

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)

Одобрено на заседании
Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол от 24.04.2023 № 23.4

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Радиобиология

название дисциплины

для студентов направления подготовки

06.06.01. Биологические науки

код и название [специальности/направления подготовки]

образовательная программа

1.5.1. Радиобиология

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2023 г.

1. Объем дисциплины и виды учебной работы в соответствии с учебным планом

Се- местр	Трудоем- кость., з.е.	Общий объем курса, час.	Лек- ции, час.	Семинар- ские заня- тия, час.	СРО, час.	Кон- троль, час.	Формы итог. кон- троля
5	5	20	20	20	140	-	
Итого	5	180	20	20	140	36	экзамен

Сокращения: з.е. – зачетная единица.

2. Перечень планируемых результатов обучения дисциплины, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения ООП аспирантуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине "Радиобиология":

Коды компетенций и их наименование	Результаты освоения ООП Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
УК-1	Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	<i>Знать:</i> содержание основных философских концепций науки; <i>Уметь:</i> - осмысленно пользоваться философской, методологической и логической терминологией в специальном и общекультурном дискурсе.; <i>Владеть:</i> методологическим и логическим применением полученных в рамках курса знаний для решения задач профессионального характера
ОПК-1	способен идентифицировать новые области исследований, новые проблемы с использованием анализа данных мировых информационных ресурсов, формулировать цели и задачи научных исследований, объективно оценивать результаты исследований и разработок, выполненных другими специалистами и в других научных учреждениях	<i>Знать:</i> Цели и задачи научных исследований по направлению деятельности, базовые принципы их организации. <i>Уметь:</i> составлять общий план работы по заданной теме, предлагать методы исследования и способы обработки результатов, проводить исследования по согласованному с руководителем плану, представлять полученные результаты <i>Владеть:</i> систематическими знаниями по направлению деятельности;
ОПК-2	владеет культурой научного исследования, научно-предметной областью знаний и научно обоснованной методологией теоретических и	<i>Уметь:</i> выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические

	экспериментальных исследований	методы исследования <i>Владеть:</i> углубленными знаниями по выбранной направленности подготовки, базовыми навыками проведения научно-исследовательских работ по предложенной теме.
ПК-1	понимает типы взаимодействия различных видов ионизирующих излучений с веществом, медико-биологические последствия действия радиации и разработку методов их минимизации.	<i>Знать:</i> механизмы и закономерности радиобиологических эффектов на разных уровнях организации биологических систем <i>Уметь:</i> выполняет полевые, лабораторные биологические исследования при решении конкретных задач по специализации <i>Владеть:</i> Навыками работы с живыми системами: клетками, тканями, экспериментальными животными и биологическим материалом
ПК-2	понимает механизмы формирования клеточных, молекулярных, генетических изменений в клетках живых существ при действии различных видов излучений с различными физическими характеристиками	<i>Знать:</i> основы медицинской физики и клинической радиобиологии <i>Уметь:</i> Различить стохастические и нестохастические эффекты действия излучения <i>Владеть:</i> навыками решения радиобиологических практических и научных задач

Сокращение: ООП – основная образовательная программа

3. Место дисциплины в структуре ООП аспирантуры

Дисциплина "Радиобиологи" входит в учебный план подготовки аспиранта по направлению 06.06.01. Биологические науки, которая включает специальность 1.5.1 – Радиобиология. Она входит в образовательный компонент программы подготовки аспирантов. Изучение дисциплины "Радиобиология" базируется на знаниях, полученных в результате изучения дисциплин «Физика», «Химия», «Аналитическая химия», «Инструментальные методы анализа радиационного и химического загрязнения» бакалавриата и магистратуры по направлению «Биология». Она является базовой дисциплиной для изучения других дисциплин при подготовке к сдаче кандидатского минимума по специальности «Радиобиология». Знания, умения и навыки, полученные аспирантами при изучении данной дисциплины, необходимы при подготовке и написании диссертации по направлению 06.06.01 – Биологические науки. Дисциплина изучается в 5 и 6 семестрах аспирантуры.

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

4.1. Разделы и темы дисциплины, виды учебных занятий и формы контроля (в академических часах) с указанием недель их осуществления

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 з.е., 324 часа.

