

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



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Радиобиология

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>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • действие ионизирующего облучения на организм человека; • типы ядерных превращений; • основные факторы, обуславливающие токсичность радионуклидов; • особенности радиационных поражений. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • проводить мониторинг радиационных повреждений биологических объектов и окружающей среды; • осуществлять радиационный экологический контроль объектов использования атомной энергии и прилегающих территорий. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основными методами защиты производственного персонала от возможных последствий радиационных аварий, катастроф, стихийных бедствий.
	ПК-4. Способен оценивать и анализировать результаты контроля состояния безопасности объектов атомной энергетики и разрабатывать мероприятия по её улучшению	ПК-4.2. Определяет уровни негативных воздействий на человека и окружающую среду	<p>В результате изучения раздела студент должен</p> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные понятия молекулярно-клеточной радиобиологии и радиологии организма; • классификацию радионуклидов по их токсичности для человека и окружающей среды; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • определять уровень негативных воздействий на человека и окружающую среду. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • теоретическими основами и практическими методами проведения радиобиологических и радиохимических исследований

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 6 зач. единиц, 216 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки:

Форма промежуточной аттестации экзамен

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 10
Общая трудоемкость дисциплины, час	216	216
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	73	73
лекции	34	34
лабораторные		
практические	34	34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	5	5
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	143	143
Курсовой проект		
Курсовая работа	36	36
Расчетно-графическое задание		
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	71	71
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
1. Введение в курс радиобиологии					
	История развития радиобиологии. Проблемы, задачи, методы. Связь с другими науками. Структура радиобиологии как науки и направления практической деятельности. Основные разделы радиобиологии как учебной дисциплины. Ядерные взаимодействия. Основные свойства и характеристики ионизирующих излучений.	2	2		4
2. Физические основы радиобиологии					
	Понятие об изотопах, изомерах, изобарах и изотонах. Ядерные силы, дефект массы. Естественная радиоактивность и радиоактивные семейства. Характеристика радиоактивных излучений. Типы ядерных превращений. Искусственные преобразования атомных ядер. Активность радиоактивного элемента и единицы активности. Взаимодействие радиоактивных излучений с веществом. Взаимодействие корпускулярных излучений с веществом. Взаимодействие гамма-излучения с веществом.	2	2		5
3. Действие малых и больших доз ионизирующего облучения					
	Действие ионизирующего излучения на организм в целом, на органы и части тела. Факторы, влияющие на возникновение и степень тяжести лучевых повреждений. Свободные радикалы. Механизмы их генерации и химическая активность. Свободно-радикальные процессы в биологических системах. Современные представления о структуре клеток. Структура ДНК и комплексов, в состав которых она входит. Роль ДНК в процессе клеточного деления.	4	4		10
4. Токсикология радиоактивных веществ					
	Основные факторы, обуславливающие токсичность радионуклидов. Классификация радионуклидов по их токсичности для человека и животных. Факторы, определяющие степень биологического действия	6	6		12

	<p>радиоактивных изотопов. Характеристика путей поступления радионуклидов и их смесей в организм. Накопление радионуклидов в органах и тканях. Выделение радионуклидов из организма. Переход радионуклидов от матери к потомству. Метаболизм и токсикология некоторых радионуклидов. Понятие об активности, постоянной радиоактивного распада, периоде полураспада, периоде полувыведения и периоде половинной эффективности радионуклида. Факторы, определяющие особенности биологического действия радионуклидов, характер и тяжесть возникающего при их инкорпорации лучевого поражения. Роль вида излучения (α, β, γ), активности радионуклида, интенсивности всасывания в кровь и отложения в органах, скорости распада и выведения из организма в формировании лучевого поражения от внутреннего облучения. Кинетика радионуклидов в организме.</p>				
5. Радиочувствительность живых организмов					
	<p>Радиобиологические эффекты, их классификация. Фазы жизнедеятельности клеток. Кислородный эффект. Поражения радиоактивными веществами при их попадании внутрь организма: условия возникновения, общая характеристика поражений. Пути поступления радионуклидов в организм: ингаляционный, пероральный, перкутанный. Судьба радионуклидов, проникших в кровь. Основные пути выведения радионуклидов из организма. Особенности радиационных поражений, их профилактики и лечения при инкорпорации радиоактивного йода, цезия, стронция, плутония и полония. Оценка поражающего действия радиоактивных продуктов ядерных взрывов и аварий на атомных энергетических установках при внутреннем заражении.</p>	6	6		12
6. Регламентация облучения человека					
	<p>Радиобиологические эффекты и последствия облучения. Классификация лучевых поражений в зависимости от вида и условий воздействия. Особенности действия излучения на организм человека. Группа лучевых повреждений клетки. Общая характеристика и классификация лучевых поражений в результате внешнего облучения в зависимости от вида и условий воздействия. Радиационные поражения при внешнем неравномерном облучении. Особенности радиационных поражений при воздействии нейтронов. Радиобиологические эффекты. Классификация радиобиологических эффектов. Значение радиобиологических эффектов для судьбы облученного организма.</p>	6	6		12

