

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

Радиоэкология
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	Трудо- ем- кость, з.е.	Общий объем курса, час.	Лек- ции, час.	Семинар- ские заня- тия, час.	СРО, час.	Кон- троль, час.	Формы итог. кон- троля
6	3	108	16	16	76		зачет
Итого	3	108	16	16	76		

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":

<i>Коды компетенций и их наименование</i>	<i>Результаты освоения ООП Содержание компетенций</i>	<i>Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине</i>
<i>УК-1</i>	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: современные направления исследований в области радиоэкологии Уметь: излагать результаты экспериментальной работы в виде докладов и презентаций Владеть: навыками публичной дискуссии</i>
<i>УК-2</i>	Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки	<i>Уметь: ставить цели и задачи исследования; планировать проведение экспериментальных исследований Владеть: навыками публичной дискуссии</i>
<i>УК-3</i>	Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач	<i>Уметь: излагать результаты экспериментальной работы в виде докладов и презентаций Владеть: навыками публичной дискуссии</i>
<i>УК-5</i>	Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	<i>Уметь: ставить цели и задачи исследования; планировать проведение экспериментальных исследований</i>
<i>ОПК-1</i>	Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и	<i>Знать: существующие базы данных научного цитирования и принципы работы с ними; Существующие требования оформления научных работ Уметь: пользоваться электронными</i>

	информационно-коммуникационных технологий	базами научной периодики Владеть: навыками работы в информационном пространстве с базами данных, а также оформлять результаты научных исследований
<i>ПК-1</i>	Способность управлять коллективом с учетом мотивов поведения и способов развития делового поведения коллектива, применять методы оценки качества и результативности труда коллектива	Знать: методы управления человеческими ресурсами, подходы к организации и управлению на предприятиях и в организациях. Уметь: применять, внедрять методы управления производственной деятельностью Владеть: практическими навыками в области руководства подразделениями
<i>ПК-2</i>	Способность разрабатывать планы и программы организации инновационной деятельности на предприятии (в организации); осуществлять технико-экономическое обоснование инновационных проектов	Знать: современные методы управления финансами. Уметь: разрабатывать альтернативные варианты решений по управлению финансами, обосновывать выбор оптимального решения, Владеть: навыками управления финансами для решения стратегических задач
<i>ПК-3</i>	Способность разрабатывать учебно-методические материалы для организации самостоятельной работы студентов и контроля усвоения ими учебного материала	Знать: способы обоснования актуальности, теоретической и практической значимости избранной темы научного исследования Владеть: навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования, выбора методов и средств решения задач исследования; практическими навыками постановки и решения актуальных задач управления проектами
<i>ПК-4</i>	Способность использовать современные информационно-коммуникационные технологии в образовательном процессе в инженерном вузе	Знать: существующие базы данных научного цитирования и принципы работы с ними; Существующие требования оформления научных работ Уметь: пользоваться электронными базами научной периодики Владеть: навыками работы в информационном пространстве с базами данных, а также оформлять результаты научных исследований
<i>ПК-5</i>	Знать строение атомного ядра и характеристики ионизирующей и неионизирующей радиации. Знать физические основы действия радиации, взаимодействие радиации с веществом. Первичные и последующие механизмы лучевых нарушений	Знать: физические основы строения атома, понятия об изотопах и причине нестабильности ядер; причину естественной и искусственной радиоактивности, закон радиоактивного распада, типы ядерных превращений, основы радиационной безопас-

	ний. Прямые и непрямые эффекты	ности; токсикологию наиболее опасных радиоактивных изотопов; Уметь: пользоваться всеми приборами и материалами, необходимыми для проведения радиологических исследований, Владеть: навыками подготовки к работе и использования радиометров и дозиметров; использования средств индивидуальной защиты при работе с радиоактивными веществами, оформления отчетов эксперимента
<i>ПК-9</i>	Демонстрировать знания о последствиях ядерных катастроф, синдроме Чернобыля. Способность использовать принципы и методы радиационного мониторинга	<i>Знать: принципы и методы мониторинга территорий, загрязненных радионуклидами</i> <i>Владеть: навыками прогнозирования и нормирования поступления радионуклидов в организм животных и человека</i>
<i>ПК-10</i>	Понимать проблемы радиационной безопасности, знать принципы химической защиты от облучений и радиосенсибилизации	<i>Знать: принципы химической защиты от облучений и радиосенсибилизации</i> Уметь: пользоваться всеми приборами и материалами, необходимыми для проведения радиологических исследований, Владеть: навыками подготовки к работе и использования радиометров и дозиметров; использования средств индивидуальной защиты при работе с радиоактивными веществами, оформления отчетов эксперимента
<i>ПК-11</i>	Иметь представления об отдаленных последствиях действия излучений, понимать последствия хронического действия радиации	<i>Знать: отдаленные последствия действия ионизирующих излучений и механизм их действия</i> <i>Владеть: методами физической дозиметрии при хроническом облучении</i>

Сокращение: ООП – основная образовательная программа

3. Место дисциплины в структуре ООП аспирантуры

Дисциплина "Радиоэкология" входит в учебный план подготовки аспиранта по направлению 06.06.01. Биологические науки, которая включает специальность 03.01.01 – Радиобиология. Она является дисциплиной по выбору обучающегося по основной образовательной программы подготовки аспирантов. Изучение дисциплины "Радиоэкология" 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 диссер-

тации 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 3 з.е., 108 час.