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	Общая трудоёмкость всего (в часах)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			СРО	Формы текущего контроля успеваемости
			Аудиторные учебные занятия				
			Лек	Сем/Пр	Лаб		
5 семестр							
1.	Раздел 1 Введение в радиобиологию. Физические основы радиобиологии.	36	8	10		18	
1.1.	Тема 1.1. Введение в курс радиобиологии. История развития радиобиологии. Проблемы, задачи, методы. Связь с другими науками.	12	2	4		6	Доклады
1.2.	Тема 1.2. Физические основы действия ионизирующих излучений на биологические объекты.	14	4	4		6	решение ситуационных задач
1.3	Тема 1.3 Источники облучения человека.	10	2	2		6	Устный опрос
2.	Раздел 2 Биологические основы радиобиологии	36	10	8		18	
2.1.	Тема 2.1 Прямое и косвенное действие ионизирующих излучений. Теоретические представления о механизме биологического действия ионизирующего излучения.	11	3	2		6	Устный опрос
2.2.	Тема 2.2 Молекулярные аспекты биологического действия ионизирующего излучения. Реакция клеток на облучение.	10	2	2		6	Доклады
2.3	Тема 2.3 Пострадиационное восстановление клетки.	7	2	2		3	устный опрос
2.4	Тема 2.4 Модификация радиочувствительно-	8	3	2		3	устный опрос

	сти. Кислородный эффект. Относительная биологическая эффективность ионизирующих излучений.						
3.	Раздел 3. Типы лучевых поражений живых систем	26	8			18	
3.1	Тема 3.1. Радиочувствительность тканей, органов, организма. Радиационные синдромы.	14	4			10	доклады
3.2	Тема 3.2 Острая лучевая болезнь.	12	4			8	
4	Раздел 4 Основы внутреннего облучения живых систем, отдаленные последствия действия радиации	28	10			18	
4.1	Тема 4.1 Биологическое действие инкорпорированных радиоактивных веществ	6	4			2	устный опрос
4.2	Тема 4.2 Действие радиации на эмбрион и плод	8	4			4	доклады
4.3	Тема 4.3 Отдаленные последствия облучения	6	2			4	устный опрос
	Экзамен	36					Экзаменационный билет

Сокращения.: Лек – лекции; Сем – семинары; СРО – самостоятельная работа обучающихся; ТЗ – творческое задание; ТК – текущий контроль на учебных занятиях.

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Раздел 1 Введение в радиобиологию. Физические основы радиобиологии.	
1.1.	Тема 1.1. Введение в курс радиобиологии. История развития радиобиологии. Проблемы, задачи, методы. Связь с другими науками.	Введение в курс радиобиологии. История развития радиобиологии. Проблемы, задачи, методы. Связь с другими науками.
1.2.	Тема 1.2. Физические основы действия ионизирующих излучений на биологические объекты.	Физические основы действия ионизирующих излучений на биологические объекты. Типы ионизирующих излучений. Общая характеристика различных видов радиоактивных превращений как источников ионизирующих излучений. За-

		кон радиоактивного распада и единицы радиоактивности. Проникающая способность различных ионизирующих излучений и особенности их взаимодействия с веществом. Основные механизмы передачи энергии электромагнитных излучений веществу.
1.3	Тема 1.3 Источники облучения человека.	Источники облучения человека. Основные понятия радиационной экологии. Естественный радиационный фон. Космическое излучение. Природная радиоактивность. Естественная радиоактивность почвы, воздуха, природных вод, растительного и животного мира. Радиоактивность тела человека. Фоновое облучение человека. Дозовые пределы облучения человека.
2.	Раздел 2 Биологические основы радиобиологии	
2.1.	Тема 2.1 Прямое и косвенное действие ионизирующих излучений. Теоретические представления о механизме биологического действия ионизирующего излучения.	Прямое и косвенное действие ионизирующих излучений. Теоретические представления о механизме биологического действия ионизирующего излучения. Особенности взаимодействия с веществом различных видов корпускулярных излучений. Излучения непосредственно ионизирующие и косвенно ионизирующие. Дозы излучения и единицы их измерения. Мощность дозы излучения. Линейная потеря энергии излучения (ЛПЭ), линейная плотность ионизации (ЛПИ). Зависимость действия радиации от ЛПЭ. Относительная биологическая эффективность (ОБЭ) различных видов ионизирующих излучений. Факторы, влияющие на величину коэффициентов ОБЭ. Коэффициент качества излучения (К). Понятие эквивалентности дозы, единицы эквивалентных доз. Области использования различных дозиметрических характеристик излучения.
2.2.	Тема 2.2 Молекулярные аспекты биологического действия ионизирующего излучения. Реакция клеток на облучение.	Молекулярные аспекты биологического действия ионизирующего излучения. Реакция клеток на облучение. Радиационное повреждение ДНК. Генетическое действие излучений. Исходы поражения генетического аппарата зародышевых и соматических клеток. Восстановление от потенциально летальных и сублетальных повреждений. Оценка «биологического риска» облучения человека дозами малой мощности. Механизмы окислительной дегградации биологической мембраны и лучевого токсического эффекта продуктов перекисного окисления липидов. Цепные свободнорадикальные процессы перекисного окисления липидов в клетке. Механизмы защиты биологической мембраны от оксидативной дегградации: антирадикальный, гипоксический, антиоксидательный.
2.3	Тема 2.3 Пострадиационное восстановление клетки.	Пострадиационное восстановление клетки. Характеристика лучевого поражения организма. Основной радиобиологический «парадокс». Отсутствие рецепторов на лучевое воздействие, избирательности действия и адаптации к облучению. Форма лучевого поражения организма. Этапы развития процесса лучевого поражения. Первичные процессы при действии ионизирующих излучений. Физическая, физико-химическая и химическая стадии первичного процесса радиационного поражения макромолекул. Прямое и не прямое

