		Методы и системы очистки реакторной воды	2
		Очистка турбинного конденсата	2
		Назначение установок спецводоочистки и химический контроль	2
3	Дезактивация контуров ЯЭУ и локализация радиоактивных отходов	Физико-химические основы процессов дезактивации. Удаление слабофиксированных загрязнений.	2
		Оценка экономической эффективности мер по обеспечению безопасности новых разрабатываемых технологий обращения с радиоактивными веществами.	4

5.2.3 Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, час
1	Основные понятия химической технологии теплоносителей ЯЭУ	Техника безопасности при выполнении работ. Оформление отчетов.	2
		Растворение твердых тел: кинетические закономерности, влияние различных факторов на эффективность процесса	4
		Процессы коррозии и внутриконтурного массопереноса. Химическая коррозия.	2
2	Химическая технология теплоносителей ЯЭУ	Методы и системы очистки реакторной воды	2
		Моделирование очистки теплоносителя ЯЭУ.	4
		Методы и системы очистки реакторной воды. Расчет производительности водоочистной установки.	2
		Очистка турбинного конденсата.	2
3	Дезактивация контуров ЯЭУ и локализация радиоактивных отходов	Десорбция ионов с металлических поверхностей.	2
		Основные источники образования радиоактивных отходов при эксплуатации ЯЭУ	2

5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся (СРО)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, час
1	Основные понятия химической технологии теплоносителей ЯЭУ	Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, контрольной работы);	3
		Проработка материалов по учебным пособиям (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий);	6,4
		Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий).	7
		Подготовка к защите по практическим занятиям (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий).	7
2	Химическая технология теплоносителей ЯЭУ	Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий,);	6
		Проработка материалов по учебным пособиям (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий,);	9.6
		Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий,).	10
		Подготовка к защите по практическим занятиям (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий,).	10
3	Дезактивация контуров ЯЭУ и локализация радиоактивных отходов	Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение контрольной работы);	4
		Проработка материалов по учебным пособиям (собеседование, тестирование, решение контрольной работы);	3.9
		Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение контрольной работы).	5
		Подготовка к защите по практическим занятиям (собеседование, тестирование, решение контрольной работы).	5

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература

1. Лебедев, В. А. Ядерные энергетические установки : учебное пособие / В. А. Лебедев. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 192 с. : <https://e.lanbook.com/book/212147> Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Наумов В.И., Легчанов М.А., Солнцев Д.Н. Коррозия материалов в технологических средах ядерных энергетических установок: учеб. пособие / В.И. Наумов, М.А. Легчанов, Д.Н. Солнцев; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2021. – 167 с. Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/330641> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Бекман, И. Н. Ядерные технологии [Текст] : учебник для бакалавриата и магистратуры / И. Н. Бекман. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2018. - 404 с.

6.2 Дополнительная литература:

1. Техничко-экономические расчеты технологий водного теплоносителя на ТЭС и АЭС : методические указания / составитель Е. А. Карпычев. — Иваново : ИГЭУ, 2021. — 40 с. <https://e.lanbook.com/book/296135>
2. Ларин Б.М, Ларин А.Б. Химия водного теплоносителя: Учеб.пособие / ФГБОУВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». – Иваново, 2021.–232 с. <https://e.lanbook.com/book/296183>
3. Баклушин, Р.П. Эксплуатация АЭС. Ч.1: Работа АЭС в энергосистемах. Ч.2: Обращение с радиоактивными отходами [Электронный ресурс] : учебное пособие / Р.П. Баклушин. — Электрон. дан. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. — 304 с. <https://e.lanbook.com/book/75744..>

Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология: научно-технический журнал [Текст] / - Иваново, 2010-2016 г.

6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

Методические указания к выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Теоретические основы неорганического синтеза» [Электронный ресурс]: С.И. Нифталиев, Л.В. Лыгина, И.В. Кузнецова; ВГУИТ, Кафедра неорганической химии и химической технологии. - Воронеж: ВГУИТ, 2015. - 18 с.

<http://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web/SearchResult/MarcFormat/97008>

6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	https://www.edu.ru/
Научная электронная библиотека	https://elibrary.ru/defaultx.asp?
Национальная исследовательская компьютерная сеть России	https://niks.su/
Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	http://window.edu.ru/
Электронная библиотека ВГУИТ	http://biblos.vsu.ru/megapro/web
Сайт Министерства науки и высшего образования РФ	https://minobrnauki.gov.ru/
Портал открытого on-line образования	https://npoed.ru/
Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ»	https://education.vsu.ru/

6.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1. Освоение закрепленных за дисциплиной компетенций осуществляется посредством изучения теоретического материала на лекциях, выполнения лабораторных работ. Учебно-методический комплекс дисциплины размещен в Электронной информационно-образовательной среде ВГУИТ <http://education.vsu.ru/course/view.php?id=859>.

6.6 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Используемые виды информационных технологий:

- «электронная»: персональный компьютер и информационно-поисковые (справочно-правовые) системы;
- «компьютерная» технология: персональный компьютер с программными продуктами разного назначения (ОС Windows; MSOffice; КОМПАС-График; Labview – виртуальная среда для снятия характеристик гидравлических машин; Daemon Tools – оболочка для выполнения виртуальных лабораторных работ);
- «сетевая»: локальная сеть университета и глобальная сеть Internet;
- Федеральный портал «Российское образование» (<http://www.edu.ru>);
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (<http://window.edu.ru>).

