

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Одобрено на заседании
УМС ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол № 3-8/2022 от 30.08.2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

НЕЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЯДЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

для магистров направления подготовки

03.04.02 Физика

образовательная программа

«Инновационные технологии в ядерной медицине»

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2022 г.

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

В результате освоения ООП магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-1	Способен применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности	З-ОПК-1 – Знать: фундаментальные законы и принципы физики; основы психологии и педагогики. У-ОПК-1 – Уметь: применять полученные знания для решения научно-исследовательских задач в своей профессиональной деятельности; представлять законы и принципы физики в виде математических уравнений, формул, графиков, качественного описания; применять основы психологии, методики преподавания в педагогической деятельности. В-ОПК-1 – Владеть: навыками решения научно-исследовательских задач в области экспериментальной и теоретической физики; педагогическими технологиями, необходимыми для ведения преподавательской деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина реализуется в рамках факультативной дисциплины образовательной программы магистратуры.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин:

Перспективные ядерные технологии (инновационные технологии ядерной медицины).

Ядерно-физические технологии и РФП.

Дисциплины и/или практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

Производственная практика: преддипломная практика.

Дисциплина изучается на 1 курсе во 2 семестре.

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид работы	Количество часов на вид работы
Контактная работа обучающихся с преподавателем	
Аудиторные занятия (всего)	16
В том числе:	
<i>лекции</i>	-
<i>практические занятия</i>	16
Промежуточная аттестация	
В том числе:	
<i>зачет с оценкой</i>	+
Самостоятельная работа обучающихся	
Самостоятельная работа обучающихся	20
В том числе:	
<i>проработка теоретического материала</i>	4
<i>подготовка к практическим занятиям</i>	4
<i>подготовка к контрольным испытаниям текущего контроля успеваемости, в том числе:</i>	4
<ul style="list-style-type: none"> • <i>подготовка к деловой игре</i> • <i>подготовка к докладу</i> 	3
<ul style="list-style-type: none"> • <i>подготовка к контрольной работе</i> 	-
<i>подготовка к зачету с оценкой</i>	3
<i>подготовка к зачету с оценкой</i>	2
Всего (часы):	36
Всего (зачетные единицы):	1

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	Виды учебной работы (в часах)				
		Очная форма обучения				
		Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО
1.	Общие вопросы радиозащиты	-	2	-	-	3

1.1.	Радиоэкология: история развития и сегодняшние задачи	-	1	-	-	1
1.2.	Элементы ядерной физики	-	0,5	-	-	1
1.3.	Основные понятия дозиметрии	-	0,5			1
2.	Радионуклиды в биосфере	-	2	-	-	3
2.1.	Источники ионизирующего излучения в окружающей среде	-	1	-	-	1
2.2.	Поведение радионуклидов в наземных экосистемах	-	0,5	-	-	1
2.3.	Поведение радионуклидов в водных экосистемах	-	0,5	-	-	1
3.	Радиобиология растений и животных	-	4	-	-	4
3.1.	Дозообразование у растений и животных	-	1	-	-	1
3.2.	Общие закономерности действия ионизирующих излучений на живой организм	-	1	-	-	1
3.3.	Биологическое действие радиации на растения и животных	-	1	-	-	1
3.4.	Радиационная защита биоты	-	1	-	-	1
4.	Современные радиоэкологические проблемы	-	5	-	-	5
4.1.	Радоновая проблема	-	1	-	-	1
4.2.	Ядерное наследие	-	1	-	-	1
4.3.	Радиоэкологические проблемы бэкэнда. Концепция радиационной эквивалентности	-	1	-	-	1
4.4.	Радиоэкологические последствия радиационных аварий	-	1	-	-	1
4.5.	Радиобиологические последствия радиоактивного загрязнения природных экосистем	-	0,5	-	-	0,5
4.6.	Радиационная обстановка в Российской Федерации	-	0,5	-	-	0,5
5.	Ведение сельскохозяйственного производства в условиях радионуклидного загрязнения	-	2	-	-	3
5.1.	Радиационно-гигиенические аспекты сельскохозяйственного использования территории, загрязненной радиоактивными веществами	-	0,5	-	-	1
5.2.	Зонирование радиоактивно-загрязненных территорий	-	0,5	-	-	1

5.3.	Мероприятия по снижению содержания радионуклидов в агропромышленной продукции	-	0,5	-	-	0,5
5.4.	Прогноз загрязнения пищевой продукции и доз облучения человека при сельскохозяйственном использовании радиоактивно-загрязненных территорий	-	0,5	-	-	0,5
6.	Неэнергетическое применение ядерных и радиационных технологий	-	1	-	-	2
6.1.	Научные исследования с использованием радионуклидов и ионизирующих излучений	-	0,5	-	-	1
6.2.	Радиационные и ядерные технологии в современном мире	-	0,5	-	-	1
	ВСЕГО:	-	16	-	-	20

Прим.: Лек – лекции, Пр – практические занятия / семинары, Лаб – лабораторные занятия, Внеауд – внеаудиторная работа, СРО – самостоятельная работа обучающихся

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс
Не предусмотрен

Практические занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Общие вопросы радиозэкологии	
1.1.	Радиозэкология: история развития и сегодняшние задачи	Предмет радиозэкологии. История развития науки и ее задачи на современном этапе. Связь с другими науками. Международная деятельность в области радиационной экологии. Знакомство со структурой дисциплины и видами учебной работы
1.2.	Элементы ядерной физики	Строение атомов и ядер. Радиоактивность. Типы распада. Закон радиоактивного распада. Деление ядра.
1.3.	Основные понятия дозиметрии	Основные характеристики ионизирующих излучений. Дозы излучения: поглощенная, эффективная, эквивалентная, коллективная
2.	Радионуклиды в биосфере	
2.1.	Источники ионизирующего излучения в	Классификация источников ионизирующего излучения. Природный радиационный фон. Источники ионизирующего излучения

	окружающей среде	<p>естественного происхождения: космическое излучение, космогенные радионуклиды, естественные радионуклиды земного происхождения.</p> <p>Техногенно измененный ЕРФ: источники и причины, уровни облучения, примеры.</p> <p>Источники радиоактивного загрязнения окружающей среды: испытания ядерного оружия и ядерные взрывы в мирных целях, ядерный топливный цикл, радиационные аварии, атомный флот. Искусственные источники излучений, используемые в медицине, промышленности и др.</p> <p>Естественный и техногенно измененный радиационный фон: основные компоненты. Вклад в дозу облучения населения Земли.</p>
2.2.	Поведение радионуклидов в наземных экосистемах	<p>Поступление радионуклидов в компоненты экосистем. Пути поступления радионуклидов в экосистемы. Атмосферный перенос. Состав и виды техногенных радиоактивных выпадений.</p> <p>Поведение радионуклидов в почвах. Почва как исходное звено миграции радионуклидов в природной среде и агросфере. Формы нахождения радионуклидов в почве, сорбция, вертикальная миграция.</p> <p>Поступление радионуклидов в растение. Аэральное и корневое поступление в растения. Основные факторы, способствующие внекорневому и корневому поглощению радионуклидов растениями.</p> <p>Радионуклиды в организме животных. Пути поступления. Метаболизм радионуклидов в организме (всасывание, распределение, накопление, выведение).</p> <p>Поступление радионуклидов в компоненты экосистем. Состав и виды техногенных радиоактивных выпадений: радиоизотопный состав, формы присутствия радионуклидов в выбросах, радиоактивные выпадения из атмосферы. Модели переноса радионуклидов в атмосфере.</p> <p>Поведение радионуклидов в почвах. Количественные характеристики радиоактивного загрязнения почвы. Особенности поведения в почве наиболее значимых искусственных радионуклидов. Вторичное перераспределение радионуклидов в почве, горизонтальный перенос, ветровой подъем.</p> <p>Поступление радионуклидов в растение. Аэральное</p>