7. Лучевая болезнь человека				
	Острая лучевая болезнь при относительно равномерном облучении, ее периоды. Фаза первичной общей реакции. Фаза кажущегося клинического благополучия. Фаза выраженных клинических проявлений. Острые лучевые поражения при неравномерном облучении. Хроническая лучевая болезнь. Биологические эффекты при внутреннем облучении ¹³⁷ Cs. Радионуклиды в организме человека.	4	4	8
8. Гигиена радиационной безопасности				
	Нормативные и регламентирующие документы. Область применения. Нормальные условия эксплуатации источников излучения. Планируемое повышенное облучение. Требования к ограничению облучения населения. Санитарные правила работы с радиоактивными веществами. Противолучевые защитные мероприятия. Надзор за охраной окружающей среды от радиоактивных загрязнений.	4	4	8
	ВСЕГО	34	34	71

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	Введение в курс радиобиологии	Основные задачи общей радиобиологии. Радиобиологический парадокс	2	2
2	Физические основы радиобиологии	Ядерные силы, дефект массы. Естественная радиоактивность и радиоактивные семейства.	2	2
3	Действие малых и больших доз ионизирующего облучения	Свободно-радикальные процессы в биологических системах.	2	2
		Роль ДНК в процессе клеточного деления.	2	2
4	Токсикология радиоактивных веществ	Классификация радионуклидов по их токсичности для человека и животных.	2	2
		Характеристика путей поступления радионуклидов и их смесей в организм.	2	2
		Метаболизм и токсикология некоторых радионуклидов.	2	2
5	Радиочувствительность живых организмов	Фазы жизнедеятельности клеток. Кислородный эффект.	2	2
		Пути поступления радионуклидов в организм	2	2

		Основные пути выведения радионуклидов из организма.	2	2
6	Регламентация облучения человека	Радиобиологические эффекты и последствия облучения.	2	2
		Общая характеристика и классификация лучевых поражений	2	2
		Классификация радиобиологических эффектов.	2	2
7	Лучевая болезнь человека	Классификация хронической лучевой болезни (ХЛБ).	2	2
		Периоды развития заболевания. Степени тяжести ХЛБ.	2	2
8	Гигиена радиационной безопасности	Условия эксплуатации источников излучения.	2	2
		Противолучевые защитные мероприятия.	2	2
ИТОГО			34	34

4.3. Содержание лабораторных занятий

При изучении дисциплины учебным планом в 10 семестре не предусмотрено проведение лабораторных занятий.

4.4. Содержание курсового проекта/работы

При изучении дисциплины учебным планом в 10 семестре предусмотрена курсовая работа.

Перечень тем курсовых работ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема курсовой работы
1	Токсикология радиоактивных веществ	1. Природная радиоактивность. 2. Миграция радиоактивных веществ. 3. Влияние радиоактивности на клетку. 4. Миграция радионуклидов в пищевых продуктах.
2	Радиочувствительность живых организмов	1. Средства повышения радиорезистентности организма. 2. Фармакологическая характеристика средств защиты от поражающих доз облучения. 3. Синтетические иммуномодуляторы, применяемые для повышения радиорезистентности. 4. Характеристика радионуклидов как источников излучения в радиотерапии.
3	Регламентация облучения человека	1. Методы идентификации активностей и определение поглощенных доз при проведении радионуклидной терапии. 2. Средства защиты от субклинических доз облучения: корректоры тканевого метаболизма и адаптогены. 3. Фракционирование дозы облучения, кинетика клеточных популяций при фракционированном облучении.

		4. Гигиеническая регламентация облучения человека.
4	Лучевая болезнь человека	1. Радиобиологические основы лучевой терапии. 2. Природа лучевого поражения клеток. 3. Проблема управления лучевыми реакциями нормальных и опухолевых тканей. 4. Дезинтоксикационные средства и методы, используемые в условиях лечения лучевых поражений.

Тематики курсовых работ могут пополняться и видоизменяться в соответствии с развитием области радиационного контроля и дозиметрии. В структуру курсовой работы входит титульный лист, введение, содержание, заключение и список используемой литературы.

Содержание курсовой работы состоит из теоретического и практического разделов. В теоретическом разделе рассматриваются основные вопросы тематического направления курсовой работы; в практическом разделе приводятся расчеты тематического практического задания курсовой работы.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

