

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ХТИ

Ястребинский Р.Н.

2021 г.

« 17 »



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

**Методы сбора, транспортировки, переработки и хранения
радиоактивных отходов**

направление 18.05.02 – Химическая технология материалов современной
энергетики

Специализация 18.05.02-06 – Ядерная и радиационная безопасность на объектах
использования ядерной энергетики

Квалификация)
инженер

Форма обучения
Очная

Институт: Химико-технологический

Кафедра: Теоретической и прикладной химии

Белгород – 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, утвержденного Министерством науки и высшего образования Российской Федерации 07 августа 2020г., приказ №913
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2021 году.

Составитель, д.т.н., проф.  (Ястребинский Р.Н.)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 13 » 05 2021 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (В.И. Павленко)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой
«Теоретической и прикладной химии»

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (В.И. Павленко)

« 13 » 05 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией ХТИ

« 15 » 05 2021 г., протокол № 9

Председатель к.т.н., доц.  (Л.А. Порожнюк)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способен планировать работы по организации контроля состояния ядерной, радиационной, экологической, безопасности при обращении с ядерными материалами и радиоактивными веществами.	ПК-1.1 Использует знания о явлениях радиоактивности, ядерных реакциях, свойствах радиоактивных соединений при решении профессиональных задач	<p>В результате изучения раздела студент должен</p> <p>Знать: Источники образования радиоактивных отходов. Нормативно-правовые аспекты обращения с РАО. Радиационные и радиологические характеристики различных классов активности РАО и их изменение от времени хранения.</p> <p>Уметь: Проводить измерения уровней радиационного загрязнения территорий радиоактивными отходами, обрабатывать полученные результаты.</p> <p>Владеть: Средствами дозиметрического контроля загрязненных радиоактивными отходами территорий.</p>
	ПК-2 Способен контролировать технологический процесс в сфере профессиональной деятельности с соблюдением действующих норм ядерной, радиационной, экологической и технической безопасности	ПК-2.1 Анализирует радиационную ситуацию и контролирует безопасность при обращении с ядерными материалами и радиоактивными веществами	<p>В результате изучения раздела студент должен</p> <p>Знать: Критерии, требования и методы обеспечения качества при переработке высокоактивных отходов. Технология переработки жидких высокоактивных отходов. Длительное хранение и захоронение твердых высокоактивных отходов. Методы очистки газовых выбросов. Контейнеры для хранения ОЯТ.</p> <p>Уметь: Анализировать радиационную ситуацию и разрабатывать мероприятия по обеспечению ядерной безопасности.</p> <p>Владеть: Основными способами, устройствами и техническими средствами сбора и транспортирования радиоактивных отходов, обеспечения радиационной безопасности.</p>
		ПК-2.3 Использует методы определения активности радионуклидов в объектах среды и расчета дозовой нагрузки на критическую группу населения	<p>В результате изучения раздела студент должен</p> <p>Знать: Методы сбора, транспортирования и временного хранения РАО. Отверждение ЖРО низкого и среднего уровня активности. Переработка твердых радиоактивных отходов. Особенности переработки и отверждения органических РАО. Захоронение отходов низкой и</p>

			<p>средней активности.</p> <p>Уметь: Грамотно использовать методы безопасного проведения работ с использованием радиоактивных веществ в открытом виде и оценивать получаемую дозу за счет внешнего и внутреннего облучения.</p> <p>Владеть: - Средствами защиты при обращении с радиоактивными отходами; - Методами и средствами снижения активности радиоактивных отходов. - методами радиометрических измерений, методом изотопного разбавления, радиометрического титрования при решении профессиональных задач</p>
--	--	--	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-1 Способен планировать работы по организации контроля состояния ядерной, радиационной, экологической, безопасности при обращении с ядерными материалами и радиоактивными веществами.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Введение в специальность
2	Методы сбора, транспортировки, переработки и хранения радиоактивных отходов
3	Радиационно-защитное материаловедение
4	Законодательство в области использования атомной энергии
5	Основы научных исследований
6	Практические основы организации научно-исследовательской работы
7	Управление в чрезвычайных ситуациях
8	Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций
9	Радиохимия
10	Химия и технология редких и благородных металлов
11	Учебная ознакомительная практика
12	Производственная преддипломная практика
13	Подготовка и процедура защиты и защита выпускной квалификационной работы

2. Компетенция ПК-2 Способен контролировать технологический процесс в сфере профессиональной деятельности с соблюдением действующих норм ядерной, радиационной, экологической и технической безопасности.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Технология основных материалов современной энергетики
2	Методы сбора, транспортировки, переработки и хранения радиоактивных отходов
3	Основы радиационной безопасности
4	Радиобиология
5	Радиационная экология
6	Ядерно-энергетические установки
7	Методы обеспечения радиационной безопасности персонала и населения
8	Радиационный мониторинг и расчёт дозовой нагрузки на критическую группу населения
9	Производственная преддипломная практика
10	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика
11	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зач. единиц, 324 часа.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки:

Форма промежуточной аттестации зачет, экзамен

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 9	Семестр №10
Общая трудоемкость дисциплины, час	324	146	142
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	144	68	68
лекции	68	34	34
лабораторные	-	-	-
практические	68	34	34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	8	3	5
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	216	93	123
Курсовой проект			