№ 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		
1.	Модуль 1. Радиоактивность и методы ее измерения		4	4		50	
1.1.	Введение. История открытия и изучения радиоактивности		0,5	0,5			Семинар-дискуссия Реферат
1.2.	Радиоактивность как всеобщее свойство материи		0,5	0,5			
1.3	Единицы измерения радиоактивности		1	1			Устный опрос
1.4	Методы и средства измерения радиоактивности.		1	1			
1.5	Методы оценки дозовых нагрузок		1	1			Ситуационные задачи
2.	Модуль 2. Закономерности действия излучения на биоту		4	4		50	
2.1.	Основные радиационно-опасные факторы природного и техногенного характера.		1	1			
2.2.	Воздействие радиоактивного излучения на биоту и человека.		2	2			
2.3	Нормирование допустимых доз облучения		1	1			устный опрос
3.	Модуль 3. Основные радиоэкологические проблемы		6	6		48	

3.1	Проблема радиоактивных отходов (РАО).		2	1			доклады
3.2	Радиоэкологические проблемы, возникающие при функционировании горнодобывающих предприятий		1	2			
	Радиоэкологические проблемы в районах функционирования предприятий ядерно-топливного цикла		1	2			доклады
	Организация и методы контроля за радиоэкологической обстановкой		2	1			
	Зачет						Зачетный 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 Радиоактивность и методы ее измерения.	
1.1.	Введение. История открытия и изучения радиоактивности	История открытия и изучения радиоактивности. Основные этапы: А. Беккерель, 1896г. Случайность или закономерность открытия явления радиоактивности. М. Кюри, П. Кюри, Э. Розерфорд, О. Ганн, Г. Штрассман, Г.Н. Флеров и др. Индуцированное и спонтанное деление ядер. Радиоактивность как переход от неустойчивого состояния ядра атома в устойчивое.
1.2.	Радиоактивность как всеобщее свойство материи	Радиоактивность как всеобщее свойство материи. Альфа-бета-частицы, гамма-излучение. Период полураспада. Общая классификация радиоактивных элементов: естественные, техногенные, осколочные элементы и элементы активации. Ряды естественной радиоактивности: урана-238; урана-235, тория-232. Продукты распада естественных радионуклидов. Газообразные продукты распада: радон, торон, антонон. радиоактивное равновесие. Радий - как продукт распада урана. Цепочки распадов техногенных радионуклидов. Общие физические свойства альфа-, бета-, гамма-излучений. проникающая способность, независимость распада от температуры и давления. Выделение тепла. Влияние радиоактивности на

		физическое состояние вещества: свечение, сцинтилляция, деполимеризация, разрушение кристаллической решетки, радиоактивное "гало", почернение фотоэмульсии, изменение оптических свойств, радиоллиз воды, ионизация воздуха, Химические реакции и др.
1.3	Единицы измерения радиоактивности	Единицы измерения радиоактивности Кюри (Ки) -как активность 1г Ra. Беккерель (Бк) - как один распад радионуклида в 1 секунду. Соотношение между Ки и БК. Кратные единицы радиоактивности. Удельная активность: Бк/кг и т.д. Площадная активность: Бк/м ² .Ки/км ² , и т.д. Понятие о суммарной эффективной удельной активности. Суммарная эффективная удельная радиоактивность строительных материалов. Переход от удельной активности к площадной от весовых концентраций радионуклидов к удельной активности. Соотношение между площадной активностью (Ки/км ²) и мощностью экспозиционной дозы (мкР/час), на примере Cs ₁₃₇ .
1.4	Методы и средства измерения радиоактивности.	Методы и средства измерения радиоактивности. Ионизационный, люминесцентный, оптический, фотографический, калориметрический, химический.Радиометры, дозиметры, спектрометры. Полевые, лабораторные (стационарные), индивидуальные.
1.5	Методы оценки дозовых нагрузок	Методы оценки дозовых нагрузок. Прямые и расчётные методы. Внешнее и внутренне облучение организма. Стандартные, физиологические параметры среднестатистического человека. Классификация радионуклидов по особенностям распределения в организме человека: остеотропные, тканевые ретикулоэндотелиальные, избирательно-накапливающиеся, равномерно распределяющиеся.
2.	Раздел 2 Закономерности действия излучения на биоту	
2.1.	Основные радиационно-опасные факторы природного и техногенного характера.	Основные радиационно-опасные факторы природного и техногенного характера. Гамма-, бета-альфаизлучающие радионуклиды. Их сравнительная степень опасности. Радон (Rn) - альфаизлучающий газ без запаха и цвета. Основные источники радона: почва, горная порода, вода, природный газ. Особенности накопления в помещениях. Сезонные и суточные колебания. Проблемы измерения концентрации. Мгновенная и экспозиционная (суточная, месячная и годовая) концентрации. Биологическая опасность радона. Лёгочная ткань как основной объект воздействия. Нормирование уровней накопления радона в зданиях. Методы защиты. "Горячая" частица - как техногенное образование любого радионуклидного и химического состава размером до 50 мкм и удельной активностью $\geq 4\text{Бк}$. Природа "горячих" частиц. "Горячие" частицы как основной неконтролируемый фактор альфа- и бета облучения внутренних органов и тканей человека. Плутоний (Pu) - как основной альфа-излучатель техногенного характера. Источника поступления. Уровни накопления. Проблемы измерения. Тритий (H3) - как основной бета-излучатель клетки. Природные и техногенные источники поступления. Уровни накопления.

