

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 30.08.2022 г. № 3-8/2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Методы оценки крупномасштабных радиационных аварий

название дисциплины

для студентов направления подготовки

06.04.01 Биология

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2023 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – ознакомление с существующими методами оценки последствий крупномасштабных радиационных аварий и разработки мер реабилитации радиационно-загрязненных территорий.

Задачи дисциплины:

- умение демонстрировать знания о последствиях ядерных катастроф, синдроме Чернобыля;
- понимания проблем радиационной безопасности;
- иметь представления об отдаленных последствиях действия излучений, понимает последствия хронического действия радиации

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (далее – ОП) МАГИСТРАТУРЫ

Дисциплина реализуется в рамках части, формируемой участниками образовательных отношений и относится к профессиональному модулю.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: «Радиационная биофизика», «Учение о биосфере и глобальные экологические проблемы», «Основы физической дозиметрии»

Дисциплина изучается на 1 курсе во 2 семестре.

3. 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	Результаты освоения ООП <i>Содержание компетенций*</i>	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
ОПК-4	Способен участвовать в проведении экологической экспертизы территорий и акваторий, а также технологических производств с использованием биологических методов оценки экологической и биологической безопасности	З-ОПК-4 Знать: теоретические основы, методы и нормативную документацию в области экологической экспертизы, особенности обследования и оценки экологического состояния территорий и акваторий, методы тестирования эффективности и биобезопасности продуктов технологических производств; У-ОПК-4 Уметь: применять профессиональные знания и навыки для разработки и предложения инновационных средств и методов экологической экспертизы; В-ОПК-4 Владеть: опытом планирования экологической экспертизы на основе анализируемых фактических данных.
ОПК-5	Способен участвовать в создании и реализации новых технологий в сфере профессиональной деятельности и контроле их	З-ОПК-5 Знать: теоретические основы и практический опыт использования различных биологических объектов в промышленных биотехнологических

	экологической безопасности с использованием живых объектов	процессах; -перспективные направления новых биотехнологических разработок; У-ОПК-5 Уметь: применять критерии оценки эффективности биотехнологических процессов в различных сферах деятельности В-ОПК-5 Владеть: опытом работы с перспективными для биотехнологических процессов живыми объектами, в соответствии с направленностью программы магистратуры.
ПК-3.1	способность планировать и реализовывать профессиональные мероприятия направленные на мониторинг, контроль качества на предприятиях, осуществляющих деятельность в области атомной энергетики	З-ПК-3.1 – знать основные законы взаимодействия ионизирующих излучений различного качества с биологическими объектами; - принципы зонирования радиоактивно загрязненной территории; - понимать особенности формирования доз внешнего и внутреннего облучения населения, а также роль продуктов питания в формировании дозы внутреннего облучения; основы нормирования доз облучения населения и содержание радионуклидов в продуктах питания; У-ПК-3.1 – уметь планировать проведение радиационно-эпидемиологических исследований; определять уровни загрязнения и содержания радионуклидов в почве, воде, воздухе, продуктах питания; - разрабатывать защитные мероприятия, включая контрмеры по снижению доз внешнего и внутреннего облучения населения. В-ПК-3.1 – владеть подготовкой данных для анализа расчётом необходимого объёма выборки для исследования (с помощью специализированных компьютерных программ) расчётом радиационных рисков, расчётом доверительных интервалов и вероятностей (с помощью специализированных компьютерных программ)

4. 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

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 зачетных единиц (з.е.), 108 академических часов.

Вид работы	Количество часов на вид работы:
------------	---------------------------------

Контактная работа обучающихся с преподавателем		
Аудиторные занятия (всего)		28
В том числе:		
	<i>лекции</i>	-
	<i>практические занятия (из них в форме практической подготовки)</i>	-
	<i>лабораторные занятия (из них в форме практической подготовки)</i>	28
Промежуточная аттестация		
В том числе:		
	<i>зачет</i>	+
	<i>зачет с оценкой</i>	
	<i>экзамен</i>	
Самостоятельная работа обучающихся		
Самостоятельная работа обучающихся		80
Всего (часы):		108
Всего (зачетные единицы):		3

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

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

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	Виды учебной работы в часах (вносятся данные по реализуемым формам)				
		Очная форма обучения				
		Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО
1.	Раздел 1. Введение в дисциплину. Источники ионизирующего излучения.			2		8
1.1.	Предмет и объекты изучения радиобиологии и радиоэкологии. Радиобиология и радиоэкология в системе наук. Этапы развития.			1		4
1.2.	Источники ионизирующего излучения в окружающей среде			1		4
2.	Раздел 2. Свойства, особенности и эффекты биологического действия ионизирующего излучения			7		28
2.1.	Физические характеристики излучений: проникающая способность и ионизация.			1		4
2.2.	Единицы радиоактивности, дозы излучения, ОБЭ и линейная передача энергии.			1		4
2.3.	Сравнительная радиочувствительность биологических объектов.			1		4
2.4.	Механизмы лучевого поражения и восстановления клеток и тканей.			1		4
2.5.	Радиационные синдромы и лучевая болезнь человека			1		4
2.6.	Кислородный эффект в радиобиологии			1		4
2.7.	Малые дозы облучения и явление гормезиса			1		4
3.	Раздел 3. Радиобиология растений			2		8
3.1.	Острое и хроническое облучение			1		4
3.2.	Радиочувствительность растений на разных стадиях			1		4

	онтогенеза					
4.	Раздел 4. Комбинированное действие облучения и факторов химической и физической природы			3		12
4.1.	Определение понятий синергизма, сенсibilизации, антагонизма и аддитивного действия.			1		4
4.2.	Явление радиопротекции при комбинированном действии радиации и химических агентов			1		4
4.3.	Молекулярные механизмы комбинированного и сочетанного действия радиации			1		4
5.	Раздел 5. Метаболизм радионуклидов в организме животных и человека			2		8
5.1.	Пути поступления и параметры, определяющие поступление радионуклидов в органы и ткани			1		4
5.2.	Камерный анализ в задачах изучения метаболизма радионуклидов			1		4
6.	Раздел 6. Радиоактивность в ядерном топливном цикле			9		10
6.1.	Перспективы развития ядерной и термоядерной энергетики.			2		2
6.2.	Радиоактивное загрязнение окружающей среды на начальной стадии ЯТЦ			1		2
6.3.	Радиоактивное загрязнение окружающей среды при нормальной эксплуатации АЭС.			2		2
6.4.	Радиоактивное загрязнение окружающей среды при переработке ядерного топлива на радиохимическом заводе			2		2
6.5.	Хранение и захоронение радиоактивных отходов			2		2
7.	Раздел 7. Миграция радионуклидов в окружающей среде			3		6
7.1.	Миграция радионуклидов в атмосфере			1		2
7.2.	Особенности поведения радионуклидов в почвенно – растительном покрове			1		2
7.3.	Миграция радионуклидов в гидросфере			1		2
	Итого за семестр:			28		80
	Всего:			28		80

