

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)



УТВЕРЖДАЮ  
Директор института

Ястребинский Р.Н.

2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины

**Радиационная экология**

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 институт

**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, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 07 августа 2020 г. № 913

▪ учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель (составители):  
канд. хим. наук, профессор  (Л.В. Денисова)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 13 » 05 2021 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой:  (В.И. Павленко)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой  
Теоретической и прикладной химии  
(наименование кафедры/кафедр)

Заведующий кафедрой:  (В.И. Павленко)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

« 13 » 05 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » 05 2021 г., протокол № 9

Председатель  (Л.А. Порожнюк)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

## 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-2 Способен контролировать технологический процесс в сфере профессиональной деятельности с соблюдением действующих норм ядерной, радиационной, экологической и технической безопасности.	ПК-2.6. Проводит мониторинг радиационных повреждений биологических объектов и окружающей среды, осуществляет радиационный экологический контроль объектов использования атомной энергии и прилегающих территорий	<p>В результате изучения раздела студент должен</p> <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• понятия радиоактивности и ядерных излучений, закон радиоактивного распада;</li> <li>• типы радиоактивных превращений;</li> <li>• свойства радионуклидов;</li> <li>• источники ионизирующих излучений и их вкладе в естественный и техногенный радиационный фон;</li> <li>• механизмы миграции радионуклидов в экосистемах;</li> <li>• радиочувствительность организмов различных видов.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• эффективно использовать полученные знания для оценки радиационной обстановки;</li> <li>• формулировать и решать задачи, возникающие в ходе исследования радиационной обстановки и направленные на обеспечение радиационной безопасности населения;</li> <li>• проводить мониторинг радиационных повреждений биологических объектов и окружающей среды;</li> <li>• осуществлять радиационный экологический контроль объектов использования атомной энергии и прилегающих территорий.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методами (способами) расчёта и оценки дозовых нагрузок населения, обусловленных природными и техногенными факторами;</li> <li>• действующими стандартами, нормами в области радиоэкологии, позволяющими оценивать результаты радиационных исследований;</li> </ul>

	<p>ПК-4. Способен оценивать и анализировать результаты контроля состояния безопасности объектов атомной энергетики и разрабатывать мероприятия по её улучшению</p>	<p>ПК-4.2. Определяет уровни негативных воздействий на человека и окружающую среду</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основы нормативно-правовой системы в области: оценки радиационных воздействий на человека, биоту и обращения с радиоактивными отходами;</li> <li>• технологии снижения радиационной нагрузки на население и повышения качества продукции по радиационному признаку;</li> <li>• устойчивость и восстановление экосистем после их радиоактивного загрязнения;</li> <li>• основные характеристики естественного радиационного фона Земли;</li> <li>• особенности накопления радионуклидов в организме человека;</li> <li>• характеристику радиоактивных отходов на АЭС;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• выбирать и оптимизировать режимы по защите объектов окружающей среды,</li> <li>• прогнозировать отдаленные последствия (рак, генетические эффекты) ядерных излучений на живые организмы;</li> <li>• использовать полученные знания для оценки возможных последствий загрязнения окружающей среды радионуклидами в случае штатной работы объектов атомной энергетики и при чрезвычайных ситуациях;</li> <li>• оценивать уровень радиоактивного загрязнения различных поверхностей, строительных материалов, воды и продовольствия.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• знаниями о воздействии естественного радиационного фона на здоровье человека;</li> <li>• методами очистки продуктов питания от радионуклидов;</li> <li>• методами и средствами снижения радиационного фона от радона;</li> <li>• методами и средствами контроля по обеспечению радиационной безопасности производственного персонала и населения; определением уровня дезактивационных мероприятий.</li> </ul>
--	--	--	---

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. 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	Основы радиационной безопасности
3	Радиобиология
4	Радиационная экология
5	Ядерно-энергетические установки
6	Методы обеспечения радиационной безопасности персонала и населения
7	Радиационный мониторинг и расчёт дозовой нагрузки на критическую группу населения
8	Производственная преддипломная практика
9	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика
10	Выполнение, подготовка и процедура защиты и защита выпускной квалификационной работы