2.2.	Воздействие радиоактивного излучения на биоту и человека.	Воздействие радиоактивного излучения на биоту и человека. Радиоактивность как фактор позитивного и негативного воздействия. Опыты А.А. Дробкова, А.М. Кузина и др. Механизмы воздействия радиации на клетки. Прямые (физические) и косвенные (химические). Эффекты заряженных частиц, электрического взаимодействия, физико-химического и химического изменения (свободные радикалы, радикал-перекись O ₂ и т.д.), биологического изменения (клеточные эффекты, эффект Петко и др.). Радиобиологические изменения на молекулярном (повреждение ферментов и т.д.), субклеточном (повреждение ядер, хромосом), клеточном (трансформация клеток и т.д.), тканевом уровнях. Соматический и генетический характеры воздействия. Отдалённые генетические, тератогенные и канцерогенные эффекты. Беспороговая и пороговая гипотезы эффекта воздействия ионизирующего излучения на организмы. Принцип "доза-эффект-риск".
2.3	Нормирование допустимых доз облучения	Нормирование допустимых доз облучения. Нормирование территорий по уровню радиационного загрязнения. Тенденции в изменении допустимой дозы облучения населения за последние 100 лет. Генетически значимая доза облучения в эволюции Земли. Степень приемлемого риска. Оценка соответствия радиоэкологических параметров нормативным требованиям. Документы Нормативного характера.
3	Раздел 3 Основные радиоэкологические проблемы	
3.1	Проблема радиоактивных отходов (РАО).	Проблема радиоактивных отходов (РАО). Классификация радиоактивных отходов на высоко-, средне- и низкоактивные (ВАО, САО, НАО) отходы. Твердые и жидкие РАО. Изменение концепции обращения с РАО в историческом масштабе времени: разбавление до приемлемо безопасных уровней (слив в реки, море), захоронение контейнеров в мировом океане, хранение в озёрах и т.д. Современные концепции захоронения ВАО и ОЯТ: кондиционирование (сжигание, прессование, отверждение) и захоронение в геологические формации и в приповерхностные сооружения (шурфо-скважины, каньоны и т.д.). РАО - как техногенные месторождения. Инженерная, физическая и химическая защита РАО. Требования к выбору мест под строительство хранилищ ВАО (Сейсмичность района, гидрогеологические и геологические особенности района, тип пород, наличие месторождений, близость к населённым пунктам и т.д.).
3.2	Радиоэкологические проблемы, возникающие при функционировании горно-добывающих предприятий	Радиоэкологические проблемы, возникающие при функционировании горно-добывающих комплексов. Классификация месторождений по радиационноопасным факторам; зонирование территории по степени воздействия. Месторождения углеводородов, золота, редкометалльных руд.
3.3	Радиоэкологические проблемы в районах функционирования предприятий ядерно-	Радиоэкологические проблемы в районах функционирования предприятий ядерно-топливного цикла на примере СХК. Проявленность в геохимических полях. Оценка дозовых нагрузок. Медико-биологические последствия.

	топливного цикла	
3.4	Организация и методы контроля за радиологической обстановкой	Организация и методы контроля за радиологической обстановкой. Основная нормативная база. Предупредительный и текущий надзор. Задачи текущего контроля. Контроль за глобальным и региональным загрязнением. Аэрогамма-спектрометрия как основной метод. Преимущества и недостатки. Природные планшеты.

Практические/семинарские занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Раздел 1 Радиоактивность и методы ее измерения.	
1.1.	Введение. История открытия и изучения радиоактивности	Выдающиеся ученые – М. Кюри, П. Кюри, Э. Резерфорд, О. Ганн, Г. Штрассман, Г.Н. Флеров и др.
1.3	Единицы измерения радиоактивности	Работа с единицами измерения радиологических параметров и их пересчётами. Объёмная концентрация активности: Бк/дм ³ и т.д. Эман, Махе. Понятие об экспозиционной дозе ионизирующего излучения. Рентген как единица экспозиционной дозы гамма-излучения в воздухе. Мощность экспозиционной дозы. Р/ч, Р/сек, А/кг. Кратные единицы мР, мР/ч, МКР/г и т.д. Гамма-постоянная радионуклида. Поглощённая доза - как энергия излучения, поглощённая единицей массы вещества: Дж/кг=1 Грей (Гр). Рад. 1 рад=0.01 Гр. Мощность поглощённой дозы: Гр/ч, Гр/сек, Гр/год рад/час и т.д. Относительная биологическая эффективность (ОБЭ) излучения. Линейная потеря энергии (ЛПЭ), коэффициент качества излучения (ККИ). Эквивалентная доза - как поглощённая доза с учётом ККИ.
1.5	Методы оценки дозовых нагрузок	Обобщённые модели миграции и путей облучения человека. Причины ошибок в установлении дозовых нагрузок аппаратными и расчётными методами: неравномерность распределения и поступления радионуклидов, сочетанное внутреннее и внешнее облучение, сложный энергетический спектр радионуклидов, недоучёт всех факторов радиоактивного воздействия. Методы прямого определения радионуклидов в человеке. Счётчик импульсов человека (СИЧ). Биологические методы дозиметрии: метод хромосомных aberrаций, микроядерный тест, электронный парамагнитный резонанс (ЭПР-спектрометрия). Преимущества методов биодозиметрии перед прямыми физическими измерениями и расчётными данными. Метод определения поглощённых доз внешнего гамма-излучения по спектрам ЭПР - как гостированный метод. ГОСТ Р22.3.04-96.
2.	Раздел 2 Закономерности действия излучения на биоту	
2.1.	Основные радиационно-опасные факторы при-	Составление таблиц радиологических параметров основных радионуклидов.

