

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шевчик Андрей Павлович
Должность: Врио ректора
Дата подписания: 23.06.2021 14:49:50
Уникальный программный ключ:
e1e4bb0d4ab042490a99c40e31641575580ad1a202c444b0f04635f200db7607



МИНОБРАЗОВАНИЯ 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
« _____ » _____ 2017 года

Рабочая программа дисциплины

**РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**
(Начало подготовки – 2017 год)

Специальность

18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики

Специализация:

№ 01 Химическая технология материалов ядерного топливного цикла (ЯТЦ)

Квалификация

Инженер

Форма обучения

Очная

Факультет
Кафедра

**инженерно-технологический
технологии редких элементов и наноматериалов на их основе**

Санкт-Петербург
2017

Б1.Б.27.05

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчик доц. каф. ТРЭНМ		ст. н. с. М.А. Афонин

Рабочая программа дисциплины «Радиационная безопасность химико-технологических процессов» обсуждена на заседании кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе

протокол от «04» 04 2017 г. № 7
Заведующий кафедрой

А.А. Блохин

Одобрено учебно-методической комиссией инженерно-технологического факультета
протокол от «14» 04 2017 № 8

Председатель

В.В. Прояев

СОГЛАСОВАНО

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

Содержание

1 Перечень планируемых результатов обучения дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
2 Место дисциплины в структуре ООП подготовки специалиста.....	5
2.1 Цели освоения дисциплины	5
3 Объем дисциплины.....	5
4 Содержание дисциплины.....	6
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.	6
4.2. Занятия лекционного типа.	7
4.3. Занятия семинарского типа.	9
4.3.1. Семинары, практические занятия.	9
4.3.2. Лабораторные занятия.	10
4.4 Самостоятельная работа обучающихся студентов.....	11
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов, обучающихся по дисциплине.....	12
6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	14
6.1 Пример варианта вопросов на зачете.....	14
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	14
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.	15
9 Методические рекомендации	16
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.	18
10.1. Информационные технологии.....	18
10.2. Программное обеспечение.....	18
10.3. Информационные справочные системы.....	18
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.	19
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.	19
Приложение.....	20
Контрольные вопросы по дисциплине.....	24
Примеры тестов заданий.....	26

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

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения дисциплине
ОК-8	способностью находить организационно - управленческие решения в нестандартных ситуациях и готовностью нести за них ответственность	<p>Уметь: находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях. количественно оценивать технический риск на основе доступной информации; Владеть приемами количественной оценки технического риска.</p> <p>Владеть способностью находить организационно - управленческие решения в нестандартных ситуациях и готовностью нести за них ответственность</p> <p>Знать: базовые понятия теории рисков; основные показатели и методы количественной оценки риска; знать пути и методы предупреждения и снижения риска; методы прогнозирования и оптимизации в условиях риска и неопределенности; принципы принятия организационно-управленческих решений в нестандартных ситуациях</p>
ПК-4	способностью принимать конкретное техническое решение с учетом охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды	<p>Уметь: выбирать техническое решение с учетом охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды.</p> <p>Владеть способностью принимать конкретное техническое решение с учетом охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды</p> <p>Знать: основные нормативные документы в области охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды; основные принципы принятия технических решений с учетом охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды</p>
ПСК-1.1	способностью к безопасному проведению, контролю, усовершенствованию и разработке технологических про-	<p>Уметь: оценивать уровень радиационной безопасности химико-технологических процессов производства основных функциональных материалов ядерного топливного цикла;</p>

	<p>цессов производства основных функциональных материалов ядерного топливного цикла, в том числе с использованием радиоактивных материалов</p>	<p>разрабатывать предложения по повышению уровня радиационной безопасности на предприятии;</p> <p>Владеть способностью к безопасному проведению, контролю, усовершенствованию и разработке технологических процессов производства основных функциональных материалов ядерного топливного цикла, в том числе с использованием радиоактивных материалов.</p> <p>Знать: меры безопасного проведения, контроля, и разработки химико-технологических процессов производства основных функциональных материалов ядерного топливного цикла, в том числе с использованием радиоактивных материалов</p>
--	--	--

2 Место дисциплины в структуре ООП подготовки специалиста

2.1 Цели освоения дисциплины

Дисциплина «Радиационная безопасность химико-технологических процессов» относится к дисциплинам специализации базовой части, изучается в 5 семестре III курса.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин: Безопасность жизнедеятельности, Основы экологии.

Полученные в процессе изучения дисциплины знания и умения могут быть использованы при изучении последующих учебных дисциплин, прохождении практик, при выполнении выпускной квалификационной работы (государственной итоговой аттестации) и в дальнейшей трудовой деятельности.

Целью освоения дисциплины «Радиационная безопасность химико-технологических процессов» является формирование у студентов знаний в области радиоэкологических проблем на предприятиях ядерного цикла (ЯТЦ) при обращении с радиоактивными отходами (РАО) и облучением ядерным топливом (ОЯТ), а также обращением с радиоактивными материалами в неядерных отраслях промышленности.

3 Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов	Семестр
		5
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	4 / 144	4 / 144
Контактная работа с преподавателем:	58	58
занятия лекционного типа	18	18

Вид учебной работы	Всего, академических часов	Семестр
		5
семинары, практические занятия	36	36
лабораторные работы	-	-
курсовое проектирование (КР или КП)	-	-
КСР	4	4
другие виды контактной работы	-	-
Самостоятельная работа	86	86
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	--	-
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Зачет	Зачет

4 Содержание дисциплины

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, акад. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1.	Введение. Радиоэкологические проблемы ядерной энергетики	1				ПК-4
2.	Состояние и перспективы развития ядерной энергетики в России и за рубежом	2			8	ПК-4
3.	Роль энергии в развитии цивилизации	3			8	ПК-4
4.	Энергетика на органическом топливе и перспективы ее развития	3			8	ПК-4
5.	Ядерная энергетика и ее ресурсы	3			8	ПК-4
6.	Возобновляемые источники энергии и их ресурсы	3			8	ПК-4
7.	Основные принципы и нормы радиаци-	3			8	ПК-4