**2. Компетенция ПК-4** Способен оценивать и анализировать результаты контроля состояния безопасности объектов атомной энергетики и разрабатывать мероприятия по её улучшению.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Основы радиационной безопасности
2	Основы радиационного контроля и дозиметрии
3	Радиобиология
4	Радиационная экология
5	Методы обеспечения радиационной безопасности персонала и населения
6	Радиационный мониторинг и расчёт дозовой нагрузки на критическую группу населения
7	Производственная преддипломная практика
8	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика
9	Выполнение, подготовка и процедура защиты и защита выпускной квалификационной работы

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки:

Форма промежуточной аттестации экзамен

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 9
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	73	73
лекции	34	34
лабораторные	17	17
практические	17	17
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	5	5
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	107	107
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание	18	18/
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	53	53
Экзамен	36	36

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

#### 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	Экзамен
<b>1. Возникновение и становление радиационной экологии</b>						
	Предмет, цель и задачи радиоэкологии. Структура радиоэкологии и связь с другими науками. Радиоактивность и ядерные излучения. Радий и его производство. Интенсификация исследований и становление радиоэкологии.	4	-	-	5	

<b>2. Физические основы радиационной экологии</b>					
	Основные представления о радиоактивности. Закон радиоактивного распада. Типы радиоактивных превращений. Радиоактивность, стабильные и нестабильные ядра.	4	4	-	5
<b>3. Радиационный мониторинг</b>					
	Обращение с материалами и изделиями, загрязненными или содержащими радионуклиды. Обращение с радиоактивными отходами. Критерии вмешательства на загрязненных территориях.	6	3	6	10
<b>4. Естественный и радиационный фон окружающей среды</b>					
	Естественная радиоактивность. Искусственная радиоактивность. Вклад космического излучения в естественный радиационный фон. Облучение в помещениях и радионуклиды в строительных материалах. Родон и его роль во внутреннем облучении организма.	6	2	6	9
<b>5. Миграция радионуклидов в природных средах</b>					
	Распространение радионуклидов в атмосфере. Миграция радионуклидов в водной среде. Пространственное перераспределение радионуклидов в водных экосистемах и механизмы его обуславливающие. Особенности накопления радионуклидов в организме человека. Фоновое облучение человека.	4	4	4	8
<b>6. Защита организмов от радиационного поражения</b>					
	Защитные мероприятия при авариях на АЭС. Мероприятия по снижению поступления радионуклидов в сельскохозяйственную продукцию и продукты питания. Снижение содержания радионуклидов в продукции при ее переработке.	4	2		5
<b>7. Радиозэкологические проблемы ядерной энергетики</b>					
	Радиотоксичность. Стратегия развития атомной энергетики России. Трансмутация радиоактивных отходов. Применение электроядерных установок для трансмутации актинидов. Образование и классификация радиоактивных отходов. Уничтожение ядерных отходов. Воздействие на окружающую среду радиоактивных отходов.	6	2	-	7
	<b>ВСЕГО</b>	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>53</b>

## 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1	Физические основы радиационной экологии	Классификация источников ионизирующего излучения. Дозы ионизирующего излучения: доза и единицы ее измерения, мощность дозы и активность источника, расчёт дозы ИИ.	4	4
2	Радиационный мониторинг	Расчет коэффициента очистки воздуха	3	3
3	Естественный и радиационный фон окружающей среды	Расчёт эффективной удельной активности радона в воде, почве и воздухе.	2	2
4	Миграция радионуклидов в природных средах	Расчёт эффективной удельной активности естественных и искусственных радионуклидов в различных средах.	4	4
5	Защита организмов от радиационного поражения	Расчёт мощности дозы поглощённого излучения.	2	2
6	Радиоэкологические проблемы ядерной энергетики	Расчёт снижения активности ТРО и ЖРО после компактификации в контейнер.	2	2
<b>ИТОГО</b>			<b>17</b>	<b>17</b>

## 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1	Радиационный мониторинг	Анализ радиоактивных отходов	6	6
2	Естественный и радиационный фон окружающей среды	Определение эффективной удельной активности радона в воде, почве и воздухе.	6	6
3	Радиоэкологические проблемы ядерной энергетики	Расчет содержания ЕРН и ИРН в воздухе рабочей зоны	4	4
<b>ИТОГО:</b>			<b>17</b>	<b>17</b>

#### 4.4. Содержание курсового проекта/работы

Выполнение курсового проекта/работы не предусмотрено учебным планом.

#### 4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

В процессе выполнения расчетно-графического задания осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудитория и посредством электронной информационно-образовательной среды университета.