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

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, выполнение и защита курсовой работы, решение задач и защита тем на практических занятиях, 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, выполнение и защита курсовой работы, решение задач и защита тем на практических занятиях, 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.	Введение в курс радиобиологии	<ol style="list-style-type: none"> 1. Дайте определение понятию «радиобиология». 2. Каковы цели и задачи радиобиологии как науки и учебной дисциплины? 3. Какие основные разделы выделяют у радиобиологии? В чем состоит практическое значение этой науки? 4. Дайте определение понятию «ионизирующее излучение». Что такое радиоактивность, в каких единицах она измеряется? 5. На какие типы и виды можно классифицировать ионизирующие излучения? Какими свойствами они обладают? 6. Дайте определение понятию «эффективная доза облучения». Какова методика ее расчета? 9. Что такое мощность дозы излучения? В каких единицах измеряется мощность экспозиционной дозы? 10. Как можно охарактеризовать излучения в зависимости от мощности дозы и времени действия ионизирующего излучения? 11. Назовите источники естественного радиационного фона Земли. Каков их вклад в суммарную годовую дозу облучения людей? 12. Каков фоновый уровень радиации от естественных источников у поверхности Земли? Везде ли этот уровень одинаков? 13. Какие источники радиации можно отнести к искусственным? 14. Перечислите основные источники радиационного загрязнения окружающей среды.

		15. Какие дозы облучения люди получают от естественных и искусственных источников радиации в обычной жизни?
2.	Физические основы радиобиологии	<p>1. Как изменится спектр излучения рентгеновской трубки при повышении напряжения между катодом и анодом?</p> <p>2. Дайте объяснения терминам «радионуклид», «радиоактивный изотоп». Приведите примеры естественных радионуклидов.</p> <p>3. Как Вы представляете процесс ионизации атомов и молекул?</p> <p>4. В чем сходства и различия процессов, называемых «фотоэлектрическим эффектом», «эффектом Комптона»?</p> <p>5. Как связаны между собой проникающая способность и линейная передача энергии ионизирующих излучений?</p> <p>6. Объясните термины «упругое рассеяние», «неупругое рассеяние» ионизирующих частиц.</p> <p>7. Как можно определить активность радионуклида?</p> <p>8. Опишите основные гипотезы, объясняющие механизмы действия ионизирующих излучений биологические объекты.</p> <p>9. На какую глубину проникнут в биологическую ткань α-частицы с начальной энергией $E_0 = 5$ МэВ, коэффициент ЛПЭ = 100 КэВ/мкм?</p> <p>10. Чему равна начальная энергия γ-излучения, если ткань поражается на глубину 1 см с ЛПЭ = 0,2 КэВ/мкм?</p>
3.	Действие малых и больших доз ионизирующего облучения	<p>1. Сформулируйте ранние и отдаленные последствия облучения.</p> <p>2. Сформулируйте детерминированные и стохастические эффекты.</p> <p>3. Дайте определение «генетические эффекты».</p> <p>4. В процессе радиоактивного распада образовалось новое ядро с тем же массовым числом, но с другим значением заряда. По какому типу распада произошла ядерная реакция?</p> <p>5. Какой наименьшей длиной волны будет обладать излучение рентгеновского аппарата, если напряжение между анодом и катодом составляет 100 кВ?</p> <p>6. Каково напряжение между электродами в рентгеновской трубке, если минимальная длина волны в спектре излучения 0,1 нм?</p> <p>7. Чему равна начальная энергия квантов рентгеновского излучения с частотой $\nu = 10^{12}$ МГц?</p> <p>8. Рассчитайте энергию квантов γ-излучения с длиной волны $\lambda = 3 \cdot 10^{-3}$ нм.</p> <p>9. Начальная энергия квантов γ-излучения $E_0 = 8,26$ МэВ. Какая длина волны у этого излучения?</p>
4.	Токсикология радиоак-	1. Основные факторы, обуславливающие токсич-

	<p>тивных веществ</p>	<p>ность радионуклидов.</p> <p>2. Классификация радионуклидов по их токсичности для человека и животных. Факторы, определяющие степень биологического действия радиоактивных изотопов.</p> <p>3. Характеристика путей поступления радионуклидов и их смесей в организм. Накопление радионуклидов в органах и тканях.</p> <p>4. Выделение радионуклидов из организма.</p> <p>5. Понятие об активности, постоянной радиоактивного распада, периоде полураспада, периоде полувыведения и периоде половинной эффективности радионуклида.</p> <p>6. Факторы, определяющие особенности биологического действия радионуклидов, характер и тяжесть возникающего при их инкорпорации лучевого поражения.</p> <p>7. Роль вида излучения (α, β, γ), активности радионуклида, интенсивности всасывания в кровь и отложения в органах, скорости распада и выведения из организма в формировании лучевого поражения от внутреннего облучения.</p> <p>8. В экспериментах по определению радиочувствительности линии мышей получили следующие данные: 90 % животных погибло при дозе 80 Зв, 80 % - 35 Зв, 60 % - 15, 40 % - 8 Зв, 20 % - 5 Зв, 10 % - 4 Зв. Каково значение LD₅₀ для этих животных?</p>
<p>5.</p>	<p>Радиочувствительность живых организмов</p>	<p>1. Назовите стадии действия ионизирующих излучений в биологическом объекте.</p> <p>2. В чем сущность прямого и косвенного действия радиации?</p> <p>3. Какие реакции протекают при радиолизе воды и свободно-радикальном окислении?</p> <p>4. Каковы молекулярные механизмы лучевого повреждения биосистем? Как зависит радиочувствительность биологических молекул от их молекулярной массы?</p> <p>5. Какие радиационно-химические изменения наблюдаются в нуклеиновых кислотах, белках, жирах и углеводах?</p> <p>6. Что такое биологическое усиление первичного радиационного поражения? Какие механизмы лежат в его основе?</p> <p>7. Каким образом в клетке может происходить репарация радиационных повреждений? Какие механизмы лежат в основе репарации?</p> <p>8. Как клетки могут реагировать на облучение? Назовите основные формы клеточной гибели и нелетальных реакций на действие ионизирующих излучений.</p> <p>9. Что является главной мишенью поражения клеток ионизирующими излучениями? Каково значение повреждений ДНК для судьбы клетки?</p>