Программы	Лицензии ,реквизиты, поддерживающие документы
Microsoft Windows 7	Microsoft Open License Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN No Level # No Level #47881748 от 24.12.2010 г. http://eopen.microsoft.com
Microsoft Office Professional Plus 2007	Microsoft OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 г. http://eopen.microsoft.com Microsoft Office Professional Plus 2007 Microsoft Office Professional Plus 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 г. http://eopen.microsoft.com
Microsoft Windows XP	Microsoft Open License Academic OPEN No Level # No Level #44822753 от 17.11.2008 г. http://eopen.microsoft.com
Adobe Reader XI	Adobe Reader XI, бесплатное ПО https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html
Автоматизированная интегрированная библиотечная система «МегаПро»	Номер лицензии 104-2015, 28.04.2015 г. , договор №2140 от 08.04.2015 г. Уровень лицензии «Стандарт»

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Лекционная аудитория № 020 кафедры неорганической химии и химической технологии, оснащенная мультимедийной техникой: Мультимедийный проектор Ben Q MW 519; Сетевой коммутатор для подключения к компьютерной сети (Интернет);

2. Аудитории № 029, 027, 022 кафедры неорганической химии и химической технологии с необходимым оборудованием для проведения лабораторных работ:

- рН-метр РНер-4,
- электролизер,
- гальванометр, источник питания постоянного тока Б5.30/3, электроды,
- дифференциальный теплопроводящий микрокалориметр МИД - 200,
- аналитические весы ВЛР – 200,
- технические весы NKS – 1008,

- наборы химической посуды и реактивов для выполнения лабораторного практикума.

- наборы для демонстрационных опытов: гальванический элемент, химическое равновесие, электролиты и др.

3. Таблицы по основным технологическим процессам на ЯЭУ.

4. Аппаратура, применяемая для НИРС:- криоскоп Testo 735-2, потенциостатический комплекс IPC – Compact, аналитические весы WA 34 TYP PRLT A-14, термоанализатор STA 409 LUXX фирмы NETZSCH, семисекционная электродиализная ячейка с платиновым анодом и катодом, мульти-сенсорная пьезокварцевая ячейка детектирования.

5. Центр коллективного пользования «Контроль и управление энергоэффективных проектов», оснащенные специализированной мебелью для занятий, химической посудой; весами техническими – WS-23.; весами аналитическими ВЛР-200,WA-34; иономером U-130; термостатом U-8; термометром Testo; рН-метром РНер-4; Колориметром КФК-2, КФК-2МП; микрокалориметром МИД-200; вольтметрами цифровыми – Щ68003; рН-метрами 121, 340; шкафом сушильным 2В-151; аквадистиллятором ДЭ-15; прибором синхронного термического анализа STA.

6. Аудитория № 39 кафедры неорганической химии и химической технологии для самостоятельной работы, оснащенная комплектами мебели для учебного процесса, компьютерами со свободным доступом в Интернет.

8 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

8.1 **Оценочные материалы (ОМ)** для дисциплины включают в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;

- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;

- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;

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

8.2 Для каждого результата обучения по дисциплине определяются показатели и критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования, шкалы и процедуры оценивания.

ОМ представляются отдельным комплектом и входят в состав рабочей программы дисциплины.

Оценочные материалы формируются в соответствии с П ВГУИТ «Положение об оценочных материалах».

Документ составлен в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, специализация № 3 "Технология теплоносителей и радиоэкология ядерных энергетических установок".

**АННОТАЦИЯ
К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ
ДИСЦИПЛИНЫ**

«Технология теплоносителей ядерных энергетических установок»

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ПКв-4	Способен разрабатывать мероприятия по устранению нарушений в технологическом процессе и/или его совершенствованию с учетом экономической эффективности, охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды	ИД1 _{ПКв-4} Оценивает экономическую эффективность технологического процесса, в том числе инновационно-технологические риски при внедрении новых технологий ИД2 _{ПКв-4} Анализирует технологический процесс, принимает конкретное техническое решение по устранению нарушений и/или совершенствованию процесса с учетом охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД1 _{ПКв-4} Оценивает экономическую эффективность технологического процесса, в том числе инновационно-технологические риски при внедрении новых технологий	Знает: методы расчета наиболее экономичных режимов работы водоподготовительных установок АЭС, методы и способы корректировки качества воды; принципы безопасной работы с объектами профессиональной деятельности
	Умеет: применять методы оценки риска обращения с объектами профессиональной деятельности, оценку экономической эффективности технологического процесса
	Владеет: навыками разработки и оценки экономической эффективности мер по обеспечению безопасности новых разрабатываемых технологий обращения с радиоактивными веществами
ИД2 _{ПКв-4} Анализирует технологический процесс, принимает конкретное техническое решение по устранению нарушений и/или совершенствованию процесса с учетом охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды	Знает: виды теплоносителей и их поведение в реакторных установках; основные требования, предъявляемые к качеству исходной и очищенной воды на АЭС; методы и способы подготовки воды; виды радиоактивных отходов, их хранение, дезактивацию и захоронение.
	Умеет: анализировать эксплуатационные данные и характеристики основного и вспомогательного оборудования для выбора схемы водоподготовительной установки и системы химико-технологического мониторинга качества теплоносителя; разрабатывать на атомных электростанциях мероприятия по защите окружающей среды от радионуклидов
	Владеет: основными методами анализа технологических показателей водоподготовительной установки; основными методами поддержания и корректировки водно-химического режима; навыками оценки дозовой нагрузки радиации на различные группы населения

Содержание разделов дисциплины.