Курсовая работа			
Расчетно-графическое задание			
Индивидуальное домашнее задание			
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	173	86	87
Зачет, экзамен		зачет	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Наименование тем, их содержание и объем

Курс 5 Семестр 9

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1. Источники образования радиоактивных отходов					
	Источники образования РАО и усредненные материальные балансы: добыча урана; обогащение; очистка и конверсия; диффузионные и сублиматные производства; изготовление твэлов; эксплуатация АЭС; регенерация реакторного топлива; транспортные ЯЭУ, исследовательские лаборатории и установки; медицина, промышленность, добыча полезных ископаемых. Распределение и фактические объемы по отраслям.	4	6		10
2. Нормативно-правовые аспекты обращения с РАО.					
	Отечественная и международная классификация жидких, твердых и газообразных РАО. Радиационные и радиологические характеристики различных классов активности РАО и их изменение от времени хранения. Основные стандарты, нормы и правила: предметы регулирования и контроля, ответственность. Структура и иерархия регулирования; роль международных организаций.	4	-	-	8
3. Сбор, транспортирование и временное хранение РАО					
	Цели, задачи и основные положения по сбору и транспортированию РАО. Способы, устройства и технические средства сбора и транспортирования. Обеспечение радиационной безопасности. Цели и задачи временного хранения РАО. Основные принципы временного хранения; типы хранилищ.	8	6		16
4. Отверждение ЖРО низкого и среднего уровня активности					

	Основные требования и критерии качества. Цементирование и битумирование: свойства матричных материалов, типовые установки и технологические схемы, методы контроля, показатели качества, остекловывание как конкурентноспособный метод.	4	8		16
5. Переработка твердых радиоактивных отходов					
	Классификация ТРО. Общая схема обращения. Механические методы переработки: прессование, фрагментация. Типовые установки, технологические параметры, кратность сокращения объемов, меры безопасности. Сжигание: конструкции печей, принципиальные схемы и показатели установок сжигания.	6	8		18
6. Особенности переработки и отверждения органических РАО.					
	Особенности, классификация, общая схема обращения с органическими отходами низкого и среднего уровня активности. Критический обзор перспективных методов переработки, преимущества, недостатки, состояние технологии. Блок-схемы и материальные потоки процессов шлакующего сжигания, кислотной варки, пиролиза и окислительного обугливания. Абсорбция, мокрое окисление. Газоочистка: характеристики основного оборудования и эффективности процессов.	8	6		18
	Итого	34	34		86

Курс 5 Семестр 10

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
7. Захоронение отходов низкой и средней активности.					
	Классификация основных схем захоронения, технико-экономические показатели, инженерные решения, радиоэкологическая безопасность. Анализ последствий недоброкачественной практики прошлых лет: ситуация на Урале, в полярных и дальневосточных морях.	4	-		4
8. Критерии, требования и методы обеспечения качества при переработке высокоактивных отходов.					
	Блок схема процесса отверждения и упаковки высокоактивных отходов (ВАО). Детальный анализ содержания международных рекомендаций по контролю и обеспечению переработки ВАО.	4	-		5

9. Технология переработки жидких высокоактивных отходов.				
	Временное хранение: конструкции хранилищ, требования по безопасности, методы контроля, охлаждение, дожигание водорода. Упаривание ВАО в емкостях и выпарных аппаратах. Кальцинирование ВАО, схемы процесса включения ВАО в стекло, керамику и минералоподобные материалы. Характеристики стабильности твердых матриц. Влияние метода фракционирования ВАО на общую схему переработки; преимущества, недостатки, технологические сложности.	8	8	20
10. Длительное хранение и захоронение твердых высокоактивных отходов.				
	Основные концепции, их технологическое воплощение: шведский вариант, канадский вариант; состояние дел по захоронению отвержденных ВАО в России. Проблема обращения с отработавшим ядерным топливом реакторов РБМК.	8	4	18
11. Методы очистки газовых выбросов.				
	Проблема радиоактивных благородных газов. Рассеяние, сорбция в газгольдерах, использование мультициклонов, скрубберов, электро- и металлокерамических фильтров. Очистка от аэрозолей. Типовые схемы и параметры газоочистных установок.	4	12	20
12. Контейнеры для хранения ОЯТ.				
	Контейнеры системы CASTOR. Контейнеры CONSTOR. Модули NUHOMS. Контейнеры TN 24.	6	10	20
	Итого	34	34	87

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	К-во часов	К-во часов СРС
1	2	3	4	5
Семестр № 9				
1	Источники образования радиоактивных отходов	Эксплуатация АЭС; регенерация реакторного топлива; транспортные ЯЭУ, исследовательские лаборатории и установки.	6	6
2	Сбор, транспортирование и временное хранение РАО	Способы, устройства и технические средства сбора и транспортирования. Обеспечение радиационной безопасности.	6	6
3	Отверждение ЖРО низкого и среднего уровня активности	Цементирование и битумирование: свойства матричных материалов, типовые установки и технологические схемы, методы контроля, показатели качества, остекловывание как конкурентноспособный метод.	8	8