		(косвенное) действие радиации. Различия в радиационной поражаемости биомолекул в условиях облучения <i>in vivo</i> и <i>in vitro</i> . «Биологическое усиление» первичного радиационного поражения. Возможность модификации повреждений, развивающихся на первичных стадиях действия излучений. Репарация радиационных повреждений ДНК.
2.4	Тема 2.4 Модификация радиочувствительно-сти. Кислородный эффект. Относительная биологическая эффективность ионизирующих излучений.	Модификация радиочувствительности. Кислородный эффект. Относительная биологическая эффективность ионизирующих излучений. Характеристика понятий: радиочувствительность, радиопоражаемость, радиоустойчивость (радиорезистентность) биологических объектов. Различия в сравнительной радиочувствительности биологических объектов. Требования, предъявляемые к критерию сравнительной радиочувствительности. Радиочувствительность различных тканей организма (исходная и сравнительная). Факторы, определяющие радиочувствительность клетки. Параметр D ₀ – основной показатель радиочувствительности клеток. Роль поражения генетического аппарата клетки в ее радиочувствительности. Основные радиобиологические эффекты при действии ионизирующей радиации. Эффект разведения. Соотношение прямого и косвенного действия при лучевой инактивации клеток. Кислородный эффект. Коэффициент кислородного усиления (ККУ). Температурный эффект. Температурное последствие. Эффект присутствия примесных молекул.
3	Раздел 3 Типы лучевых поражений живых систем	
	Тема 3.1. Радиочувствительность тканей, органов, организма. Радиационные синдромы.	Радиочувствительность тканей, органов, организма. Радиационные синдромы. Роль условий облучения в действии ионизирующей радиации на организм (уровень поглощенных доз, время облучения и мощность дозы, объем облученных органов и тканей, вид излучения). Особенности внутреннего облучения организма за счет инкорпорированных радионуклидов. Важнейшие реакции организма на действие ионизирующей радиации. Последствия соматические и наследственные. Стохастические и нестохастические (детерминированные) эффекты. Радиационная задержка клеточного деления (блок митозов). Гибель клеток после облучения. Клеточная радиочувствительность. Методы <i>in vitro</i> , методы <i>in vivo</i> . Кривые выживаемости клеток при действии излучений. Радиочувствительность клеток в разные фазы клеточного цикла. Нарушение репродуктивной функции клеток при облучении. Интерфазная гибель клеток. Апоптоз. Некроз. «Коммунальный эффект».
	Тема 3.2 Острая лучевая болезнь.	Острая лучевая болезнь. Основные радиационные синдромы – костномозговой (кровотворный), желудочно-кишечный и церебральный. Острая лучевая болезнь человека: фаза общей первичной реакции, фаза кажущегося клинического благополучия (скрытая, или латентная фаза), фаза выраженных клинических проявлений (разгара болезни), фаза раннего восстановления. Хроническая лучевая болезнь. Терапия лучевой болезни: заместительная (патогенетическая) и

		функциональная (симптоматическая). Замещение костного мозга. Замещение периферической крови.
Раздел 4 Основы внутреннего облучения живых систем, отдаленные последствия действия радиации		
Тема 4.1 Биологическое действие инкорпорированных радиоактивных веществ		Биологическое действие инкорпорированных радиоактивных веществ. Специфика внутреннего облучения. Пути поступления радиоактивных веществ в организм (через органы дыхания, ЖКТ или непосредственно в кровь через повреждения кожи). Биологическая доступность и распределение радиоактивных элементов в организме. Период биологического полувыведения. Детерминированные и стохастические эффекты внутреннего облучения. Оценка внутреннего облучения.
Тема 4.2 Действие радиации на эмбрион и плод		Эмбриотоксическое действие ионизирующих излучений. Возрастно-специфические реакции на облучение в эмбриогенезе. Механизмы радиоэмбриологического эффекта и оценка его последствий.
Тема 4.3 Отдаленные последствия облучения.		Отдаленные последствия облучения. Важнейшие реакции организма на действие ионизирующей радиации. Последствия соматические и наследственные. Стохастические и нестохастические (детерминированные) эффекты. Радиационная задержка клеточного деления (блок митозов). Проблема «малых» доз ионизирующей радиации. Радиационный гормезис.