Теплоносители ядерных энергетических установок (ЯЭУ) и их особенности. Общая характеристика теплоносителей АЭС. Требования к теплоносителям ядерных энергетических установок. Физико-химические свойства теплоносителей и особенности применения. Водные теплоносители. Неводные теплоносители ЯЭУ: органические теплоносители, жидкометаллические теплоносители (ЖМТ), газовые теплоносители. Добавки в теплоноситель первого контура и их функции. Радиолиз теплоносителей АЭС. Радиолиз водного теплоносителя. Образование радиолитических газов, гремучей смеси (Н₂, О₂) и безопасность АЭС. Термическое и радиационное разложение органического теплоносителя. Радионуклиды и их поведение в контурах с жидкометаллическим теплоносителем.

Виды радиоактивных отходов, образующихся на атомных электростанциях. Классификация радиоактивных отходов. Основные источники радиоактивных отходов (РАО) и местами их концентрации. Процессы, приводящие при нормальной работе энергоблоков к образованию радионуклидов: процесс деления и процесс активации. Способы попадания продуктов деления в теплоноситель: заводские дефекты; дефекты, образовавшиеся в процессе эксплуатации; заводское загрязнение внешних оболочек топливных элементов ураном. Источники РАО при активации нейтронами: продукты коррозии, примеси и химические добавки в теплоноситель. Утилизация теплоносителей при выводе из эксплуатации реакторных установок. Сбор и переработка радиоактивных отходов. Хранение и захоронение отходов. Транспортировка радиоактивных отходов. Дезактивация. Оценка экономической эффективности мер по обеспечению безопасности новых разрабатываемых технологий обращения с радиоактивными веществами.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине

Технология теплоносителей ядерных энергетических установок
(наименование дисциплины)

2 Паспорт оценочных материалов по дисциплине

№ п/п	Разделы дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные средства		Технология/процедура оценивания (способ контроля)
			наименование	№№ заданий	
1	Основные понятия химической технологии теплоносителей ЯЭУ.		<i>Вопросы к экзамену</i>	30-33	Контроль преподавателем
			<i>Банк тестовых заданий</i>	1-5	Бланочное или компьютерное тестирование
2	Химическая технология теплоносителей ЯЭУ		<i>Вопросы к экзамену</i>	34-45	Контроль преподавателем
			<i>Кейс-задания</i>	21-24	Проверка преподавателем
			<i>Банк тестовых заданий</i>	6-15	Бланочное или компьютерное тестирование
3	Деактивация контуров ЯЭУ и локализация радиоактивных отходов		<i>Вопросы к экзамену</i>	46-56	Контроль преподавателем
			<i>Контрольная работа</i>	25-29	Проверка преподавателем
			<i>Банк тестовых заданий</i>	16-20	Бланочное или компьютерное тестирование

3. Оценочные материалы для промежуточной аттестации (экзамен)
Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

3.1. Тесты (тестовые задания)

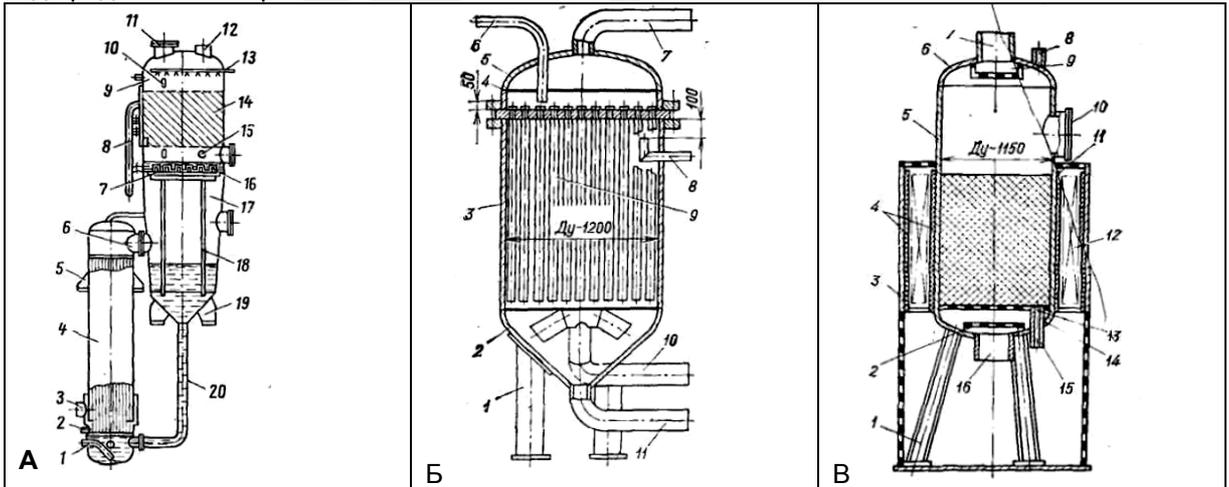
3.1.1 ПКв-4 Способен разрабатывать мероприятия по устранению нарушений в технологическом процессе и/или его совершенствованию с учетом экономической эффективности, охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды

№ задания	Тестовое задание																																													
	Несколько вариантов ответа																																													
1	<p>Хороший теплоноситель должен соответствовать следующим требованиям:</p> <ul style="list-style-type: none"> - высокая удельная теплоемкость, теплопроводность, плотность - низкая температура кипения и высокая температура плавления - высокая химическая активность - малое сечение захвата тепловых нейтронов - высокая активируемость под действием нейтронов 																																													
2	<p>Ограничением применения лития в качестве теплоносителя является</p> <ul style="list-style-type: none"> - большой процент содержания ^6Li - эффективное поглощение тепловых нейтронов - большие по сравнению с натрием и калием теплопередающие свойства - низкая химическая активность 																																													
3	<p>Гелий является одним из лучших газовых теплоносителей потому что</p> <ul style="list-style-type: none"> - в химическом отношении пассивен - характеризуется малой величиной поглощения тепловых нейтронов - характеризуется высокой наведенной активностью - характеризуется высоким поглощением тепловых нейтронов 																																													
4	<p>Органические теплоносители полиолефины характеризуются</p> <ul style="list-style-type: none"> - меньшей по сравнению с водой замедляющей способностью - низким давлением пара - высокой коррозионной активностью по отношению к ряду металлов - низкой коррозионной активностью по отношению к ряду металлов 																																													
	Вопрос на соответствие																																													
5	<p>Установите соответствие. H_2O и D_2O как теплоносители</p> <table border="1" data-bbox="359 1370 1311 1693" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td rowspan="5" style="width: 20%; text-align: center; vertical-align: middle;">Преимущества</td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 60%;">Доступность</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Высокая коррозионная агрессивность</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Дешевизна</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Малая вязкость</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Высокая замедляющая способность</td> </tr> <tr> <td rowspan="5" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Недостатки</td> <td></td> <td>Высокое сечение захвата тепловых нейтронов</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Высокая теплоемкость</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Высокая радиационная стойкость</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Высокая теплопроводность</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Высокое давление пара</td> </tr> </table> <p>Ответ</p> <table border="1" data-bbox="359 1756 1311 2069" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td rowspan="6" style="width: 20%; text-align: center; vertical-align: middle;">Преимущества</td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 60%;">Доступность</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Дешевизна</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Малая вязкость</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Высокая замедляющая способность</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Высокая теплоемкость</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Высокая теплопроводность</td> </tr> <tr> <td rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Недостатки</td> <td></td> <td>Высокая радиационная стойкость</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Высокая коррозионная агрессивность</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Высокое сечение захвата тепловых нейтронов</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Высокое давление пара</td> </tr> </table>	Преимущества		Доступность		Высокая коррозионная агрессивность		Дешевизна		Малая вязкость		Высокая замедляющая способность	Недостатки		Высокое сечение захвата тепловых нейтронов		Высокая теплоемкость		Высокая радиационная стойкость		Высокая теплопроводность		Высокое давление пара	Преимущества		Доступность		Дешевизна		Малая вязкость		Высокая замедляющая способность		Высокая теплоемкость		Высокая теплопроводность	Недостатки		Высокая радиационная стойкость		Высокая коррозионная агрессивность		Высокое сечение захвата тепловых нейтронов			Высокое давление пара
Преимущества			Доступность																																											
			Высокая коррозионная агрессивность																																											
			Дешевизна																																											
			Малая вязкость																																											
		Высокая замедляющая способность																																												
Недостатки		Высокое сечение захвата тепловых нейтронов																																												
		Высокая теплоемкость																																												
		Высокая радиационная стойкость																																												
		Высокая теплопроводность																																												
		Высокое давление пара																																												
Преимущества		Доступность																																												
		Дешевизна																																												
		Малая вязкость																																												
		Высокая замедляющая способность																																												
		Высокая теплоемкость																																												
		Высокая теплопроводность																																												
Недостатки		Высокая радиационная стойкость																																												
		Высокая коррозионная агрессивность																																												
		Высокое сечение захвата тепловых нейтронов																																												
		Высокое давление пара																																												

	Вставить пропущенный вариант из предложенных
6	<p>Химико-технологические режимы контуров АЭС в периоды стоянок. Сухая консервация рекомендуется для полностью дренируемых парогенераторов. Недренируемые агрегаты следует защищать раствором ___А___(чего) при рН = _Б_ в сочетании с азотной подушкой.</p> <p>А: - гидразин Б: рН= 10 - нитрит натрия рН=7 - тетраборат натрия рН = 3</p>
7	<p>При выборе схемы очистки теплоносителя ЯЭУ учитывают следующие положения: - Вода на очистку подается из контура с температурой (А или Б илиВ) и при давлении (Г или Д): А) 250-300 С Г) 7,5-15 МПа Б) 100-150 С Д) 0,1-1 МПа В) 50-70 С</p> <p>- Коэффициент очистки по отдельным компонентам (кроме газов) должен быть А) близок к 10 Б) Равен 2 В) Равен 100</p>
	Несколько вариантов ответа
8	<p>Наиболее широко применяемыми для очистки воды как теплоносителя являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> - дистилляция - ионный обмен - фильтрация - очистка с помощью охлаждаемых графитовых и геттерных ловушек
9	<p>Наиболее широко применяемыми для очистки натрия как теплоносителя являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> - дистилляция - ионный обмен - фильтрация через механические фильтры при высоких температурах - очистка с помощью охлаждаемых графитовых и геттерных ловушек
	Один вариант ответа
10	<p>Для очистки реакторной воды от магнитных продуктов коррозии применяют</p> <ul style="list-style-type: none"> - неорганические сорбенты природные и синтетические в форме Fe³⁺ - электромагнитные фильтры - магнитные мешалки - центробежный магнитный сепаратор
11	<p>Этот метод очистки теплоносителя ЯЭУ позволяет получать конденсат, активность которого меньше активности исходной воды на четыре-шесть порядков</p> <ul style="list-style-type: none"> - дистилляция - ионообменная фильтрация - электромагнитная фильтрация - электродиализ
12	<p>В этом устройстве степень очистки воды от магнитных продуктов коррозии зависит от от железомкости фильтра, т.е. количества оксидов железа, приходящихся на 1 кг шаровой загрузки аппарата</p> <ul style="list-style-type: none"> - ионообменный фильтр - электромагнитный фильтр - механический фильтр с засыпкой железными шариками - фильтр с металлической мембраной