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

5.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Раздел 1. Введение в дисциплину. Источники ионизирующего излучения.	
1.1.	Предмет и объекты изучения радиобиологии и радиоэкологии. Радиобиология и радиоэкология в системе наук. Этапы развития.	Основные понятия, термины и определения. Три этапа в развитии радиоэкологии. Радиоэкологические исследования в дореволюционной России. Работы П.П. Орлова, А.П. Соколова, Л.С. Коловрат-Червинского, В.И. Вернадского, А.П. Виноградова. Период ядерных испытаний и гонки вооружений. Работы В.М. Клечковского и Н.В. Тимофеева-Ресовского. Авария на ЧАЭС и Фукусима, задачи радиоэкологии на современном этапе. Примеры воздействия радиационных факторов на человека и природную среду.
1.2.	Источники ионизирующего излучения в окружающей среде	Классификация источников ИИ. Природный радиационный фон. Естественные источники ИИ. Космическое излучение. Природные (естественные) радиоактивные вещества. Радиоактивность оболочек Земли. Радиоактивность горных пород. Радиоактивность почв. Радиоактивность природных вод. Радиоактивность атмосферного воздуха. Искусственные источники ионизирующих излучений и их характеристика. Примеры крупных радиационных аварий. Авария на Южном Урале, на ядерном реакторе в Уиндскейле, на АЭС «Три Майл Айленд», на ЧАЭС, Фукусима-1.
2.	Раздел 2. Свойства, особенности и эффекты биологического действия ионизирующего излучения	
2.1.	Физические характеристики излучений: проникающая способность и ионизация	Размен энергии излучения в веществе, этапы ответных реакций биологических объектов на облучение; радиобиологический парадокс. Внешнее и инкорпорированное облучение организма: общее и локальное, кратковременное и протрагированное облучение.
2.2.	Единицы радиоактивности, дозы излучения, ОБЭ и линейная передача энергии.	Единицы экспозиционных доз, единицы поглощенных доз. Эквивалентные и эффективные дозы облучения. Коллективные и ожидаемые дозы. Фактор изменения дозы ФИД. Относительная биологическая эффективность (ОБЭ) и линейная потеря энергии (ЛПЭ) излучений и связь между ними. Понятие большие и малые дозы радиации.
2.3	Сравнительная радиочувствительность биологических объектов.	Чувствительность к ионизирующему излучению различных представителей живого царства. Радиочувствительность размещающихся по сложности организации живых систем. Иммуно-гормональные нарушения; отдаленные генетические и онкологические последствия облучения; лучевая катаракта; изменение продолжительности жизни.
2.4	Механизмы лучевого поражения и восстановления клеток и тканей.	Теория попадания и концепция мишени. Лучевое поражение генома. Типы гибели облученных клеток. Репарация ДНК и восстановление клеток. Прямой и косвенный механизм действия радиации. Свободнорадикальные процессы, роль радиотоксикантов в развитии лучевого поражения.
2.5	Радиационные синдромы и лучевая болезнь человека	Критические органы и критические процессы в лучевом поражении организма. Кровотворный, кишечный и церебральный радиационные синдромы и их дозовая зависимость.
2.6	Кислородный эффект в радиобиологии	Модификация действия облучения кислородом. Кислородный эффект как универсальное явление в радиобиологии. Коэффициент кислородного усиления (ККУ). Механизм кислородного эффекта.
2.7.	Относительность понятия	Понятия «малые дозы» для различных биологических видов.

	«малые дозы» для различных биологических видов.	Различные определения понятия «малые дозы». Беспороговая концепция действия радиации на человека.
3.	Раздел 3. Радиобиология растений	
3.1.	Острое и хроническое облучение	Действие острого и хронического облучения на основные компоненты фито- и агроценозов.
3.2.	Радиочувствительность растений на разных стадиях онтогенеза	Продуктивность растений и радиочувствительность семян. Эффекты предпосевного облучения семян
4.	Раздел 4. Комбинированное действие облучения и факторов химической и физической природы	
4.1.	Определение понятий синергизма, сенсibilизации, антагонизма и аддитивного действия.	Коэффициенты синергизма и антагонизма. Модели действия двух агентов различной природы на биологические объекты. Математическая модель синергизма: модель единой действующей дозы; модель В.Г.Петина о взаимодействии субповреждений
4.2.	Явление радиопротекции при комбинированном действии радиации и химических агентов	Характеристика двух классов химических протекторов: индолилалкиламинов и меркаптоэтиламинов. Механизм действия радиопротекторов: ловушки радикалов, повышение уровня эндогенных SH - групп, сульфидрильная гипотеза Граевского Э.Я. Радиозащита как результат активации репарации ДНК.
4.3.	Молекулярные механизмы комбинированного и сочетанного действия радиации	Физико-химические механизмы комбинированного действия облучения и гипертермии на клетки животных и человека. Синергизм при сочетанном действии облучения и некоторых химических агентов. Молекулярный механизм взаимодействия повреждений в ДНК и мембранах клетки.
5.	Раздел 5. Метаболизм радионуклидов в организме животных и человека	
5.1.	Пути поступления и параметры, определяющие поступление радионуклидов в органы и ткани	Пероральный, ингаляционный и перкутанный пути поступления. Барьерные органы Транспорт радиоактивных веществ в желудочно-кишечном тракте (ЖКТ). Характерные распределения радионуклидов по органам и тканям (диффузный, остеотропный, ретикуло-эндотелиальный, висцеротропный типы распределения). Биологические значимые радионуклиды.
5.2.	Камерный анализ в задачах изучения метаболизма радионуклидов	Однокамерные и двухкамерные модели для описания метаболизма ^{131}I , ^{137}Cs , ^{90}Sr . Многокамерные модели.
6.	Раздел 6. Радиоактивность в ядерном топливном цикле	
6.1.	Перспективы развития ядерной и термоядерной энергетики.	Открытый и замкнутый ЯТЦ. Основные этапы ядерного топливного цикла. Ядерная энергетика в РФ и зарубежный опыт
6.2.	Радиоактивное загрязнение окружающей среды на начальной стадии ЯТЦ	Добыча руды. Переработка руды и получение концентрата. Очистка, конверсия, обогащение топлива и изготовление ТВЭЛов. Дозовые нагрузки для персонала и населения
6.3.	Радиоактивное загрязнение окружающей среды при нормальной эксплуатации АЭС.	Типы ядерных реакторов. Источники радиоактивного загрязнения. Продукты деления. Актиноиды. Продукты активации. Миграция радионуклидов на АЭС. Барьеры удержания активности. Радиоактивные отходы АЭС. Формирование доз персонала и населения.
6.4.	Радиоактивное загрязнение окружающей среды при переработке ядерного топлива на радиохимическом заводе	Переработка ОЯТ и РАО на заключительном этапе ЯТЦ. Радиоактивное и химическое загрязнение окружающей среды при эксплуатации радиохимического завода. Транспортировка радиоактивных веществ на различных этапах ЯТЦ.
6.5.	Хранение и захоронение радиоактивных отходов	Образование радиоактивных отходов. Классификация радиоактивных отходов. Обращение с радиоактивными отходами. Сортировка, кондиционирование, хранение, захоронение РАО.