		и корневое поступление в растения. Количественные показатели, характеризующие поступление радионуклидов в растения: коэффициент накопления, коэффициент перехода. Особенности поведения в наземных экосистемах наиболее значимых естественных и искусственных радионуклидов. Поступление и метаболизм радионуклидов в организме животных. Факторы, модифицирующие поведение радионуклидов в организме животных. Количественные показатели, характеризующие метаболизм радионуклидов в организме животных.
2.3.	Поведение радионуклидов в водных экосистемах	Распределение, накопление и трансформация радионуклидов в пресноводных и морских экосистемах. Моделирование процессов миграции радионуклидов в гидросфере. Накопление и трансформация радионуклидов в пресноводных и морских экосистемах. Продольный перенос радионуклидов речным потоком.
3.	Радиобиология растений и животных	
3.1.	Дозообразование у растений и животных	Дозовые характеристики радиационного воздействия на растения. Формирование поглощенных доз у растений. Дозиметрические характеристики внешнего облучения животных. Формирование поглощенных доз при внутреннем облучении животных. Формирование поглощенных доз у растений и животных при внешнем и внутреннем облучении.
3.2.	Общие закономерности действия ионизирующих излучений на живой организм	Общие закономерности биологического действия радиации. Радиобиологические эффекты на молекулярно-клеточном, организменном, популяционном и экосистемном уровне. Радиочувствительность живых организмов. Радиобиологические эффекты на организменном, популяционном и экосистемном уровне. Радиочувствительность живых организмов.
3.3.	Биологическое действие радиации на растения и животных	Биологическое действие радиации на растения. Стимулирующие и ингибирующие эффекты. Влияние облучения на морфологические, физиологические, репродуктивные показатели. Биологическое действие радиации на животных разных систематических групп. Радиационные эффекты в тканях и органах животных. Биологическое действие радиации на растения.

		<p>Радиационная стимуляция роста и развития растений. Продуктивность и качество урожая облученных растений.</p> <p>Биологическое действие радиации на животных разных систематических групп. Радиационные эффекты в тканях и органах животных. Действие радиации на организм животных (воспроизводство, лучевая болезнь, радиационные ожоги).</p>
3.4.	Радиационная защита биоты	<p>Эволюция взглядов на проблему защиты биоты от ионизирующих излучений. Основные направления развития современной методологии радиационной защиты биоты (концепция референтных животных и растений, база данных по радиационным эффектам у биоты, критерии оценки радиационного воздействия на биоту, концепция «уровней обеспокоенности», консервативный и вероятностный методы оценки допустимых уровней облучения биоценозов).</p> <p>Международные проекты по обобщению информации и действию ионизирующей радиации на биоту. База данных FREDERICA.</p>
4.	Современные радиоэкологические проблемы ядерной энергетики	
4.1.	Радоновая проблема	<p>Источники радона, свойства радона, характерные концентрации в окружающей среде. Радиационная и экологическая опасность радона.</p> <p>Поступления радона в природные среды и жилище. Мировой опыт решения радоновой проблемы.</p>
4.2.	Ядерное наследие	<p>Ядерное наследие: основные понятия, современное состояние, международная деятельность.</p> <p>Ядерное наследие в России и других странах. ПО «Маяк» как объект ядерного наследия.</p>
4.3.	Радиоэкологические проблемы бэкэнда	<p>Радиоактивные отходы: классификация, современное состояние, задачи и проблемы радиоэкологии.</p> <p>Концепция радиационной эквивалентности.</p> <p>Радиоэкологический контроль при выводе ядерно- и радиационно-опасных объектов из эксплуатации.</p> <p>Возможные способы решения проблемы РАО: плюсы и минусы.</p> <p>Концепция радиационной эквивалентности: основные постулаты, проблемы реализации, современное состояние.</p>
4.4.	Радиоэкологические последствия радиационных аварий	<p>Международная шкала ядерных и радиологических событий. Крупные радиационные аварии: характерные особенности Крупные радиационные аварии (ПО «Маяк», Чернобыльская и Фукусимская</p>

		<p>аварии). Масштабы радионуклидного загрязнения, особенности формирования радиоэкологической обстановки на разных этапах.</p> <p>Радиоактивное загрязнение природных сред и сельскохозяйственных угодий после крупных радиационных аварий.</p> <p>Экологические последствия радиационных аварий на примере Чернобыльской и Фукусимской аварий.</p>
4.5.	Радиобиологические последствия радиоактивного загрязнения природных экосистем	<p>Особенности крупных аварии с точки зрения радиационного воздействия на биоту. Состояние природных популяций на радиоактивно загрязненных территориях: ВУРС, зона ЧАЭС.</p> <p>Биологический мониторинг как интегральный метод оценки состояния природной среды.</p> <p>Биологические эффекты у растений и животных на радиоактивно загрязненных территориях.</p>
4.6.	Радиационная обстановка в Российской Федерации	<p>Источники естественного и искусственного радиационного фона на территории Российской Федерации, их роль и вклад в дозы облучения жителя России. Естественный радиационный фон, радиоактивно-загрязненные территории, последствия ядерных испытаний.</p> <p>Официальная информация о радиационной обстановке в РФ: Данные по радиоактивному загрязнению территории населенных пунктов РФ цезием-137, стронцием-90 и плутонием-239+240; Ежегодник «Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств». Сравнительный анализ радиационной обстановки в проблемных регионах и местах расположения ЯРОО.</p>
5.	Ведение с.-х. производства в условиях радионуклидного загрязнения	
5.1.	Радиационно-гигиенические аспекты сельскохозяйственного использования территории, загрязненной радиоактивными веществами	<p>Радиационные аварии и агропромышленное производство: общие положения. О целесообразности хозяйственной деятельности на загрязненных территориях.</p> <p>Регламентирование воздействия ионизирующих излучений на население. Ограничение содержания радионуклидов в продуктах питания. Контрольные уровни содержания радионуклидов в продуктах питания.</p>
5.2.	Зонирование радиоактивно-загрязненных территорий	<p>Законодательные основы зонирования радиоактивно-загрязненных территорий. Годовая эффективная эквивалентная доза облучения населения от всех источников как основной критерий зонирования радиоактивно-загрязненных</p>

		<p>территорий. Мощность экспозиционной дозы и плотность радиоактивного загрязнения как вспомогательные критерии зонирования. Мероприятия и ограничения в разных зонах. Зонирование территории в регионе Чернобыльской аварии. Принципы, мероприятия и ограничения. Зонирование территории после Кыштымской аварии. Принципы, мероприятия и ограничения.</p>
5.3.	<p>Мероприятия по снижению содержания радионуклидов в агропромышленной продукции</p>	<p>Периодизация радиационной обстановки после аварии. Стратегия применения контрмер в сельском хозяйстве при радионуклидном загрязнении территории. Уровни вмешательства. Контрмеры в сельском хозяйстве: организационные, агротехнические, агрохимические. Особенности реабилитационных мероприятий на разных этапах развития аварии. Ведение растениеводства на радиоактивно загрязненной территории. Агротехнические и агрохимические мероприятия. Ведение животноводства на радиоактивно загрязненной территории. Мероприятия в животноводстве. Мероприятия на лугах и пастбищах. Приоритетные меры в сельском хозяйстве в ранний и промежуточный периоды после радиоактивного загрязнения. Мероприятия по снижению содержания радионуклидов в продукции растениеводства. Агротехнические и агрохимические мероприятия. Мелиорация почв. Подбор сельскохозяйственных растений и фитомелиорация почв. Технологическая переработка. Мероприятия по снижению содержания радионуклидов в продукции животноводства. Мероприятия на лугах и пастбищах. Контрмеры при пастбищном содержании животных. Управление режимом кормления и составом рациона для снижения содержания радионуклидов в продукции. Перепрофилирование животноводства. Технологическая и кулинарная обработка.</p>
5.4.	<p>Прогноз загрязнения пищевой продукции и доз облучения человека при сельскохозяйственно м использовании</p>	<p>Прогнозная оценка содержания радионуклидов в продукции растениеводства и животноводства при ведении сельскохозяйственного производства на радиоактивно загрязненных территориях. Прогнозные оценки дозовых нагрузок на население при употреблении радиоактивно-загрязненных</p>