На выполнение РГЗ предусмотрено 18 часов самостоятельной работы студента по разделам 1-7.

##### Типовые задания РГЗ

1. Виды ионизирующих излучений. В кровь человека ввели небольшое количество раствора, содержащего радиоизотоп  $\text{Na}^{24}$  активностью  $a = 2 \times 10^3 \text{ с}^{-1}$ . Активность  $1 \text{ см}^3$  крови, взятой через  $t = 5$  ч после этого, оказалась  $a = 16 \text{ с}^{-1} \times \text{см}^{-3}$ . Найти объем крови человека ( $T_{1/2} = 15$  ч).

2. Добыча и переработка ядерного топлива. Переработка и захоронение ядерных отходов При какой концентрации ( $n$ ) плутония в воздухе годовая доза от его попадания в легкие составит  $D = 1,7 \times 10^{-6}$  Гр? Для расчета принять:

1) в среднем человек вдыхает  $V_0 = 0,01$  л воздуха в минуту;

2) в легких остается  $\varepsilon = 0,01$  попавшего в организм при вдохе  $^{239}\text{Pu}$ ;

3) первоначально плутоний в легких отсутствовал.

Период полураспада  $T_{1/2} = 24\,390$  лет. Средняя энергия  $\alpha$ -частицы  $E_\alpha = 5$  МэВ.

Масса легких  $m = 0,5$  кг.

### 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

#### 5.1. Реализация компетенций

**1. 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-2.6. Проводит мониторинг радиационных повреждений биологических объектов и окружающей среды, осуществляет радиационный экологический контроль объектов использования атомной энергии и прилегающих территорий	Экзамен, защита ИДЗ, защита лабораторных работ, собеседование, устный опрос

**2. Компетенция ПК-4** Способен оценивать и анализировать результаты контроля состояния безопасности объектов атомной энергетики и разрабатывать мероприятия по её улучшению

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-4.2. Определяет уровни негативных воздействий на человека и окружающую среду	Экзамен, защита ИДЗ, защита лабораторных работ, собеседование, устный опрос

## 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	Возникновение и становление радиационной экологии	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Цель и задачи радиоэкологии.</li> <li>2. Структура радиоэкологии и связь с другими науками.</li> <li>3. Радиоактивность и ядерные излучения.</li> <li>4. Радий и его производство.</li> <li>5. Интенсификация исследований и становление радиоэкологии.</li> <li>6. Искусственные источники радиации.</li> </ol>
2	Физические основы радиационной экологии	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные представления о радиоактивности.</li> <li>2. Закон радиоактивного распада.</li> <li>3. Типы радиоактивных превращений.</li> <li>4. Радиоактивность, стабильные и нестабильные ядра.</li> <li>5. Охарактеризуйте понятия физический, биологический и эффективный период полураспада.</li> <li>6. Что такое радиоактивные ряды. Приведите примеры.</li> <li>7. Что такое ядерные реакции.</li> <li>8. Условия возникновения ядерных цепных реакций. Сколько энергии при этом образуется.</li> <li>9. Термоядерные реакции.</li> <li>10. Что такое проникающая и ионизирующая способность. От чего она зависит.</li> </ol>
3	Радиационный мониторинг	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обращение с материалами и изделиями, загрязненными или содержащими радионуклиды.</li> <li>2. Обращение с радиоактивными отходами.</li> <li>3. Критерии вмешательства на загрязненных территориях.</li> <li>4. Какие защитные мероприятия проводятся на загрязненных территориях.</li> </ol>