13

Выпарной аппарат с выносной поверхностью нагрева для очистки радиоактивно загрязненных вод представлен на рис **Ответ А**



14

Примеси в гелиевом теплоносителе. Наиболее вероятными примесями, попадающими в первый контур из смежных контуров вследствие протечек являются
- вода, водяной пар, водород из парогенератора
 - водород, природный газ, водяной пар из технологического контура
 - масло или вода из контуров систем смазки и охлаждения газодувки, насосов и др. оборудования
 - продукты коррозии и эрозии материалов контурного оборудования
 - продукты деления ядерного топлива
 - при заполнении и подпитке контуров

15

Радиоактивная загрязненность гелиевого теплоносителя определяется в основном
- продуктами деления ядерного топлива
 - примесями, содержащимися в исходном гелии
 - протечками в первый контур из других контуров
 - продуктами коррозии

Выбор нескольких вариантов

16

Для обеспечения безопасности эксплуатации реакторов с натриевым теплоносителем общепринятыми мероприятиями, направленными на раннюю диагностику нарушения герметичности активной зоны являются:
- контроль излучения запаздывающих нейтронов
- контроль концентрации газообразных продуктов деления
 - контроль концентрации радионуклидов – продуктов деления в отобранных из контуров пробах теплоносителя
 - индивидуальный контроль сборок на утечку газообразных и летучих радиоактивных продуктов деления после выгрузки сборок из активной зоны

Вопрос на соответствие

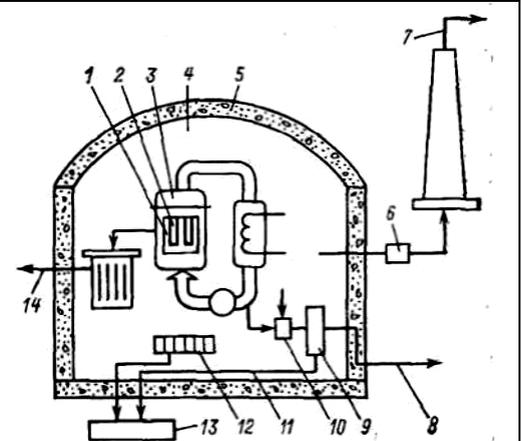
17

На рис. приведены радиоактивные отходы АЭС и защитные барьеры, предотвращающие выход радионуклидов из реактора в окружающую среду. Установите соответствие:

1	Помещение грязной зоны
2	Защитная оболочка
4	Оболочка твэла
5	Ядерное топливо

Ответ

1	Оболочка твэла
2	Ядерное топливо
4	Помещение грязной зоны
5	Защитная оболочка



	Один вариант ответа
18	<p>Метод включения радиоактивных веществ в твердый инертный материал на основе асфальтитов и битумов, обеспечивающий длительное и безопасное хранение радиоактивных отходов называется</p> <ul style="list-style-type: none"> - битумирование - цементирование - ионообменная сорбция - термостатирование
	Установите последовательность
19	<p>Расположите стадии битумирования в правильном порядке</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Очистка отводимых из битуматора газов и конденсация паров жидкости 2) Отгонка влаги, содержащейся в пульпе или концентрате 3) Разлив полученной битумной композиции в блоки и их охлаждение 4) Приготовление исходной битумной массы 5) Смешивание жидкой битумной массы и радиоактивных отходов <p>Ответ: 2-4-5-1-3</p>
	Один вариант ответа
20	<p>Эти отходы, содержащие короткоживущие радионуклиды с периодом полураспада не более 15 сут, выдерживают до достижения допустимых значений активности, а затем удаляют с обычным мусором на свалки</p> <ul style="list-style-type: none"> - твердые радиоактивные отходы - радиоактивные газовые выбросы - жидкие отходы низкого и среднего уровня активности - органические отходы

3.2 Кейс-задания

3.2.1. ПКв-4 Способен разрабатывать мероприятия по устранению нарушений в технологическом процессе и/или его совершенствованию с учетом экономической эффективности, охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды

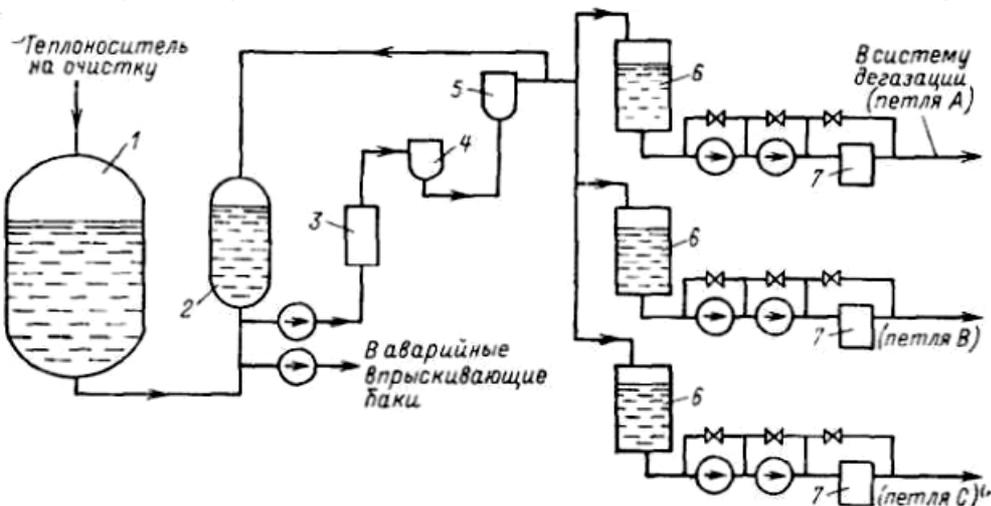
Номер вопроса	Текст задания
21	<p>На рис. приведена графитовая ловушка для очистки натриевого теплоносителя. Поясните принцип ее работы.</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>Ответ. Натрий входит через патрубок 2. Проходит через стеклографит 5, где происходит сорбция нуклидов цезия за счет образования устойчивых цезий-графитовых соединений. Фильтр 6 из спеченной нержавеющей стали предотвращает вынос графита. Выход натрия показан цифрой 4. Эффективность улавливания цезия при 463 К составляет 90 %. Цифрой 1 показана свинцовая защита.</p>
22	<p>В основе этого явления лежит процесс коррозии конструкционных материалов. Присутствующие в теплоносителе кислород и хлор реагируют с металлом и переводят его в теплоноситель с образованием растворимых комплексных соединений. На горячих теплопередающих поверхностях происходит разложение этих соединений, в результате чего образуются прочные пленки, состоящие, в основном, из неорганических соединений с включением углеводов. О каком явлении идет речь? Предложите возможные способы его</p>