	радиоактивно-загрязненных территорий	продуктов в пищу.
6.	Неэнергетическое применение ядерных и радиационных технологий	
6.1.	Научные исследования с использованием радионуклидов и ионизирующих излучений	Радиологические и изотопные методы исследований в сельскохозяйственной науке, геологии и природопользовании, радиобиологии и экологии. Исследовательские ядерные реакторы. Радиоизотопное датирование. Изотопные методы исследований в биологии, экологии, геологии, искусствоведении, метод меченых атомов. Методы активационного анализа. Радиационное материаловедение.
6.2.	Радиационные и ядерные технологии в современном мире	Прикладные аспекты радиобиологии ионизирующих и неионизирующих излучений в АПК. Ядерная медицина: обзор основных технологий. Промышленное применение ядерных и радиационных технологий. Радиационное стимулирование / ингибирование ростовых процессов. Радиационная дезинсекция и радиационная половая стерилизация насекомых. Радиационная обработка продуктов питания. Методы радиационной селекции. Радиационные технологии для решения экологических задач. Неионизирующие излучения для агробiotехнологий. Классические и современные методы диагностики (рентгенография, компьютерная томография, ПЭТ-сканирование, радионуклидная диагностика). Лучевая и радионуклидная терапия, брахитерапия в лечении онкологических заболеваний. Ядерная медицина неонкологических заболеваний. Радиационная безопасность в ядерной медицине. Неразрушающий контроль в разных областях. Получение материалов и изделий с новыми свойствами (радиационная полимеризация, аддитивные технологии, ионная имплантация и др.). Радиоизотопные источники энергии. Безопасность и преимущества ядерных и радиационных технологий.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для всех видов самостоятельной работы (проработки теоретического

материала, подготовки к практическим занятиям и лабораторным работам, выполнения курсовой работы, подготовки к контрольным испытаниям текущего контроля успеваемости, подготовки к зачёту с оценкой) обучающимся рекомендуется использовать:

- конспекты лекций;
- основную и дополнительную учебную литературу (см. раздел 7);
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», в том числе периодические издания Научной электронной библиотеки e-LIBRARY.ru (<http://elibrary.ru>);

- Удалова А.А. Радиационная экология. Онлайн курс на платформе «Открытое образование». Страница курса: https://openedu.ru/course/mephi/mephi_res/

- для углубленного изучения отдельных разделов дисциплины рекомендуется ознакомиться с научными работами, опубликованными составителем данной рабочей программы дисциплины (материалы предоставляются преподавателем):

1. Podlutskii M.S., Lukashenko S.N., Tomson A.V., Oudalova A.A. Study of tritium nearby a regional radioactive waste storage // Journal of Physics: Conference Series. 2020. V. 1701(1). 012008. doi:10.1088/1742-6596/1701/1/012008

2. Fernandez S.Q., Oudalova A.A., Melinkova T.V., Montaña R., Ziouche M. Environmental impact of the Research Institute of Physical Chemistry in Obninsk on soils of the nearby territory // Journal of Physics: Conference Series. 2020. V. 1701(1). 012021. doi:10.1088/1742-6596/1701/1/012021

3. Geraskin S., Volkova P., Vasiliyev D., Dikareva N., Oudalova A., Kazakova E., Makarenko E., Duarte G., Kuzmenkov A. Scots pine as a promising indicator organism for biomonitoring of the polluted environment: A case study on chronically irradiated populations // Mutation Research - Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis. 2019. V. 842. P. 3-13/ doi.org/10.1016/j.mrgentox.2018.12.011

4. Lavrentyeva G.V., Oorzhak A.E., Shoshina R.R., Oudalova A.A., Kurachenko Yu.A. Assessment of the radiation dose rate for a terrestrial mollusk during chronic Sr-90 irradiation // IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 2019. V. 487. 012012 doi:10.1088/1757-899X/487/1/012012.

5. Гераськин С.А., Волкова П.Ю., Удалова А.А., Казакова Е.А., Васильев Д.В., Дикарева Н.С., Макаренко Е.С., Дуарте Г.Т., Кузьменков А.Г. Эффекты хронического облучения в популяциях растений на примере референтного организма «сосна обыкновенная» // Радиация и риск (Бюллетень Национального радиационно-эпидемиологического регистра). 2018. Т. 27. № 4. С. 95-118.

6. Geras'kin S., Oudalova A., Vasiliyev D., Kuzmenkov A. Influence of chronic radiation exposure on the temporal dynamics of seeds germination in Scots pine populations from the Bryansk region affected by the Chernobyl accident / The 2nd International Symposium "Physics, Engineering and Technologies for Biomedicine". KnE Energy & Physics. 2018. P. 100–106. DOI 10.18502/ken.v3i2.1799

7. Geras'kin S., Oudalova A., Kuzmenkov A., Vasiliyev D. Chronic radiation exposure modifies temporal dynamics of cytogenetic but not reproductive indicators in

Scots pine populations // Environmental Pollution. 2018. V. 239. P. 399–407. doi.org/10.1016/j.envpol.2018.04.058

8. Алексахин Р.М., Гераськин С.А., Удалова А.А. Новейшие результаты исследований в области радиоэкологии // Вестник Российской академии наук. 2015. Т. 85. № 2. С. 79-82.

9. Удалова А.А., Дубынина М.А. Разработка методов установления критических дозовых нагрузок на биоту на примере агрофитоценозов // Ядерная физика и инжиниринг. 2014. Т. 5. Вып. 3. С. 283-288.

10. Алексахин Р.М., Удалова А.А., Гераськин С.А. Учение о биосфере В.И. Вернадского и современные проблемы радиоэкологии // Радиационная биология. Радиоэкология. 2014. Т. 54. Вып. 4. С. 432-439.

11. Удалова А.А., Гераськин С.А., Алексахин Р.М., Киселев С.М. Современные подходы к оценке радиационного воздействия на окружающую среду // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2013. Т. 58. № 4. С. 23-33.

12. Удалова А.А., Ульяненко Л.Н., Алексахин Р.М., Гераськин С.А., Филипас А.С. Методология оценки допустимого воздействия ионизирующих излучений на агроценозы // Радиационная биология. Радиоэкология. 2010. Т. 50. № 5. С. 572-581.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части) / и её формулировка	Наименование оценочного средства
Текущий контроль			
1.	Разделы 1-2	ОПК-1	Контрольная работа 1
2.	Раздел 3	ОПК-1	Деловая игра
3.	Разделы 4 и 6	ОПК-1	Доклад с оппонированием
4.	Раздел 5	ОПК-1	Контрольная работа 2
Промежуточный контроль			
7.	Разделы 1-6	ОПК-1	Зачёт с оценкой

6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

6.2.1. Зачёт с оценкой

а) типовые вопросы (задания):