		Способы хранения и захоронения ОНАО, НАО, САО, ВАО. Перспективные метод хранения и захоронения РАО. Радиоэкологические проблемы «исторических» хранилищ РАО.
7.	Раздел 7. Миграция радионуклидов в окружающей среде	
7.1.	Миграция радионуклидов в атмосфере	Рассеяние примесей в атмосфере. Функция истощения облака примеси. Учет дочерних продуктов при миграции радионуклидов. Вторичный ветровой подъем. Выпадение примесей на поверхность Земли.
7.2.	Особенности поведения радионуклидов в почвенно – растительном покрове	Нахождение радионуклидов в почве. Внекорневой путь поступления радионуклидов в растения. Корневой путь поступления радионуклидов в растения. Количественные показатели накопления радионуклидов из почвы. Влияние физико-химических свойств радионуклидов на поступление в растения. Поступления радионуклидов в растительность различных типов экосистем. Роль растений в перераспределении радионуклидов в экосистеме.
7.3.	Миграция радионуклидов в гидросфере	Перенос примесей в гидросфере. Пресноводные водоемы: озера, реки, подземные воды. Моря и океаны.

Лабораторные занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Раздел 1. Введение в дисциплину. Источники ионизирующего излучения.	
1.1.	Предмет и объекты изучения радиобиологии и радиоэкологии. Радиобиология и радиоэкология в системе наук. Этапы развития.	Радиоактивное загрязнение в результате Чернобыльской катастрофы. Уровни вмешательства и их производные. Характерные периоды формирования радиоэкологической обстановки после радиационной аварии. Контрмеры в различные периоды. Характеристика загрязнения радионуклидами природной среды.
1.2.	Источники ионизирующего излучения в окружающей среде	Радиофобия и радиоэйфория. Радиоэкологические проблемы, возникающие в условиях штатной (аварийной) работы радиационно-опасных объектов. Проектные и запроектные радиационные аварии. Международная классификация радиационных инцидентов.
2.	Раздел 2. Свойства, особенности и эффекты биологического действия ионизирующего излучения	
2.1.	Физические характеристики излучений: проникающая способность и ионизация	Оценка проникающей способности и механизмов размена энергии излучений разного качества.
2.2.	Единицы радиоактивности, дозы излучения, ОБЭ и линейная передача энергии.	Оценка и расчет эквивалентной, эффективной, коллективной и ожидаемой дозы облучения. Определение риска и ущерба при действии радиации. Определение ОБЭ и ЛПЭ.
2.3.	Сравнительная радиочувствительность биологических объектов.	Построение кривых выживаемости для различных групп организмов. Вычисление среднелетальной дозы облучения D_{50} , D_q и п.
2.4.	Механизмы лучевого поражения и восстановления клеток и тканей.	Построение кривых восстановления облученных клеток и организмов, в том числе и при комбинированном действии радиации.
2.5.	Радиационные синдромы и лучевая болезнь человека	Определение дозовых параметров для различных радиационных синдромов (посткомозговом, кишечном и церебральном) при изучении разного качества и при хронической лучевой болезни.

2.6	Кислородный эффект в радиобиологии	Определение коэффициента кислородного усиления (ККУ)
2.7.	Относительность понятия «малые дозы» для различных биологических видов.	Концепция нелинейных эффектов низкорогового облучения Е.Б. Бурлаковой. Явление и механизмы гормезиса.
3.	Раздел 3. Радиобиология растений	
3.1.	Острое и хроническое облучение	Беспороговая концепция биологического действия излучений. Определение квазипороговой дозы для разных видов организмов
3.2.	Радиочувствительность растений на разных стадиях онтогенеза	Построение дозовых кривых радиационного угнетения растений на разных стадиях онтогенеза
4.	Раздел 4. Комбинированное действие облучения и факторов химической и физической природы	
4.1.	Определение понятий синергизма, сенсбилизации, антагонизма и аддитивного действия.	Определение ФИД, коэффициентов синергизма и антагонизма при комбинированном действии облучения и гипертермии, облучения плюс тяжелые металлы по различным моделям радиационного усиления.
4.2.	Явление радиопротекции при комбинированном действии радиации и химических агентов	Анализ математических и других моделей комбинированного действия радиации и гипертермии (химических агентов).
4.3.	Молекулярные механизмы комбинированного и сочетанного действия радиации	Определение ФИД для радиопротекторов разного химического класса и изучение механизма их действия
5.	Раздел 5. Метаболизм радионуклидов в организме животных и человека	
5.1.	Пути поступления и параметры, определяющие поступление радионуклидов в органы и ткани	Перенос радионуклидов в органы дыхания в зависимости от размеров аэрозольных радиоактивных частиц. Коэффициенты резорбции и проникновения. Коэффициент депонирования.
5.2.	Камерный анализ в задачах изучения метаболизма радионуклидов	Сравнительный анализ поведения в окружающей среде ^{131}I , ^{137}Cs , ^{90}Sr и ^{239}Pu Камерный анализ в задачах метаболизма радионуклидов. Практическое применение принципов группирования камер. Построение систем дифференциальных уравнений для конкретных камерных моделей.
6.	Раздел 6. Радиоактивность в ядерном топливном цикле	
6.1.	Перспективы развития ядерной и термоядерной энергетики.	Современные экологические концепции развития атомной энергетики.
6.2.	Радиоактивное загрязнение окружающей среды на начальной стадии ЯТЦ	Концепция доминирования радиоактивного загрязнения при запроектных авариях.
6.3.	Радиоактивное загрязнение окружающей среды при нормальной эксплуатации АЭС.	Концепция полной радиационной защищенности населения и биогеоценозов при нормальной эксплуатации АЭС и проектных авариях. Концепция доминирования теплового и химического загрязнения в результате работы АЭС и урбанизации региона.
6.4.	Радиоактивное загрязнение окружающей среды при переработке ядерного топлива на радиохимическом заводе	Концепция существования критических биогеоценозов в районах расположения радиационно-опасных объектов.