		10. Какое значение имеет повреждение мембран для судьбы облученной клетки? В чем сущность интерфазной гибели клеток?
6.	Регламентация облучения человека	<p>1. Как можно классифицировать радиационные поражения в зависимости от вида излучения и условий радиационного воздействия?</p> <p>2. Дайте определение острой лучевой болезни. Какие условия необходимы для формирования ОЛБ?</p> <p>3. Какие клинические формы ОЛБ могут развиваться при внешнем относительно равномерном облучении? При каких дозах облучения следует ожидать их развития?</p> <p>4. Как степень тяжести ОЛБ зависит от дозы облучения? При каких дозах γ-облучения следует ожидать развития ОЛБ легкой, средней, тяжелой и крайне тяжелой степени?</p> <p>5. Какие периоды можно выделить в клиническом течении костномозговой формы ОЛБ?</p> <p>6. Почему в период разгара ОЛБ у пострадавших развиваются инфекционные осложнения? Какие фармакологические препараты необходимо использовать для их лечения?</p> <p>8. Какие процессы лежат в основе геморрагического синдрома, развивающегося в период разгара ОЛБ? Какие препараты применяются для его лечения?</p> <p>9. При каких дозах облучения развивается кишечная форма ОЛБ? В чем сущность патогенеза кишечного синдрома? Какие существуют подходы к оказанию медицинской помощи пострадавшим с кишечной формой ОЛБ?</p> <p>10. Какая клиническая форма ОЛБ развивается при облучении в дозах от 20 до 50 Гр? Какие клинические проявления наблюдаются у облученных? Как осуществляется их лечение?</p> <p>11. При каких дозах облучения развивается церебральная форма ОЛБ? Назовите основные клинические проявления и исходы этой формы лучевой патологии.</p> <p>12. Какие процессы лежат в основе патогенеза синдрома ранней проходящей недееспособности?</p> <p>13. Какие формы радиационных поражений могут развиваться при внешнем неравномерном облучении?</p> <p>14. Дайте характеристику радиационных поражений, формирующихся при остром воздействии нейтронов.</p> <p>15. Как особенности биологического эффекта нейтронов влияют на патогенез и клиническую картину поражений</p>
7.	Лучевая болезнь человека	<p>1. В чем различие между острой и хронической лучевой болезнью?</p> <p>2. Опишите радиобиологические эффекты малых доз радиации.</p> <p>3. Назовите особенности клинической картины ОЛБ</p>

		<p>от внешнего неравномерного облучения.</p> <p>4. Как Вы понимаете термин «критический орган»? Какие ткани, органы человека могут стать критическим органом при облучении?</p> <p>5. При ликвидации радиационной аварии, трое работников в течение 1 часа, получили следующие дозы γ-излучения: 1. 0,2 Гр; 2. 1,5 Гр; 3. 2,5 Гр. Какие последствия для здоровья этих людей вызовет такое облучение?</p> <p>6. От каких факторов зависит клинические формы проявления лучевых болезней?</p> <p>7. Чем определяется наличие латентной фазы при течении острой лучевой болезни? При каких условиях эта фаза может отсутствовать?</p> <p>8. Объясните, почему хроническая лучевая болезнь возникает вследствие поражения более радиоустойчивых тканей, органов.</p> <p>9. Какими факторами определяется степень тяжести лучевой болезни?</p> <p>10. Через 1 час после спуска в шахту, где возможна повышенная радиация, у шахтера закружилась голова, его вырвало. Через 3 суток у него возникло подозрение, что он облучился высокой дозой ионизирующей радиации. Как можно определить, получил ли он радиационную дозу и примерно какую?</p> <p>11. Число каких клеток в периферической крови снижается наибольшей скоростью в первую неделю острой лучевой болезни ?</p> <p>12. Какая основная причина опустошения пула зрелых клеток периферической крови при лучевой болезни?</p> <p>13. При облучении в каких условиях развивается хроническая лучевая болезнь у человека?</p>
8.	Гигиена радиационной безопасности	<p>1. Сформулируйте задачи защитных мероприятий населения на всех этапах аварии.</p> <p>2. Опишите физическую и химическую противолучевую защиту.</p> <p>3. Какие фармакологические препараты можно применять для профилактики и почему?</p> <p>4. В чем заключается экстренная помощь?</p> <p>5. Что понимают под фармакохимической лучевой защитой?</p> <p>6. На какие группы подразделяются радиопротекторы иммунной терапии?</p> <p>7. Сформулируйте понятие «радиационной безопасности» и ее задачи.</p> <p>8. Понятие «радиационная гигиена» и направления исследования.</p> <p>9. Опишите санитарно-гигиенические мероприятия</p>