4	Переработка твердых радиоактивных отходов	Типовые установки, технологические параметры, кратность сокращения объемов, меры безопасности. Сжигание: конструкции печей, принципиальные схемы и показатели установок сжигания.	8	8
5	Особенности переработки и отверждения органических РАО.	Особенности, классификация, общая схема обращения с органическими отходами низкого и среднего уровня активности. Критический обзор перспективных методов переработки, преимущества, недостатки, состояние технологии. Блок-схемы и материальные потоки процессов шлакующего сжигания, кислотной варки, пиролиза и окислительного обугливания. Абсорбция, мокрое окисление. Газоочистка: характеристики основного оборудования и эффективности процессов.	6	6
ИТОГО			34	34
Семестр №10				
6	Технология переработки жидких высокоактивных отходов	Упаривание ВАО в емкостях и выпарных аппаратах. Кальцинирование ВАО, схемы процесса включения ВАО в стекло.	8	8
7	Длительное хранение и захоронение твердых высокоактивных отходов	Проблема обращения с отработавшим ядерным топливом реакторов РБМК.	4	4
8	Методы очистки газовых выбросов.	Типовые схемы и параметры газоочистных установок.	12	12
9	Контейнеры для хранения ОЯТ.	Контейнеры. Расчет защиты.	10	10
ИТОГО:			34	34

4.3. Содержание лабораторных занятий

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Курсовая работа учебным планом не предусмотрена.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Выполнение расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий не предусмотрено.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция ПК-1 Способен планировать работы по организации контроля состояния ядерной, радиационной, экологической, безопасности при обращении с ядерными материалами и радиоактивными веществами.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-1.1. Использует знания о явлении радиоактивности, ядерных реакциях, свойствах радиоактивных соединений при решении профессиональных задач	Решение практических заданий, собеседование, устный опрос, зачет, экзамен

2. Компетенция ПК-2 Способен контролировать технологический процесс в сфере профессиональной деятельности с соблюдением действующих норм ядерной, радиационной, экологической и технической безопасности.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.1 Анализирует радиационную ситуацию и контролирует безопасность при обращении с ядерными материалами и радиоактивными веществами	Решение практических заданий, собеседование, устный опрос, зачет, экзамен
ПК-2.3 Использует методы определения активности радионуклидов в объектах среды и расчета дозовой нагрузки на критическую группу населения	Решение практических заданий, собеседование, устный опрос, зачет, экзамен

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Источники образования радиоактивных отходов	Источники образования радиоактивных отходов. Добыча урана и обогащение руд. Источники образования радиоактивных отходов. Очистка и конверсия. Диффузионные и сублиматные производства. Изготовление твэлов, эксплуатация АЭС. Источники образования радиоактивных отходов. Регенерация реакторного топлива; транспортные ЯЭУ, исследовательские лаборатории и установки. Медицина, промышленность, добыча полезных ископаемых.
2	Нормативно-правовые аспекты обращения с	Отечественная и международная классификация жидких, твердых и газообразных РАО.

	РАО.	Радиационные и радиологические характеристики различных классов активности РАО и их изменение от времени хранения. Общие характеристики изменения активности ОЯТ. Основные стандарты, нормы и правила: предметы регулирования и контроля РАО. Структура и иерархия регулирования; роль международных организаций.
3	Сбор, транспортирование и временное хранение РАО	Цели, задачи и основные положения по сбору и транспортированию РАО. Способы, устройства и технические средства сбора и транспортирования РАО. Обеспечение радиационной безопасности. Цели и задачи временного хранения РАО. Основные принципы временного хранения, типы хранилищ.
4	Отверждение ЖРО низкого и среднего уровня активности	Основные требования и критерии качества отверждения ЖРО. Цементирование и битумирование ЖРО: свойства матричных материалов, типовые установки и технологические схемы, методы контроля, показатели качества. Остекловывание ЖРО.
5	Переработка твердых радиоактивных отходов	Классификация ТРО. Общая схема обращения. Механические методы переработки ТРО: прессование, фрагментация. Типовые установки, технологические параметры, кратность сокращения объемов, меры безопасности. Сжигание ТРО: конструкции печей, принципиальные схемы и показатели установок сжигания.
6	Особенности переработки и отверждения органических РАО	Особенности, классификация, общая схема обращения с органическими отходами низкого и среднего уровня активности. Перспективные методы переработки органических РАО, преимущества, недостатки, состояние технологии. Блок-схемы и материальные потоки процессов шлакующего сжигания, кислотной варки, пиролиза и окислительного обугливания ОРАО. Абсорбция, мокрое окисление ОРАО. Газоочистка: характеристики основного оборудования и эффективности процессов.
7	Захоронение отходов низкой и средней активности.	Классификация основных схем захоронения, технико-экономические показатели, инженерные решения, радиоэкологическая безопасность НАО и САО. Захоронение НАО и САО в полярных и дальневосточных морях.
8	Критерии, требования и методы обеспечения качества при переработке высоко-активных отходов.	Блок-схема процесса отверждения и упаковки высокоактивных отходов (ВАО). Международные рекомендации по контролю и обеспечению переработки ВАО.
9	Технология переработки жидких высокоактивных	Временное хранение: конструкции хранилищ, требования по безопасности, методы контроля, охлаждение, дожигание