Практические/семинарские занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Раздел 1 Введение в радиобиологию. Физические основы радиобиологии.	
1.1.	Тема 1.1. Введение в курс радиобиологии. История развития радиобиологии. Проблемы, задачи, методы. Связь с другими науками.	Краткий исторический обзор развития радиобиологии. Развитие радиобиологии в России. Роль Кузина, В.И. Корогодина, Тимофеева-Ресовского в становлении экспериментальной физиологии. Современный этап развития радиобиологии. Основные достижения современной радиобиологии. Радиоактивность. Открытие радиоактивности. Природа и свойства α , β , и γ -излучений. Радиоактивные превращения, правило смещения. Зоны радиоактивного смещения. Зоны радиоактивного распада. Единицы измерения радиоактивности.
1.2.	Тема 1.2. Физические основы действия ионизирующих излучений на биологические объекты.	Взаимодействие заряженных частиц с веществом. Принципы дозиметрии. Взаимодействие с веществом ускоренных заряженных частиц. Линейная передача энергии. Плотно- и редкоионизирующие излучения. Дозы ионизирующих излучений и единицы их измерения. Взаимодействие с веществом электромагнитного и нейтронного видов облучения. Строение и основные характеристики атома. Основные свойства и характеристики ионизирующих излучений. Характеристика электромагнитных излучений высоких энергий. Способы поглощения электромагнитного излучения веществом. Принципы защиты от электромагнит-

		ных ионизирующих излучений. Способы поглощения нейтронов веществом. Принципы защиты от нейтронной компоненты облучения.
1.3	Тема 1.3 Источники облучения человека.	Радиационный фон и его составляющие. Естественные источники ионизирующих излучений. Радиоактивные элементы земных пород и пищи. Земная радиация почвы. Естественные радионуклиды строительных материалов. Радон как природный источник радиации. Источники космических излучений. Радиационные пояса Земли. Солнечные корпускулярные события. Искусственные источники облучения человека. Источники радиации, используемые в медицине. Испытания ядерного оружия. Атомная энергетика. Другие источники.
2.	Раздел 2 Биологические основы радиобиологии	
2.1.	Тема 2.1 Прямое и косвенное действие ионизирующих излучений. Теоретические представления о механизме биологического действия ионизирующего излучения.	Дозиметрия и радиометрия. Принцип работы приборов. Типы детекторов. Приборы и методы дозиметрического контроля. Приборы индивидуальной дозиметрии и переносные. Дозы излучения. Единицы измерения. Расчет годовых доз в зивертах, полученных организмом животных и человека при разных лучевых нагрузках.
2.2.	Тема 2.2 Молекулярные аспекты биологического действия ионизирующего излучения. Реакция клеток на облучение.	Радиочувствительность - центральная проблема радиобиологии. Принципы и методы определения радиочувствительности клеток. Понятие о мишени. Одноударные кривые. Параметр D ₀ – основной показатель радиочувствительности клеток. Зависимость выживаемости клеток от дозы плотноионизирующего излучения. Основные радиобиологические эффекты на клеточном уровне. Радиационное поражение структуры и функции ДНК. Ранние нарушения клеточного метаболизма. «Биологическое усиление» первичного радиационного повреждения. Репарация радиационных повреждений ДНК. Реакции клеток на облучение: изменение митотической активности, гибель клеток после облучения. Репродуктивная форма лучевой гибели клеток. Интерфазная форма гибели клеток. Нелетальное повреждение генома.
2.3	Тема 2.3 Пострадиационное восстановление клетки.	Влияние процессов внутриклеточной репарации на форму кривой зависимости выживания клеток от дозы облучения. Параметры D _q и n. Теории, объясняющие появление «плеча» на кривой зависимости выживания клеток от дозы облучения. Понятие о факторе репарации Q и P- репарации Сублетальные, потенциально летальные и летальные повреждения клеток.
2.4	Тема 2.4 Модификация радиочувствительности. Кислородный эффект. Относительная биологическая эффективность ионизирующих излучений.	Модификация радиочувствительности клеток кислородом. Противолучевая защита животных при облучении в атмосфере с пониженным содержанием кислорода (баро- и гермокамеры, дыхание газовыми гипоксическими смесями). Интегративные механизмы повреждения и гибели клетки при действии ионизирующих излучений. Отличия функционирования клетки в здоровом организме и функционирования