		<p>5. Как проводится частичная санитарная обработка.</p> <p>6. В чем сущность специальной обработки.</p> <p>7. Что такое обеззараживание и дезактивация.</p> <p>8. Показатели эффективности дезактивационных работ.</p> <p>9. Какие способы проведения дезактивационных работ вам известны.</p> <p>10. Расскажите о дезактивации воды и продуктов питания.</p> <p>11. Как снизить содержание радионуклидов в продуктах питания.</p> <p>12. Какие пищевые продукты помогают снизить негативные последствия воздействия радиации на организм.</p>
4	Естественный и радиационный фон окружающей среды	<p>1. Естественная радиоактивность.</p> <p>2. Искусственная радиоактивность.</p> <p>3. Вклад космического излучения в естественный радиационный фон.</p> <p>4. Облучение в помещениях и радионуклиды в строительных материалах.</p> <p>5. Радон и его роль во внутреннем облучении организма.</p> <p>6. <math>\alpha</math>-радиоактивность.</p> <p>7. Геология радона.</p> <p>8. Радон в жилых помещениях, воде.</p> <p>9. Радон в минеральных водах.</p> <p>10. Радон и его влияние на организм человека.</p> <p>11. Лечение радоном.</p>
5	Миграция радионуклидов в природных средах	<p>1. Распространение радионуклидов в атмосфере.</p> <p>2. Миграция радионуклидов в водной среде.</p> <p>3. Пространственное перераспределение радионуклидов в водных экосистемах и механизмы его обуславливающие.</p> <p>4. Особенности накопления радионуклидов в организме человека.</p> <p>5. Фоновое облучение человека.</p> <p>6. Укажите наиболее вероятные пути миграции радионуклидов.</p> <p>7. Каково назначение и задачи служб радиационной безопасности.</p> <p>8. Применение радиопротекторов.</p> <p>9. Какие неспецифические препараты повышают устойчивость организма к радиационному воздействию.</p> <p>10. Назовите критерии для проведения противорадиационных мероприятий.</p>
6	Защита организмов от радиационного поражения	<p>1. Защитные мероприятия при авариях на АЭС.</p> <p>2. Мероприятия по снижению поступления радионуклидов в сельскохозяйственную продукцию и продукты питания.</p>

		<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Снижение содержания радионуклидов в продукции при ее переработке.</li> <li>4. Как происходит действие ионизирующих излучений на молекулярном и клеточном уровне.</li> <li>5. От чего зависят последствия воздействия на организм.</li> <li>6. Зависимость последствия воздействия ионизирующего излучения на организм в зависимости от дозы и продолжительности облучения.</li> <li>7. Какова скорость восстановления после облучения. Сколько составляет необратимая часть поражения.</li> <li>8. Какими путями осуществляется воздействия радиации на человека.</li> <li>9. Причины и последствия накопления некоторых радионуклидов в организме.</li> <li>10. Как зависят последствия облучения от вида излучения и характера облучения.</li> <li>11. Зависимость последствий облучения от размеров облучаемой поверхности и возраста.</li> <li>12. Детерминированные и стохастические эффекты воздействия радиации на организм.</li> <li>13. Характеристика лучевой болезни.</li> <li>14. Генетические и соматические последствия облучения.</li> <li>15. Психологическое воздействие опасности радиационного заражения.</li> <li>16. Каков вклад радона в дозовую нагрузку. Меры по ее снижению.</li> <li>17. Проблемы использования радиации в медицине.</li> </ol>
7	Радиоэкологические проблемы ядерной энергетики	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Радиотоксичность.</li> <li>2. Стратегия развития атомной энергетики России.</li> <li>3. Трансмутация радиоактивных отходов.</li> <li>4. Применение электроядерных установок для трансмутации актинидов.</li> <li>5. Образование и классификация радиоактивных отходов.</li> <li>6. Характеристика радиоактивных отходов АЭС</li> <li>7. Жидкие радиоактивные отходы.</li> <li>8. Современные методы по переработке жидких радиоактивных сред.</li> <li>9. Твердые радиоактивные отходы.</li> <li>10. Газообразные радиоактивные отходы.</li> <li>11. Уничтожение ядерных отходов.</li> <li>12. Воздействие на окружающую среду радиоактивных отходов.</li> </ol>

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

Выполнение курсового проекта/курсовой работы не предусмотрено учебным планом.