	отходов.	водорода при переработке ЖРО. Упаривание ВАО в емкостях и выпарных аппаратах. Кальцинирование ВАО, схемы процесса включения ВАО в стекло, керамику и минералоподобные материалы. Характеристики стабильности твердых матриц. Влияние метода фракционирования ВАО на общую схему переработки; преимущества, недостатки, технологические сложности.
10	Длительное хранение и захоронение твердых высокоактивных отходов.	Основные концепции захоронения твердых ВАО, их технологическое воплощение: шведский вариант, канадский вариант; состояние дел по захоронению отвержденных ВАО в России. Проблема обращения с отработавшим ядерным топливом реакторов РБМК.
11	Методы очистки газовых выбросов.	Проблема радиоактивных благородных газов. Рассеяние, сорбция в газгольдерах, использование мультициклонов, скрубберов, электро- и металлокерамических фильтров. Очистка от аэрозолей. Типовые схемы и параметры газоочистных установок.
12	Контейнеры для хранения ОЯТ.	Контейнеры системы CASTOR. Конструкция. Назначение. Контейнеры CONSTOR. Конструкция. Назначение. Модули NUHOMS. Конструкция. Назначение. Контейнеры TN 24. Конструкция. Назначение.

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Курсовые проекты/работы по дисциплине не предусмотрены учебным планом

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Примерные задания, выносимые на практические занятия:

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме практических занятий, которые включают решение задач по каждой теме. Текущий контроль изучения теоретического материала по возможен экспресс-методом контроля знаний с использованием тестирования.

Типовые задачи для практических занятий:

Задача 1. Определить массу 1 Бк ^{210}Po ($T_{1/2} = 138$ сут., $A_m = 210$).

Задача 2. Определить активность 1 г ^{226}Ra ($T_{1/2} = 1620$ лет, $A_m = 226$).

Задача 3. Определить активность 1 г: а) ^{226}Ra ; б) природного урана; в) ^{239}Pu

Задача 4. Определить плотность потока γ -квантов с энергией $E_0 = 1\text{МэВ}$, создающего в биологической ткани допустимую мощность поглощенной дозы $P = 7,7 \cdot 10^9$ Гр/с ($7,7 \cdot 10^{-7}$ рад/с).

Задача 5. В организм человека через органы пищеварения попал 1 мг нептуния ^{237}Np . Оценить поглощенную дозу в организме этого человека за десятилетний период.

Задача 6. Оценка радиационной обстановки по данным разведки. В 10.00 $P_1 = 20$ Р/ч; в 10.15 $P_2 = 18$ Р/ч.

Задача 7. Определить массу радиоактивной воды активностью 10^6 Бк, если известно, что она содержит в качестве основного радионуклида $10 \text{ г } ^{222}\text{Rn}$. ^{222}Rn $T_{1/2} = 3,8$ суток.

Задача 8. Уровни радиации на маршруте движения, измеренные через равные промежутки времени и приведенные к 1 часу после взрыва: 5; 10; 40; 70; 100; 80; 30; 3 Р/ч. Длина маршрута – 80 км; скорость движения – 40 км/час; начало движения – через 2 часа после взрыва.

Задача 9. Время начала работ – 5 часов после взрыва. $P_{1ч} = 50 \text{ Р/ч}$; $D_{\text{доп}} = 4 \text{ Р}$; $K_{\text{осл}} = 7$. Определить допустимое время пребывания (работы) на зараженной территории.

Задача 10. Определить активность 10 кг ТРО, содержащих $10 \text{ г } ^{226}\text{Ra}$, $6 \text{ г } ^{239}\text{Pu}$, $30 \text{ г } ^{238}\text{U}$, $80 \text{ г } ^{234}\text{U}$ и $110 \text{ г } ^{210}\text{Po}$. К какому классу относится данное ТРО?

Пример оформления билета для сдачи зачета

БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА

Кафедра теоретической и прикладной химии

Дисциплина «Радиационный мониторинг и расчёт дозовой нагрузки на критическую группу населения».

Специальность: 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики

Специализация: Ядерная и радиационная безопасность на объектах использования ядерной энергии

БИЛЕТ ДЛЯ СДАЧИ ЗАЧЕТА №

1. Отечественная и международная классификация жидких, твердых и газообразных РАО.
2. Кальцинирование ВАО, схемы процесса включения ВАО в стекло, керамику и минералоподобные материалы.
3. Определить массу радиоактивной воды активностью 10^6 Бк, если известно, что она содержит в качестве основного радионуклида $10 \text{ г } ^{222}\text{Rn}$. ^{222}Rn $T_{1/2} = 3,8$ суток.

Одобрено на заседании кафедры «__» _____ 20__ г. Протокол №__ .

Зав. кафедрой _____ В.И. Павленко

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

■ При промежуточной аттестации в форме зачета используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено.

Промежуточная аттестация в форме **зачета** проводится по результатам текущего контроля знаний обучающегося.

Зачет служит формой проверки выполнения студентом лабораторных работ, усвоения учебного материала лекционного курса, практических занятий.

Результаты промежуточной аттестации в форме зачета определяются недифференцированными оценками «зачтено», «не зачтено».

Итоговая оценка («зачтено») определяется на основании результатов, полученных при текущих аттестациях. Зачет является промежуточным этапом процесса формирования компетенций студента при изучении дисциплины.

Для получения положительной оценки («зачтено») студент должен выполнить и защитить все лабораторные работы, предусмотренные рабочей программой, выполнить все расчетные задания своего варианта.