минимизации.

Ответ. Это фаулинг, протекающий по массообменному механизму. Для ограничения фаулинга, предотвращения коррозии и наводороживания конструкционных материалов необходимо нормировать качество теплоносителя по хлору, кислороду, железу, влаге и другим примесям. Уменьшение скорости теплоносителя будет замедлять рост отложений.

23

На рис. приведена схема подготовки органического теплоносителя (ОТ) реактора WR-1. Опишите порядок перемещения теплоносителя, назовите необходимые аппараты схемы.

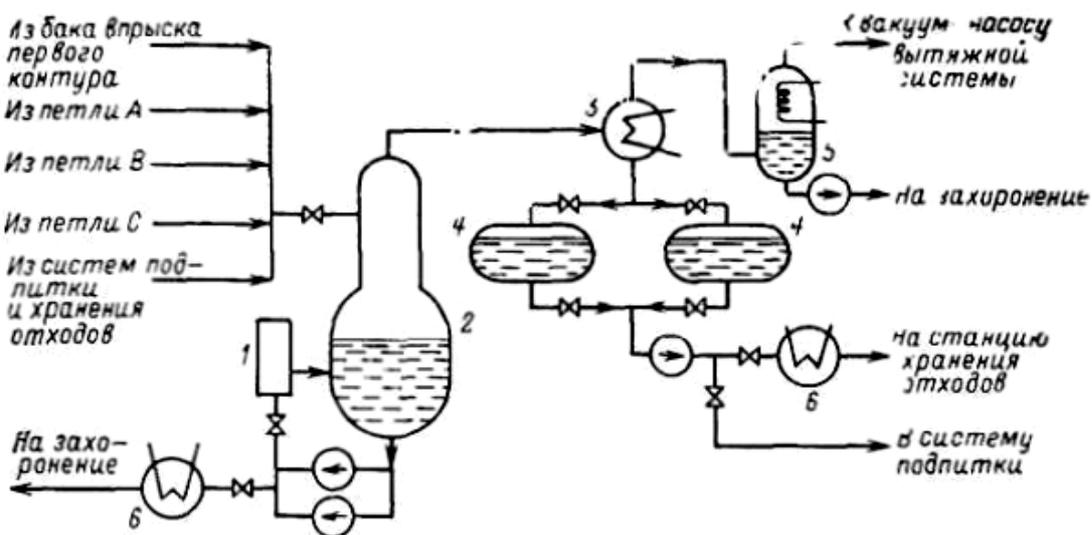


Ответ.

Теплоноситель подается на очистку в заправочный бак 1, прокачивается насосом через нагреватель 3, контактный аппарат 4 с катализатором (Pd-Al), на этом этапе осуществляется дехлорирование ОТ, механический фильтр 5, затем поступает в подпиточные баки петель первого контура 6. Из подпиточных баков ОТ подаются в первый контур подпиточными насосами через фильтры с глиной 7 (магний-алюмосиликатами типа бентонитов), температура фильтрации до 300 °С

24

На рис. приведена схема дистилляционной установки реактора WR-1. Для чего она предназначена? Опишите порядок перемещения теплоносителя, назовите необходимые аппараты схемы.



Ответ. Дистилляционная установка предназначена для регенерации теплоносителя очисткой от низкокипящих и высококипящих соединений — продуктов радиационно-термического крекинга. В дистилляционную установку реактора WR-1 очищаемый теплоноситель поступает из петель первого контура, дренажных систем, а также сборников хранения отходов. Аппарат работает под вакуумом. В процессе дистилляции высококипящие продукты радиационно-термического крекинга удерживаются в нижней (кубовой) части аппарата 2 (перегонный куб), более летучие компоненты выходят из аппарата и конденсируются в конденсаторах 3, откуда самотеком поступают в баки готовой продукции 4. Низкокипящие фракции, пары воды и неконденсирующиеся газы из конденсатора поступают в охладитель 5, где вода и низкокипящие фракции конденсируются, а неконденсирующиеся газы удаляются в вытяжную систему вакуум-насосом.