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

Текущий контроль осуществляется в течение девятого (осеннего) семестра в форме решения разноуровневых задач на практических и лабораторных занятиях.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
<b>Практические занятия</b>		
1	Физические основы радиационной экологии	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что отражает поглощенная доза?</li> <li>2. В каких единицах она измеряется?</li> <li>3. Что означает понятие «мощность поглощенной дозы»?</li> <li>4. Можно ли непосредственно измерить эту величину? 4. Что такое эквивалентная доза? Как рассчитывается эта величина?</li> <li>5. Что отражают эффективная доза и коллективная эффективная доза?</li> <li>6. В каких единицах измеряются эти величины?</li> </ol>
2	Радиационный мониторинг	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Чем определяется различие уровня космической радиации в различных зонах Земли?</li> <li>2. Перечислите основные источники поступления радона в окружающую среду.</li> <li>3. Как можно снизить содержание радона в помещениях?</li> <li>4. Какие пищевые продукты являются основными источниками поступления <math>^{40}\text{K}</math> в организм человека?</li> <li>5. Какие существуют механизмы поступления земной радиации в окружающую среду?</li> <li>6. Что представляет собой технологически увеличенная природная радиация?</li> </ol>
3	Естественный и радиационный фон окружающей среды	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расскажите о коэффициентах перехода элементов <math>^{90}\text{Sr}</math> и <math>^{137}\text{Cs}</math>, содержащихся в сельхозкультурах, произрастающих на радиоактивных территориях.</li> <li>2. Опишите распределение <math>^{90}\text{Sr}</math> и <math>^{137}\text{Cs}</math> в растениях и почвах.</li> <li>3. От чего зависит радиационная емкость и скорость миграции радионуклидов в водах?</li> <li>4. Какие основные радионуклиды и каким образом поступают в организм человека?</li> <li>5. Какие продукты подвержены наибольшей концентрации в них <math>^{90}\text{Sr}</math> и <math>^{137}\text{Cs}</math>?</li> <li>6. Опишите допустимые уровни содержания <math>^{90}\text{Sr}</math> и <math>^{137}\text{Cs}</math> в продуктах питания по СНИПу.</li> <li>7. <math>\gamma</math>-фон на территории около 12-го учебного корпуса НАУ составляет 17 мкР/ч. Определить эквивалентную дозу <math>\gamma</math>-излучения для человека за один год в мышцах при энергии фотонов 400 кэВ. и эквивалентную дозу от радионуклидов чернобыльского происхождения.</li> </ol>

4	Миграция радионуклидов в природных средах	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие физические процессы определяют рассеяние радионуклидов в атмосфере?</li> <li>2. Укажите основные пути удаления радиоактивных веществ из атмосферы.</li> <li>3. Каков механизм повышенного влажного выпадения и скрытого выпадения?</li> <li>4. В каком случае можно ожидать более интенсивные радиоактивные выпадения: при прохождении облака над равнинной местностью или над холмистой?</li> <li>5. Укажите основные механизмы сухого выпадения.</li> <li>6. От каких факторов зависит уровень вторичного загрязнения атмосферы.</li> </ol>
5	Защита организмов от радиационного поражения	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что называется дозой излучения?</li> <li>2. Перечислите единицы измерения радиоактивности.</li> <li>3. Расскажите о нормах радиационной безопасности.</li> <li>4. Что называется предельно допустимой дозой облучения?</li> <li>5. Как воздействует радиация на ткани живого организма?</li> <li>6. Какие последствия наблюдаются при воздействии радиации на человека?</li> <li>7. Опишите механизм биологического действия ИИ на организм.</li> <li>8. Что называется соматическим воздействием ИИ?</li> <li>9. Как проявляется генетическое воздействие ИИ?</li> <li>10. Перечислите смертельные разовые дозы и последствия облучения.</li> <li>11. Что является главной целью радиационной безопасности?</li> <li>12. Опишите прогнозируемые уровни облучения, при которых необходимо срочное вмешательство, а также такие уровни при хроническом облучении.</li> <li>13. Какие ограничения накладываются при воздействии природного и медицинского облучения?</li> </ol>
6	Радиоэкологические проблемы ядерной энергетики	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что называется цепной реакцией?</li> <li>2. Что собой представляют коэффициент размножения нейтронов и критические параметры?</li> <li>3. Перечислите типы ядерных реакторов и расскажите о применении их.</li> <li>4. Опишите устройство атомной электростанции.</li> <li>5. Какие продукты деления трансурановых элементов накапливаются после работы в ядерных реакторах.</li> <li>6. Что называется ядерным топливным циклом?</li> <li>7. Опишите добычу природного урана и производство гексафтора урана.</li> <li>8. Расскажите об опасных отходах и выбросах в АЭЖК.</li> <li>9. Какие проблемы существуют для транспортировки и захоронения РАО?</li> </ol>