	онной безопасности					
8.	Уровни облучения населения за счет различных источников ионизирующего излучения		6		8	ПК-4 ПСК-1.1
9.	Ядерный топливный цикл		6		8	ПСК-1.1
10.	Виды и особенности воздействия предприятий ЯТЦ на окружающую среду		6		8	ПК-4 ПСК-1.1
11.	Источники радиоактивного загрязнения окружающей среды от предприятий ЯТЦ		6		8	ОК-8 ПСК-1.1
12.	Принципы и методы переработки жидких радиоактивных отходов		6		3	ПК-4 ПСК-1.1
13.	Захоронение радиоактивных отходов. Другие методы утилизации РАО		6		3	ПК-4 ПСК-1.1
	ИТОГО	18	36		86	

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p><u>Тема 1. Введение. Радиоэкологические проблемы ядерной энергетики</u></p> <p>Радиоэкология - раздел общей экологии. Решение радиоэкологических проблем на предприятиях ядерного топливного цикла:</p> <p>горно-обогатительные и гидрометаллургические производства для получения уранового концентрата;</p> <p>обогащение уранового топлива и изготовление ТВЭЛов;</p> <p>эксплуатация АЭС, ЯЭУ, ЯТУ;</p> <p>транспортирование отработанного ядерного топлива;</p> <p>радиохимическая переработка отработанного ядерного топлива;</p> <p>переработка и захоронение радиоактивных отходов;</p> <p>организация процессов дезактивации оборудования и территорий;</p> <p>ликвидация аварий на объектах атомной энергетики;</p> <p>снятие с эксплуатации АЭС (блоков) и предприятий ЯТЦ;</p> <p>обращение с радиоактивными отходами на предприятиях неядерного цикла;</p> <p>технико-экономические и правовые аспекты решения радиоэкологических проблем;</p>	1	Слайд-презентация
2	<p>Тема 2. Состояние и перспективы развития ядерной энергетики в России и за рубежом</p> <p>Ядерная энергетика мира. Мировое производство энергии. Наиболее мощные АЭС мира. Действующие АЭС в России. Планы строительства АЭС в России и за рубежом. Доля АЭС в производстве электроэнергии в странах мира.</p>	2	Слайд-презентация

	Основные направления развития атомной энергетики России на ближайшую перспективу.		
3	Тема 3. Роль энергии в развитии цивилизации Основные термины энергетики - энергоресурсы, запасы энергоресурсов, энергопотребление, энергопотребность. Аналитические оценки предстоящего роста энергопотребления. Тенденции влияния развития общественного производства на уровень энергопотребления.	3	Слайд-презентация
4	Тема 4. Энергетика на органическом топливе и перспективы ее развития Мировые ресурсы и запасы органического топлива. Изменение структуры топливно-энергетического баланса. Уголь, нефть, газ и их место в топливно-энергетическом балансе. Энергетика России на органическом топливе и ее перспективы. Проблемы органического топлива. Жидкие топлива из угля.	3	Слайд-презентация
5	Тема 5. Ядерная энергетика и ее ресурсы Мировые запасы урана. Перспективные урановые ресурсы (морская вода, земная кора). Эффективность использования урана в современной энергетике на тепловых и быстрых нейтронах. Цены мирового рынка на уран и затраты на его переработку. Термоядерный синтез. Основы процесса. Запасы и ресурсы лития и дейтерия.	3	Слайд-презентация
6	Тема 6. Возобновляемые источники энергии и их ресурсы Потенциальные (валовые) запасы гидроэнергоресурсов. Технический и экономический потенциалы гидроэнергоресурсов. Экономический потенциал гидроэнергоресурсов мира и коэффициент их использования. Гидроэнергетика морских приливов и отливов и ее роль в общем балансе энергопотребностей. Солнечная энергетика. Достоинства и недостатки этого энергоисточника и его роль в общем балансе энергопотребностей. Проблемы использования солнечной энергии, аккумулированной в атмосфере Земли (энергия ветра) и водах мирового океана (энергия морских волн). Геотермальная энергия. Использование в энергетике и коммунальном хозяйстве.	3	Слайд-презентация
7	Тема 7. Основные принципы и нормы радиационной безопасности История разработки и внедрения системы мер и стандартов радиационной защиты. Основные критерии и принципы радиационной защиты. Понятие и расчет поглощенной дозы, эквивалентной дозы, эффективной эквивалентной дозы, коллективной дозы облучения. Нормы радиационной безопасности. Область применения. Основные дозовые пределы лиц из персонала (группа А) и населения. Понятия допустимого и контрольного уровней облучения. Клинические последствия облучения человека.	3	Слайд-презентация

4.3. Занятия семинарского типа.

4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
8	Тема 8. Уровни облучения населения за счет различных источников ионизирующего излучения Естественный и техногенный фон. Космическое излучение. Естественные радионуклиды. Уровни облучения от естественных радионуклидов (внешнее и внутреннее облучение). Техногенные источники. Уровни облучения за счет техногенного фона. Медицина. Ядерная энергетика. Угольная энергетика. Глобальные выпадения. Испытание атомного оружия.	6	
9	Тема 9. Ядерный топливный цикл Понятие ЯТЦ. Различие между ЯТЦ и топливным циклом на органическом топливе. Характеристика ядерного топлива АЭС. Энергетические способы осуществления цепной реакции и типы реакторов. Схема открытого ЯТЦ с легководным реактором на тепловых нейтронах. Очистка уранового концентрата. Процессы конверсии и разделения изотопов урана. Закрытый ЯТЦ с рециклом урана и плутония.	6	
10	Тема 10. Виды и особенности воздействия предприятий ЯТЦ на окружающую среду Сходство и различие воздействия ядерного и угольного топливных циклов на окружающую среду. Расход природных ресурсов и химическое загрязнение биосферы предприятиями ЯТЦ. Сравнение воздействия ядерного и угольного топливных циклов по факторам нерадиационного воздействия на биосферу. Воздействие тепловых сбросов АЭС. Тепловая мощность источников энергии, необходимых на различных стадиях ЯТЦ для производства энергии на АЭС. Различие тепловых сбросов АЭС и тепловых электростанций (ТЭС). Характер воздействия тепловых сбросов АЭС на окружающую среду в зависимости от системы охлаждения отработанного пара (прямоточное охлаждение, охлаждение при оборотном водообеспечении станции с использованием испарительных градирен, воздушное охлаждение теплоносителя, комбинированные системы охлаждения).	6	
11	Тема 11. Источники радиоактивного загрязнения окружающей среды от предприятий ЯТЦ Урановый рудник и гидрометаллургический завод. Пред-	6	