6.5.	Хранение и захоронение радиоактивных отходов	Закономерности миграции техногенных Sr-90, Cs-137, H-3 на территории размещения проблемных хранилищ радиоактивных отходов и сопредельных территориях (на примере регионального хранилища РАО). Экологические последствия применения искусственных геохимических барьеров.
7.	Раздел 7. Миграция радионуклидов в окружающей среде	
7.1.	Миграция радионуклидов в атмосфере	Модели переноса примесей в атмосфере.
7.2.	Особенности поведения радионуклидов в почвенно – растительном покрове	Влияние свойств почв на миграцию радионуклидов в почве. Группы радионуклидов по степени подвижности в почве. Распределение радионуклидов в почвах различных типов экосистем.
7.3.	Миграция радионуклидов в гидросфере	Накопление радионуклидов гидробионтами.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Лаврентьева Г.В., Бахвалов А.В., Момот О.А., Мирзеабасов О.А., Сынзыныс Б.И. Выбор референтных организмов, определение критических нагрузок и оценка экологического риска для территорий длительного хранения низкоактивных радиоактивных отходов // Методическое пособие по курсу «Техногенные системы и экологический риск». - Обнинск: ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2013. - 32 с.
2. Петин В.Г., Пронкевич М.Д. Радиационный гормезис при действии малых доз ионизирующего излучения. Учебное пособие. – Обнинск: ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2013. – 56 с. – 40 экз.
3. Петин В.Г., Жураковская Г.П., Комарова Л.Н. Радиобиологические основы синергических взаимодействий в биосфере. М.:ГЕОС, 2012. – 219 с. – 10 экз.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка	Наименование оценочного средства
Текущий контроль			
1.	Раздел 1, Раздел 2	ОПК-4; ПК-3.1	Контрольная работа
2.	Раздел 6	ОПК-5; ПК-3.1	Тестовое задание
Промежуточный контроль			
	ЗАЧЕТ	ОПК-4; ОПК-5; ПК-3.1	Зачетный билет

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

7.2.1. Зачет

а) типовые вопросы (задания):

1. Радиобиология и радиоэкология в системе наук: предмет, объект, уровни исследования, методы исследования. Три этапа развития радиоэкологии. Принцип Бергонье и Трибондо
2. Оценить радиоэкологическую обстановку после катастрофы на Чернобыльской АЭС
3. Построить дозовую кривую выживаемости клеток дрожжей после гамма-

облучения и оценить параметры этой кривой D_0 , n , D_q

Доза облучения, Гр	0	100	200	300	400
Выживаемость, отн.ед.	1	0,8	0,3	0,07	0,02

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

- уровень освоения обучающимся материала, предусмотренного учебной программой;
- умение обучающегося использовать теоретические знания при выполнении заданий и задач;
- обоснованность, четкость, краткость изложения ответа.

в) описание шкалы оценивания:

Оценка	Критерии оценки
Отлично 36-40	Студент должен: - продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний программного материала; - исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; - правильно формулировать определения; - продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой; - уметь сделать выводы по излагаемому материалу.
Хорошо 30-35	Студент должен: - продемонстрировать достаточно полное знание программного материала; - продемонстрировать знание основных теоретических понятий; достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал; - продемонстрировать умение ориентироваться в литературе; - уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.
Удовлетворительно 24-29	Студент должен: - продемонстрировать общее знание изучаемого материала; - показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; - уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.
Неудовлетворительно 23 и меньше	Студент демонстрирует: - незнание значительной части программного материала; - не владение понятийным аппаратом дисциплины; - существенные ошибки при изложении учебного материала; - неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - неумение делать выводы по излагаемому материалу.

7.2.2. Контрольная работа

а) типовые задания (вопросы) - образец:

Вариант 1

Задание 1. Назовите фамилию ученого, открывшего явление радиоактивности.

Задание 2. Перечислите виды ионизирующих излучений, относящиеся по своей природе к корпускулярным.

Задание 3. Размерность величины линейной передачи энергии (ЛПЭ).

Задание 4. Изобразите схематично кривую выживаемости для плотноионизирующего излучения.

Задание 5. Что такое D_0 на кривой выживаемости?

Задание 6. При каких дозах возникает острая лучевая болезнь?