	родного и техногенного характера.	
2.2.	Воздействие радиоактивного излучения на биоту и человека.	Расчёт дозовых нагрузок.
2.3	Нормирование допустимых доз облучения	Оценка соответствия радиоэкологических параметров нормативным требованиям. Документы Нормативного характера.
3	Раздел 3 Основные радиоэкологические проблемы	
3.1	Проблема радиоактивных отходов (РАО).	Проблемы захоронения жидких РАО в геологические формации. Преимущества (аналог естественных гидрогенных месторождений, нет прямого воздействия на биоту и человека и т. д.) и недостатки (отсутствие долговременного опыта хранения, нарушение технологий выбора площадок и технологий закачек) Альтернативные способы хранения и удаления: захоронение РАО в центре планеты, удаление в космос, трансмутация радионуклидов, сжигание некоторых радионуклидов в котлах внутреннего сгорания с замкнутым топливно-энергетическим циклом, захоронение РАО в глубоководных илах дна Океана.
3.2	Радиоэкологические проблемы, возникающие при функционировании горно-добывающих предприятий	Оценка радиоэкологических параметров территорий по картографическим данным.
3.3	Радиоэкологические проблемы в районах функционирования предприятий ядерно-топливного цикла	Оценка радиоэкологических параметров территорий по картографическим данным.
3.4	Организация и методы контроля за радиоэкологической обстановкой	Контроль за радиационной обстановкой на территориях, прилегающих к объектам ядерного технологического цикла. Санитарно-защитная зона (СЗЗ), зона наблюдения (ЗН), зона контроля (ЗК). Периодичность, масштабы и объем исследования в СЗЗ, ЗН, и ЗК. Системы автоматизированного контроля радиационной обстановки (АСКРО). Организация контроля за радиационной безопасностью строительных материалов и жилых помещений. Организация и методы контроля за радоном. Планирование контроля за радиоэкологической обстановкой.

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

При освоении дисциплины используются следующие сочетания видов учебной работы с методами и формами активизации познавательной деятельности магистров для достижения запланированных результатов обучения и формирования компетенций.

Методы и формы организации обучения

Методы активизации деятельности	Формы организации обучения		
	ЛК	СРС	Практическая ра-

			бота
Дискуссия	х		х
IT-методы	х	х	х
Работа в команде		х	
Опережающая СРС	х	-	х
Индивидуальное обучение		х	х
Обучение на основе опыта	х		х
Проблемное обучение		х	х
Поисковый метод		х	
Исследовательский метод		х х	х

Для достижения поставленных целей преподавания дисциплины реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных и интерактивных технологий;
- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием *Internet*-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы;
- закрепление теоретического материала при проведении лабораторных работ с использованием картографического и наглядного материалов, атласов, специальной литературы, выполнение проблемно-ориентированных индивидуальных заданий.
- Выполнение реферата по проблемной теме

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 зачету

6.5. Фонд оценочных средств

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

1. [http:// WWW.usgs.gov](http://WWW.usgs.gov) (Сервер геологической службы США, информация по радону, радиоэкологии США).
2. <http://WWW.atomsafe.ru> (Бюллетень программы ядерная и радиационная безопасность).

3. <http://WWW.grida.no/ngo/bellona/> (Информация объединения "Белуна" по ядерной безопасности).
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
Д.1 Доклады	Доклады по темам разделов 1–3	Темы докладов, правила оформления реферата и презентации.
СЗ – ситуационные задачи	Домашнее задание – решение ситуационных задач по темам раздела 1.	Ситуационные задачи
<i>Итоговый (рубежный) контроль</i>		
КИ.1. Контроль итоговый №1.	Проводится по списку вопросов	Демонстрация аспирантами уровня своей подготовленности по итогам 5 семестра
3. Зачет	Проводится по окончании всего курса	Демонстрация аспирантами уровня своей подготовленности по итогам 5-6 семестров

8.1 ПРИМЕРНЫЕ ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ ПО РАДИОЭКОЛОГИИ

Реферат является обязательным видом самостоятельной работы. Темы рефератов выбираются самостоятельно и их содержание определяется, прежде всего, интересом аспиранта. Ориентировочный круг тем рефератов обозначен ниже.