	<p>приятия по конверсии, обогащению и изготовлению топлива. Работа АЭС в технологически нормальном режиме. Транспортирование ядерного топлива. Радиохимическая переработка отработанного ядерного топлива. Переработка и захоронение радиоактивных отходов. Ожидаемые коллективные дозы облучения населения за счет ЯТЦ. Радиоэкологические проблемы радиационных аварий. Международная школа событий на АЭС. Характеристика выбросов радионуклидов в окружающую среду при крупных авариях. Причины и последствия катастрофы на Чернобыльской АЭС. Радиоэкологическая ситуация в Уральском регионе. Аварии и инциденты на ЛАЭС.</p>		
12	<p>Тема 12. Принципы и методы переработки жидких радиоактивных отходов</p> <p>Происхождение и классификация жидких радиоактивных отходов, образующихся при производстве и использовании радиоактивных изотопов. Типы радиоактивных отходов (радионуклидный, химический и фазовый составы). Методы очистки: дистилляция, ионный обмен, осадительные методы, ультрафильтрация и обратный осмос. Применяющиеся технологические схемы. Обращение с ЖРО на предприятиях «Радон» в Московской и Ленинградской области. Цементирование, битумирование и включение в керамику среднеактивных отходов. Свойства продуктов отверждения. Остекловывание высокоактивных отходов с помощью фосфатных и боросиликатных стекол.</p>	6	
13	<p>Тема 13. Захоронение радиоактивных отходов. Другие методы утилизации РАО</p> <p>Безопасное захоронение радиоактивных отходов - ключевая проблема долговременной защиты окружающей среды. Подходы к захоронению радиоактивных отходов разных типов и уровней активности. Захоронение радиоактивных отходов низкого и среднего уровней активности в приповерхностном и слабо заглубленном могильниках. Основные требования к выбору места, геологической формации и форме отходов. Регламентирующие документы. Принципы подземного захоронения жидких радиоактивных отходов в хорошо экранированных водоносных горизонтах (закачка). Другие методы утилизации радиоактивных отходов. Экологические проблемы при обращении с плутонием и другими трансурановыми элементами.</p>	6	

4.3.2. Лабораторные занятия.

Не предусмотрено.

4.4 Самостоятельная работа обучающихся студентов

Рабочей программой дисциплины «Радиационная безопасность химико-технологических процессов» предусмотрена самостоятельная работа студентов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;

проработку конспектов лекций;

подготовку к практическим занятиям;

работу с Интернет-источниками;

посещение отраслевых выставок, семинаров и конференций, проводимых в Санкт-Петербурге;

подготовку к сдаче зачета.

Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников. По каждой из тем следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Введение. Радиозоологические проблемы ядерной энергетики	Воздействие ионизирующего излучения на биосферу Земли в исторической ретроспективе.		Устный опрос №1
2	Роль энергии в развитии цивилизации	Динамика изменения баланса использования энергетических ресурсов в исторической ретроспективе.	8	Устный опрос №2
3	Энергетика на органическом топливе и перспективы ее развития	Современные методы уменьшения воздействия выбросов ТЭС на окружающую среду.	8	Устный опрос №3
4	Ядерная энергетика и ее ресурсы	Перспективные ресурсы термоядерной энергетике, сравнение различных термоядерных реакций с точки зрения радиационной безопасности ТЯЭС	8	Устный опрос №4
5	Возобновляемые источники энергии и их ресурсы	Сравнительная характеристика различных альтернативных (возобновляемых) источников энергии с ЭС, работающими на углеродном и ядерном топливе..	8	Устный опрос №5
6	Основные принципы и нормы радиационной безопасности,	Мероприятия по повышению надежности АЭС и предприятий ЯТЦ, предпринятые после ядерных катастроф и инцидентов в СССР,	8	Устный опрос №6

	ядерные инциденты	США, Великобритании и Японии.		
7	Уровни облучения населения за счет различных источников ионизирующего излучения	Сравнительная характеристика различных РАО с точки зрения оптимального их захоронения.	8	Устный опрос №7
8	Ядерный топливный цикл	Сущность и перспективы ториевого варианта ЯТЦ.	8	Устный опрос №8
9	Виды и особенности воздействия предприятий ЯТЦ на окружающую среду	Сравнение воздействия на окружающую среду различных методов добычи урана.	8	Устный опрос №9
10	Источники радиоактивного загрязнения окружающей среды от предприятий ЯТЦ	Радиоактивные газы, образующихся при штатной и нештатной работе АЭС.	8	Устный опрос №10
11	Принципы и методы переработки жидких радиоактивных отходов	Сравнение осадительных, экстракционных и сорбционных методов переработки ЖРО.	8	Устный опрос №11
12	Захоронение радиоактивных отходов. Другие методы утилизации РАО	Требования к неорганической матрице при отверждении альфа-, бета- и гамма активных РВ.	3	Устный опрос №12
13	Состояние и перспективы развития ядерной энергетики в России и за рубежом	Воздействие на мировое развитие атомной энергетики катастроф в Чернобыле и на Фукусиме	3	Устный опрос №13
	ИТОГО:СРС		86	

Контроль освоения компетенций проводится в форме устных опросов.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов, 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: <http://media.technolog.edu.ru>.

С появлением новых образовательных технологий начался процесс изменения сложившейся структуры классического вузовского образования. Снижается роль пассивных форм обучения, тогда как активные и интерактивные формы проведения занятий занимают все большее место в учебных планах. При этом возникает сложная задача сочетания инновационных технологий и успешного, проверенного годами опыта организации образовательного процесса.

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

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

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Зачет предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и тестового задания (для проверки умений и навыков).