		<p>ния клетки при повреждении. Характеристика интегративных ответов клетки на повреждение. Морфологические и биохимические критерии интегративных ответов клетки на повреждение. Механизмы гипоксического и свободнорадикального некролиза клетки. Механизмы апоптоза клетки. Общая характеристика специфических и неспецифических механизмов повреждения клетки. Характеристика специфических повреждений при действии ионизирующих излучений.</p>
3.	Раздел 3. Типы лучевых поражений живых систем	
3.1	<p>Тема 3.1. Радиочувствительность тканей, органов, организма. Радиационные синдромы.</p>	<p>Радиочувствительность опухолевых и здоровых клеток. Методы ее модификации. Радиочувствительность клеток на разных стадиях клеточного цикла. Радиочувствительность субклеточных структур. Различия радиочувствительности клеток, органов, тканей. Различия радиочувствительности опухолевых и здоровых клеток.</p> <p>Радиационные синдромы (костномозговой, желудочно - кишечный и влияние на ЦНС). Клеточные механизмы их развития. Тканевая радиочувствительность. Причины различной радиочувствительности тканей. Понятие о критических системах организма. Основные механизмы гемопоза. Влияние облучения на процесс костно-мозгового кроветворения. Система клеточного обновления эпителия тонкой кишки и его изменение после облучения. Действие ионизирующих излучений на ЦНС.</p>
3.2	<p>Тема 3.2 Острая лучевая болезнь.</p>	<p>Острая лучевая болезнь человека при внешнем относительно равномерном облучении. Костномозговая форма ОЛБ. Периоды и механизмы развития костномозговой формы ОЛБ. Краткая характеристика степени тяжести костномозговой формы ОЛБ. Характеристика и механизмы развития кишечной, токсемической и церебральной формы ОЛБ.</p> <p>Хроническая лучевая болезнь. Определение понятия ХЛБ. Периоды и механизмы формирования. ХЛБ (костномозговой синдром, синдром нарушения нервно-сосудистой регуляции, астенический синдром, синдром органических изменений нервной системы). Период восстановления, период последствий и исходов ХЛБ. Критерии степени тяжести ХЛБ и механизмы развития.</p>
4	Раздел 4 Основы внутреннего облучения живых систем, отдаленные последствия действия радиации	
4.1	<p>Тема 4.1 Биологическое действие инкорпорированных радиоактивных веществ</p>	<p>Радиационные поражения при радиоактивном заражении. Понятие о радиационном заражении. Задачи радиационной токсикологии. Факторы, определяющие дозу облучения при радиационном заражении. Факторы, влияющие на биологический эффект поглощенной дозы при радиационном заражении. Радиоактивное заражение кожных покровов. Характеристика особенностей внутреннего радиоактивного заражения продуктами ядерного деления.</p> <p>Пути поступления и выведения радиоактивных веществ при</p>

		радиоактивном заражении. Заражение радиоактивными веществами (РВ) через ЖКТ. Ингаляционное заражение РВ. Поступление РВ через кожу. Метаболизм РВ, всосавшихся в кровь. Выведение РВ из организма. Биологическое действие РВ. Особенности действия отдельных биологически значимых радионуклидов. Действие радиоактивных йода, цезия и стронция, загрязняющих среду при ядерных взрывах и авариях ядерных реакторов. Биологические эффекты плутония и полония, основных источников поражения в производственных условиях. Плутоний как источник загрязнения при разрушениях ядерных боеприпасов и при радиационных авариях. Биологическое действие радона – главной составляющей радиационного фона.
4.2	Тема 4.2 Действие радиации на эмбрион и плод	Эмбриотоксическое действие ионизирующих излучений. Возрастно-специфические реакции на облучение в эмбриогенезе. Эффект облучения мышей на разных стадиях внутриутробного развития. Последствия облучения эмбриона человека.
4.3	Тема 4.3 Отдаленные последствия облучения	Отдаленные последствия облучения организма. Определение и виды отдаленных эффектов облучения. Детерминированные отдаленные эффекты облучения. Стохастические отдаленные эффекты облучения. Радиационно-индуцированное сокращение жизни. Гипотеза «ускоренного старения». Детерминированные отдаленные эффекты облучения. Отдаленные детерминированные эффекты в пролиферирующих тканях. Механизмы клинических проявлений поражения кожи и подлежащих тканей. Механизмы клинических проявлений поражения легких. Механизмы клинических проявлений поражения ЦНС. Отдаленные эффекты радиационного поражения хрусталика глаза. Отдаленные эффекты радиационного поражения половых желез.

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

При реализации различных видов учебной работы (лекции, семинары, практические занятия, самостоятельная работа) используются следующие современные образовательные технологии: - лекционная система обучения;

- информационно-коммуникационные технологии;

- исследовательские методы в обучении.