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

1. Радиобиологические эффекты инкорпорированных радионуклидов.
2. Радиобиологические эффекты малых доз радиации.
3. Сравнительная радиочувствительность животных и человека.
4. Радиочувствительность органов кроветворения, клеток крови и кровеносных сосудов.
5. Радиочувствительность системы пищеварения и системы выделения.
6. Радиочувствительность органов дыхания и зрения.
7. Радиочувствительность нервной, эндокринной и сердечно-сосудистой систем.
8. Радиационные синдромы при общем облучении организма.
9. Ранние и отдаленные последствия облучения.
10. Детерминированные и стохастические эффекты.
11. При облучении тканей происходит нарушение специфических свойств и функций биологических мембран, в частности нарушается избирательная проницаемость клеточной мембраны. Какие изменения в структуре мембран приводят нарушению функций мембран?
12. Чем Вы объясните неодинаковую радиочувствительность различных ферментов?
13. Какие методы можно использовать для определения радиочувствительности молекул белков, нуклеиновых кислот, липидов, полисахаридов?
14. Почему при растворении кристаллов трипсина в буфере, радиочувствительность молекул повышается в десятки и сотни раз?
15. Будут ли одинаковы величины LD_{50} , для молекул фермента в растворенном состоянии, в среде с кислородом и в среде без свободного кислорода.
16. Опишите схематично процессы, происходящие при облучении живых организмов ионизирующими излучениями.
17. Объясните смысл выражения «задержка клеточного деления - универсальный радиобиологический эффект».
18. Кривые выживания клеток, построенные на основе экспериментальных данных, не совпадают с теоретически ожидаемыми кривыми выживания. Почему?
19. Способность клеток к восстановлению после облучения связано, в первую очередь, с репарацией молекул нуклеиновых кислот. Почему?
20. Для определения радиоустойчивости дрожжевых клеток провели следующий эксперимент. Клетки одного клона высеяли в 3 чашки Петри и инкубировали при разных условиях освещенности в течение 2 суток. Первую чашку инкубировали в темноте, вторую освещали светом от лампы накаливания, третью чашку инкубировали на солнечном свете. Затем все чашки облучили рентгеновским излучением при мощности дозы 50 Гр/мин в течение 3 мин и определили выживаемость клеток в каждой чашке. Будет ли количество выживших клеток одинаковым в различных чашках? Ответ обоснуйте.
21. От каких внешних и внутренних факторов зависит интенсивность репарационных процессов в облученной клетке?

22. Какую толщину стен убежища из железобетона необходимо построить для защиты от γ -излучения с $E_0 = 1,0$ мэв, если $\mu = 0,5$. Считать, что эффективная защита достигается при снижении энергии излучения до 1 кэв.

23. Во сколько раз снизится энергия γ -излучения (250 кэв) при прохождении через слой свинца толщиной 10 см?

24. Какой энергией будут обладать α -частицы на глубине 1 см при облучении воды α -излучением с начальной энергией $E_0 = 2$ мэв и ЛПЭ = 100 кэв/мкм?

25. При радиационной аварии человек равномерно облучался γ -лучами в течение 5 часов при мощности экспозиционной дозы 5 мгр/мин. Какой предварительный диагноз можно ему поставить?

26. Какие органы, ткани могут стать критическими органами при облучении человека: а) равномерно, тотально в течение 10 мин рентгеновским излучением при мощности поглощенной дозы 0,16 Гр/мин; б) кистей рук α -излучением в течение 5 мин при мощности поглощенной дозы 1 Гр/мин; в) нижней части тела γ -излучением в течение 3-х месяцев при мощности поглощенной дозы 0,5 мгр/час.

27. Экспозиционная доза рентгеновского излучения в воздухе составляет 1 Р. Чему будет равна величина поглощенной дозы облучения в тканях организма, находящегося в непосредственной близости от источника радиационного воздействия?

28. На атомной подводной лодке К-421 в бухте Чажма в результате нарушения техники безопасности произошла радиационная авария, сопровождающаяся взрывом. В результате аварии сформировался очаг радиоактивного загрязнения с мощностью экспозиционной дозы более 220 мР/ч. Рассчитайте, какое время в зоне аварии могли находиться моряки, чтобы у них не сформировалась острая лучевая болезнь от внешнего облучения.

29. При какой величине экспозиционной дозы общее относительно равномерное γ -нейтронное облучение в течение 1 ч может привести к возникновению острой лучевой болезни?