- Задание 7. Укажите величину естественного радиоактивного фона.
- Задание 8. Согласно НРБ-99, дозовые пределы облучения для персонала составляют ...
- Задание 9. Радиочувствительность – ...
- Задание 10. Запишите в математическом виде функцию поглощения ИИ.
- Задание 11. Перечислите источники естественного радиационного фона.
- Задание 12. Стохастические эффекты облучения – ...
- Задание 13. Внесистемная единица активности –
- Задание 14. Сформулируйте правило Бергонье и Трибондо.
- Задание 15. Поглощенная доза составляет 40 рад. Рассчитайте эквивалентную дозу при воздействии на человека α -излучателя.
- Задание 16. Системная единица коллективной дозы излучения?
- Задание 17. Напишите соотношение между Бк и Ки.
- Задание 18. Перечислите радиочувствительные органы.
- Задание 19. Проиллюстрируйте с помощью кривых выживания синергическое действие двух факторов.
- Задание 20. Вставьте правильный знак в неравенстве при антагонистическом взаимодействии ИИ и химического агента
 $\ln S \dots \ln S_{II} + \ln S_{Xa}$
- Задание 21. Раскройте значимость радиобиологии в системе естественных наук.
- Задание 22. Перечислите радионуклиды земного происхождения
- Задание 23. Опишите особенности генетических факторов, определяющих реакцию растений на облучение
- Задание 24. Опишите зависимость реакции растений от характера облучения (острое, хроническое). Ответ обоснуйте.
- Задание 25. Перечислите наиболее радиочувствительные стадии онтогенеза растений
- Задание 26. Что такое коэффициент синергизма?
- Задание 27. г. Владивосток, население 600 000 чел., радиационный фон 10 мкР/ч. Рассчитайте коллективную дозу облучения указанного населения за 12 лет.
- Задание 28. Укажите все источники облучения населения
- Задание 29. На каких стадиях клеточного цикла клетка наименее радиочувствительна?
- Задание 30. Поглощенная доза радиации у человека составила 40 рад. Часть этой дозы (30%) обусловлена поступлением в организм ^{90}Sr , остальная часть – ^{137}Cs . Найти эффективную дозу, приходящуюся на поверхность костей и на все тело.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

- уровень освоения обучающимся материала, предусмотренного учебной программой;
- умение обучающегося использовать теоретические знания при выполнении заданий и задач;
- обоснованность, четкость, краткость изложения ответа.

в) описание шкалы оценивания:

Отметка «отлично» (в баллах от 30 до 25) ставится, если:

- изученный материал изложен полно, определения даны верно;
- ответ показывает понимание материала;
- правильно даны ответы на 25-30 вопросов

Отметка «хорошо» (в баллах от 24 до 19) ставится, если:

- изученный материал изложен достаточно полно;
- при ответе допускаются ошибки, заминки, которые обучающийся в состоянии исправить самостоятельно при наводящих вопросах;
- правильно даны ответы на 24-19 вопросов

Отметка «удовлетворительно» (в баллах от 18 до 11) ставится, если:

- материал изложен неполно, с неточностями в определении понятий или формулировке определений;

- материал излагается непоследовательно;
- - правильно даны ответа на 18-11 вопросов

Отметка «неудовлетворительно» (в баллах от 10 до 0) ставится, если:

- при ответе обнаруживается полное незнание и непонимание изучаемого материала;
- материал излагается неуверенно, беспорядочно;
- даны неверные ответы более чем на 10 вопросов.

7.2.3. Тестовое задание

- а) типовые задания (вопросы) - образец:

Вариант 1

Вопрос № 1. Укажите какой элемент не входит в систему обращения с РАО

- a) сортировка;
- b) *концентрирование*;
- c) кондиционирование;
- d) хранение;
- e) захоронение

Вопрос № 2. Отдельно от других на стадии сортировки РАО собираются радионуклиды с периодом полураспада менее:

- a) 15 суток;
- b) 30 суток;
- c) 24 часов.

Вопрос №3. Технологические операции, включающие концентрирование радионуклидов, отверждение концентратов, частичные возврат для повторного использования, характерны для:

- a) ГРО;
- b) ЖРО;
- c) ГРО.

Вопрос №4. В сооружениях приповерхностного типа может осуществляться долговременное хранение и захоронение:

- a) среднеактивных отходов, содержащих радионуклиды с периодом полураспада не более 30 лет;
- b) *кондиционированных среднеактивных отходов, содержащих радионуклиды с периодом полураспада не более 30 лет;*
- c) среднеактивных отходов, содержащих радионуклиды с периодом полураспада более 15 суток;
- d) низкоактивных отходов, содержащих радионуклиды с периодом полураспада более 30 суток;
- e) всех низкоактивных отходов.

Вопрос №5. Газообразные и летучие продукты деления, отделяющиеся на этапе механической обработки ОЯТ на радиохимическом заводе от урана и плутония:

- a) H-3
- b) C-14
- c) Rn-222
- d) Kr-85
- e) Sr-90
- f) I-131
- g) Th-234
- h) Cs-134
- i) Ra-226
- j) Cs-137

Вопрос №6. Что является первым барьером удержания активности в пределах активной

зоны реактора?

- a) диаметрические зазоры в верхней части твэлов;
- b) топливная таблетка;
- c) оболочка твэла.

Вопрос №7. Определяющими дозовую нагрузку для персонала АЭС являются радионуклиды:

- a) H-3
- b) C-14
- c) Rn-222
- d) Co-60
- e) Kr-85
- f) Sr-90
- g) I-131
- h) N-16
- i) Th-234
- j) Co-58
- k) Cs-134
- l) Ra-226

Вопрос №8. Если активность загруженного топлива составляет примерно 10^{11} Бк/т, то к концу трехлетней кампании удельная активность для кассеты реактора ВВЭР составит:

- a) 10^{18} Бк/т;
- b) 10^9 Бк/т;
- c) 10^{20} кБк/т.

Вопрос №9. Продукты деления в реакторе образуются в результате:

- a) непосредственного деления тяжелых ядер ^{235}U , ^{238}U , ^{239}Pu ;
- b) радиационного захвата нейтронов ядрами топлива;
- c) при распаде первичных нуклидов, образованных при делении, и при захвате нейтронов как первичными радионуклидами, так и образовавшимися в цепочках радиоактивных превращений радиоактивными и стабильными нуклидами;
- d) радиоактивных превращений ядер топлива;
- e) в фотореакциях деления ^{235}U , ^{238}U , ^{239}Pu фотонами с энергией больше 5,2 МэВ;
- f) активации нейтронами конструкционных материалов, теплоносителя и его примесей и замедлителя.

Вопрос №10. Начальная стадия ЯТЦ включает:

- a) получение электроэнергии и тепла на АЭС;
- b) изготовление твэлов;
- c) хранение отработанного топлива;
- d) транспортировка и переработка топлива на радиохимическом заводе;
- e) очистку концентрата и обогащение;
- f) захоронение радиоактивных отходов;
- g) добычу и переработку руды.

Вопрос №11. Если урановая руда находится на глубине 200-300 метров от поверхности земли и накрыта крепкими породами, то осуществляется:

- a) карьерный способ добычи;
- b) шахтный способ добычи;
- c) метод подземного выщелачивания.

Вопрос №12. Оцененная среднемировая величина эффективной дозы внешнего облучения персонала рудников не превышает:

- a) 10 мЗв/год;
- b) 1 мЗв/год;
- c) 1 Зв/год;
- d) 10 Зв/год.