При оценке ответа студента на вопросы промежуточной аттестации преподаватель руководствуется следующими критериями:

- полнота и правильность ответа;
- степень осознанности, понимания изученного.

▪ Неудовлетворительная оценка («не зачтено») ставится, если студент не выполнил задания лабораторных или выполнил задания лабораторных работ, но не защитил их или не выполнил задания практических занятий своего варианта.

▪ При промежуточной аттестации в форме экзамена, используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

К экзамену допускаются студенты, получившие «зачтено» в предыдущем семестре, выполнившие, защитившие лабораторные работы и практические задания своего варианта за текущий семестр. Экзамен проводится в письменной форме. Экзаменационный билет включает в себя три теоретических вопроса, для подготовки к ответу на которые отводится время в пределах 1 часа. Экзаменационный билет студент вытаскивает случайным образом. После ответа на теоретические вопросы билета, преподаватель задает дополнительные вопросы.

Распределение вопросов и заданий по билетам находится в закрытом для студентов доступе. Ежегодно по дисциплине на заседании кафедры утверждается комплект билетов для проведения экзамена по дисциплине. Экзамен является наиболее значимым оценочным средством и решающим в итоговой отметке учебных достижений студента.

- Критериями оценивания достижений показателей являются:

Показатель оценивания	Критерий оценивания
ПК-1 Способен планировать работы по организации контроля состояния ядерной, радиационной, экологической, безопасности при обращении с ядерными материалами и радиоактивными веществами.	
ПК-1.1 Использует знания о явлении радиоактивности, ядерных реакциях, свойствах радиоактивных соединений при решении профессиональных задач	
▪ Знания	Источники образования радиоактивных отходов.
	Нормативно-правовые аспекты обращения с РАО.
	Радиационные и радиологические характеристики различных классов активности РАО и их изменение от времени хранения.
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
▪ Умения	Проводить измерения уровней радиационного загрязнения территорий

	радиоактивными отходами, обрабатывать полученные результаты
▪ Владение	Средствами дозиметрического контроля загрязненных радиоактивными отходами территорий.

▪ Оценка преподавателем выставляется интегрально по всем показателям и критериям оценивания.

▪ Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
ПК-1 Способен планировать работы по организации контроля состояния ядерной, радиационной, экологической, безопасности при обращении с ядерными материалами и радиоактивными веществами. ПК-1.1 Использует знания о явлении радиоактивности, ядерных реакциях, свойствах радиоактивных соединений при решении профессиональных задач.				
Источники образования радиоактивных отходов.	Не знает источники образования радиоактивных отходов.	Обучающийся допускает неточности при изложении основных понятий и классификации источников образования радиоактивных отходов.	Обучающийся знает основные понятия и классификацию источников образования радиоактивных отходов.	Исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает основные понятия, классификацию источников образования радиоактивных отходов.
Нормативно-правовые аспекты обращения с РАО.	Не знает нормативно-правовые аспекты обращения с РАО.	Обучающийся допускает неточности при изложении нормативно-правовых аспектов обращения с РАО.	Обучающийся знает основные нормативно-правовые аспекты обращения с РАО..	Исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает основные нормативно-правовые аспекты обращения с РАО.
Радиационные и радиологические характеристики различных классов активности РАО и их изменение от времени хранения.	Не знает радиационные и радиологические характеристики различных классов активности РАО и их изменение от времени хранения.	Обучающийся допускает неточности при изложении основных радиационных и радиологических характеристиках различных классов активности РАО и их изменение от времени хранения. Знает об основных методах решения задач по изученным разделам.	Обучающийся знает основные радиационные и радиологические характеристики различных классов активности РАО и их изменение от времени хранения. Объясняет методы решения задач по изученным разделам.	Исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает основные радиационные и радиологические характеристики различных классов активности РАО и их изменение от времени хранения. Самостоятельно может изложить методы решения задач по изученным разделам.
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Неверно излагает и	Допускает неточ-	Грамотно и по	Грамотно и точно из-

	интерпретирует знания	ности в изложении и интерпретации знаний	существу излагает знания	лагает знания, делает самостоятельные выводы
--	-----------------------	--	--------------------------	--

■ Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
ПК-1 Способен планировать работы по организации контроля состояния ядерной, радиационной, экологической, безопасности при обращении с ядерными материалами и радиоактивными веществами.				
ПК-1.1 Использует знания о явлении радиоактивности, ядерных реакциях, свойствах радиоактивных соединений при решении профессиональных задач.				
Проводить измерения уровней радиационного загрязнения территорий радиоактивными отходами, обрабатывать полученные результаты.	Не умеет проводить измерения уровней радиационного загрязнения территорий радиоактивными отходами, обрабатывать полученные результаты.	Допускает неточности и ошибки при использовании методов дозиметрического контроля. Обрабатывает полученные результаты, но допускает ошибки	Выполняет основные измерения, работает на дозиметрических приборах. Способен обработать полученные результаты	Квалифицированно проводит измерения уровней радиационного загрязнения территорий радиоактивными отходами. Самостоятельно обрабатывает полученные результаты