При сдаче зачета, студент получает два вопроса из перечня вопросов и тестовое задание, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин. Фонд оценочных средств представлен в приложении 1.

6.1 Пример варианта вопросов на зачете

Вариант № 1

1. Ядерная энергетика России и перспективы ее развития.
2. Виды и особенности воздействия ЯТЦ на окружающую среду (земля, вода, материалы).
3. Задание-тест: Каков состав природного урана?
Ответ: а): U^{238} (99,3 %); U^{235} (0,7 %)., б): U^{238} (50,3 %); U^{235} (47,7 %)., в): U^{238} (0,7 %); U^{235} (99,3 %).

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература:

7.1 Крицкий, В. Г. Дезактивация объектов ядерного топливного цикла / В. Г. Крицкий, Ю. А. Родионов; Гос. корпорация по атом. энергии "Росатом, ОАО "Вост.-Европ. голов. науч.-исслед. и проект. ин-т энергет. технологий" (ОАО "Головной ин-т "ВНИПИЭТ"). - СПб. : [б. и.], 2013 - . Вып. 1: Основы дезактивации. Способы и технические средства дезактивации. - 2013. - 464 с..

7.2 Сивова, Е. В. Ноксология: учебное пособие / Е. В. Сивова, О. В. Швецова, Г. К. Ивахнюк; СПбГТИ(ТУ). Каф. инж. защиты окружающей среды. - СПб.: [б. и.], 2015. - 89 с. (ЭБ)

7.3 Нечаев, А. Ф. Регулирование и технология "обезвреживания" радиоактивных отходов: (справочное пособие) / А. Ф. Нечаев, И. В. Смирнов, В. И. Цветков; СПбГТИ(ТУ), Озер. технол. ин-т - фил. НИЯУ МИФИ. - Озёрск: [б. и.], 2016. - 175 с.

7.4 Белов, С. В. Ноксология: учебник для бакалавров: учебник для вузов по направлению подготовки 280700 "Техносферная безопасность" / С. В. Белов, Е. Н. Симакова; Под общ. ред. С. В. Белова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Юрайт, 2013. - 431 с.

б) дополнительная литература:

7.5 Технологии обеспечения радиационной безопасности на объектах с ЯЭУ/ В. А. Василенко, А. А. Ефимов, И. К. Степанов и др.; под общ. ред. В. А. Василенко; Гос. корпорация по атом. энергии "Росатом", ФГУП "НИТИ им. А. П. Александрова". - СПб.: Моринтех, 2010. - 575 с..

в) вспомогательная литература:

7.6 Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009): СанПиН 2.6.1.2523-09. Санитарные правила и нормативы / Гл. гос. санитар. врач РФ. - Взамен НРБ-99; Введ. с 01.09.2009. - М.: Роспотребнадзор, 2009. - 100 с..

7.7 Крышев, И.И. Экологическая безопасность ядерно-энергетического комплекса России/ И.И. Крышев, Е.П. Рязанцев.- М.: ИздАТ, 2000. – 384 с.

7.8 Бадяев, В.В. Охрана окружающей среды при эксплуатации АЭС/ В.В. Бадяев, Ю.А. Югоров, С.В. Казаков. -М.: Энергоатомиздат, 1990. – 224 с.

7.9 Маргулис, У.Я. Атомная энергия и радиационная безопасность/ У.Я. Маргулис.- М.: Энергоатомиздат, 1988. – 224 с.

7.10 Ядерная энергетика, человек и окружающая среда / Под. ред. В.А. Легасова // М.: Энергоатомиздат, 1984. - 312с.

7.11 Громов, Б.В. Химическая технология облученного ядерного топлива. Учебник для вузов/ Б.В. Громов, В.И. Савельева, В.Б. Шевченко.- М.: Энергоатомиздат, 1983. - 352 с.

7.12 Никифоров, А.С. Обезвреживание жидких радиоактивных отходов А.С. Никифоров, В.В. Куличенко, М.И. Жихарев.- М.: Энергоатомиздат, 1985. - 258с.

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

8.1 ЭБ «Библиотех»

8.2 <http://e.lanbook.com> – сайт Электронно-библиотечной системы "Лань"

8.3 <http://lib.wwer.ru> - электронная библиотека по атомной энергетике

8.4 <http://www1.fips.ru> - сайт Федерального института промышленной собственности Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам. Режим доступа - полный доступ со всех зарегистрированных компьютеров института.

8.5 <http://www.rosatom.ru> - сайт государственной корпорации по атомной энергии "Росатом"

8.6 <http://rosrao.ru> - сайт ФГУП "Предприятие по обращению с радиоактивными отходами "РосРАО". Режим доступа - полнотекстовой доступ со всех зарегистрированных компьютеров института.

8.7 <http://noga.ru> - сайт ФГУП «Национальный оператор по обращению с радиоактивными отходами». Режим доступа - полнотекстовой доступ со всех зарегистрированных компьютеров института.

8.8 <http://ep.espacenet.com> - сайт Европейского патентного ведомства.

8.9 <http://www.icnirp.de> - сайт Международной комиссии по защите от неионизирующего излучения. Режим доступа - полнотекстовой доступ со всех зарегистрированных компьютеров института.

8.10 <http://www.cnshb.ru/AKDiL/0048/default.shtm> - химическая энциклопедия: в 5 т. Электронная версия для научных работников, преподавателей вузов, аспирантов и студентов. Содержит около 5000 терминов, охватывающих все разделы химии, а также пограничные области - биохимию, геохимию и другие.

8.11 <http://www.elibrary.ru> - eLIBRARY - научная электронная библиотека периодических изданий. Крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 13 млн научных статей и публикаций.

8.12 <http://www.diss.rsl.ru> - электронная библиотека диссертаций РГБ. Диссертации и авторефераты из фонда Российской государственной библиотеки (РГБ) по всем отраслям знания. Глубина полнотекстового доступа — с 1998 г.

8.13 <http://www.viniti.ru> - база данных всероссийского института научно-технической информации. Рефераты и библиографические описания статей из периодических изданий, книг, материалов конференций, патентов, депонированных научных работ по проблемам физико-математических, естественных и технических наук. Режим доступа - полнотекстовой доступ со всех зарегистрированных компьютеров института - с 1981 г.