Вопрос №13. Внутреннее облучение персонала рудников обусловлено излучением:

- a) Kr-85;

- b) Sr-90;
- c) Ra-226;
- d) Rn-222;
- e) I-131;
- f) N-16;
- g) Th-234.

Вопрос №14. Химическая обработка руды проводится растворением измельченной пульпы в:

- a) сернистой кислоте;
- b) серной кислоте;
- c) азотной кислоте

Вопрос №15. Эффективная доза для населения в соответствии с НРБ-99:

- a) 0,001 Зв/год
- b) 1 Зв/год
- c) 10 мЗв/год.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Количество правильных ответов (два балла за каждый правильный ответ)

в) описание шкалы оценивания:

Оценка	Шкала
Отлично	Количество верных ответов в интервале: 30-25
Хорошо	Количество верных ответов в интервале: 18-24
Удовлетворительно	Количество верных ответов в интервале: 13-17
Неудовлетворительно	Количество верных ответов в интервале: 0-12

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

–Итоговая аттестация по дисциплине является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков обучающихся по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестации.

–Текущая аттестация в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающихся.

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

–Текущая аттестация осуществляется два раза в семестр:

○контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 8 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 8 неделю учебного семестра.

○контрольная точка № 2 (КТ № 2) – выставляется в электронную ведомость не позднее 16 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 9 по 16 неделю учебного семестра.

Исключение: текущая аттестация в 8 семестре обучения по образовательным программам бакалавриата, в котором единственная контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 6 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 6 неделю учебного семестра.

–Результаты текущей и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Этап рейтинговой системы / Оценочное средство	Неделя	Балл	
		Минимум*	Максимум**
Текущая аттестация	1-16	36 - 60% от максимума	60
Контрольная точка № 1	7-8	18 (60% от 30)	30
<i>Оценочное средство № 1.1</i>	2	60% от M1	M1
<i>Оценочное средство № 1.2</i>	4	60% от M2	M2
...	
<i>Оценочное средство № 1.3</i>	7	60% от MX	MX
Контрольная точка № 2	15-16	18 (60% от 30)	30
<i>Оценочное средство № 2.1</i>	9	60% от T1	T1
<i>Оценочное средство № 2.2</i>	14	60% от T2	T2
Промежуточная аттестация	-	24 – (60% 40)	40
Экзамен	-		
ИТОГО по дисциплине		60	100

* - Минимальное количество баллов за оценочное средство – это количество баллов, набранное обучающимся, при котором оценочное средство засчитывается, в противном случае обучающийся должен ликвидировать появившуюся академическую задолженность по текущей или промежуточной аттестации. Минимальное количество баллов за текущую аттестацию, в т.ч. отдельное оценочное средство в ее составе, и промежуточную аттестацию составляет 60% от соответствующих максимальных баллов.

7.4. Шкала оценки образовательных достижений

Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущей и промежуточной аттестации

Сумма баллов	Оценка по 4-х балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоения учебной дисциплины
90-100	5- «отлично»/ «зачтено»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы
85-89	4 - «хорошо»/ «зачтено»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
75-84		C	
70--74		D	
65-69	3 - «удовлетворительно»/ «зачтено»	D	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки,
60-64		E	

			нарушения логической последовательности в изложении программного материала
0-59	2 - «неудовлетворительно»/ «не зачтено»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине

8. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная учебная литература:

1. Лаврентьева Г.В., Бахвалов А.В., Момот О.А., Мирзеабасов О.А., Сынзыныс Б.И. Выбор референтных организмов, определение критических нагрузок и оценка экологического риска для территорий длительного хранения низкоактивных радиоактивных отходов // Методическое пособие по курсу «Техногенные системы и экологический риск». - Обнинск: ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2013. - 32 с.
2. Петин В.Г., Пронкевич М.Д. Радиационный гормезис при действии малых доз ионизирующего излучения. Учебное пособие. – Обнинск: ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2013. – 56 с. – 40 экз.
3. Петин В.Г., Жураковская Г.П., Комарова Л.Н. Радиобиологические основы синергических взаимодействий в биосфере. М.:ГЕОС, 2012. – 219 с. – 10 экз.

б) дополнительная учебная литература:

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/>

9. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» (ДАЛЕЕ - СЕТЬ «ИНТЕРНЕТ»), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. РОСАТОМ [Официальный сайт]. — URL: <http://www.rosatom.ru>.
2. www.isir.ras.ru/ - Интегрированная система информационных ресурсов Российской Академии Наук.
3. www.merlot.org/merlot/materials.htm?category=2608&&sort.property=overallRating - MERLOT – Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching. Раздел «Biology»
4. www.nature.ru - Учебники, научные монографии, обзоры, лабораторные практикумы в свободном доступе на сайте журнала Nature.
5. www.viniti.msk.su/ - Всероссийский Институт Научной и Технической Информации (ВИНИТИ РАН).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)

Использование информационных технологий при осуществлении образовательного процесса по дисциплине осуществляется в соответствии с утвержденным Положением об Электронной информационно-образовательной среде ИАТЭ НИЯУ МИФИ.

Электронная система управления обучением (LMS) используется для реализации образовательных программ при очном, дистанционном и смешанном режиме обучения. Система реализует следующие основные функции:

- 1) Создание и управление классами,
- 2) Создание курсов,
- 3) Организация записи учащихся на курс,
- 4) Предоставление доступа к учебным материалам для учащихся,
- 5) Публикация заданий для учеников,
- 6) Оценка заданий учащихся, проведение тестов и отслеживание прогресса обучения,
- 7) Организация взаимодействия участников образовательного процесса.

Система интегрируется с дополнительными сервисами, обеспечивающими возможность использования таких функций как рабочий календарь, видео связь, многопользовательское редактирование документов, создание форм опросников, интерактивная доска для рисования. Авторизация пользователей в системе осуществляется посредством корпоративных аккаунтов, привязанных к домену oiate.ru.

10.1. Перечень информационных технологий

При чтении лекций по данному курсу используются мультимедийные технологии в аудитории, оснащенных компьютерами, экраном и проектором.

Лабораторные занятия проводятся в лаборатории радиобиологии и экотоксикологии растений ФГБНУ ВНИИРАЭ, в аналитической и хроматографической лабораториях также с использованием мультимедийного оборудования (компьютер, ноутбук).