■

■ Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
ПК-1 Способен планировать работы по организации контроля состояния ядерной, радиационной, экологической, безопасности при обращении с ядерными материалами и радиоактивными веществами.				
ПК-1.1 Использует знания о явлении радиоактивности, ядерных реакциях, свойствах радиоактивных соединений при решении профессиональных задач.				
Средствами дозиметрического контроля загрязненных радиоактивными отходами территорий	Не владеет средствами дозиметрического контроля загрязненных радиоактивными отходами территорий	С дополнительной помощью проводит исследование дозиметрического контроля. Имеет навыки по выполнению анализа, обработке результатов и интерпретации полученной информации. Обладает приемами поиска данных с использованием библиотечных фондов и Интернет-ресурсов, но допускает ошибки.	Владеет навыками проведения дозиметрического контроля. Имеет достаточные навыки по выполнению анализа, обработке результатов и интерпретации полученной информации. Обладает приемами поиска данных с использованием библиотечных фондов и Интернет-ресурсов	Владеет средствами дозиметрического контроля загрязненных радиоактивными отходами территорий. Самостоятельно и в полном объеме выполняет анализ и оценку полученной информации, владеет приемами самостоятельного поиска всех необходимых данных с использованием библиотечных фондов и Интернет-ресурсов.

- Критериями оценивания достижений показателей являются:

Показатель оценивания	Критерий оценивания
ПК-2 Способен контролировать технологический процесс в сфере профессиональной деятельности с соблюдением действующих норм ядерной, радиационной, экологической и технической безопасности	
ПК-2.1 Анализирует радиационную ситуацию и контролирует безопасность при обращении с ядерными материалами и радиоактивными веществами	
Знания	Критерии, требования и методы обеспечения качества при переработке высокоактивных отходов. Технология переработки жидких высокоактивных отходов. Длительное хранение и захоронение твердых высокоактивных отходов. Методы очистки газовых выбросов. Контейнеры для хранения ОЯТ.
Умения	Анализировать радиационную ситуацию и разрабатывать мероприятия по обеспечению ядерной безопасности.
Владение	Основными способами, устройствами и техническими средствами сбора и транспортирования радиоактивных отходов, обеспечения радиационной безопасности.

- Оценка преподавателем выставляется интегрально по всем показателям и критериям оценивания.
- Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
ПК-2 Способен контролировать технологический процесс в сфере профессиональной деятельности с соблюдением действующих норм ядерной, радиационной, экологической и технической безопасности				
ПК-2.1 Анализирует радиационную ситуацию и контролирует безопасность при обращении с ядерными материалами и радиоактивными веществами				
Критерии, требования и методы обеспечения качества при переработке высокоактивных отходов. Технология переработки жидких высокоактивных отходов. Длительное хранение и захоронение твердых высокоактивных отходов. Методы очистки газовых выбросов. Контейнеры для хранения ОЯТ.	Не знает критерии, требования и методы обеспечения качества при переработке высокоактивных отходов. Технологию переработки жидких высокоактивных отходов. Длительное хранение и захоронение твердых высокоактивных отходов. Методы очистки газовых выбросов. Контейнеры для хранения ОЯТ.	Обучающийся неточно излагает критерии, требования и методы обеспечения качества при переработке высокоактивных отходов. Технологию переработки жидких высокоактивных отходов. Методы очистки газовых выбросов. Знает об основных методах решения задач по изученным разделам.	Обучающийся излагает критерии, требования и методы обеспечения качества при переработке высокоактивных отходов. Технологию переработки жидких высокоактивных отходов. Методы очистки газовых выбросов. Объясняет методы решения задач по изученным разделам.	Исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает критерии, требования и методы обеспечения качества при переработке высокоактивных отходов. Технологию переработки жидких высокоактивных отходов. Методы очистки газовых выбросов. Самостоятельно может изложить методы решения задач по изученным разделам.

- Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
ПК-2 Способен контролировать технологический процесс в сфере профессиональной деятельности с соблюдением действующих норм ядерной, радиационной, экологической и технической безопасности				

ПК-2.1 Анализирует радиационную ситуацию и контролирует безопасность при обращении с ядерными материалами и радиоактивными веществами.				
Анализировать радиационную ситуацию и разрабатывать мероприятия по обеспечению ядерной безопасности.	Не умеет анализировать радиационную ситуацию и разрабатывать мероприятия по обеспечению ядерной безопасности.	Допускает неточности и ошибки при анализе радиационной ситуации и разрабатывании мероприятий по обеспечению ядерной безопасности. Обрабатывает полученные результаты, но допускает ошибки	Способен анализировать радиационную ситуацию и разрабатывать мероприятия по обеспечению ядерной безопасности. Самостоятельно обрабатывает полученные результаты.	Квалифицированно и грамотно способен анализировать радиационную ситуацию и разрабатывать мероприятия по обеспечению ядерной безопасности. Самостоятельно обрабатывает полученные результаты