8.14 <http://www.chemport.ru> - химический портал. Крупнейший и самый посещаемый химический ресурс Рунета.

8.15 <http://www.biblioclub.ru> - университетская библиотека онлайн. Электронно-библиотечная система учебных материалов для вузов.

8.16 World Nuclear Association: WNA Report: The Global Nuclear Fuel Market: Supply and Demand 2005 – 2030. <http://www.world-nuclear.org/wgs/report/>.

8.17 <http://www.sciencedirect.com> - ScienceDirect является непревзойденным Интернет-ресурсом научно-технической информации и содержит 25% мирового рынка научных публикаций, обеспечивает всесторонний охват литературы из всех областей науки, предоставляя доступ к более чем 2500 наименований журналов и более 11000 книг из коллекции издательства «Эльзевир», а также огромному числу журналов, опубликованных престижными научными сообществами. Помимо этого, с помощью системы CrossRef можно перейти по ссылкам к содержанию работ в области науки, техники и медицины, опубликованных более 1000 других издательств.

8.18 <http://www.chemweb.com> - крупнейший онлайн-химический портал в мире. С 2003 года владелец - компания Elsevier Ltd. Содержит информацию по исследованиям в области химии и химической промышленности. Тематика: аналитическая химия, биохимия, катализ, электрохимия, топливо, неорганическая химия, химические материалы

8.19 <http://www.pubs.acs.org> - American Chemical Society (ACS) Научные и научно-практические журналы по химии Американского химического общества на английском языке. Ресурс содержит журналы по основным разделам химии и смежным областям знаний, включая химию широкого профиля, медицинскую химию, физическую химию, органическую химию, а также биохимию, биотехнологию и т.д. Полные тексты в формате html и PDF. Глубина полнотекстового доступа - с 1996 года. Коллекции ретроспективных выпусков с 1879 по 1995 гг.

8.20 <http://www.doaj.org> - DOAJ : Директория научных журналов открытого доступа. Тематика: биология, энвайронментология, химия, сельское хозяйство и пищевые технологии, история и археология, юриспруденция и политика, философия и религия, наука в целом, искусство и архитектура, бизнес и экономика, науки о земле, технические и прикладные науки, здравоохранение, языкознание и литература, математика и др. Коллекция по химии содержит около 100 журналов. Глубина архива варьируется от издания к изданию. Поиск по названию журнала. Полные тексты статей в HTML- и PDF- форматах.

9 Методические рекомендации

Одной из задач преподавателей, ведущих занятия по дисциплине «Радиационная безопасность химико-технологических процессов» является выработка у студентов осознания важности, необходимости и полезности знания дисциплины для дальнейшей работы

их технологами, исследователями, при организации современного производства высококачественной, конкурентоспособной продукции.

Одной из задач преподавателей, ведущих занятия по дисциплине «Радиационная безопасность химико-технологических процессов» является выработка у студентов осознания важности, необходимости и полезности знания дисциплины для дальнейшей работы их технологами, инженерами-исследователями. Методическая модель преподавания дисциплины основана на применении активных методов обучения. Принципами организации учебного процесса являются:

- выбор методов преподавания в зависимости от различных факторов, влияющих на организацию учебного процесса;
- объединение нескольких методов в единый преподавательский модуль в целях повышения эффективности процесса обучения;
- активное участие слушателей в учебном процессе;
- проведение практических занятий, определяющих приобретение навыков решения проблемы;
- приведение примеров применения изучаемого теоретического материала к реальным практическим ситуациям.

Используемые методы преподавания: лекционные занятия с использованием наглядных пособий и раздаточных материалов; индивидуальные и групповые задания при проведении практических занятий.

Все виды занятий по дисциплине «Радиационная безопасность химико-технологических процессов» преподаватели должны проводить в соответствии с требованиями следующих СТП:

- СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;
- СТП СПбГТИ 018-15. КС УКВД. Виды учебных занятий. Практические и семинарские занятия. Общие требования к организации и проведению.
- СТП СПбГТИ 048-2003. КС УКВД. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.
- СТП СПбГТИ 016-15. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

С целью более эффективного усвоения студентами материала данной дисциплины рекомендуется при проведении лекционных и практических занятий использовать наглядные пособия и раздаточные материалы. К ним можно отнести:

- имеющиеся на кафедре действующие приборы и установки;
- технические описания приборов и установок;
- макеты и конструкционные элементы исследовательских установок и приборов;
- информационно-рекламную информацию о новейших типах и конкретных моделях аппаратуры;

Для более глубокого изучения предмета преподаватель предоставляет студентам информацию о возможности использования Интернет-ресурсов по разделам дисциплины. Рекомендуется проведение экскурсии в научные исследовательские центры.

Содержание практических занятий определяется календарным тематическим планом, который составляется преподавателем, проводящим занятия на основе рабочей программы дисциплины «Радиационная безопасность химико-технологических процессов» и утверждается заведующим кафедрой.

При наличии академических задолженностей по практическим занятиям, связанных с их пропусками преподаватель выдает задание студенту в виде реферата по пропущенной теме занятия.

Для контроля знаний студентов по данной дисциплине необходимо проводить оперативный, рубежный и итоговый контроль.

Оперативный контроль осуществляется путем проведения письменных опросов студентов по окончании изучения каждой темы учебной дисциплины на семинарском занятии. В материалы письменных опросов студентов включаются и темы, предложенные им для самостоятельной подготовки. При проведении оперативного контроля могут использоваться контрольные вопросы.

Рабочей программой дисциплины предусмотрена самостоятельная работа студентов в объеме 59 часов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- подготовку к практическим занятиям;
- работу с Интернет-источниками;
- посещение отраслевых выставок и семинаров, проводимых в Санкт-Петербурге;

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в "Рабочей программе". По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в Рабочей программе дисциплины «Радиационная безопасность химико-технологических процессов» следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса.

Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах, таких как www.rambler.ru, www.yandex.ru, www.google.ru, www.yahoo.ru и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

Итоговый контроль: **Зачет (5 семестр).**

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:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
- видеоматериалы и учебные фильмы;
- взаимодействие с обучающимися студентами посредством электронной почты.