30. В результате аварии на крупном ядерном объекте произошло разрушение ядерного реактора. В окружающую среду попало ядерное топливо и продукты ядерного деления, накопившиеся во время работы реактора. Суммарная активность веществ, выброшенных в окружающую среду, составила, по различным оценкам, до 14×10^{18} Бк (14 ЭБк), в том числе: 1,8 ЭБк ^{131}I ; 0,085 ЭБк ^{137}Cs ; 0,01 ЭБк ^{90}Sr и 0,003 ЭБк изотопов плутония; на долю благородных газов приходилось около половины от суммарной активности. Эквивалентная доза облучения в месте взрыва составила от 100 до 500 мЗв, в зоне сильного загрязнения в среднем оценивалась в 30-40 мЗв. Дозы, накопленные за годы после аварии, оцениваются в 10-50 мЗв для большинства жителей загрязненной зоны. Определите, чему будет равна поглощенная доза облучения в зонах с различной степенью загрязнения, и оцените возможные последствия для здоровья населения в этих зонах.

31. На АЭС «Три-Майл Айленд» (Пенсильвания, США) в результате поломки насоса внешнего контура охлаждения атомного реактора произошла авария. Часть радиоактивной воды вылилась во внутренние помещения стан-

ции, вследствие чего приборы радиационного контроля зафиксировали повышение уровня радиации не только в реакторном отсеке, но и на пульте управления станции. Кроме того, произошел выброс благородных газов в атмосферу, и их радиоактивность составила от 2,5 до 13 млн Ки ($480 \cdot 10^{15}$ Бк). Средняя эквивалентная доза радиации для людей, живущих в 10-мильной (16 км) зоне, составила 8 мбэр (80 мкЗв) в сутки и не превысила 100 мбэр (1 мЗв) для любого из жителей за все время аварии. Определите, какую дозу получают люди, проживающие в 10-мильной зоне, за первые 2 суток после аварии, и оцените возможные последствия для здоровья населения в этой зоне.

32. На ядерном объекте произошла авария, в которую оказались вовлеченными три сотрудника. Экспозиционная доза в зоне заражения составляла 100 Р/ч. Определите поглощенную дозу, полученную этими людьми за 3 ч работы в зараженном помещении, и форму лучевой патологии, которая может у них развиваться. Предложите лекарственные средства для оказания неотложной медицинской помощи пострадавшим.

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

Текущий контроль осуществляется в течение десятого (весеннего) семестра в форме устных ответов и решения разноуровневых задач на практических занятиях.

	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Введение в курс радиобиологии	<ol style="list-style-type: none"> 1. Дайте определение понятию «экспозиционная доза». Назовите единицы ее измерения. Каков физический смысл экспозиционной дозы? 2. Что такое поглощенная доза? Назовите единицы измерения поглощенной дозы. 3. Действие ионизирующего излучения на биологические объекты. 4. Этапы развития радиобиологии. 5. Связь радиобиологии с другими науками.
2	Физические основы радиобиологии	<ol style="list-style-type: none"> 1. Свободные радикалы. 2. Механизмы их генерации и химическая активность. 3. Свободно-радикальные процессы в биологических системах. 4. В результате попадания с питьевой водой радиоактивных частиц (α-излучение), человек облучался в течение 20 часов при мощности экспозиционной дозы 1 мгр/мин. Какие последствия для человека будет иметь это облучение? 5. Физическая характеристика атомов и радиоактивный распад ядер.

3	Действие малых и больших доз ионизирующего облучения	<ol style="list-style-type: none"> 1. Опишите понятие «доза-эффект». 2. Опишите физико-химические процессы, происходящие при облучении дистиллированной воды. 3. Приведите примеры «физиологических» эффектов, возникающих при облучении в клетке. <p>Опишите, какие повреждения структуры молекул могут возникать при облучении рентгеновскими лучами: а) лиофильного высушенного препарата ДНК; б) водного раствора ДНК.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Предложите схему эксперимента для определения «быстрого» и «медленного» восстановления облученных клеток бактерий. 2. На какие категории подразделяются ткани? 3. Опишите три основных радиационных синдрома организма человека при воздействии и доз излучения. 4. Особенности биологического действия малых доз радиации. <ol style="list-style-type: none"> 1. Сформулируйте факторы, влияющие на возникновение и степень тяжести лучевых повреждений. 2. Закон радиоактивного распада. 3. Активность радиоактивного элемента. 4. Как определяется доза облучения при поступлении радиоизотоп внутрь организма? 5. Понятие «малые дозы» и их биологическое действие на живые организмы.
4	Токсикология радиоактивных веществ	<ol style="list-style-type: none"> 1. Понятие «радиационный гормезис». 2. Восстановление организма после общего острого лучевого поражения. 3. Миграция радионуклидов. 4. Распространение радионуклидов в атмосфере. <ol style="list-style-type: none"> 1. Опишите процессы переноса радионуклидов в атмосфере. 2. Человек в течение 5 суток облучался непрерывно totally β-излучением $P_{\text{экс}} = 0.01$ Гр/мин. Какой наиболее вероятный прогноз относительно его здоровья? 3. Осаждение радиоактивных аэрозолей на земную поверхность. 4. Миграция радионуклидов в почве.