■

■ Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
ПК-2 Способен контролировать технологический процесс в сфере профессиональной деятельности с соблюдением действующих норм ядерной, радиационной, экологической и технической безопасности				
ПК-2.1 Анализирует радиационную ситуацию и контролирует безопасность при обращении с ядерными материалами и радиоактивными веществами.				
Основными способами, устройствами и техническими средствами сбора и транспортирования радиоактивных отходов, обеспечения радиационной безопасности.	Не владеет основными способами, устройствами и техническими средствами сбора и транспортирования радиоактивных отходов, обеспечения радиационной безопасности.	С дополнительной помощью владеет устройствами и техническими средствами сбора и транспортирования радиоактивных отходов, обеспечения радиационной безопасности. Обладает приемами поиска данных с использованием библиотечных фондов и Интернет-ресурсов, но допускает ошибки.	Владеет основными способами, устройствами и техническими средствами сбора и транспортирования радиоактивных отходов, обеспечения радиационной безопасности. Имеет достаточные навыки по выполнению анализа, обработке результатов и интерпретации полученной информации. Обладает приемами поиска данных с использованием библиотечных фондов и Интернет-ресурсов.	Квалифицированно владеет основными способами, устройствами и техническими средствами сбора и транспортирования радиоактивных отходов, обеспечения радиационной безопасности. Самостоятельно и в полном объеме выполняет анализ и оценку полученной информации, владеет приемами самостоятельного поиска всех необходимых данных с использованием библиотечных фондов и Интернет-ресурсов..

■

■ Критериями оценивания достижений показателей являются:

■

Показатель оценивания	Критерий оценивания
ПК-2 Способен контролировать технологический процесс в сфере профессиональной деятельности с соблюдением действующих норм ядерной, радиационной, экологической и технической	

безопасности	
ПК-2.3 Использует методы определения активности радионуклидов в объектах среды и расчета дозовой нагрузки на критическую группу населения	
Знания	Методы сбора, транспортирования и временного хранения РАО. Отверждение ЖРО низкого и среднего уровня активности. Переработка твердых радиоактивных отходов. Особенности переработки и отверждения органических РАО. Захоронение отходов низкой и средней активности.
Умения	Грамотно использовать методы безопасного проведения работ с использованием радиоактивных веществ в открытом виде и оценивать получаемую дозу за счет внешнего и внутреннего облучения.
Владение	Средствами защиты при обращении с радиоактивными отходами, методами и средствами снижения активности радиоактивных отходов, методами радиометрических измерений, методом изотопного разбавления, радиометрического титрования при решении профессиональных задач

- Оценка преподавателем выставляется интегрально по всем показателям и критериям оценивания.

- Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
ПК-2 Способен контролировать технологический процесс в сфере профессиональной деятельности с соблюдением действующих норм ядерной, радиационной, экологической и технической безопасности				
ПК-2.3 Использует методы определения активности радионуклидов в объектах среды и расчета дозовой нагрузки на критическую группу населения				
Методы сбора, транспортирования и временного хранения РАО. Отверждение ЖРО низкого и среднего уровня активности. Переработка твердых радиоактивных отходов. Особенности переработки и отверждения органических РАО. Захоронение отходов низкой и средней активности.	Не знает методы сбора, транспортирования и временного хранения РАО, отверждение ЖРО низкого и среднего уровня активности, переработку твердых радиоактивных отходов, особенности переработки и отверждения органических РАО, захоронение отходов низкой и средней активности	Обучающийся допускает неточности при изложении основных понятий и классификации методов сбора, транспортирования и временного хранения РАО, отверждения ЖРО низкого и среднего уровня активности. Знает об основных методах решения задач по изученным разделам.	Обучающийся знает основные понятия и классификацию методов сбора, транспортирования и временного хранения РАО, отверждения ЖРО низкого и среднего уровня активности. Переработку твердых радиоактивных отходов. Особенности переработки и отверждения органических РАО. Захоронение отходов низкой и средней активности. Объясняет методы решения задач по изученным разделам.	Исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает основные понятия, классификацию методов сбора, транспортирования и временного хранения РАО, отверждения ЖРО низкого и среднего уровня активности. Переработку твердых радиоактивных отходов. Особенности переработки и отверждения органических РАО. Захоронение отходов низкой и средней активности. Самостоятельно может изложить методы решения задач по изученным разделам.

- Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
ПК-2 Способен контролировать технологический процесс в сфере профессиональной деятельности				

сти с соблюдением действующих норм ядерной, радиационной, экологической и технической безопасности				
ПК-2.3 Использует методы определения активности радионуклидов в объектах среды и расчета дозовой нагрузки на критическую группу населения.				
Грамотно использовать методы безопасного проведения работ с использованием радиоактивных веществ в открытом виде и оценивать получаемую дозу за счет внешнего и внутреннего облучения.	Не умеет грамотно использовать методы безопасного проведения работ с использованием радиоактивных веществ в открытом виде и оценивать получаемую дозу за счет внешнего и внутреннего облучения.	Допускает неточности и ошибки при использовании методов дозиметрического контроля. Обрабатывает полученные результаты, но допускает ошибки.	Выполняет основные измерения, работает на дозиметрических приборах. Способен обработать полученные результаты.	Квалифицированно и грамотно использует методы безопасного проведения работ с использованием радиоактивных веществ в открытом виде и оценивать получаемую дозу за счет внешнего и внутреннего облучения. Самостоятельно обрабатывает полученные результаты.