10.2. Перечень программного обеспечения

- Программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель «Windows Media Player»).
- Программы для демонстрации и создания презентаций («Microsoft Power Point»).

10.3. Перечень информационных справочных систем

Не требуется

11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием

12. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ

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

№ пп	Наименование темы дисциплины	Вид занятий (лекция, семинары, Лабораторные занятия)	Количество ак. ч.	Наименование активных и интерактивных форм проведения занятий
1	Единицы радиоактивности, дозы излучения, ОБЭ и линейная передача энергии.	Лабораторные занятия	5	Групповая дискуссия

2	Хранение и захоронение радиоактивных отходов	Лабораторные занятия	5	Групповая дискуссия
3	Радиоактивное загрязнение окружающей среды на начальной стадии ЯТЦ	Лабораторные занятия	4	Диспут
....	Радиоактивное загрязнение окружающей среды при нормальной эксплуатации АЭС.	Лабораторные занятия	4	Диспут
	Радиоактивное загрязнение окружающей среды при переработке ядерного топлива на радиохимическом заводе	Лабораторные занятия	2	Диспут
	Кислородный эффект в радиобиологии	Лабораторные занятия	1	Метод работы в малых группах
	Явление радиопротекции при комбинированном действии радиации и химических агентов	Лабораторные занятия	2	Метод работы в малых группах
	Пути поступления и параметры, определяющие поступление радионуклидов в органы и ткани	Лабораторные занятия	2	Метод работы в малых группах
	Миграция радионуклидов в атмосфере	Лабораторные занятия	2	Метод работы в малых группах
	Особенности поведения радионуклидов в почвенно – растительном покрове	Лабораторные занятия	3	Метод работы в малых группах
	Физические характеристики излучений: проникающая способность и ионизация.	Лабораторные занятия	2	Метод работы в малых группах

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

Темы, выносимые для самостоятельного изучения:

Раздел 1. Введение в дисциплину. Источники ионизирующего излучения

История радиобиологии по книге Н.В.Лучника «Невидимый современник».

Источники ионизирующих излучений, использующиеся в медицине.

Проблема радона.

Ядерные и термоядерные взрывы. Атомная энергетика

Раздел 2. Свойства, особенности и эффекты биологического действия ионизирующего излучения

Единицы активности радионуклидов. Естественная и искусственная радиоактивность. Биологическая дозиметрия.

Течение острой и хронической лучевой болезни.

Использование кислородного эффекта при радиостерилизации.

Родоновые процедуры в медицине; предпосевное облучение семян.

Раздел 3. Радиобиология растений – 4 часа

Генетическое действие радиации на растения.

Раздел 4. Комбинированное действие облучения и факторов химической и физической природы

Изучение действия облучения на нервную, иммунную, эндокринную, кроветворную и половую систему человека.

Оценка действия радиопротекторов на практике.

ДНК - главная мишень и критическая структура при действии радиации на клетки.

Раздел 5. Метаболизм радионуклидов в организме животных и человека
Эффективный период полувыведения. Переход радионуклидов в продукцию животного происхождения. Контрмеры по снижению радиоактивного загрязнения продукции животного происхождения.

Раздел 6. Радиоактивность в ядерном топливном цикле

Перспективные методы хранения и захоронения РАО.

Раздел 7. Миграция радионуклидов в окружающей среде

Накопление Cs-137, Sr-90 сельскохозяйственными растениями в агроценозах. Накопление радионуклидов растениями лесных экосистем.

Модели миграции радионуклидов в гидросфере.

12.3. Краткий терминологический словарь

Аберрации (хроматидные и хромосомные) – изменение расположения генетического материала, его частичная утеря или приобретение нового, а также увеличение числа его копий.

Активность (нуклеотида) – скорость, с которой происходит распад нуклеотида; в Международной системе единицей активности является беккерель (Бк); при активности в 1 Бк в данном количестве радионуклида происходит 1 распад в секунду; внесистемная единица активности – кюри (Ки).

Анафаза – фаза митоза, во время которой хроматиды «материнской» хромосомы отделяются друг от друга, превращаются в хромосомы дочерних клеток и направляются к полюсам деления – местам формирования ядер дочерних клеток.

Аноксия – полное отсутствие кислорода в клетке или ткани.

Апоптоз, программируемая клеточная гибель – гибель клетки в результате запуска специальной программы последовательной активации ряда ферментов, последние из которых разрезают ДНК на участки длиной в ~185 пар оснований; одним из сигналов к запуску апоптоза является обнаружение повреждений ДНК во время прохождения клеткой сверхточных точек генерационного цикла; эти повреждения ДНК, однако, не столь велики, чтобы вызвать некроз.

Взвешивающий коэффициент (Wt), характеризует отношение стохастического риска для ткани t к общему стохастическому риску при равномерном облучении всего тела.

Генотип – совокупность всех наследственных факторов, входящих в геном.

Гипоксия – состояние пониженного (по сравнению с тем, что считается нормой) содержания кислорода в окружающей объект среде, без указания на степень такого понижения.

Гомеостаз – поддержание устойчивого равновесия в **системе клеточного обновления** или в организме.

Доза поглощенная – количество излучения, поглощенное облученным объектом, в расчете на единицу массы. Единицей поглощенной дозы в Международной системе является грей (Гр), который соответствует поглощению 1 Дж/кг.

Доза удваивающая – доза излучения, при которой в потомстве облучаемого объекта

вдвое возрастает частота мутирования определенного локуса по сравнению с фоновым значением.

Доза эквивалентная – доза излучения, поглощенная в органе или ткани и умноженная на взвешивающий коэффициент для данного вида излучения, характеризующий его эффективность в индуцировании биологического эффекта; единицей эквивалентной дозы является зиверт (Зв).

Доза экспозиционная – доза излучения, измеренная в воздухе, единицей экспозиционной дозы является в системе СИ кулон на килограмм (Кл/кг), в технической системе – рентген (Р), эпоним в честь немецкого исследователя Вильгельма Конрада Рентгена.

Доза эффективная – сумма произведений эквивалентной дозы в органах и тканях на соответствующие взвешивающие коэффициенты для этих тканей, учитывающие разную чувствительность тканей в отношении канцерогенного эффекта радиации; единицей эффективной дозы является зиверт (Зв).

Интерфаза – промежуток времени между двумя последовательными делениями клетки.