В соответствии с утвержденной основной образовательной программой по направлению 06.06.01 Биологические науки (направленность (профиль) 1.5.1. Радиобиология) программа дисциплины «Радиобиология» предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков у обучающихся. Эффективность применения интерактивных форм обучения обеспечивается реализацией следующих условий:

- создание диалогического пространства в организации учебного процесса;

- использование принципов социально-психологического обучения в учебной и научной деятельности;

- формирование психологической готовности преподавателей к использованию интерактивных форм обучения, направленных на развитие внутренней активности аспиранта и достижения ряда важнейших образовательных целей: стимулирование мотивации и интереса в области углубленного изучения радиобиологии в общеобразовательном и профессиональном плане; повышение уровня активности и самостоятельности научно-исследовательской работы; развитие навыков анализа, критичности мышления, научной коммуникации.

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

6.1. Учебная рабочая программа

6.2. Методические рекомендации по организации учебного процесса (в составе УМК), в том числе:

6.2.1. Описание последовательности действий аспиранта (сценарий изучения дисциплины);

6.2.2. Рекомендации по использованию материалов учебно-методического комплекса;

6.2.3. Рекомендации по работе с литературой;

6.2.4. Работа в Интернете;

6.2.5. Работа с радиобиологическими терминами;

6.2.6. Рекомендации по подготовке к экзамену;

6.2.8. Подготовка рефератов;

6.2.9. Методические рекомендации преподавателям, ведущим лекционные и семинарские занятия.

6.3. Примерная тематика рефератов

6.4. Вопросы к контролю итоговому и экзамену

6.5. Фонд оценочных средств

Для самостоятельной работы, подготовки к практическим занятиям аспирантам предоставляется доступ к полнотекстовым статьям из электронных баз:

1. www.isir.ras.ru/ - Интегрированная система информационных ресурсов Российской Академии Наук.
2. www.merlot.org/merlot/materials.htm?category=2608&&sort.property=overallRating - MERLOT – Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching. Раздел «Biology»
3. www.nature.ru - Учебники, научные монографии, обзоры, лабораторные практикумы в свободном доступе на сайте журнала Nature.
4. базы данных научного цитирования Elibrary, Web of Science, Scopus

7. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО И ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ АСПИРАНТОВ

Код оценочного средства	Наименование оценочного средства	Содержание оценочного средства
<i>Текущий контроль</i>		
У1. Устный опрос – раздел 1	Устный опрос по темам первого раздела	Вопросы к устному опросу на семинарском занятии
У2. Устный опрос – раздел 2	Устный опрос по темам второго раздела	Вопросы к устному опросу на семинарском занятии
У3. Устный опрос –	Устный опрос по	Вопросы к устному опросу на семинарском занятии

раздел 3	темам третьего раздела	
Д.1 Доклады	Доклады по темам разделов 1–4	Темы докладов, правила оформления реферата и презентации.
СЗ – ситуационные задачи	Домашнее задание – решение ситуационных задач по темам раздела 1.	Ситуационные задачи
Итоговый (рубежный) контроль		
КИ.1. Контроль итоговый №1.	Проводится по списку вопросов	Демонстрация аспирантами уровня своей подготовленности по итогам 5 семестра
Э. Экзамен кандидатского минимума по радиобиологии	Проводится по окончании всего курса	Демонстрация аспирантами уровня своей подготовленности по итогам 5-6 семестров

8. ПРИМЕРНЫЕ ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ ПО РАДИОБИОЛОГИИ

1. История развития радиобиологии.
2. Искусственные радионуклиды (получение, характеристика, свойства).
3. Реакция деления синтеза ядер. Управляемые ядерные реакции.
4. Естественный радиационный фон, его составляющие, действие на наследственность.
5. Биоиндикаторы ионизирующего излучения.
6. Технологически измененный естественный радиационный фон (рентгеновское и бытовые облучения).
7. Естественный радиационный фон. Радоновая составляющая его.
8. Радиоэкология: этапы ее развития. Задачи сельскохозяйственной радиоэкологии.
9. Зависимость радиационного фона от различных факторов (естественных, антропогенных). Экологическая катастрофа.
10. Методы, снижающие распространение радионуклидов по биологическим цепям.
11. Современные проблемы радиоэкологии.

б) Критерии оценивания компетенций:

- правильность оформления реферата (титульная страница, оглавление и оформление источников);
- уровень раскрытия темы реферата / проработанность темы;
- структурированность материала;
- количество использованных литературных источников.

Правила к оформлению рефератов приведены в УМКД и на сайте кафедры.