3.3 Контрольная работа

3.3.1. ПКв-4 Способен разрабатывать мероприятия по устранению нарушений в технологическом процессе и/или его совершенствованию с учетом экономической эффективности, охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды

Номер вопроса	Текст задания
25	<p>В чем принципиальное отличие фаулинга и коксования органического теплоносителя? Опишите особенности того и другого процесса.</p> <p>Ответ. Фаулинг – отложения, которые возникают на теплопередающих поверхностях. При фаулинге наблюдается образование пленок, в состав которых могут входить как органические, так и неорганические соединения</p> <p>Коксовые отложения образуются в застойных зонах с малыми скоростями течения теплоносителя. Отложения массивны, часто имеют рыхлую углеродистую структуру по всему объему.</p>
26	<p>Радиационный технологический контроль. Радиационной защитой на АЭС предусмотрена система радиационного технологического контроля. Какие виды контроля предусмотрены на АЭС с реакторами типа РБМК-1000 и ВВЭР?</p> <p>Ответ. Энергоблок с реактором РБМК-1000 - непрерывный контроль активности теплоносителя (отбор пара); контроль целостности технологических каналов с целью обнаружения разгерметизированных каналов и предотвращения распространения влаги в смежную с каналом графитовую кладку.</p> <p>Энергоблок с реактором ВВЭР – контроль активности теплоносителя первого контура; активности продувочной воды парогенераторов, трубопроводов острого пара и на выходе эжекторов турбины; активности на вспомогательном оборудовании, в герметичных помещениях и герметичной оболочке, в вентиляционной системе, в зонах строгого и свободного режимов.</p>
27	<p>В чем заключается химический метод дезактивации?</p> <p>Ответ. Оксидную пленку вместе с сорбированными на ней радиоактивными веществами удаляют с помощью окислительно-восстановительных реакций. Загрязненные поверхности последовательно обрабатывают щелочным и кислотным растворами. Если эти растворы сами могут вызвать коррозию, что сначала дезактивируемые поверхности обрабатывают гидразином или добавляют в дезактивирующие растворы тиомочевину (в зависимости от типа обрабатываемой поверхности). Дезактивацию проводят в несколько циклов. Каждый цикл включает в себя: обработку щелочью (раствор едкого кали), промывку водой, обработку кислотой (щавелевой), промывку водой. После каждого цикла измеряется гамма-фон. Циклы повторяются до достижения допустимого значения по гамма-фону.</p>
28	<p>В чем заключается обезвреживание газообразных радиоактивных отходов?</p> <p>Ответ. Газообразные отходы являются результатом работы системы спецвентиляции, особенно в периоды ухудшенной радиационной обстановки (например, в периоды перегрузки). Они могут появляться также в результате работы системы технологических сдувок, которая обеспечивает удаление газов, выделяющихся с надводных пространств «грязных» технологических баков, а также газов, которые вытесняются из баков водой при опорожнении первого контура. Для дезактивации таких отходов используется либо обычная выдержка в газгольдерах в течение времени, необходимого для распада радиоактивных нуклидов, либо очистка в адсорбционных установках. Газгольдеры могут монтироваться непосредственно в нижней части вентиляционной трубы.</p>
29	<p>Проведите расчет концентрации органических веществ в технологических водах АЭС по следующим данным. Концентрация щавелевой кислоты в пробе воды составляет 1 ммоль/дм³. Рассчитать концентрацию этого органического вещества в воде при выражении через перманганатную окисляемость в расчете на O₂ и KMnO₄.</p> <p>Ответ. $2 \cdot K^+ + 2 \cdot MnO_4^- + 5 \cdot H_2C_2O_4 + 6 \cdot H^+ = 2 \cdot K^+ + 2 \cdot Mn^{2+} + 10 \cdot CO_2 + 8 \cdot H_2O$.</p> <p>Молярная масса эквивалента щавелевой кислоты 45 г/моль.</p> <p>Молярная масса эквивалента перманганата калия 31,6 г/моль,</p> <p>Следовательно, на окисление щавелевой кислоты в пробе воды будет израсходовано $2 \cdot 31,6 = 63,2$ мг KMnO₄. Молярная масса эквивалента кислорода составляет 8 г/моль, Значит, перманганатная окисляемость такой пробы воды в расчете на кислород составит $2 \cdot 8 = 16$ мг O/дм₃.</p>

3.4. Вопросы к экзамену (собеседование)

ПКв-4 Способен разрабатывать мероприятия по устранению нарушений в технологическом процессе и/или его совершенствованию с учетом экономической эффективности, охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды

30	Общая характеристика теплоносителей АЭС. Требования к теплоносителям ядерных энергетических установок.
31	Физико-химические свойства теплоносителей и особенности применения.
32	Водные теплоносители.
33	Неводные теплоносители ЯЭУ: органические теплоносители, жидкометаллические теплоносители (ЖМТ), газовые теплоносители.
34	Радиолиз водных теплоносителей.
35	Радиационно-химические процессы в газовых теплоносителях.
36	Термическое и радиационное разложение органического теплоносителя.
37	Радионуклиды и их поведение в контурах с жидкометаллическим теплоносителем.
38	Химическая и электрохимическая коррозия.
39	Состав и структура продуктов коррозии в контурах.
40	Образование защитных оксидных пленок как решающий фактор пассивации металлов.
41	Влияние ионизирующего излучения на кинетику растворения твердых тел
42	Химическая защита теплоэнергетического оборудования.
43	Основные технологические показатели качества воды и водных теплоносителей: жесткость, щелочность, рН, окисляемость, концентрация ионов, концентрация грубодисперсных примесей, сухой остаток, прокаленный остаток.
44	Химико-технологический режим одноконтурных АЭС с реакторами кипящего типа (РБМК).
45	Химико-технологический режим двухконтурных АЭС с реакторами, охлаждаемыми водой под давлением (ВВЭР).
46	Очистка теплоносителя ЯЭУ.
47	Удаление слабофиксированных загрязнений. Десорбция ионов с металлических поверхностей. Растворение радиоактивных продуктов коррозии и оксидных пленок металлов.
48	Дезактивирующие рецептуры. Радиационно-химическая стойкость дезактивирующих рецептур. Технология и технические средства дезактивации контурных систем к демонтированного оборудования
49	Технология дезактивации основных циркуляционных контуров.
50	Технология и технические средства дезактивации съемного контурного и емкостного оборудования.
51	Дезактивация оборудования контуров с жидкометаллическим теплоносителем.
52	Дезактивация оборудования контуров газоохлаждаемых высокотемпературных реакторов.
53	Технология обращения с жидкими радиоактивными отходами ЯЭУ.
54	Технология обращения с твердыми радиоактивными отходами ЯЭУ.
55	Технология обращения с газообразными радиоактивными отходами ЯЭУ.
56	Технико-экономическая эффективность элементов ядерных энергетических установок