<b>Лабораторные занятия</b>		
1	Радиационный мониторинг	<p style="text-align: center;"><b>Лабораторная работа № 1</b> <b>«Анализ радиоактивных отходов»</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какая величина характеризует скорость выведения радионуклида из организма?</li> <li>2. Приведите классификацию РАО.</li> <li>3. Определить среднюю длину свободного пробега <math>\gamma</math>-квантов в среде, слой половинного ослабления которой равен 4,5 см.</li> <li>4. Пренебрегая поглощением в воздухе, определить мощность дозы <math>\gamma</math>-излучения (мкР/с) на расстоянии 2 м от точечного источника активностью 0,1 Ки. Энергия <math>\gamma</math>-квантов 1 МэВ. Выход <math>\gamma</math>-квантов равен 0,5 квант/распад.</li> </ol>
2	Естественный и радиационный фон окружающей среды	<p style="text-align: center;"><b>Лабораторная работа № 2</b> <b>«Определение эффективной удельной активности радона в воде, почве и воздухе»</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что означает понятие «эффективный период полураспада»?</li> <li>2. Чем различается поведение в почве основных дозобразующих чернобыльских радионуклидов <math>^{137}\text{Cs}</math> и <math>^{90}\text{Sr}</math>?</li> <li>3. Укажите основные пути аэрального загрязнения фитомассы.</li> <li>4. В чем заключается различие между аэральным поступлением радионуклидов в растения и посредством корневого питания?</li> <li>5. Какие факторы определяют корневое накопление радионуклидов растениями?</li> <li>6. Чем обусловлены сезонные колебания накопления радионуклидов в организме человека?</li> <li>7. Определение эффективной удельной активности радона в воде, почве и воздухе.</li> </ol>
3	Радиоэкологические проблемы ядерной энергетики	<p style="text-align: center;"><b>Лабораторная работа № 3</b> <b>«Расчет содержания ЕРН и ИРН в воздухе рабочей зоны»</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расчет содержания ЕРН и ИРН в воздухе рабочей зоны</li> <li>2. Какими наиболее опасными радиоактивными отходами характеризуется атомная энергетика?</li> <li>3. Что такое радиотоксичность?</li> <li>4. В чем состоит стратегия развития атомной энергетики в России?</li> <li>5. Что называется трансмутацией РАО?</li> <li>6. Опишите устройство электроядерной установки и перспективы ее применения.</li> <li>7. Расскажите об уничтожении ядерных отходов долгоживущих продуктов деления</li> </ol>

## Пример типового экзаменационного билета

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. В.Г. ШУХОВА

КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ И ПРИКЛАДНОЙ ХИМИИ  
Дисциплина "Радиационная экология", направление 18.05.02

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ

1. Наиболее вероятные пути миграции радионуклидов.
2. Закон радиоактивного распада. Типы радиоактивных превращений.
3. Какой будет поглощенная доза в организме человека в течение 10 лет, если через органы дыхания в него попало 100 мкг изотопа  $^{239}\text{Pu}$ ? Период полураспада  $^{239}\text{Pu}$  равен 24 390 лет. Энергия  $\alpha$ -распада  $E_{\alpha} = 5,1 \text{ МэВ}$ . Масса тела  $m = 70 \text{ кг}$ .

Одобрено на заседании кафедры " " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г, протокол №

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Павленко В.И.

#### 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

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

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов
	Полнота ответов на вопросы
	Объем освоенного материала
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Полнота выполненного задания
	Умение справляться с задачами, вопросами и другими видами применения знаний
	Умение обосновывать принятое решение при видоизменении заданий
	Умение применять теорию при решении практических заданий
	Умение сравнивать, сопоставлять, обобщать и делать выводы по полученным результатам

Навыки	Выбор методики выполнения задания
	Владеет приемами поиска информации из различной учебной литературы
	Анализ и обоснование результатов выполненных заданий
	Навыки теоретического и экспериментального исследований
	Владеет навыками планирования, постановки и обработки эксперимента

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

### Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает основные термины и определения радиоактивности, ядерных реакций, но допускает неточности формулировок. Допускает неточности при определении состояния атомов, образующихся при ядерных превращениях; при определении особенностей накопления радионуклидов в организме человека.	Знает основные термины и определения радиоактивности, ядерных реакций, но допускает неточности формулировок. Излагает основные понятия, природу и сущность явлений и процессов, лежащих в основе процессов при ядерных превращениях; знает типы радиоактивных превращений; свойства радионуклидов; по существу излагает нормы и правила радиационной безопасности, в том числе допустимые уровни облучения и нормируемые величины радиационной.	Знает основные термины и определения радиоактивности, ядерных реакций; основные понятия радиэкологии, природу и сущность явлений и процессов, лежащих в основе процессов при ядерных превращениях. Знает понятия радиоактивности и ядерных излучений, закон радиоактивного распада; типы радиоактивных превращений; свойства радионуклидов; источники ионизирующих излучений и их вклад в естественный и техногенный радиационный фон; механизмы миграции радионуклидов в экосистемах; радиочувствительность организмов различных видов
Знание основных закономерностей соотношений, принципов	Не знает основных закономерностей	Знает основные закономерности	Знает основные закономерности	Исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает характеристику радиоактивных отходов на АЭС; нормы