в) описание шкалы оценивания

Оценивание рефератов проводится по принципу «зачтено» / «не зачтено».

«Зачтено» выставляется в случае, если реферат оформлен в соответствии с требованиями методических указаний, тема достаточно проработана, материал хорошо структурирован, количество используемой литературы не менее 5 источников. В случае, если какой-либо из критериев не выполнен, реферат возвращается на доработку.

Примечание. Избранная аспирантом тема реферата должна иметь непосредственное отношение к его научной работе.

9. ВОПРОСЫ К ИТОГОВОМУ КОНТРОЛЮ (5 СЕМЕСТР)

1. Открытие рентгеновских лучей и радиоактивности (работы Рентгена, Беккереля, М. Кюри, П. Кюри, И. Кюри, Ф. Жолио-Кюри).
2. Виды ионизирующих излучений, основные характеристики элементарных частиц, образующих эти излучения.
3. Единицы дозы излучения и радиоактивности.
4. Взаимодействие радиоизлучения с веществом.
5. Сравнительная проникающая способность различных видов излучения в воздухе и в биологических объектах.
6. Линейная потеря энергии излучения (ЛПЭ). Зависимость действия радиации от ЛПЭ.
7. Относительная биологическая эффективность (ОБЭ) различных видов ионизирующих излучений. Факторы, влияющие на величину коэффициентов ОБЭ.
8. Характеристика понятий: радиочувствительность, радиопоражаемость, радиоустойчивость (радиорезистентность) биологических объектов.
9. Радиочувствительность различных тканей организма. Факторы, определяющие радиочувствительность клетки.
10. Этапы развития процесса лучевого поражения.
11. Прямое и косвенное действие ионизирующих излучений.
12. «Биологическое усиление» первичного радиационного поражения.
13. Основные радиобиологические эффекты при действии ионизирующей радиации: эффект разведения, кислородный эффект, температурный эффект, эффект присутствия примесных молекул.
14. Роль условий облучения в действии ионизирующей радиации на организм (уровень поглощенных доз, время облучения и мощность дозы, объем облученных органов и тканей, вид излучения).
15. Радиационный блок митозов, механизм этого явления.
16. Кривые выживаемости клеток при действии излучений.
17. Механизмы окислительной деградации биологической мембраны.
18. Радиационное повреждение ДНК.
19. Теории биологического действия ионизирующих излучений (принцип попадания и теория мишени; стохастическая теория, теория «точечного тепла»).
20. Репарация потенциальных и сублетальных поражений.

10. ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ (6 СЕМЕСТР)

1. Содержание предмета радиобиологии, задачи, методы. Связь радиобиологии с другими науками.
2. Открытие рентгеновских лучей и радиоактивности (работы Рентгена, Беккереля, М. Кюри, П. Кюри, И. Кюри, Ф. Жолио-Кюри).
3. Этапы развития радиобиологии.
4. Виды ионизирующих излучений, основные характеристики элементарных частиц, образующих эти излучения.
5. Единицы дозы излучения и радиоактивности.
6. Взаимодействие радиоизлучения с веществом.
7. Сравнительная проникающая способность различных видов излучения в воздухе и в биологических объектах.
8. Линейная потеря энергии излучения (ЛПЭ). Зависимость действия радиации от ЛПЭ.

9. Относительная биологическая эффективность (ОБЭ) различных видов ионизирующих излучений. Факторы, влияющие на величину коэффициентов ОБЭ.
10. Характеристика понятий: радиочувствительность, радиопоражаемость, радиоустойчивость (радиорезистентность) биологических объектов.
11. Радиочувствительность различных тканей организма. Факторы, определяющие радиочувствительность клетки.
12. Этапы развития процесса лучевого поражения.
13. Прямое и косвенное действие ионизирующих излучений.
14. «Биологическое усиление» первичного радиационного поражения.
15. Основные радиобиологические эффекты при действии ионизирующей радиации: эффект разведения, кислородный эффект, температурный эффект, эффект присутствия примесных молекул.
16. Роль условий облучения в действии ионизирующей радиации на организм (уровень поглощенных доз, время облучения и мощность дозы, объем облученных органов и тканей, вид излучения).
17. Радиационный блок митозов, механизм этого явления.
18. Кривые выживаемости клеток при действии излучений.
19. Механизмы окислительной дегградации биологической мембраны.
20. Радиационное повреждение ДНК.
21. Теории биологического действия ионизирующих излучений (принцип попадания и теория мишени; стохастическая теория, теория «точечного тепла»).
22. Репарация потенциальных и сублетальных поражений.
23. Радиационные синдромы.
24. Лучевая болезнь.
25. Внутреннее облучение.
26. Природные источники ионизирующей радиации.
27. Модификация радиорезистентности биологических объектов.
28. Механизмы противолучевой защиты.
29. Защита и кислородный эффект. Общий механизм модификации репродуктивной гибели клеток.
30. Защита от отдаленных последствий облучения. Противолучевая защита человека