Раздел 1. Общие вопросы радиоэкологии

1. Радиоэкология: история развития и сегодняшние задачи

Раздел 2. Радионуклиды в биосфере

2. Классификация источников ионизирующего излучения и их вклад в дозу облучения населения Земли. Природный радиационный фон.
3. Естественные и искусственные источники радиации и их значение в радиоэкологии
4. Источники ионизирующего излучения естественного происхождения: космическое излучение, космогенные радионуклиды, естественные радионуклиды земного происхождения. Техногенно измененный ЕРФ
5. Основные источники радиоактивного загрязнения окружающей среды: испытания ядерного оружия и ядерные взрывы в мирных целях, ядерный топливный цикл, радиационные аварии, атомный флот и др.
6. Состав и виды техногенных радиоактивных выпадений: радиоизотопный состав выпадений, формы присутствия радионуклидов в выбросах, осаждение из атмосферы на земную поверхность
7. Поведение радионуклидов в почвах. Количественные характеристики радиоактивного загрязнения почвы. Первичное и вторичное перераспределение радионуклидов в почве
8. Перенос радионуклидов в атмосфере
9. Аэральное поступление радионуклидов в растения. Основные факторы, способствующие внекорневому поглощению радионуклидов растениями
10. Корневое поступление радионуклидов в растения. Основные факторы, способствующие корневому поглощению радионуклидов растениями. Количественные показатели, характеризующие корневое поступление радионуклидов в растения
11. Радионуклиды в организме животных: пути поступления и факторы, модифицирующие поступление радионуклидов в организм
12. Метаболизм радионуклидов в организме сельскохозяйственных животных (всасывание, распределение, накопление, выведение)
13. Радионуклиды в водных экосистемах: распределение, накопление и трансформация. Моделирование процессов миграции радионуклидов в гидросфере

Раздел 3. Радиобиология растений и животных

14. Дозовые характеристики радиационного воздействия на растения. Формирование поглощенных доз у растений
15. Дозиметрические характеристики внешнего облучения животных. Формирование поглощенных доз при внутреннем облучении животных
16. Развитие радиобиологического эффекта (физическая, физико-химическая, химическая, биологическая стадии)
17. Радиобиологические эффекты на молекулярно-клеточном уровне
18. Радиобиологические эффекты на организменном, популяционном и экосистемном уровне
19. Радиочувствительность живых организмов и возможности ее модификации

20. Биологическое действие радиации на растения. Радиационная стимуляция роста и развития растений. Продуктивность и качество урожая облученных растений
21. Биологическое действие радиации на животных разных систематических групп. Радиационные эффекты в тканях и органах животных. Действие радиации на организм животных
22. Радиационная защита биоты: антропоцентрический и экоцентрический подходы. Деятельность МКРЗ и других организаций. Концепция референтных животных и растений. Концепция «уровней обеспокоенности». Консервативный и вероятностный методы оценки допустимых уровней облучения биоценозов

Раздел 4. Современные радиоэкологические проблемы ядерной энергетики

23. Радоновая проблема. Источники радона, характерные концентрации в окружающей среде. Радиационная и экологическая опасность радона
24. Ядерное наследие: основные понятия, современное состояние, международная деятельность
25. Радиоактивные отходы: классификация, современное состояние, задачи и проблемы радиоэкологии
26. Радиоэкологический контроль при выводе ядерно- и радиационно-опасных объектов из эксплуатации. Концепция радиационной эквивалентности
27. Радиоэкологические последствия радиационных аварий. Международная шкала ядерных и радиологических событий. Крупные радиационные аварии: характерные особенности
28. Особенности крупных аварий с точки зрения радиационного воздействия на биоту. Состояние природных популяций на радиоактивно загрязненных территориях
29. Радиационная обстановка на территории Российской Федерации

Раздел 5. Ведение сельскохозяйственного производства в условиях радионуклидного загрязнения

30. Радиационно-гигиенические аспекты сельскохозяйственного использования территории, загрязненной радиоактивными веществами. Принципы зонирования. Периодизация обстановки после радиационной аварии
31. Регламентирование воздействия ионизирующих излучений на население. Ограничение содержания радионуклидов в продуктах питания
32. Контрмеры в сельском хозяйстве при радионуклидном загрязнении территории
33. Агротехнические мероприятия на радиоактивно загрязненных территориях
34. Агротехнические мероприятия на радиоактивно загрязненных территориях
35. Мероприятия по снижению содержания радионуклидов в продукции растениеводства
36. Мероприятия по снижению содержания радионуклидов в продукции животноводства
37. Приоритетные меры для уменьшения радиационной нагрузки на население и сельскохозяйственные объекты в ранний период радиационной аварии
38. Прогнозирование дозы облучения человека при употреблении продуктов, содержащих радионуклиды

39. Прогнозирование загрязнения продукции растениеводства и животноводства радионуклидами

Раздел 6. Неэнергетическое применение ядерных и радиационных технологий

40. Научные исследования с использованием радионуклидов и ионизирующих излучений

41. Радиационные и ядерные технологии в современном мире

Зачетный билет включает два вопроса из приведенного выше списка и задачу.

Примеры задач:

(обучающемуся предоставляются нормативные документы НРБ-99/2009, СанПиН, справочные таблицы, необходимые для решения задач)

1. Какова удельная активность Cs-137 в почве в зоне отселения Чернобыльской АЭС (>40 Ки/кв.км)? Глубина пахотного слоя 25 см, плотность почвы $\rho=1$ г/см³.
2. Можно ли употреблять в пищу картофель, выращенный на дерново-подзолистой супесчаной почве с уровнем загрязнения по Cs-137 15 Ки/кв.км?
3. Годовое потребление хлеба и картофеля для среднестатистического жителя России составляет 100 и 120 кг, соответственно. Какую дозу внутреннего облучения получит население, если 1/4 потребляемого им хлеба и картофеля будет иметь максимально допустимые уровни радиоактивного загрязнения по Cs-137?

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Оценка «**отлично**» ставится, если:

- Полно раскрыто содержание материала билета;
- Материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, точно используется терминология;
- Показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации;
- Продемонстрированы сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков;
- Ответ прозвучал самостоятельно, без наводящих вопросов;
- Допущены одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов, которые исправляются по замечанию.

Оценка «**хорошо**» ставится, если:

- ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет один из недостатков:
- В изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа;
- Допущены один – два недочета при освещении основного содержания ответа либо при решении задачи, исправленные по замечанию принимающего зачет;
- Допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов либо сделаны арифметические ошибки при решении задачи, которые легко исправляются по замечанию принимающего зачет.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если:

- Неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала;
- Имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, решении задачи, исправленные после нескольких наводящих вопросов;
- При неполном знании теоретического материала выявлена недостаточная сформированность компетенций, умений и навыков, студент не может применить теорию в новой ситуации.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если:

- Не раскрыто основное содержание вопросов в билете;
- Обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала, касающегося вопросов в билете;
- Допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, демонстрации практических навыков, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.

в) описание шкалы оценивания:

Оценка	Вопрос 1	Вопрос 2	Задача	БРС
Отлично	11-12	11-12	14-16	36-40
Хорошо	9-11	9-11	12-13	30-35
Удовлетворительно	7-9	7-9	10-11	24-29
Неудовлетворительно	<7	<7	<10	<24

6.2.2. Контрольная работа 1

Тема: «Общие вопросы радиоэкологии. Радионуклиды в биосфере»

а) типовые задания:

Задание состоит из 3-х частей:

Часть А: выполнить тестовые задания в открытой или закрытой форме

Примеры вопросов	Варианты ответов
В чем измеряется радиоактивность?	<ul style="list-style-type: none"> • Рентген • Беккерель • Резерфорд • Кюри
Какой тип излучения наиболее опасен при внешнем облучении?	<ul style="list-style-type: none"> • ультрафиолетовое • α-излучение • β-излучение • γ-излучение
Приведите пример радионуклида, который присутствует в выбросах в газообразной форме	_____

Часть В: Дайте развернутый ответ на один из предложенных вопросов:

1. Какие факторы влияют на поведение радионуклидов в звене почва-растение?
2. Когда важен аэральный путь поступления радионуклидов в растения?
3. От чего зависит величина всасывания радионуклида в организм животного?