10.2. Программное обеспечение.

Операционные системы Windows, стандартные офисные программы (Microsoft Office).

10.3. Информационные справочные системы.

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения лекционных и практических занятий используется учебная аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лекционных и практических занятий используются видеоматериалы и учебные фильмы.

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 г.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Радиационная безопасность химико-технологических процессов»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Компетенции		
Индекс	Формулировка¹	Этап формирования²
ОК-8	способностью находить организационно - управленческие решения в нестандартных ситуациях и готовностью нести за них ответственность	промежуточный
ПК-4	способностью принимать конкретное техническое решение с учетом охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды	промежуточный
ПСК-1.1	способностью к безопасному проведению, контролю, усовершенствованию и разработке технологических процессов производства основных функциональных материалов ядерного топливного цикла, в том числе с использованием радиоактивных материалов	промежуточный

¹ **жирным шрифтом** выделена та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты не выделяются).

² 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.

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 1,2	<p>Знать Радиоэкологические проблемы ядерной энергетики и роль энергии в развитии цивилизации. Техно-экономические и правовые аспекты решения радиоэкологических проблем. Ядерная энергетика мира. Планы строительства АЭС в России и за рубежом. Основные направления развития атомной энергетики России на ближайшую перспективу.</p> <p>Владеть Основными методами решения радиоэкологических проблем на предприятиях ядерного топливного цикла.</p>	Правильные ответы на вопросы №1-6 к зачету	ПК-4 ПСК-1.1
Освоение раздела № 3,4	<p>Знать Основные особенности энергетики на органическом топливе и понимать перспективы ее развития, тенденции влияния развития общественного производства на уровень энергопотребления, мировые ресурсы и запасы органического топлива, энергетику России на органическом топливе и ее перспективы. Проблемы органического топлива.</p> <p>Владеть способами аналитической оценки развития энергопотребления в РФ и в мире.</p>	Правильные ответы на вопросы №7-12 к зачету	ПК-4 ПСК-1.1
Освоение раздела № 5,6	<p>Знать Современные мировые запасы урана, потенциальные запасы гидроэнергоресурсов, геотермальной энергии, солнечной и ветроэнергетики. Основы термоядерного синтеза и перспективы в энергетике. Цены мирового рынка на уран и затраты на его переработку.</p> <p>Уметь сравнивать эффективность использования урана в современной энергетике на тепловых и быстрых нейтронах.</p> <p>Владеть аргументацией в пользу атомной энергетики по сравнению с альтернативными видами энергетики.</p>	Правильные ответы на вопросы №13-18 к зачету	ПК-4 ПСК-1.1

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 7	<p>Знать основные критерии, нормы и принципы радиационной защиты. Определение поглощенной дозы, эквивалентной дозы, эффективной эквивалентной дозы, коллективной дозы облучения. Основные дозовые пределы лиц из персонала (группа А) и населения. Знать область применения норм радиационной безопасности.</p> <p>Уметь рассчитывать поглощенную, эквивалентную дозу, эффективную эквивалентную дозу, коллективную дозу облучения.</p> <p>Владеть Нормами радиационной безопасности и другими нормативными документами.</p>	Правильные ответы на вопросы №19-23 к зачету	ПК-4 ПСК-1.1
Освоение раздела № 8	<p>Знать Уровни облучения населения за счет различных источников ионизирующего излучения, Техногенные источники радиоактивного облучения.</p> <p>Уметь рассчитывать дозу облучения от естественного и техногенного фона, дозу облучения от космического излучения, уровни облучения от естественных радионуклидов (внешнее и внутреннее облучение), уровни облучения за счет техногенного фона.</p> <p>Владеть методиками расчета доз облучения.</p>	Правильные ответы на вопросы №23-28 к зачету	ПК-4 ПСК-1.1
Освоение раздела № 9	<p>Знать Понятие ЯТЦ, различия между ЯТЦ и топливным циклом на органическом топливе, характеристики ядерного топлива АЭС, энергетические способы осуществления цепной реакции и типы реакторов.</p> <p>Владеть схемой открытого ЯТЦ с легководяным реактором на тепловых нейтронах и схемой закрытого ЯТЦ с рециклом урана и плутония.</p>	Правильные ответы на вопросы №29-35 к зачету	ПК-4 ПСК-1.1

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 10	<p>Знать Виды и особенности воздействия предприятий ЯТЦ на окружающую среду, в том числе: воздействие тепловых сбросов АЭС, различие тепловых сбросов АЭС и тепловых электростанций (ТЭС), характер воздействия тепловых сбросов АЭС на окружающую среду в зависимости от системы охлаждения отработанного пара.</p> <p>Уметь аргументированно сравнить воздействия ядерного и угольного топливных циклов на окружающую среду.</p> <p>Владеть навыком сравнения воздействия ядерного и угольного топливных циклов по факторам нерadiационного и радиационного воздействия на биосферу.</p>	Правильные ответы на вопросы №36-41 к зачету	ОК-8 ПК-4 ПСК-1.1
Освоение раздела № 11	<p>Знать Источники радиоактивного загрязнения окружающей среды от предприятий ЯТЦ, ожидаемые коллективные дозы облучения населения за счет ЯТЦ, характеристики выбросов радионуклидов в окружающую среду при крупных авариях.</p> <p>Уметь классифицировать радиационные аварии по международной шкале событий на АЭС.</p> <p>Владеть приемами решения радиэкологических проблем, возникающих во время и после радиационных аварий на основе исторических примеров.</p>	Правильные ответы на вопросы №37-42 к зачету	ОК-8 ПК-4 ПСК-1.1
Освоение раздела № 12	<p>Знать Принципы и методы переработки жидких радиоактивных отходов, происхождение и классификация жидких радиоактивных отходов, Типы радиоактивных отходов. Методы, применяемые при обращении с ЖРО на ФГУП «РА-ДОН». Особенности остекловывания высокоактивных отходов с помощью фосфатных и боросиликатных стекол.</p>	Правильные ответы на вопросы №43-47 к зачету	ПК-4 ПСК-1.1

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 13	<p>Знать методы захоронения радиоактивных отходов и другие методы утилизации РАО, захоронения радиоактивных отходов низкого и среднего и высокого уровней активности, принципы подземного захоронения жидких радиоактивных отходов, экологические проблемы при обращении с плутонием и другими трансурановыми элементами.</p> <p>Уметь выбирать места, геологической формации и форме отходов при подземном захоронении ВАО.</p> <p>Владеть методами выбора способов захоронения радиоактивных отходов разных типов и уровней активности.</p>	Правильные ответы на вопросы №48-51 к зачету	ПК-4 ПСК-1.1

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):
промежуточная аттестация проводится в форме зачета, результат оценивания – «зачтено» или «не зачтено»

Контрольные вопросы по дисциплине.