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

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Петин В. Г., Жураковская Г. П., Комарова Л. Н. Радиобиологические основы синергических взаимодействий в биосфере. – М.: ГЕОС, 2012.-219 с. – 10 экз.
2. Лысенко Н. П., Пак В. В., Рогожина Л. В. Кусурова З. Г. Радиобиология. – Издательство: Лань, 2012 – 576 стр. – http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4229
3. Джойнер М.С., Ван дер Когель О.Дж. Основы клинической радиобиологии Бином. Лаборатория знаний, 2013. – 600 стр. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=8800
4. Основы радиобиологии и радиационной медицины [Текст] : учебное пособие / А. Н. Гребенюк [и др.]. — СПб.: Фолиант, 2012. — 226 с. : ил. — Библиогр.: с. 225-226 и в конце гл. — ISBN 978-5-93929-223-8.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ярмоненко С.П., Вайсон А.А. Радиобиология человека и животных: учеб. пособие. - М.: Высш школа, 2004. – 549 с. – 12 экз.
2. Оценка воздействия на окружающую среду / Донченко В.К., Иванова В. В., Питулько В.М., Растоскуев В.В. / под ред. Питулько В.М. – М.: Academia, 2013. – 400 с. – 2 экз.
3. Бутомо Н.В., Гребенюк А.Н. и др. Основы медицинской радиобиологии / Под ред. И.Б.Ушакова. – Спб : ООО «Изд-во ФОЛИАНТ», 2004. – 384с.
4. Гуськова А.К., Байсоголов Г.Д. Лучевая болезнь человека. – М.: Медицина, 1971. – 384с.
5. Коггл Д. Биологические эффекты радиации. – М.: Энергоатомиздат, 1986. –184с.
6. Кудряшев Ю.Б., Беренфельд Б.С. Основы радиационной биофизики. – М.: Изд-во Моск. университета, 1982. – 302с.
7. Окада Ш. Радиационная биохимия клетки : Пер. с англ. – Медицина, 1989. – 256с.
8. Ремизов А.Н., Максина А.Г., Потапенко А.Я. Медицинская и биологическая физика: учеб. для вузов. – 4-е изд., перераб. и дополн. – М.:Дрофа, 2003. – 560с.
9. Ильин Л.А., Кириллов В.Ф., Коренков И. П. Радиационная безопасность и защита. Справочник. – М.: Медицина, 1996. – 336 с.
10. Ильин Л.А., Кириллов В.Ф., Коренков И.П. Радиационная гигиена. – М.: Медицина, 1996.
11. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99). СП 2.6.1.799-99. - М.: Минздрав России, 2000. – 98 с.
12. Радиационный контроль. Стронций-90 и цезий-137. Пищевые продукты. Отбор проб, анализ и гигиеническая оценка. Методические указания по методам контроля. МУК 2.6.1.1194-03. – М.: Минздрав РФ, 2003.

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

1. Кудряшов Ю.Б., Перов Ю.Ф., Рубин А.Б. – Радиационная биофизика: радиочастотные и микроволновые электромагнитные излучения
<http://e.lanbook.com/view/book/2221/page147/>
2. Барсуков О.А. — Основы физики атомного ядра. Ядерные технологии.
<http://e.lanbook.com/view/book/2722/page489/>
3. www.isir.ras.ru/ - Интегрированная система информационных ресурсов Российской Академии Наук.
4. www.merlot.org/merlot/materials.htm?category=2608&&sort.property=overallRating - MERLOT – Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching. Раздел «Biology»
5. www.nature.ru - Учебники, научные монографии, обзоры, лабораторные практикумы в свободном доступе на сайте журнала Nature.
6. www.viniti.msk.su/ - Всероссийский Институт Научной и Технической Информации (ВИНИТИ РАН).
7. E-LIBRARY.ru
8. базы данных научного цитирования Elibrary, Web of Science, Scopus

13. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса

Основное средство – персональные компьютеры. Предоставление электронных учебников и другого печатного материала по электронной почте.

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

Учебная аудитория для проведения учебных занятий № 1-512

Доска меловая 1 шт.

Проекционный экран 1 шт

Стол преподавателя – 1 шт.,

Стол двухместный – 12 шт.,

Стулья – 26 шт.

Мультимедийный проектор

Ноутбук

Программное обеспечение:

Microsoft Office 2010 Professional Plus, Kaspersky Endpoint Security,

Adobe Reader DC, Google Chrome