1. Мария Кюри. История женщины-матери, ученой, гражданина.
2. Радиоактивность и радиоактивные элементы как всеобщее свойство материи.
3. Изменение параметров радиоактивности среды за исторический период нашей эры.
4. История создания и испытания ядерного оружия.
5. Последствия испытаний ядерного оружия в атмосфере для биосферы.
6. Атомная энергетика - как альтернативный источник энергии для человечества.
7. Анализ основных преимуществ и недостатков ядерной энергетики. "За" и "против" атомной энергетики.
8. Курение и радиоактивность.
9. Энергетика, основанная на использовании угля и радиоактивность окружающей среды.
10. Радон. Распространенность, источник. Вред и польза.
12. Аппаратура и методы измерения параметров радиоактивности среды.
13. Проблема "горячих" частиц в атмосфере.
14. Радиоактивность атмосферы.
15. Радиоактивность воды.
16. Радиоактивность почв.
17. Радиоактивность продуктов питания.

18. Радиоактивность минералов.
19. Радиоактивность пород.
20. Радиация и жизнь.
21. Возможны ли приемлемые варианты обращения с радиоактивными отходами?
1. 22. Месторождения урана - как природный прототип зон захоронения радиоактивных отходов.

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.

8.2 Вопросы к устному опросу

1.

1. Понятие о радиоактивности.
2. Общая характеристика методов оценки дозовых нагрузок на человека.
3. Понятие "горячие частицы". В чём их радиационная опасность?

2.

1. Единицы измерения радиоактивности.
2. В чём сущность беспороговой гипотезы эффекта воздействия радиации на организм?
3. Третий - как радиационно-опасный фактор.

3.

1. Классификация радиоактивных элементов.
2. Предельно допустимые дозы облучения на организм человека. Каковы основные тенденции в изменении этих нормативов?
3. Трансурановые элементы - как радиационно-опасный фактор.

4.

1. Цепочки радиоактивного распада естественных радионуклидов.
2. Нормирование дозовых нагрузок на организм человека.
3. Углерод-14-как радиационно-опасный фактор.

5.

1. Понятие об экспозиционной дозе ионизирующего излучения.
2. Индикаторные виды заболеваний человека от воздействия радиации.
3. Sr⁹⁰ - как радиационно-опасный фактор.

6.

1. Поглощённая и экспозиционная доза радиоактивного облучения.
2. Эффект воздействия радиации на ткани, организмы и клетки.
3. Cs¹³⁷ - как радиационно-опасный фактор.

7.

1. Взаимосвязь между величиной линейной потери (ЛПЭ) и коэффициентом качества излучения.
2. Соматические и генетические последствия действия радиации на организм.
3. Радон - как радиационно-опасный фактор.

8.

1. Единицы активности радионуклида.
2. Раскройте существо определения дозовой нагрузки на человека по эмали зубов. ЭПР-спектрометрия.
3. Криптон-85 - как радиационно-опасный фактор.

9.

1. Удельная, объемная и площадная активности радионуклидов.
2. Внешнее и внутреннее облучение организма. Какой вид радиоактивного излучения наиболее опасен для внутреннего облучения?
3. Радиоактивный йод - как радиационно-опасный фактор.

10.

1. Понятие о суммарной эффективной удельной активности. В каких случаях она наиболее широко применяется? Санитарно-гигиенический норматив.
2. В чём сущность концепции "доза-эффект-риск"?
3. Уран - как радиационный и химический фактор опасности.

11.

1. Отличие между понятием "Рад" и "Бэр", "Грей" и "Зиверт". В каких случаях они могут быть одинаковыми?
2. В чём выражается двойственный характер воздействия радиации на живые организмы?
3. Основные источники радиационного загрязнения поверхностных вод.

12.

1. Какой аппаратурой измеряется МЭД, поглощенная и эквивалентная?
2. Охарактеризуйте основные биологические методы определения дозовых нагрузок на организм человека.
3. Возможные источники повышенной радиационной опасности в районах нефте- и газодобычи.

13.

1. Дать понятие "Кюри" и "Беккерель". Показать соотношение между ними.
2. В чём заключается сущность пороговой концепции воздействия радиации на организм человека?
3. Радиационно-опасные факторы в районах проведения подземных ядерных взрывов.

14.

1. Для каких целей применяется понятие гамма-постоянная радионуклида?
2. В чём заключается разница в воздействиях высоких и малых доз радиации?
3. Основные радиационно-опасные факторы в зонах проведения испытаний ядерного оружия.

15.

1. Назовите основные коротко-, средне- и долгоживущие радионуклиды техногенной природы.
2. Как Вы охарактеризуете понятие "малая доза" радиации?

3. Основные радиационно-опасные факторы, возникающие в жилых домах при нарушении норм радиационного контроля за строительными материалами.

16.

1. Назовите основные осколочные и активационные элементы, образующиеся во время ядерного взрыва.

2. Понятие о высоких, средних и малых дозах радиации.