		<ol style="list-style-type: none"> 1. Формы нахождения радионуклидов в почвах. 2. аварии на предприятии по переработке отработанного ядерного топлива в Великобритании произошел выброс изотопа ^{131}I в концентрации, в 300 раз превышающей допустимую норму. Загрязнению подверглась вся прилегающая к предприятию территория, в том числе и места проживания людей. Какие последствия для населения данного региона может иметь данная авария? Какие лекарственные средства можно применить для профилактики этих последствий? 3. Поглощение и закрепление радионуклидов почвами. 4. Прямое и косвенное действие ионизирующих излучений.
5	Радиочувствительность живых организмов	<ol style="list-style-type: none"> 1. От каких факторов зависит радиочувствительность клеток? 2. Какие способы Вы можете предложить для определения количества погибших клеток при облучении: а) бактериальных клеток; б) дрожжевых клеток; в) клеток печени животных? 3. На какие фазы подразделяется жизнь клетки? 4. Радиационные повреждения ДНК и проявление лучевого поражения на уровне клетки.
		<ol style="list-style-type: none"> 1. Современные представления о структуре клеток. 2. Структура ДНК и комплексов, в состав которых она входит. 3. Роль ДНК в процессе клеточного деления. 4. Реакции клеток и тканей на облучение
		<ol style="list-style-type: none"> 1. Радиочувствительность иммунной системы. 2. Опишите явление «кислородного эффекта». 3. Радиочувствительность органов тканей. 4. Радиочувствительность воспроизводительной системы.
6	Регламентация облучения человека	<ol style="list-style-type: none"> 1. Назовите основные синдромы периода первичной реакции на облучение. Исходя из патогенеза этих синдромов, предложите фармакологические средства для профилактики и купирования клинических проявлений первичной реакции на облучение. 2. Какие типы реакций могут иметь место при облучении: а) раствора уксусной кислоты; б) раствора олеиновой кислоты; в) раствора глицина; г) раствора белка; д) раствора ДНК. 3. Какими путями в организм человека могут попасть радионуклиды? 4. В организм человека с питьевой водой попало радиоактивное соединение с ^{226}Ra (α-излучение, $E = 4,76$ Мэв, $T_{1/2} = 1620$ лет). Начальное значение $D_{\text{ЭКЗ}} = 1$ мГр/час. Какие последствия для здоровья вызовет это облучение?

		<ol style="list-style-type: none"> 1. На какие типы подразделяются радиобиологические эффекты? 2. Опишите детерминированные эффекты. 3. Дайте объяснение вероятностным эффектам. 4. Минеральная вода из новой скважины характеризуется следующей активностью изотопов: $^{22}\text{Na}=3,5 \cdot 10^{-7}$ Ки/л, $^{36}\text{Cl} = 2 \cdot 10^{-7}$ Ки/л. Допускается ли использование этой скважины для производства питьевой минеральной воды? Ответ обоснуйте.
7	Лучевая болезнь человека	<ol style="list-style-type: none"> 1. Восстановительные процессы в облученной клетке. 2. Радиационная задержка клеточного деления. 3. Механизмы возникновения отдаленных последствий облучения. 4. Основные эффекты облучения животных и человека.
8	Гигиена радиационной безопасности	<ol style="list-style-type: none"> 1. Понятие «лучевая болезнь» и ее разновидности. 2. Опишите степени заболевания лучевой болезнью. 3. Стахостические эффекты облучения. 4. Тератогенные эффекты облучения.
		<ol style="list-style-type: none"> 1. В результате неисправности в работе рентгеновского аппарата медицинская сестра рентгеновского кабинета получила облучение кистей обеих рук в дозе 15 Гр. Какая форма лучевого поражения разовьется у пострадавшей? Опишите симптомы и течение заболевания, предложите план лечебных мероприятий. 2. Терапия лучевой болезни. 3. Химические средства противолучевой защиты человека. 4. Возможности биологической защиты человека
		<ol style="list-style-type: none"> 1. Выведение радионуклидов из организма. 2. Расчетный метод определения доз облучения от внешних источников. 3. Вычисление доз облучения при поступлении радиоизотопов внутрь организма. 4. Задачи радиационной гигиены.
		<ol style="list-style-type: none"> 1. Какие требования предъявляются к ограничению облучения населения. 2. В чем заключается техногенное, медицинское облучение. 3. Правила работы с радиоактивными веществами. 4. Противолучевые защитные мероприятия

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 ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ПРИКЛАДНОЙ ХИМИИ
Дисциплина "Радиобиология", направление 18.05.02

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №

1. Каковы цели и задачи радиобиологии как науки и учебной дисциплины?
2. Как связаны между собой проникающая способность и линейная передача энергии ионизирующих излучений?
3. В результате аварии на предприятии «Маяк» в Челябинской области произошло загрязнение территории площадью более 20 тыс. км² с численностью населения около 270 тыс. человек ⁹⁰Sr. Опишите возможные последствия поступления в организм радиоактивного стронция и предложите лекарственные средства, позволяющие снизить инкорпорацию радионуклида.