Часть С: Решите задачу

Примеры задач:

Плотность радиоактивного загрязнения территории Cs-137 составляет 5 Ки/км². Почва – дерново-подзолистая супесчаная. Глубина пахотного слоя 25 см, плотность почвы 1 г/см³

1. Найти удельную активность почвы
2. Какое количество Cs-137 содержит ячмень, выращенный на этой территории?

б) критерии оценивания компетенций и описание шкалы оценивания:

	Критерии оценивания и комментарии	Максимально
Часть А	Часть А содержит 10 вопросов. Число баллов определяется как процент правильных ответов, пересчитанный в баллы от максимально возможной оценки	5 баллов
Часть В	<ul style="list-style-type: none"> • свободное владение теоретическим материалом по дисциплине; • правильное применение специальной терминологии; • владение и практическое применение межпредметных связей; • иллюстрирование теоретических положений конкретными примерами; 	5 баллов
Часть С	<ul style="list-style-type: none"> • умение выбрать правильный метод решения задачи; • умение пользоваться формулами, знание обозначений; • получение правильного числового результата; • верная интерпретация результата в соответствии с вопросом задачи 	5 баллов
ИТОГО		до 15 баллов

Контрольное мероприятие считается зачтенным, если студент набрал не менее 9 баллов.

6.2.3. Деловая игра

Тема: «Радиобиология растений и животных»

а) типовые задания:

Деловая игра направлена на оценку энциклопедических знаний в области радиобиологии растений и животных.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

- даны исчерпывающие и обоснованные ответы на все поставленные вопросы;
 - ответы были четкими и краткими, излагались в логической последовательности;
 - показано умение самостоятельно анализировать факты, события, явления, процессы в их взаимосвязи и диалектическом развитии
- в) описание шкалы оценивания:

Участие в деловой игре оценивается максимум в 15 баллов, в том числе:

работа над банком заданий – до 5 баллов;

проведение деловой игры – до 10 баллов.

Контрольное мероприятие считается зачтенным, если студент набрал не менее 9 балла

6.2.4. Доклад с оппонированием

а) типовые вопросы (задания):

Задание состоит из двух частей:

А. Подготовка и представление доклада;

Б. Оппонирование доклада, представленного другим студентом.

Требования к докладу:

- необходимо приготовить пояснительную записку (реферат), включая список использованной литературы, устный доклад и презентацию, и представить доклад на практическом занятии, организованном в виде семинара-конференции;
- студент может использовать предложенные литературные источники, а также проводит поиск, изучение и анализ дополнительной литературы/источников по тематике доклада;
- пояснительная записка должна соответствовать основным требованиям к научным отчетам, в том числе отражать актуальность и научную новизну рассмотренной темы, описание материалов и методов исследования, основных результатов, обсуждение и формулировку выводов; объем – от 10 до 30 стр., может быть представлена в электронном виде;
- список использованной литературы оформляется в соответствии с требованиями к представлению библиографических ссылок (в том числе на электронные документы); литература должна быть актуальной и обязательно включать современные данные (за последние 5-10 лет);
- пояснительная записка сдается преподавателю за неделю до выступления;
- устное выступление занимает 10-15 мин, проходит в свободной форме (зачитывать текст не рекомендуется);
- презентация в PowerPoint должна обеспечивать наглядное визуальное сопровождение доклада; приведенные на слайдах справочные и другие сведения должны содержать ссылку на первоисточник.

Примерные темы докладов:

Раздел 4. Современные радиоэкологические проблемы

- Современные уровни загрязнения техногенными радионуклидами наземных / водных экосистем

- Международная деятельность по регулированию проблемы ядерного наследия
- Ядерное наследие в России и других странах
- Радиоэкологические проблемы РАО
- Радиоэкологический контроль при выводе ядерно- и радиационно-опасных объектов из эксплуатации
- Замыкание ЯТЦ: проблемы и перспективы
- Сравнение последствий крупных радиационных аварий
- Биологические эффекты у растений и животных на радиоактивно загрязненных территориях: есть ли повод для беспокойства?

Раздел 5. Неэнергетическое применение ядерных и радиационных технологий

- Влияние облучения растений на качество продукции растениеводства
- Радиоактивные индикаторы в физиологии и биохимии растений и животных
- Использование явления радиационного гормезиса в сельском хозяйстве
- Радиационный мутагенез как основа селекции растений, животных и микроорганизмов
- Радиационные технологии для продления сроков хранения продукции сельского хозяйства
- Радиационные технологии борьбы с вредными насекомыми
- Радиационные технологии в рыбообработывающей промышленности
- Изучение влияния радиации на всхожесть семян и развитие проростков
- Изучение комбинированного действия ионизирующего излучения и регуляторов роста на морфологические показатели растений
- Радиационная стимуляция растений
- Радиационная стимуляция животных
- Морфологические изменения у растений/животных под влиянием ионизирующих излучений
- Радиочувствительность сельскохозяйственных растений/животных и факторы, ее определяющие

Оппонирование доклада

1. Изучить пояснительную записку к докладу другого студента, переданную преподавателем, и другие работы по теме доклада, опубликованные в печати;
2. Дать письменный отзыв на пояснительную записку, используя критерии, приведенные ниже;
3. Выступить с отзывом во время проведения защиты доклада.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

- качество устного сообщения, владение тематикой, материалом и терминологией;
 - взаимодействие с оппонентом, умение вести дискуссию;
 - качество пояснительной записки оценивается по следующим критериям:
- a. Научная новизна
 - показана актуальность проблемы и темы работы;

- продемонстрирована новизна и самостоятельность в постановке проблемы или в формулировании нового аспекта выбранной для анализа проблемы;
- наличие авторской позиции, самостоятельность суждений.

в. Степень раскрытия сущности проблемы

- полнота и глубина раскрытия основных понятий проблемы;
- обоснованность способов и методов работы с материалом;
- умение работать с литературой, систематизировать и структурировать материал;
- умение обобщать, сопоставлять различные точки зрения по рассматриваемому вопросу, аргументировать основные положения и выводы.

с. Обоснованность выбора источников

- круг, полнота использования литературных источников по проблеме;
- привлечение новейших работ по проблеме (журнальные публикации, материалы сборников научных трудов и т.д., изданные за последние 5-10 лет).

д. Соблюдение требований к оформлению

- правильное оформление ссылок на используемую литературу;
- грамотность и культура изложения;
- владение терминологией и понятийным аппаратом проблемы;
- соблюдение требований к объему курсовой работы;
- культура оформления (шрифты, выделение абзацев и пр.).

е. Грамотность

- отсутствие орфографических и синтаксических ошибок, стилистических погрешностей;
- отсутствие опечаток, сокращений слов, кроме общепринятых;
- литературный стиль.

- презентация в PowerPoint обеспечивает наглядное визуальное сопровождение доклада; слайды не перегружены текстом;
- качество оппонирования оценивается по следующим критериям:
 - а. в письменном отзыве рассмотрены все критерии оценки качества пояснительной записки;
 - б. продемонстрирована способность к конструктивной критике;
 - с. продемонстрировано владение тематикой рецензируемого текста;
 - д. качество устного выступления, взаимодействие с оппонентом.

в) описание шкалы оценивания:

Задание А оценивается в 10 баллов максимально, в том числе

содержание и качество подготовки пояснительной записки	до 3 баллов
содержание доклада, качество выступления	до 3 баллов
качество презентации	до 2 баллов
проведение защиты	до 2 баллов

Задание Б оценивается в 5 баллов максимально, в том числе:

качество письменного отзыва	до 2 баллов
-----------------------------	-------------

владение тематикой	до 1 балла
устное выступление	до 1 балла
проведение защиты	до 1 балла

Максимальное количество баллов – 15. Контрольное мероприятие считается зачтенным, если студент набрал не менее 9 баллов.