				и правила радиационной безопасности, в том числе допустимые уровни облучения и нормируемые величины радиационной безопасности.
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не в полном объеме	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основную материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности. Неверно излагает и интерпретирует знания	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности. Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Излагает знания без нарушений в логической последовательности. Грамотно и по существу излагает знания	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя. Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Полнота выполнения задания	Не умеет использовать знания о явлении радиоактивности, ядерных реакциях, выбирать необходимые методы исследования радиационных факторов, модифицировать существующие и разрабатывать новые методы исходя из задач конкретного исследования; формулировать и решать задачи,	Умеет использовать знания о явлении радиоактивности, ядерных реакциях, свойствах радиоактивных соединений при решении профессиональных задач; прогнозировать отдаленные последствия (рак, генетические эффекты) ядерных излучений на живые организмы.	Умеет использовать знания о явлении радиоактивности, ядерных реакциях, свойствах радиоактивных соединений при решении профессиональных задач; использовать полученные знания для оценки возможных последствий загрязнения окружающей среды радионуклидами в случае штатной	Квалифицированно и без ошибок может использовать знания о явлении радиоактивности, ядерных реакциях, свойствах радиоактивных соединений при решении профессиональных задач; оценивать уровень радиоактивного загрязнения различных поверхностей, строительных материалов, воды и продовольствия; выбирать и оптимизировать режимы по за-

	возникающие в ходе исследования радиационной обстановки и направленные на обеспечение радиационной безопасности населения.		работы объектов атомной энергетики и при чрезвычайных ситуациях.	щите объектов окружающей среды; обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учетом имеющихся литературных данных; проводить мониторинг радиационных повреждений биологических объектов и окружающей среды.
Умение справляться с задачами, вопросами и другими видами заданий применения знаний	Не справляется с простейшими задачами, вопросами и другими видами заданий	Допускает небольшие замечания при выполнении простейших задач, вопросов и других видов заданий	Грамотно и без ошибок справляется с простейшими задачами, вопросами и другими видами заданий	Грамотно и без ошибок справляется с простейшими и повышенной сложности задачами, вопросами и другими видами заданий
Умение обосновывать принятое решение при видоизменении заданий	Не может предложить решение при видоизменении заданий	Допускает ошибки при обосновании принятого решения при видоизменении заданий	Может обосновать принятое решение при видоизменении заданий, допуская незначительные ошибки	Грамотно и аргументировано может обосновать принятое решение при видоизменении заданий
Умение применять теорию при решении практических заданий	Не знает теорию и не умеет ее применять при решении практических заданий	Знает теорию, но не умеет ее применять при решении практических заданий	Знает теорию, умеет ее применять при решении практических заданий, допуская незначительные ошибки	Знает и грамотно применяет теорию при решении практических заданий
Умение сравнивать, сопоставлять, обобщать и делать выводы по полученным результатам	Не умеет сравнивать, сопоставлять, обобщать и делать выводы по полученным результатам	Умеет сравнивать и сопоставлять полученные результаты без обобщения и выводов	Умеет сравнивать, сопоставлять, обобщать и делать выводы по полученным результатам, допуская незначительные ошибки	Грамотно и аргументировано умеет сравнивать, сопоставлять, обобщать и делать выводы по полученным результатам