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

1. Рейтинговая система оценки осуществляется в течение всего семестра при проведении аудиторных занятий, показателем ФОС является текущий опрос в виде собеседования, за каждый правильный ответ студент получает 5 баллов (зачтено - 5, не зачтено - 0),. Максимальное число баллов по результатам текущей работы в семестре 50.

2. Балльная система служит для получения зачета по дисциплине.

Максимальное число баллов за семестр – 100.

Максимальное число баллов по результатам текущей работы в семестре – 50.

Максимальное число баллов на зачете – 50.

Минимальное число баллов за текущую работу в семестре – 30.

Студент набравший в семестре менее 30 баллов может заработать дополнительные баллы, отработав соответствующие разделы дисциплины или выполнив обязательные задания, для того чтобы быть допущенным до зачета.

Студент, набравший за текущую работу менее 30 баллов, т.к. не выполнил всю работу в семестре по объективным причинам (болезнь, официальное освобождение и т.п.) допускается до зачета, однако ему дополнительно задаются вопросы на собеседовании по разделам, выносимым на зачет.

В случае неудовлетворительной сдачи зачета студенту предоставляется право повторной сдачи в срок, установленный для ликвидации академической задолженности по итогам соответствующей сессии. При повторной сдаче зачета количество набранных студентом баллов на предыдущем зачете не учитывается.

5. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания для каждого результата обучения по дисциплине/практике

Результаты обучения по этапам формирования компетенций	Предмет оценки (продукт или процесс)	Показатель оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	Шкала оценивания	
				Академическая оценка	Уровень освоения компетенции
ПКв-4 Способен разрабатывать мероприятия по устранению нарушений в технологическом процессе и/или его совершенствованию с учетом экономической эффективности, охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды					
Знать: методы расчета наиболее экономичных режимов работы водоподготовительных установок АЭС, методы и способы корректировки качества воды; принципы безопасной работы с объектами профессиональной деятельности виды теплоносителей и их поведение в реакторных установках; основные требования, предъявляемые к качеству исходной и очищенной воды на АЭС; методы и способы подготовки воды; виды радиоактивных отходов, их хранение, дезактивацию и захоронение.	Тестовые задания	Результат тестирования	85-100% правильных ответов	отлично	Освоена (повышенный)
			75- 84,99% правильных ответов	хорошо	
			60-74,99% правильных ответов	удовлетворительно	Освоена (базовый)
	Собеседование (экзамен)	Уровень владения материалом	0-59,99% правильных ответов	неудовлетворительно	не освоена (недостаточный)
			Обучающийся полностью раскрыл содержание материала в объеме, предусмотренном программой, изложил материал грамотным языком в определенной логической последовательности	отлично	освоена (повышенный)
			Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, но допускает в ответе некоторые неточности	хорошо	освоена (повышенный)
			Обучающийся неполно или непоследовательно раскрыл содержание материала, но показал общее понимание вопроса, недостаточно правильно формулировки базовых понятий	удовлетворительно	освоена (базовый)
	Контрольная работа	Содержание решения задач контрольной работы	Обучающийся не раскрыл содержание материала, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины	не удовлетворительно	не освоена (недостаточный)
Студент самостоятельно решил задания предложенной контрольной работы			зачтено	Освоена (базовый, повышенный)	
Уметь: применять методы оценки риска обращения с объектами профессиональной деятельности, оценку экономической эффективности технологического процесса анализировать эксплуатационные данные и характеристики основного и вспомогательного оборудования для выбора схемы водоподготовительной установки и системы химико-технологического мониторинга качества теплоносителя; разрабатывать на атомных электростанциях мероприятия по защите окружающей среды от радионуклидов	Кейс-задания	Содержание решения кейс-задачи	Студент не решил предложенные задания контрольной работы	не зачтено	не освоена (недостаточный)
			Обучающийся разобрался в предложенной ситуации, самостоятельно решил поставленную задачу на основе теоретических знаний	зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
Владеть: навыками разработки и оценки экономической эффективности мер по обеспечению безопасности новых разрабатываемых технологий обращения с радиоактивными веществами; основными методами анализа технологических показателей водоподготовительной установки; основными методами поддержания и корректировки водно-химического режима; навыками оценки дозовой нагрузки радиации на различные группы населения	Кейс-задания	Содержание решения кейс-задачи	Обучающийся не решил поставленную задачу, не предложил вариантов решения	не зачтено	не освоена (недостаточный)