1 Вопросы по теме «Введение. Радиоэкологические проблемы ядерной энергетики»

1. Решение радиоэкологических проблем на предприятиях ядерного топливного цикла.
2. Технико-экономические и правовые аспекты решения радиоэкологических проблем.

2 Вопросы по теме «Состояние и перспективы развития ядерной энергетики в России и за рубежом»

3. Ядерная энергетика мира.
4. Планы строительства АЭС в России и за рубежом.
5. Основные направления развития атомной энергетики России на ближайшую перспективу.

3 Вопросы по теме «Роль энергии в развитии цивилизации»

6. Аналитические оценки предстоящего роста энергопотребления.
7. Тенденции влияния развития общественного производства на уровень энергопотребления.

4 Вопросы по теме «Энергетика на органическом топливе и перспективы ее развития»

8. Мировые ресурсы и запасы органического топлива.
9. Энергетика России на органическом топливе и ее перспективы.

10. Проблемы органического топлива.
5 Вопросы по теме «Ядерная энергетика и ее ресурсы»
11. Мировые запасы урана.
12. Эффективность использования урана в современной энергетике на тепловых и быстрых нейтронах.
13. Цены мирового рынка на уран и затраты на его переработку.
14. Термоядерный синтез. Основы процесса. Перспективы.
6 Вопросы по теме «Возобновляемые источники энергии и их ресурсы»
15. Потенциальные (валовые) запасы гидроэнергоресурсов.
16. Гидроэнергетика морских приливов и отливов и ее роль в общем балансе энергопотребностей.
17. Солнечная энергетика. Достоинства и недостатки этого энергоисточника и его роль в общем балансе энергопотребностей.
18. Проблемы использования солнечной энергии, аккумулированной в атмосфере Земли (энергия ветра).
19. Геотермальная энергия.
7 Вопросы по теме «Основные принципы и нормы радиационной безопасности»
20. Основные критерии и принципы радиационной защиты.
21. Понятие и расчет поглощенной дозы, эквивалентной дозы, эффективной эквивалентной дозы, коллективной дозы облучения.
22. Нормы радиационной безопасности. Область применения.
23. Основные дозовые пределы лиц из персонала (группа А) и населения.
8 Вопросы по теме «Уровни облучения населения за счет различных источников ионизирующего излучения»
24. Естественный и техногенный фон.
25. Космическое излучение.
26. Уровни облучения от естественных радионуклидов (внешнее и внутреннее облучение).
27. Техногенные источники. Уровни облучения за счет техногенного фона.
9 Вопросы по теме «Ядерный топливный цикл»
28. Понятие ЯТЦ.
29. Различие между ЯТЦ и топливным циклом на органическом топливе.
30. Характеристика ядерного топлива АЭС.
31. Энергетические способы осуществления цепной реакции и типы реакторов.
32. Схема открытого ЯТЦ с легководным реактором на тепловых нейтронах.
33. Закрытый ЯТЦ с рециклом урана и плутония.
10 Вопросы по теме «Виды и особенности воздействия предприятий ЯТЦ на окружающую среду»
34. Сходство и различие воздействия ядерного и угольного топливных циклов на окружающую среду.

35. Сравнение воздействия ядерного и угольного топливных циклов по факторам нерадиационного воздействия на биосферу.
36. Воздействие тепловых сбросов АЭС.
37. Различия тепловых сбросов АЭС и тепловых электростанций (ТЭС).
38. Характер воздействия тепловых сбросов АЭС на окружающую среду в зависимости от системы охлаждения отработанного пара.

11 Вопросы по теме «Источники радиоактивного загрязнения окружающей среды от предприятий ЯТЦ»

39. Ожидаемые коллективные дозы облучения населения за счет ЯТЦ.
40. Радиоэкологические проблемы радиационных аварий и примеры радиационных аварий с 1949 по 2017 год
41. Международная школа событий на АЭС.
42. Характеристика выбросов радионуклидов в окружающую среду при крупных авариях.

12 Вопросы по теме «Принципы и методы переработки жидких радиоактивных отходов»

43. Происхождение и классификация жидких радиоактивных отходов.
44. Типы радиоактивных отходов.
45. Обращение с ЖРО на ФГУП «РАДОН».
46. Остекловывание высокоактивных отходов с помощью фосфатных и боросиликатных стекол.

13 Вопросы по теме «Захоронение радиоактивных отходов. Другие методы утилизации РАО»

47. Подходы к захоронению радиоактивных отходов разных типов и уровней активности.
48. Захоронение радиоактивных отходов низкого и среднего уровней активности.
49. Основные требования к выбору места, геологической формации и форме отходов при подземном захоронении ВАО.
50. Принципы подземного захоронения жидких радиоактивных отходов.
51. Экологические проблемы при обращении с плутонием и другими трансурановыми элементами.

Примеры тестов заданий

Тестовые материалы по каждому из разделов курса лекций «Радиационная безопасность химико-технологических процессов » разработаны в форме контрольных карт, содержащих по два вопроса.

На заполнение тестовых карт отводится 10 минут. Тестирование используется для:

- промежуточного контроля знаний студентов;
- развития навыков принятия решений;

- корректировки содержания и/или формы представления лекций с учетом особенностей восприятия и усвоения материала аудиторией.

Контрольные карты хранятся на кафедре.

Пример контрольных карт:

1. Каков состав природного урана?