3. Основные радиационно-опасные факторы при разработке урансодержащих руд.

17.

1. Охарактеризуйте основное принципиальное различие изотопов йода 131 и 129.

2. В чём заключается недостаток расчётных модельных определений дозовых нагрузок?

3. Основные радиационно-опасные факторы в зоне влияния предприятий ядерного топливного цикла.

18.

1. В чём сходство и различие радона, торона и актинона?

2. В чём заключается недостатки прямых физических методов определения дозовых нагрузок?

3. Основные радиационно-опасные факторы, которые могут существовать в районах размещения "могильников" радиоактивных материалов.

19.

1. Сравните между собой активности 1 грамма радионуклидов Cs^{137} , Sr^{90} , U^{235} , K^{40} .

2. Модели путей миграции и облучения организма.

3. Основные радиационно-опасные факторы, которые могут возникнуть при захоронении жидких радиоактивных отходов в геологические формации.

20.

1. По какому физическому параметру производится идентификация гамма-излучающих компонентов в их смеси?

2. Классификация радионуклидов по особенностям распределения в организме.

3. При использовании каких минеральных удобрений могут возникать радиационно-опасные факторы и какие именно?

9. ВОПРОСЫ К ИТОГОВОМУ КОНТРОЛЮ

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. 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. Прямое и косвенное действие ионизирующих излучений.

11. Основные радиобиологические эффекты при действии ионизирующей радиации: эффект разведения, кислородный эффект, температурный эффект, эффект присутствия примесных молекул.
12. Роль условий облучения в действии ионизирующей радиации на организм (уровень поглощенных доз, время облучения и мощность дозы, объем облученных органов и тканей, вид излучения).

10. ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Ки – активность какого радиоактивного изотопа (1 балл):

- | | |
|------------|--------------------------|
| U^{238} | <input type="checkbox"/> |
| Th^{232} | <input type="checkbox"/> |
| K^{40} | <input type="checkbox"/> |
| Ra^{226} | <input type="checkbox"/> |
| Rb^{87} | <input type="checkbox"/> |

2. Коэффициент $3,7 \cdot 10^{10}$ применяется для перехода от внесистемной единицы измерения к системной (1 бала):

- | | |
|-------------------------------|--------------------------|
| Активности | <input type="checkbox"/> |
| Экспозиционной дозы излучения | <input type="checkbox"/> |
| Мощности экспозиционной дозы | <input type="checkbox"/> |
| Поглощенной дозы | <input type="checkbox"/> |
| Эквивалентной дозы | <input type="checkbox"/> |

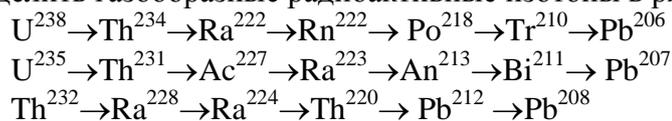
3. Отметьте внесистемные единицы мощности дозовых нагрузок (4 бала).

- | | | | |
|---------|--------------------------|-------|--------------------------|
| A/kg | <input type="checkbox"/> | Рад | <input type="checkbox"/> |
| R/sec | <input type="checkbox"/> | Бэр | <input type="checkbox"/> |
| Грей | <input type="checkbox"/> | Кл/кг | <input type="checkbox"/> |
| Зиверт | <input type="checkbox"/> | Р | <input type="checkbox"/> |

4. Каков на Ваш взгляд правильный ряд по длине пробега частиц и гамма-квантов 1; 2 3 4 (1 балл)

- 1) $\alpha:\gamma:\beta:n$
- 2) $\gamma:\beta:\alpha:n$
- 3) $n:\alpha:\gamma:\beta$
- 4) $\alpha:\beta:\gamma:n$

5. Выделить газообразные радиоактивные изотопы в рядах (3 балла):



6. Период полураспада ($T^{1/2}$) это ядерно-физическая величина 1; 2 3 4 (1 балл):

- 1) один акт распада в секунду
- 2) масса радионуклида, делённая на атомную массу
- 3) доля общего числа атомов, распадающихся в секунду

4) время необходимое для того, чтобы распалась половина атомов данного радиоактивного элемента.

7. Какие существуют единицы измерения радиоактивности и мощности дозы в системе СИ? (1 балл)

- а) Кюри, рад, бэр
- б) Кюри, грей, бэр
- в) Беккерель, рад, бэр
- г) Беккерель, зиверт, грей

8. какие частицы испускаются при α -распаде?

- а) e^-
- б) p^+
- в) n^0
- г) β^+
- д) ${}_4^2\text{He}$

9. Наиболее биологически опасным видом излучения является (2 балла)?

- а) α
- б) β
- в) γ
- г) ρ
- д) n

10. Основными характеристиками, определяющими опасность излучения для биологических тканей являются (3 балла)?