6.2.5. Контрольная работа 2

Тема: «Ведение сельскохозяйственного производства в условиях радионуклидного загрязнения»

а) типовые задания:

Задание состоит из 2-х частей:

Часть А: выполнить тестовые задания

Примеры вопросов	Варианты ответов
Содержание естественных радионуклидов в почве в основном определяется	<ul style="list-style-type: none"> • почвообразующими породами • географической широтой • типом растительности • глобальными выпадениями
Эффективный период полувыведения радионуклида из организма зависит от	<ul style="list-style-type: none"> • периода полураспада и вида радионуклида • периода полураспада и органа, через который идет выведение • периода полураспада и периода биологического полувыведения • периода биологического полувыведения и вида радионуклида
Известкование почв является эффективной контрмерой при радиоактивном загрязнении, потому что	<ul style="list-style-type: none"> • это дешево • изменяется соотношение Cs^+/K^+ в почвенном растворе • нейтрализуется кислотность почвенного раствора • увеличиваются сорбирующие свойства глинистых минералов

Часть В: Решите задачу

Примеры задач:

Для среднестатистического жителя сельской местности в Российской Федерации годовое потребление продуктов питания составляет: картофель – 120 кг, мясо – 60 кг, молоко – 300 л.

1) Можно ли употреблять продукты питания, произведенные на территории, загрязненной Cs-137 и Sr-90, если:

Плотность радиоактивного загрязнения территории по Cs-137 составляет 5 Ки/км², Sr-90 – 0,3 Ки/км². В регионе преобладают дерново-подзолистые супесчаные почвы.

Животноводство направлено на разведение крупного рогатого скота на

молоко и мясо. Традиционный рацион коров включает 5 кг сена, 10 кг силоса и 5 кг концентрированных кормов (на основе ячменя).

- 2) Какую годовую дозу внутреннего облучения получит население, если будет употреблять картофель, молоко и мясо, полученные на загрязненной территории? (выразить в мЗв)

б) критерии оценивания компетенций и описание шкалы оценивания:

	Критерии оценивания и комментарии	Максимально
Часть А	Часть А содержит 10 вопросов. Число баллов определяется как процент правильных ответов, пересчитанный в баллы от максимально возможной оценки	10 баллов
Часть В	<ul style="list-style-type: none"> • умение выбрать правильный метод решения задачи; • умение пользоваться формулами, знание обозначений; • получение правильного числового результата; • верная интерпретация результата в соответствии с вопросом задачи 	5 баллов
ИТОГО		до 15 баллов

Контрольное мероприятие считается зачтенным, если студент набрал не менее 9 баллов

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

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы студентов.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Текущий контроль осуществляется два раза в семестр: контрольная точка № 1 (КТ № 1) и контрольная точка № 2 (КТ № 2).

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Вид контроля	Этап рейтинговой системы Оценочное средство	Балл	
		Минимум	Максимум
Текущий	Контрольная точка № 1	18	30

	Контрольная работа 1	9	15
	Деловая игра	9	15
	Контрольная точка № 2	18	30
	Доклад с оппонированием	9	15
	Контрольная работа 2	9	15
Промежуточный	Зачёт с оценкой	24	40
	Зачетный билет	24	40
ИТОГО по дисциплине		60	100

Бонусы: поощрительные баллы студент получает к своему рейтингу в конце семестра за присутствие на лекциях, практических и лабораторных занятиях и активную и регулярную работу на занятиях. Бонус (премиальные баллы) не может превышать 5 баллов.

Штрафы: за несвоевременную сдачу лабораторных и курсовой работ и реферативных сообщений достигнутая оценка может быть снижена на 10% (за каждый вид текущего контроля).

Процедура оценивания знаний, умений, владений по дисциплине включает учет успешности по всем видам заявленных оценочных средств.

Правила деловой игры доводятся до студентов в начале освоения Раздела 3. Подготовка к игре контролируется на протяжении всех занятий Раздела 3. Деловая игра проходит на последнем занятии по Разделу 3, которое проводится в интерактивной форме.

Темы докладов распределяются на первом занятии, 2015. 289 с. по Разделу 4, согласовывается график выполнения работ студентами и оппонентами. Защита докладов проходит в два этапа: в конце Раздела 4 и Раздела 6 на практических занятиях (интерактивных), проводимых в форме семинаров-конференций.

В конце семестра проводится промежуточная аттестация в виде зачёта с оценкой, что позволяет оценить совокупность приобретенных в процессе обучения компетенций. При выставлении итоговой оценки применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов обучения. К сдаче зачёта с оценкой допускаются учащиеся, которые успешно преодолели оценочные мероприятия текущего контроля.

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

а) основная учебная литература:

1. Алексахин Р.М., Васильев А.В., Дикарев В.Г. и др. Сельскохозяйственная радиоэкология / Под ред. Р.М. Алексахина, Н.А. Корнеева. – М.: Экология, 1991. – 400 с.
2. Фокин А.Д., Лурье А.А., Торшин С.П. Сельскохозяйственная радиология. – М.: Дрофа, 2011.
3. Гудков И.Н., Кудяшева А.Г., Москалёв А.А. Радиобиология с основами радиоэкологии: учебное пособие / И.Н. Гудков, А.Г. Кудяшева, А.А. Москалёв. – Сыктывкар: Изд-во СыктГУ, 2015. – 512 с.
4. Бекман И.Н. Радиоэкология и экологическая радиохимия: учебник для

бакалавриата и магистратуры. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 409 с.

5. Козьмин Г.В., Круглов С.В., Курганов А.А. и др. Ведение сельского хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения: Учебное пособие. – Обнинск: ИАТЭ, 1999. – 187 с.

6. Научные основы применения радиационных технологий в сельском хозяйстве / Санжарова Н.И., Исамов Н.Н., Козьмин Г.В. и др. – Обнинск: ВНИИСХРАЭ, 2013. – 133 с.

7. Алексахин Р.М., Удалова А.А., Гераськин С.А. Учение о биосфере В.И. Вернадского и современные проблемы радиозологии // Радиационная биология. Радиозология. 2014. Т. 54. Вып. 4. С. 432-439. – [Электронный ресурс].

8. Удалова А.А., Гераськин С.А., Алексахин Р.М., Киселев С.М. Современные подходы к оценке радиационного воздействия на окружающую среду // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2013. Т. 58. № 4. С. 23-33. – [Электронный ресурс].

б) дополнительная учебная литература:

1. Торшин С.П., Смолина Г.А. Биогеохимия радионуклидов: учебник. – М.: Инфра-М, 2016. – 320 с.

2. Бекман И.Н. Ядерные технологии: учебник для бакалавриата и магистратуры. – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 404 с.

3. Ташлыков О.Л. Ядерные технологии: учебное пособие для вузов. – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 198 с.

4. Давыдов М.Г., Бураева Е.А., Зорина Л.В., Малышевский В.С., Стасов В.В. Радиозология: учебник для вузов. Ростов н/Д: Феникс, 2013. – 635 с.

5. Лысенко Н.П., Пак В.В., Рогожина Л.В., Кусурова З.Г. Радиобиология. – М.: Лань, 2012. – 576 с.

6. Дозы, эффекты, риск: Пер. с англ. – М.: Мир, 1990.

7. Информационный сборник: Дозы облучения населения Российской Федерации в 2018 году (ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России)

8. Сапожников Ю.А., Алиев Р.А., Калмыков С.Н. Радиоактивность окружающей среды [Электронный ресурс]: теория и практика — 2-е изд. (эл.). – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 289 с.

9. Надеина Л.В., Рихванов Л.П. Введение в радиозологию: учебное пособие. – Томск: ТПУ, 2014. – 356 с.

10. Мархоцкий Я.Л. Основы радиационной безопасности населения. – Минск: Вышэйшая школа, 2014. – 224 с.