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Выбор методики выполнения задания	<p>Не владеет навыками выбора методов получения и концентрирования радиоактивных нуклидов; методами (способами) расчёта и оценки дозовых нагрузок населения, обусловленных природными и техногенными факторами; действующими стандартами, нормами в области радиоэкологии, позволяющими оценивать результаты радиационных исследований; знаниями о воздействии естественного радиационного фона на здоровье человека; методами очистки продуктов питания от радионуклидов; методами и средствами снижения радиационного фона от радона; методами и средствами контроля по обеспечению радиационной безопасности производственного персонала и населения; определением уровня дезактивационных мероприятий.</p>	<p>Владеет навыками выбора методов получения и концентрирования радиоактивных нуклидов; знаниями о воздействии естественного радиационного фона на здоровье человека</p>	<p>Владеет навыками выбора методов получения и концентрирования радиоактивных нуклидов; методами (способами) расчёта и оценки дозовых нагрузок населения, обусловленных природными и техногенными факторами; действующими стандартами, нормами в области радиоэкологии, позволяющими оценивать результаты радиационных исследований</p>	<p>Владеет навыками выбора методов получения и концентрирования радиоактивных нуклидов; методами (способами) расчёта и оценки дозовых нагрузок населения, обусловленных природными и техногенными факторами; действующими стандартами, нормами в области радиоэкологии, позволяющими оценивать результаты радиационных исследований; знаниями о воздействии естественного радиационного фона на здоровье человека; методами очистки продуктов питания от радионуклидов; методами и средствами снижения радиационного фона от радона; методами и средствами контроля по обеспечению радиационной безопасности производственного персонала и населения; определением уровня дезактивационных мероприятий.</p>
Владеет приемами поиска информации из различной учебной литературы	<p>Не владеет приемами поиска информации из различной учебной литературы</p>	<p>Владеет приемами поиска информации из интернет-источников</p>	<p>Владеет приемами поиска информации из учебной литературы</p>	<p>Владеет приемами поиска информации из различной учебной литературы</p>

Анализ и обоснование результатов выполненных заданий	Не владеет навыками по анализу и обоснованию результатов выполненных заданий	Владеет навыками по анализу, но не может обосновать результаты выполненных заданий	Владеет навыками по анализу и обоснованию результатов выполненных заданий, допуская незначительные ошибки	Владеет навыками по анализу и обоснованию результатов выполненных заданий
Навыки теоретического и экспериментального исследований	Не владеет навыками теоретического и экспериментального исследований	Владеет навыками теоретического исследования	Владеет навыками теоретического и экспериментального исследований, допуская незначительные ошибки	Владеет навыками теоретического и экспериментального исследований
Владеет навыками планирования, постановки и обработки эксперимента	Не владеет навыками планирования, постановки и обработки эксперимента	Владеет навыками планирования и постановки, без обработки результатов эксперимента	Владеет навыками планирования, постановки и обработки эксперимента, допуская незначительные ошибки	Владеет навыками планирования, постановки и обработки эксперимента

## 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, pH-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. Едаменко О.Д. Биологическое действие ионизирующих излучений: учеб.пособие / О.Д. Едаменко, Н.И. Черкашина. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 112 с.
2. Павленко В.И. Радиационная экология: учеб.пособие / В.И. Павленко, Н.И. Черкашина, П.В. Матюхин. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. – 116 с.
3. Бекман И.Н. Радиоэкология и экологическая радиохимия: учебник для бакалавриата и магистратуры / И. Н. Бекман. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Юрайт, 2017. – 407 с. ISBN 978-5-534-00441-0
4. Практикум "Основы радиохимии и радиоэкологии". Под редакцией М.И. Афанасова, М.: Химический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, 2008, 90с.

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

1. <http://www.ekologiya.net/>
2. <http://www.ecolife.ru/>
3. <http://www.priroda.su/>
4. <http://www.xumuk.ru/>
5. <http://www.ecologylife.ru/>
6. Российское образование ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ПОРТАЛ: <http://www.edu.ru/>
7. Электронно-библиотечная система IPRBooks: <http://www.iprbookshop.ru/>
8. Электронная библиотечная система изд-ва Лань: <http://e.lanbook.com>

9. Электронная библиотека БГТУ им. В.Г. Шухова: <https://elib.bstu.ru/>
10. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»: <http://biblioclub.ru/>
11. Электронно-библиотечная система «Book On Lime»: <https://bookonline.ru/>
12. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: <http://elibrary.ru/>
13. Национальная электронная библиотека: <http://xn--90ax2c.xn--p1ai/>
14. Электронная библиотечная система «Юрайт»: <https://biblio-online.ru/>
15. Электронная библиотека НИУ БелГУ: <http://library-mp.bsu.edu.ru/MegaPro/Web>
16. Электронная библиотека БГАУ им. В.Я. Горина: <http://lib.belgau.edu.ru/>
17. <http://profbeckman.narod.ru/RR0.htm>

## 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