- 1. химический состав радионуклида
- 2. период полураспада
- 3. массовый номер радионуклида
- 4. вид излучения
- 5. положение в ряду радиоактивного распада
- 6. энергия излучения

11. Какой параметр почв необходимо учитывать при переходе от удельной активности радионуклида к его площадной активности? (2 балла)

- 1. влажность
- 2. пористость
- 3. объемный вес
- 4. температура
- 5. содержание калия

12. Укажите естественные радиоактивные изотопы. (6 баллов)

U^{238} <input type="checkbox"/>	Th^{232} <input type="checkbox"/>
Cs^{137} <input type="checkbox"/>	Ra^{226} <input type="checkbox"/>
Co^{60} <input type="checkbox"/>	Rn^{222} <input type="checkbox"/>
Sr^{90} <input type="checkbox"/>	J^{131} <input type="checkbox"/>
K^{40} <input type="checkbox"/>	P^{32} <input type="checkbox"/>

Rb^{87} <input type="checkbox"/>	Pu^{239} <input type="checkbox"/>
------------------------------------	-------------------------------------

13. Гамма-постоянная радионуклида позволяет переходить от (1 балл):

1. удельной активности к площадной
2. объемной активности к удельной
3. экспозиционной дозы к поглощенной
4. мощности экспозиционной дозы к активности радионуклида

14. У какого вида радиоактивного излучения линейная потеря энергии в биологической ткани выше? (1 балл)

- а) α
- б) β
- в) γ
- г) n^0

15. К остеотропным радионуклидам относятся (2 балла):

- | | |
|------------|--------------------------|
| H^3 | <input type="checkbox"/> |
| C^{14} | <input type="checkbox"/> |
| Cs^{137} | <input type="checkbox"/> |
| Sr^{90} | <input type="checkbox"/> |
| P^{32} | <input type="checkbox"/> |

16. К избирательно-накапливающимся радионуклидам в определённых органах и тканях, относятся (3 балла):

- | | | | |
|------------|--------------------------|-----------|--------------------------|
| La^{140} | <input type="checkbox"/> | J^{131} | <input type="checkbox"/> |
| Ce^{144} | <input type="checkbox"/> | Fe^{59} | <input type="checkbox"/> |
| K^{40} | <input type="checkbox"/> | Co^{60} | <input type="checkbox"/> |
| J^{129} | <input type="checkbox"/> | | |

17. Наиболее объективным методом оценки дозовой нагрузки на человека является: (1 балл)

1. метод прямого измерения дозиметрами
2. расчетный метод
3. метод прямого измерения счетчиком импульсов человека (СИЧ)
4. метод биодозиметрии

18. Какой из указанных строительных материалов является максимально потенциально радиационно опасным? (3 балла)

1. саман
2. кирпич
3. дерево
4. бетон с наполнителем из базальта
5. с наполнителем из гранита
6. гранитные блоки
7. фосфогипсовые блоки

19. В здании, построенном на каком основании, можно ожидать максимальную концентрацию радона? (2 балла)

1.на глиняном <input type="checkbox"/>	4.на гранитном <input type="checkbox"/>
2.на песчаном <input type="checkbox"/>	5.на базальтовом <input type="checkbox"/>
3.на диоритовом <input type="checkbox"/>	

20. В каких помещениях жилого здания, изготовленного из одного и того же строительного материала, будет максимальная концентрация радона? (3 балла)

1.коридор <input type="checkbox"/>	5.кухня <input type="checkbox"/>
2.ванная <input type="checkbox"/>	6.подсобное помещение <input type="checkbox"/>
3.спальня <input type="checkbox"/>	7. подпол <input type="checkbox"/>
4.гостинная <input type="checkbox"/>	

21. Какой из радиоактивных α -излучающих газов наиболее опасен? (1 балл)

- 1.радон
 2.актинон
 3.торон

22. Какой из радиоактивных элементов являются долгоживущими ($T^{1/2} > 10$ лет)? (3 балла)

- | | |
|--|--|
| Ru ¹⁰⁶ <input type="checkbox"/> | J ¹²⁹ <input type="checkbox"/> |
| J ¹³¹ <input type="checkbox"/> | Zr ⁹⁵ <input type="checkbox"/> |
| Co ⁶⁰ <input type="checkbox"/> | Na ²⁴ <input type="checkbox"/> |
| Sr ⁹⁰ <input type="checkbox"/> | Cs ¹³⁴ <input type="checkbox"/> |

23. Какой из радионуклидов йода наиболее опасен? (1 балл)

J ¹²⁹ <input type="checkbox"/>	J ¹³² <input type="checkbox"/>
J ¹³¹ <input type="checkbox"/>	J ¹³³ <input type="checkbox"/>

24. В каком интервале почв по глубине концентрируется около 75-90% запасов радионуклидов. (2 баллов)

- | | |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| 0-5 см <input type="checkbox"/> | 10-20 см <input type="checkbox"/> |
| 0-10 см <input type="checkbox"/> | 20-50 см <input type="checkbox"/> |
| 5-15 см <input type="checkbox"/> | |

25. Термин «горячая частица» введён по параметрам: (1 балл)

- а) температуры
 б) размерам
 в) активности
 г) активности и температуры
 д) активности и размерам

26. Основные дозообразующие радионуклиды (β -излучатели, α -излучатели; γ - излучатели в зоне влияния предприятий ядерного топливного цикла. (9 баллов)