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 типов ядерных реакций, классификации радионуклидов по их токсичности для человека и окружающей среды	Знает основные термины и определения радиоактивности, ядерных реакций, особенности радиационных поражений, но допускает неточности формулировок. Излагает основные понятия, природу и сущность явлений и процессов, лежащих в основе процессов при ядерных превращениях; знает основные понятия молекулярно-клеточной радиобиологии и радиологии человека.	Знает основные термины и определения радиоактивности, ядерных реакций, типы ядерных реакций, классификации радионуклидов по их токсичности для человека и окружающей среды, может корректно сформулировать их самостоятельно. Исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает основные понятия радиобиологии, особенно радиационных поражений.

Знание основных закономерностей соотношений, принципов	Не знает основных закономерностей и особенностей радиационных поражений; принципы классификации радионуклидов по их токсичности для человека и окружающей среды.	Знает основные закономерности и особенности радиационных поражений; принципы классификации радионуклидов по их токсичности для человека и окружающей среды; принципы построения знаний, но не может их использовать для решения задач.	Знает основные закономерности и особенности радиационных поражений; принципы классификации радионуклидов по их токсичности для человека и окружающей среды; принципы построения знаний, но не может их использовать для решения задач, но допускает незначительные ошибки.	Знает основные закономерности и особенности радиационных поражений; принципы классификации радионуклидов по их токсичности для человека и окружающей среды; принципы построения знаний.
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 выполненного задания	Не умеет использовать знания о явлении радиоактивности, ядерных реакциях, свойствах радионуклидов при решении профессиональных задач; проводить мониторинг радиационных повреждений биологических объектов и окружающей среды; определять путь поступления и выведения радионуклидов из организма; определять уровень негативных воздействий на человека и окружающую среду.	Умеет использовать знания о явлении радиоактивности, ядерных реакциях, свойствах радионуклидов при решении профессиональных задач. Допускает неточности при расчете лучевых нагрузок на организм при внешнем и внутреннем облучении радионуклидами.	Умеет использовать знания о явлении радиоактивности, ядерных реакциях, свойствах радионуклидов при решении профессиональных задач; проводить мониторинг радиационных повреждений биологических объектов и окружающей среды; определять путь поступления и выведения радионуклидов из организма.	Квалифицированно и без ошибок может использовать знания о явлении радиоактивности, ядерных реакциях, свойствах радионуклидов при решении профессиональных задач; проводить мониторинг радиационных повреждений биологических объектов и окружающей среды; определять путь поступления и выведения радионуклидов из организма; осуществлять радиационный экологический контроль объектов использования атомной энергии и прилегающих территорий.
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 за-	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, допус-	Знает и грамотно применяет теорию при решении практических заданий

даний			кая незначительные ошибки	
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	Не владеет навыками выбора методов получения и концентрирования радиоактивных нуклидов; навыками теоретического и практического исследований для радиобиологических и радиохимических исследований; определения методов защиты производственного персонала от возможных последствий радиационных аварий, катастроф, стихийных бедствий.	Владеет навыками выбора методов получения и концентрирования радиоактивных нуклидов навыками теоретического исследования для радиобиологических и радиохимических исследований.	Владеет навыками выбора методов получения и концентрирования радиоактивных нуклидов; навыками теоретического и практического исследований для радиобиологических и радиохимических исследований.	Владеет навыками выбора методов получения и концентрирования радиоактивных нуклидов; навыками теоретического и практического исследований для радиобиологических и радиохимических исследований; определения методов защиты производственного персонала от возможных последствий радиационных аварий, катастроф, стихийных бедствий.
Владеет приемами поиска информации из различной учебной литературы	Не владеет приемами поиска информации из различной учебной литературы	Владеет приемами поиска информации из интернет-источников	Владеет приемами поиска информации из учебной литературы	Владеет приемами поиска информации из различной учебной литературы
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 незна-	Владеет навыками теоретического и экспериментального исследований

			чительные ошибки	
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, 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. Едаменко О.Д. Биологическое действие ионизирующих излучений: учеб.пособие / О.Д. Едаменко, Н.И. Черкашина. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 112 с.

2. Едаменко О.Д., Черкашина Н.И. Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Радиобиология» для студентов специальности 18.05.02 – Химическая технология материалов современной энергетики, специализация: Ядерная и радиационная безопасность на объектах использования ядерной энергии. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2018. – 14 с. (Электронный ресурс: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2018122913080486600000658662>)

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

1. <http://webofscience.com>.
2. <http://www.rospotrebnadzor.ru/>
3. <https://e.lanbook.com/>
4. Российское образование ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ПОРТАЛ: <http://www.edu.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>

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