■

■ Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
ПК-2 Способен контролировать технологический процесс в сфере профессиональной деятельности с соблюдением действующих норм ядерной, радиационной, экологической и технической безопасности				
ПК-2.3 Использует методы определения активности радионуклидов в объектах среды и расчета дозовой нагрузки на критическую группу населения				
Средствами защиты при обращении с радиоактивными отходами, методами и средствами снижения активности радиоактивных отходов, методами радиометрических измерений, методом изотопного разбавления, радиометрического титрования при решении профессиональных задач	Не владеет средствами защиты при обращении с радиоактивными отходами, методами и средствами снижения активности радиоактивных отходов, методами радиометрических измерений, методом изотопного разбавления, радиометрического титрования при решении профессиональных задач	С дополнительной помощью проводит исследования при обращении с радиоактивными отходами, методами и средствами снижения активности радиоактивных отходов. Обладает приемами поиска данных с использованием библиотечных фондов и Интернет-ресурсов, но допускает ошибки.	Владеет средствами защиты при обращении с радиоактивными отходами, методами и средствами снижения активности радиоактивных отходов. Имеет достаточные навыки по выполнению анализа, обработке результатов и интерпретации полученной информации. Обладает приемами поиска данных с использованием библиотечных фондов и Интернет-ресурсов.	Квалифицированно и грамотно владеет средствами защиты при обращении с радиоактивными отходами, методами и средствами снижения активности радиоактивных отходов. Самостоятельно и в полном объеме выполняет анализ и оценку полученной информации, владеет приемами самостоятельного поиска всех необходимых данных с использованием библиотечных фондов и Интернет-ресурсов.

■

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, УК № 2, № 325	Специализированная мебель, компьютер, проектор, экран с электроприводом, доска магнитно-меловая, информационные стенды для проведения лекционных занятий.
	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель. Персональные компьютеры под управлением ОС Windows, компьютерная техника, подключенная к сети интернет и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий УК № 2, № 301	Специализированная мебель, мультимедийный проектор, переносной экран, компьютер, лабораторные столы, вытяжные шкафы, сушильный шкаф, термостат, аналитические весы, электролизер, электрические плитки, рН-метр, информационные стенды, лабораторная посуда.
	Компьютерный класс кафедры для проведения практических занятий УК 2 № 327	Специализированная мебель. Персональные компьютеры под управлением ОС Windows, компьютерная техника, демонстрационный экран, диапроектор, плакаты, схемы, слайды

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№ п/п	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Скачек М.А. Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами АЭС. - Издательский дом МЭИ, 2007.
2. Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/8138>
3. Бекман, И. Н. Ядерные технологии : учебник для бакалавриата и магистратуры / И. Н. Бекман. - 2-е изд., испр. и доп. - М : Юрайт, 2017. - 401 с.
4. Радиационная экология : учеб. пособие для студентов очной формы обучения направления бакалавриата 280700 - Техносфер. безопасность профиля подгот. "Радиационная и электромагнитная безопасность" / В. И. Павленко, Н. И. Черкашина, П. В. Матюхин ; БГТУ им. В. Г. Шухова. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2014. - 116 с.
5. Тулякова, О.В. Радиационная экология: организация самостоятельной работы студентов: методическое пособие / О.В. Тулякова. - Москва : Директ-Медиа, 2014. - 87 с. Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=235803>
6. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности. ОСПОРБ-99. Санитарные правила СП 2.6.1.79-999. 2.6.1. Ионизирующее излучение. Радиационная безопасность : утв. 27 дек. 1999 г. - Введ. с 01.07.2000. - Москва : НПК "Апрохим", 2000. - 90 с.
7. Балаков, Ю.Н. Безопасность энергоустановок в вопросах и ответах [Электронный ресурс]: практ. пособие : в 2-х ч. / Ю. Н. Балаков. Ч. 1 : Устройство и эксплуатация энергоустановок. М. : Издательский дом МЭИ, 2008. Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/8122> .
3. Балаков, Ю.Н. Безопасность энергоустановок в вопросах и ответах [Электронный ресурс]: практ. пособие : в 2-х ч. / Ю. Н. Балаков. Ч. 2 : Охрана труда и техника безопасности. М. : Издательский дом МЭИ, 2008. Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/8123> .

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. Российское образование ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ПОРТАЛ: <http://www.edu.ru/>
2. Химический каталог: <http://www.ximicat.com/>
3. Химический портал ChemPort.Ru: <http://www.chemport.ru>
4. Сайт о химии ХиМиК: <http://www.xumuk.ru/>
5. Электронно-библиотечная система IPRBooks: <http://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная библиотечная система изд-ва Лань: <http://e.lanbook.com>
7. Электронная библиотека БГТУ им. В.Г. Шухова: <https://elib.bstu.ru/>
8. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»: <http://biblioclub.ru/>
9. Электронно-библиотечная система «Book On Lime»: <https://bookonline.ru/>
10. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: <http://elibrary.ru/>
11. Национальная электронная библиотека: <http://xn--90ax2c.xn--p1ai/>
12. Электронная библиотечная система «Юрайт»: <https://biblio-online.ru/>

13. Электронная библиотека НИУ БелГУ: <http://library-mp.bsu.edu.ru/MegaPro/Web>
14. Электронная библиотека БГАУ им. В.Я. Горина: <http://lib.belgau.edu.ru/>
15. <http://profbeckman.narod.ru/RR0.htm>
16. <http://www.chemport.ru/radiochemistry.shtml>
17. И.Н. Бекман. Радиохимия. Курс лекций. МГУ, 2006г. Электронный учебник. umar.narod.ru.

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20____ /20____ учебный год без изменений/с изменениями, дополнениями

Протокол № _____ заседания кафедры от «____» _____ 20____ г.

Заведующий кафедрой _____
подпись, ФИО

Директор института _____
подпись, ФИО