- | | | |
|------------------|------------------|-------------------|
| β | α | γ |
| Na ²⁴ | U ²³⁸ | Cs ¹³⁷ |

H^3
 C^{14}
 Sr^{90}
 P^{32}
 J^{129}
 J^{131}
 Kr^{85}

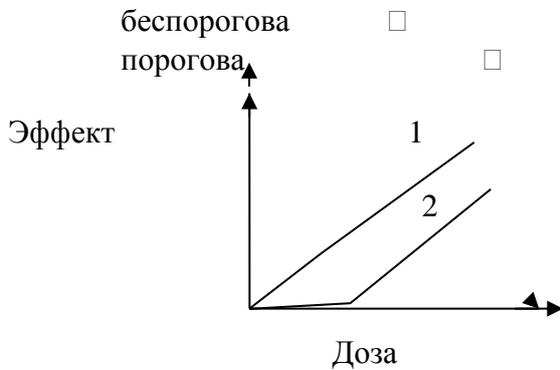
Pu^{239}
 Rn^{222}
 Po^{210}
 Am^{241}

Mn^{54}
 Cu^{64}
 Th^{232}
 Ra^{226}
 Ru^{106}

27. Какой физический параметр необходимо учитывать при безопасном хранении радиоактивных отходов? (1 балл)

- 1. влажность
- 2. давление
- 3. температура
- 4. объем
- 5. плотность

28. Каким гипотезам эффекта воздействия ионизирующей радиации соответствуют кривые (проставить цифру. (2 балла)



29. Выберите тип кривой, соответствующий

- курящему (>20 сигарет в сутки)
- курящему (<20 сигарет в сутки)
- и некурящему человеку

Проставьте номер(3 балла).



30. Определите кагорты (3 балла):

- курящих женщин
- некурящих женщин
- живущих с курящими мужьями
- некурящих женщин, живущих с некурящими мужьями



Максимальное количество баллов – 67

Оценочный уровень знаний:

Отлично > 50 баллов

Хорошо – 40-50 баллов

Удовлетворительно – 35 баллов

Неудовлетворительно < 35 баллов

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. Алексахин, Р.М. Радиоэкология как фундаментальная компонента в решении проблем радиационной безопасности [Текст] / Р.М. Алексахин// Научная сессия НИЯУ МИФИ - 2010. Аннотации докладов. - 2010. - Т.1 - С.254-254

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

8. Каратаев, В.Д, Применение современных геоинформационных технологий для представления радиоэкологической информации [Текст] / В.Д.Каратаев, Д.Э.Эргашев// Научная сессия МИФИ - 2003. Сборник научных трудов. - 2003. - Ч.2 - С.71-72
9. Крышев, И.И. Экологическая безопасность ядерно-энергетического комплекса России [Текст] / И. И. Крышев, Е. П. Рязанцев. - М. : Издат, 2000. - 383 с. – 2 экз.
10. Ярмоненко С.П., Вайсон А.А. Радиобиология человека и животных: учеб. пособие. - М.: Высш школа, 2004. – 549 с. – 12 экз.
11. 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.
12. Коггл Д. Биологические эффекты радиации. – М.: Энергоатомиздат, 1986. –184с.
13. Кудряшев Ю.Б., Беренфельд Б.С. Основы радиационной биофизики. – М.: Изд-во Моск. университета, 1982. – 302с.
14. Окада Ш. Радиационная биохимия клетки : Пер. с англ. – Медицина, 1989. – 256с.
15. 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.
16. Ильин Л.А., Кириллов В.Ф., Коренков И. П. Радиационная безопасность и защита. Справочник. – М.: Медицина, 1996. – 336 с.
17. Ильин Л.А., Кириллов В.Ф., Коренков И.П. Радиационная гигиена. – М.: Медицина, 1996.
18. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99). СП 2.6.1.799-99. - М.: Минздрав России, 2000. – 98 с.
19. Радиационный контроль. Стронций-90 и цезий-137. Пищевые продукты. Отбор проб, анализ и гигиеническая оценка. Методические указания по методам кон-троля. МУК 2.6.1.1194-03. – М.: Минздрав РФ, 2003.

ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ИЗДАНИЯ

1. Научно-информационный журнал по радиационной экологии "АНРИ".
2. Радиобиология. Журнал РАН.
3. Радиохимия. Журнал РАН.
4. Геохимия.
5. Environmental radioactive

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

- [http:// WWW.usgs. gov](http://WWW.usgs.gov) (Сервер геологической службы США, информация по радону, радиоэкологии США).
- [http://WWW. atomsafe. ru](http://WWW.atomsafe.ru) (Бюллетень программы ядерная и радиационная безопасность).
- [http://WWW. grida. no/ngo/bellona/](http://WWW.grida.no/ngo/bellona/) (Информация объединения "Белуна" по ядерной безопасности).
- www.viniti.msk.su/ - Всероссийский Институт Научной и Технической Информации (ВИНИТИ РАН).
- e-LIBRARY.ru
- 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

При изучении основных разделов дисциплины, выполнении практических работ аспиранты используют разнообразный наглядный материал; картографический материал, включающий геологические, геохимические и радиогеохимические карты России, мира, тематические карты, как в печатном издании, так и в электронном виде.