11. Маврищев В.В., Высоцкий А.Э. Радиозология и радиационная безопасность: учебное пособие. – Минск: ТетраСистемс, 2010. – 208 с.

12. Кузнецов, В.М. Радиозология и радиационная безопасность (история, подходы, современное состояние): учебное пособие для вузов / В. М. Кузнецов, В. С. Никитин, М. С. Хвостова. – Москва: НИПКЦ Восход-А, 2011. – 1207 с.

13. Современные проблемы радиологии в сельскохозяйственном производстве: монография / под общ. ред. Ю.А. Мажайского. – Рязань: Мещерский ф-л ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии, 2010. – 363 с.

14. Козьмин Г.В., Зейналов А.А., Коржавый А.П. и др. Применение ионизирующих и неионизирующих излучений в агробiotехнологиях. Под

общ.ред. Г.В. Козьмина. – Обнинск: ВНИИСХРАЭ, 2013. – 191 с.

15. Экологические последствия аварии на Чернобыльской АЭС и их преодоление: двадцатилетний опыт. Доклад экспертной группы «Экология» Чернобыльского форума. – Вена, МАГАТЭ, 2008. – 199 с.

16. Лукашенко С.Н. Комплексная оценка современной радиозоологической ситуации в «северной» части Семипалатинского испытательного полигона. Автореф.дисс. ... к.б.н. Обнинск, 2014. – 22 с. [Электронный ресурс] Всероссийская аттестационная комиссия.

17. Белов А.А. Воздействие загрязнения природной среды радионуклидами на древесно-кустарниковую растительность // Радиационная экология леса.

18. Радиационно-гигиенические аспекты преодоления последствий аварии на Чернобыльской АЭС. Под ред. Г.Г. Онищенко и А.Ю. Поповой. Т. 1. Спб., 2016. 448 с.

19. Федоркова М.В. Биологическая подвижность радиоцезия в агроценозе на дерново-подзолистой песчаной почве. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. – Москва, 2013. – 26 с. – [Электронный ресурс].

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

В ходе освоения дисциплины студентам рекомендуется обращаться за дополнительной информацией к информационным ресурсам свободного доступа, в том числе:

1. Информационно-учебный ресурс по радиозоологии, радиобиологии и радиозоологическому моделированию. Авторы и разработчики: Мамихин С. В., Манахов Д. В. – URL: <http://ecoradmod.narod.ru/>.

2. Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ) [Официальный сайт]. – URL: <http://www.un.org/ru/ga/iaea/>.

3. IUR - International Union of Radioecology [Официальный сайт].– URL: <http://www.iur-uir.org/en/>.

4. Журнал «Радиационная биология. Радиозоология» – URL: <http://www.maik.ru/cgi-bin/list.pl?page=radbio>.

5. Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом» [Официальный сайт]. – URL: <http://www.rosatom.ru/>.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Для оптимальной организации работ по изучению дисциплины студентам следует придерживаться следующих рекомендаций.

В течение семестра студенты должны изучать теоретический материал в соответствии с программой курса, выполнять лабораторные работы, предложенные преподавателем задания к практическим занятиям и самостоятельной работе, готовиться к текущей и промежуточной аттестации,

прорабатывая необходимый материал согласно перечню терминов, контрольных вопросов и списку рекомендованной литературы.

Студент должен вести конспект лекций - кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Во время самостоятельной проработки лекционного материала особое внимание следует уделять возникшим вопросам, непонятным терминам, спорным точкам зрения. Такие моменты следует выделить или выписать отдельно для дальнейшего обсуждения на семинарском занятии. В случае необходимости обращаться к преподавателю за консультацией.

Практические занятия требуют активного участия всех студентов в обсуждении вопросов, выносимых на семинар. Поэтому важно при подготовке к ним продумать вопросы, которые хотелось бы уточнить. Возможно расширение перечня рассматриваемых вопросов в рамках темы по желанию и предложению обучающихся.

Материал к занятиям можно подобрать в периодических изданиях научного и прикладного характера, выявляя тот, который имеет отношение к современным проблемам радиоэкологии. Аналитический разбор подобных публикаций помогает пониманию и усвоению теоретического материала, формирует навыки использования различных подходов, решения стандартных задач, развивает способность к нестандартным решениям.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине предполагает более глубокую проработку ими отдельных тем курса, определенных программой. Основными видами и формами самостоятельной работы студентов по данной дисциплине являются:

- проработка учебного (теоретического) материала;
- подготовка к практическим занятиям, в том числе подготовка сообщений и докладов к семинарским занятиям;
- подготовка к контрольным испытаниям текущего контроля успеваемости, в том числе выполнение индивидуальных заданий;
- подготовка к зачёту с оценкой.

В процессе изучения данной дисциплины учитывается посещаемость лекций, оценивается активность студентов на семинарских занятиях, а также качество и своевременность подготовки теоретических материалов и практических заданий.

При подготовке к зачёту с оценкой необходимо ориентироваться на конспекты лекций, материалы семинарских занятий, рекомендуемую литературу и др.

Условием успешного освоения материала и сдачи текущего и промежуточного контроля является систематическая работа в соответствии с учебным планом.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

10.1. Перечень информационных технологий

- Использование электронных презентаций при проведении лекционных и практических занятий.
- Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.

10.2. Перечень программного обеспечения

- Программы для демонстрации и создания презентаций («Microsoft Power Point»).
- Для оформления письменных работ, презентаций к докладу, работы в электронных библиотечных системах бакалавру необходимы пакеты программ Microsoft Office (Excel, Word, Power Point, Acrobat Reader), Internet Explorer, или других аналогичных.

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для лекционных и практических занятий необходима аудитория, оснащенная ноутбуком и проектором.

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации с современными средствами демонстрации (мультимедийное оборудование), а также помещения для самостоятельной работы студентов.

12. Иные сведения и (или) материалы

12.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Весь лекционный курс и практические занятия сопровождаются мультимедийными презентациями.

Учебным планом предусмотрено проведение 8 часов занятий в интерактивной форме, план реализации которых представлен в следующей таблице:

№ раздела	Наименование раздела	Вид занятий (лекция, семинары, практические занятия)	Количество ак. ч.	Наименование активных и интерактивных форм проведения занятий
3	Радиобиология	Практическое	2	Деловая игра

	растений и животных	занятие		
4	Современные радиоэкологические проблемы ядерной энергетики	Практическое занятие	4	Доклад с оппонированием
6	Неэнергетическое применение ядерных и радиационных технологий	Практическое занятие	2	Доклад с оппонированием
ИТОГО			8	

12.2. Формы организации самостоятельной работы обучающихся (темы, выносимые для самостоятельного изучения; вопросы для самоконтроля; типовые задания для самопроверки)

Самостоятельная работа студентов магистратуры является важным компонентом образовательного процесса. Она направлена на 1) получение углубленных знаний по изучаемым тематикам; 2) получение навыков самостоятельной работы с литературой, периодическими изданиями и интернет-ресурсами; 3) формирование умения обобщать и концентрировать полученные знания; 4) получение опыта подготовки и проведения докладов, дискуссий, использования современных технических средств.

Темы, выносимые для самостоятельного изучения:

Раздел 1. Общие вопросы радиоэкологии

- История радиобиологии по книге Н.В. Лучника «Невидимый современник»
- Типы ядерных превращений. Закон радиоактивного распада.
- Активность радиоактивных элементов и единицы активности.
- Виды ионизирующих излучений
- Источники ионизирующих излучений, использующиеся в медицине
- Проблема радона
- Ядерные и термоядерные взрывы. Атомная энергетика

Раздел 2. Радионуклиды в биосфере

- Явление радиоактивности: естественные и искусственные источники ионизирующих излучений.
- Радоновые процедуры в медицине
- Накопление радионуклидов растениями лесных экосистем.
- Модели миграции радионуклидов в гидросфере.
- Поведение радионуклидов в лесных экосистемах.
- Поведение радионуклидов в болотных экосистемах

Раздел 3. Радиобиология растений и животных

- Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом.
- Токсикология радиоактивных веществ.
- Биологические основы радиологии: теории прямого и непрямого действия ионизирующего излучения.
- Физические и химические основы взаимодействия ионизирующего излучения с биологическими клетками.