Ответ: а): U^{238} (99,3 %); U^{235} (0,7 %)., б): U^{238} (50,3 %); U^{235} (47,7 %)., в): U^{238} (0,7 %); U^{235} (99,3 %).

Вопросы с ответами для контрольных карт:

1. Доля ядерной энергетики в разных странах мира в: Франция (79%), Литва (73,7%), Бельгия ~57%, 18-е место США -20%, 20-е – Россия 16%.
2. Количество энергоблоков в различных странах мира 1) США – 104 бл.; 2) Франция – 59 бл.; 3) Япония – 54 бл.
3. Запасы энергоресурсов – единица Q: 1 Q=2,52·10¹⁷ ккал=1,05·10²¹ Дж=2,93·10¹⁴ кВт(т)/ч=3,35·10⁷ МВт(т)год.
4. Состав природного урана U^{238} (99,3 %); U^{235} (0,7 %).
5. Процент использования природного урана в реакторах на медленных нейтронах (~1%).
6. Понятие ЯТЦ. Открытый и закрытый ЯТЦ. Преимущество закрытого ядерного цикла (на ~40% уменьшается расход $U_{\text{прир.}}$).
7. Фотовольтаический эффект – возникновение напряжений (ЭДС) в области контактов полупроводников различного типа.
8. Поглощенная доза $D=dE/dm$. внесистемная единица – Рад=100 эрг/л [Cu] – Грей(Гр) 1 рад=0,01 Гр.
9. Эквивалентная доза Н – характеризует биологическую эффективность излучения $H=D \cdot Q$ $Q=1(\gamma, \beta)$; $Q=20(\alpha)$; внесистем. – бэр, [Cu] – Зиверт 1бэр=0,01 Зв.
10. Эффективная эквивалентная доза H_E – характеризует возможный ущерб здоровью от облучения различных органов $H_E = \sum_m H_m \cdot \omega_m$, [Зв], H_m –

среднее значение эквивалентной дозы в органе "m"; ω_m – отношение риска смерти облучения органа "m" к риску смерти облучения всего тела.

11. Коллективная доза $S = \int_0^{\infty} N(H)HdH$, чел-Зв, N(H) – количество лиц, получивших дозу в пределах от H до H+dH.

12. Рентген – это такое количество рентгеновского или γ -излучения, которое вызывает в 1 г сухого воздуха при (0°C и 760 мм.рт.ст.) образование ионов, несущих 1 эл. ст. единицу количества электричества каждого знака.

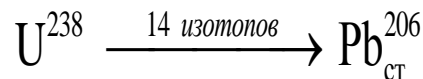
13. Оценка степени риска облучения - риск профессионального облучения не должен превышать риска, характерного для неядерных производств с низкой степенью опасности работ.

14. Требования НРБ-99/09 не распространяются: - $H_E < 10$ мкЗв/год; - $S_E < 1$ чел-Зв/год; - космическое излучение на поверхности Земли

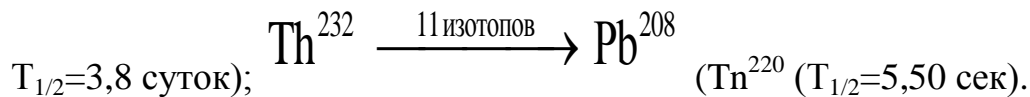
15. Основные дозовые пределы

(гр. А)	20 [мЗв/год] в среднем за 5 лет
(гр. Б)	1 [мЗв/год] в среднем за 5 лет

16. Космическое облучение (первичное и вторичное).



17. Радиоактивные семейства: $(Rn^{222} (\alpha, \beta),$



18. Изотопы Cs^{137} ($T_{1/2}=30$ лет), Sr^{90} ($T_{1/2}=28$ лет).

19. Замедлители нейтронов реакторов на медленных нейтронах.

20. Теплоносители реакторов.

21. Реактор ВВЭР (II контурный), РБМК (одноконтурный).

22. Воздействие тепловых сбросов. Сброс АЭС больше ТЭС ($W=1$ ГВт)

$$n = \frac{K_{ТЭС}}{K_{АЭС}} \cdot \frac{1 - 0,01 \cdot K_{АЭС}}{1 - 0,01 \cdot K_{ТЭС}} \approx 1,3 \quad (\text{временный фактор}), \text{ если } K_{АЭС} \sim 33\%, K_{ТЭС} \sim 40\%$$

(временный фактор). Постоянный фактор ТЭС сбрасывает 15% тепла че-

рез трубу, поэтому $N = \frac{K_{ТЭС}}{K_{АЭС}} \cdot \frac{1 - 0,01 \cdot K_{АЭС}}{0,85 - 0,01 \cdot K_{ТЭС}} = 1,8$, если $K_{АЭС}$ будет 40 %, то

$N=1,3$.

23. Преимущество подземного выщелачивания перед горномеханическим (7 преимуществ).

24. Тепловой и атомный взрыв реактора (различия).

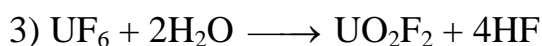
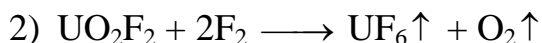
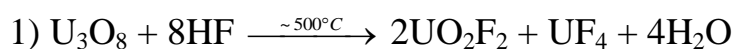
25. ЖРО классификация

(НАО)	$\leq 4 \cdot 10^8$
(САО)	$4 \cdot 10^8 - 4 \cdot 10^{13}$
(ВАО)	$> 4 \cdot 10^{13}$

27) Коагуляция: 1) соосаждения радиоактивных изотопов совместно со стабильными элементами;

2) адсорбция радионуклидов, находящихся в ионном состоянии на поверхности вновь образовавшихся стабильных веществ.

28) Основные реакции фторирования урана:



далее в раствор $\text{UO}_2\text{F}_2 + 4\text{HF}$ добавляют $\text{NH}_3 \rightarrow$ выпадает $(\text{NH}_4)_2\text{U}_2\text{O}_7$, который прокалывают при $t=150^\circ\text{C}$ с образованием U_3O_8 , затем уран восстанавливают водородом при $t=900^\circ\text{C}$ до UO_2 .