Раздел 4. Современные радиоэкологические проблемы ядерной энергетики

- Современные уровни загрязнения техногенными радионуклидами наземных / водных экосистем
- Международная деятельность по регулированию проблемы ядерного наследия
- Ядерное наследие в России и других странах
- Радиоэкологические проблемы РАО
- Радиоэкологический контроль при выводе ядерно- и радиационно-опасных объектов из эксплуатации
- Замыкание ЯТЦ: проблемы и перспективы
- Сравнение последствий крупных радиационных аварий
- Биологические эффекты у растений и животных на радиоактивно загрязненных территориях: есть ли повод для беспокойства?

Раздел 5. Ведение с.-х. производства в условиях радионуклидного загрязнения

- Метаболизм радионуклидов в организме животных и человека. Эффективный период полувыведения. Переход радионуклидов в продукцию животного происхождения. Контрмеры по снижению радиоактивного загрязнения продукции животного происхождения.
- Накопление Cs-137, Sr-90 сельскохозяйственными растениями в агроценозах.

Раздел 6. Неэнергетическое применение ядерных и радиационных технологий

- Влияние облучения растений на качество продукции растениеводства.
- Радиоактивные индикаторы в физиологии и биохимии растений и животных.
- Использование явления радиационного гормезиса в сельском хозяйстве
- Радиационный мутагенез как основа селекции растений, животных и микроорганизмов
- Радиационные технологии для продления сроков хранения продукции сельского хозяйства
- Радиационные технологии борьбы с вредными насекомыми
- Радиационные технологии в рыбообработывающей промышленности.
- Изучение влияния различных доз радиации на всхожесть семян и развитие проростков
- Изучение комбинированного действия ионизирующего излучения и регулятора роста на морфологические показатели сельскохозяйственных растений
- Радиационная стимуляция растений
- Радиационная стимуляция животных
- Морфологические изменения у растений/животных под влиянием ионизирующих излучений
- Радиочувствительность сельскохозяйственных растений/животных и факторы, ее определяющие

12.3. Краткий терминологический словарь

Активность - мера радиоактивности какого-либо количества радионуклида, находящегося в данном энергетическом состоянии в данный момент времени.

Активность объёмная – отношение активности радионуклида в веществе к объёму вещества.

Активность удельная – отношение активности радионуклида в веществе к массе.

Биота – совокупность живых организмов.

Внешнее облучение – облучение организма от находящихся вне его источников ионизирующего излучения.

Внутреннее облучение – облучение организма от находящихся внутри него источников ионизирующего облучения.

Доза ионизирующего излучения – количество энергии ионизирующего излучения, которое воспринимается некоторой средой за определенный промежуток времени.

Доза поглощенная – отношение средней энергии, переданной ионизирующим излучением веществу в элементарном объеме, к массе вещества в этом объеме.

Загрязнение окружающей среды — это привнесение в окружающую среду или возникновение в ней новых, обычно не характерных физических, химических или биологических агентов (загрязнителей), или превышение их естественного среднесуточного уровня в различных средах, приводящее к негативным воздействиям

Зона наблюдения – территория за пределами санитарно-защитной зоны, на которой проводится радиационный контроль [6].

Зона радиоактивного загрязнения – территория или акватория, в пределах которой имеется радиоактивное загрязнение. В зависимости от степени радиоактивного загрязнения различают зоны умеренного, сильного, опасного и чрезвычайно опасного загрязнения.

Ионизирующее излучение – поток элементарных частиц и/или квантов электромагнитного излучения, который: создается при радиоактивном распаде, ядерных превращениях, торможении заряженных частиц в веществе и образует при взаимодействии со средой ионы разных знаков.

Источник ионизирующего излучения – устройство или радиоактивное вещество, испускающее или способное испускать ионизирующее излучение.

Компоненты природной среды – почва, поверхностные воды, атмосферный воздух, растительный, животный мир и иные организмы, участвующие в обеспечении благоприятных условий для существования жизни на Земле.

Контрольный участок – территория, на которой наблюдается присутствие контролируемых радиоактивных веществ, не связанных с деятельностью радиационного объекта.

Мониторинг радиационной обстановки – система длительных регулярных наблюдений с целью оценки радиационной обстановки, а также прогноза изменения её в будущем.

Облучение – воздействие на организмы ионизирующего излучения.

Окружающая среда – совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов, а также антропогенных объектов.

Радиационная авария – авария на радиационно-опасном объекте, приводящая к выходу или выбросу радиоактивных веществ и/или ионизирующих излучений в количествах, превышающих установленные пределы безопасности его эксплуатации.

Радиационная безопасность населения – состояние защищенности настоящего и будущего поколений людей от вредного для их здоровья воздействия ионизирующего излучения.

Радиационная обстановка – совокупность радиационных факторов в пространстве и во времени, способных воздействовать на функционирование (использование) радиационного объекта, вызвать облучение персонала, населения и радиоактивное загрязнение окружающей среды.

Радиационно-опасный объект – объект, на котором хранят, перерабатывают, используют или транспортируют радиоактивные вещества; и при аварии на котором может произойти облучение ионизирующим излучением или радиоактивное загрязнение людей, сельскохозяйственных животных и растений, объектов национальной экономики, а также окружающей природной среды.

Радиационно-экологическое воздействие – воздействие факторов ионизирующего излучения на биоту.

Радиоактивно загрязненная территория – участок территории, представляющий опасность для здоровья населения и для природной среды, подлежащий реабилитации после радиоактивного загрязнения в результате техногенной деятельности или размещения на данном участке территории снятых с эксплуатации особо опасных радиационных объектов.

Радиоактивное вещество – вещество, которое имеет в своем составе радиоактивные нуклиды

Радиоактивное выпадение – осадки, обладающие повышенной радиоактивностью из-за захвата радиоактивных аэрозолей и газов из атмосферы.

Радиоактивное загрязнение – загрязнение поверхности Земли, атмосферы, воды либо продовольствия, пищевого сырья, кормов и различных предметов радиоактивными веществами в количествах, превышающих уровень, установленный нормами радиационной безопасности и правилами работы с радиоактивными веществами

Радиоустойчивость – мера стойкости биологических систем к действию ионизирующего излучения. Характеризуется величиной дозы ионизирующего излучения, которая вызывает гибель определенного числа облученных клеток или организмов.

Радиочувствительность – чувствительность биологических объектов к действию ионизирующего излучения.

Радиоэкологическое обследование территории: Экспериментальное исследование распределения радионуклидов в компонентах природной среды.

Радиоэкология – раздел экологии, изучающий накопление радиоактивных веществ организмами и их миграцию в биосфере.

Скрининговая оценка – тип анализа, предназначенного для исключения из дальнейшего рассмотрения факторов, которые являются менее значимыми для защиты или безопасности, с тем, чтобы сосредоточиться на более существенных факторах. Обычно это достигается путем рассмотрения консервативных (пессимистических) гипотетических сценариев.

Экосистема – сообщество живых организмов вместе со средой их обитания

Программу составила:

А.А. Удалова – профессор отделения ЯФиТ (О), доктор биологических наук

Рецензент:

Г.В. Лаврентьева – кандидат биологических наук, доцент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рассмотрена на заседании отделения биотехнологий ИАТЭ НИЯУ МИФИ и рекомендована к переутверждению

(протокол № 12 от «06» 06 2022г.)

Начальник отделения биотехнологий ИАТЭ НИЯУ МИФИ



А.А. Котляров