Канцерогенное действие – способность агента индуцировать образование злокачественных новообразований (от лат. Cancer – **рак, краб**).

Катаракта радиационная – помутнение роговицы, наступившее вследствие воздействия на нее ионизирующего излучения.

Кислородный эффект – увеличение степени радиационного поражения объекта по мере возрастания его концентрации в окружающей клетки среде от нулевых значений рО₂ (аноксии) до 20 мм. рт. ст.

Критические органы (системы) – жизненно важные органы или системы, выходящие из строя первыми в исследуемом диапазоне доз излучения, что обуславливает гибель организма в определенные сроки после облучения; примеры: система кроветворения, тонкий кишечник, ЦНС.

Критический орган – наиболее радиочувствительный из нескольких органов, оказавшихся в зоне воздействия ионизирующей радиации.

ЛД₅₀ – летальная доза 50 – доза излучения, вызывающая гибель 50% особей.

ЛД_{50/30} – доза излучения, вызывающая гибель 50% объектов в течение 30 дней после воздействия (соответствующих завершению гибели мышей от поражения кишечника и костного мозга).

Линейные потери (передачи) энергии (ЛПЭ) – потери энергии на мкм пути, выраженные в эВ.

Лучевая болезнь – клинический синдром, развивающийся вследствие общего облучения.

Лучевая болезнь (острая) – наступившая вследствие однократного облучения.

Лучевая болезнь (хроническая) – наступившая вследствие длительного непрерывного или фракционированного воздействия.

Митотическая активность – характеристика пролиферативной активности ткани или органа, определяемая процентом клеток, находящихся на стадии митоза в единицу времени.

Мишени теория (принцип) – высказанное в 30-е годы XX в. Представление о неравнозначности поражения различных частей клетки для ее судьбы; догадка о существовании в клетке радиочувствительных структур, поражение которых и приводит к ее гибели; в настоящее время такой структурой является ДНК.

Некроз – форма клеточной гибели, реализуемая в случае накопления в ДНК несовместимого с жизнью количества повреждений, а также вследствие повреждения мембран.

Облучение – воздействие ионизирующей радиации на биологические объекты.

Онкоген – генетическая программа, способствующая возникновению опухолей, либо присутствует в геноме в репрессированном состоянии под контролем регуляторных генов, либо образуется из разобренных фрагментов ДНК, каждый из которых в отдельности не может вызвать опухолевую трансформацию.

Относительная биологическая эффективность (ОБЭ) – отношение равно эффективных по биологическому действию доз рассматриваемого излучения и гамма или рентгеновского излучений, которые считаются стандартными.

Поражения потенциально летальные – способные к **восстановлению** при изменении условий в первые часы после облучения.

Пороговая доза – доза, ниже которой не отмечены проявления данного эффекта облучения.

Радиационные синдромы – симптомокомплексы (костномозговой, кишечный, церебральный), развивающиеся вследствие поражения соответствующих **критических органов** после облучения в определенном диапазоне доз –1-10 Гр, > 100 Гр, соответственно.

Радиационный фон – естественный – за счет радионуклидов земного и космического происхождения; **технологически измененный** и **техногенный** – за счет антропогенной деятельности человека.

Радиоактивность – способность всех нестабильных элементов к распаду с выделением энергии в форме фотонов (γ -излучение) или частиц (электроны, α -частицы и др.); единицей радиоактивности служит беккерель (Бк) – одно ядерное превращение в 1 с.

Радиоактивные изотопы (радионуклиды) – одна из форм существования элементов, различающихся по атомному весу и содержащих нестабильное ядро, испускающее ионизирующее излучение.

Радиобиологический парадокс – несоответствие между ничтожным количеством поглощенной энергии и крайней степенью реакции биологического объекта, вплоть до летального эффекта.

Радиорезистентность (радиоустойчивость) – низкая чувствительность к поражающему действию ионизирующих излучений.

Смерть под лучом – гибель организма во время или в первые минуты после облучения в дозах более 1000 Гр, обусловленная массивным поражением мембран и структурных белков клеток ЦНС («молекулярная гибель»).

Стохастические эффекты – вероятность развития злокачественных новообразований в отдаленные (годы, десятки лет) сроки после облучения животного или человека и /или наследственных заболеваний в потомстве.

Тератогенные эффекты – пороки развития и уродства, развившиеся вследствие облучения эмбриона или плода *in utero* (в матке).

Экранирование (от облучения) – физический способ ослабления действия излучений с помощью поглощающих энергию материалов, помещаемых между источником излучения и объектом воздействия.

13. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. № АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации обучающихся с ОВЗ с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом индивидуальных психофизических особенностей, а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление информации визуально (краткий конспект лекций, основная и дополнительная литература), на лекционных и практических занятиях допускается присутствие ассистента, а так же, сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Оценка знаний студентов на практических занятиях осуществляется на основе письменных конспектов ответов на вопросы, письменно выполненных практических заданий. Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления

текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.)
С учетом состояния здоровья просмотр кинофильма с последующим анализом может быть проведен дома (например, при необходимости дополнительной звукоусиливающей аппаратуры (наушники)). В таком случае студент предоставляет письменный анализ, соответствующий предъявляемым требованиям.

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости, время подготовки на зачете может быть увеличено.

Для **лиц с нарушением зрения** допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а так же использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Оценка знаний студентов на семинарских занятиях осуществляется в устной форме (как ответы на вопросы, так и практические задания). При необходимости анализа фильма может быть заменен описанием ситуации межэтнического взаимодействия (на основе опыта респондента, художественной литературы и т.д.), позволяющим оценить степень сформированности навыков владения методами анализа и выявления специфики функционирования и развития психики, позволяющими учитывать влияние этнических факторов. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Лица с нарушениями опорно-двигательного аппарата не нуждаются в особых формах предоставления учебных материалов. Однако, с учетом состояния здоровья часть занятий может быть реализована дистанционно (при помощи сети «Интернет»). Так, при невозможности посещения лекционного занятия студент может воспользоваться кратким конспектом лекции.

При невозможности посещения практического занятия студент должен предоставить письменный конспект ответов на вопросы, письменно выполненное практическое задание. Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.).

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура зачета может быть реализована дистанционно (например, при помощи программы Skype).

Для этого по договоренности с преподавателем студент в определенное время выходит на связь для проведения процедуры зачета. В таком случае зачет сдается в виде собеседования по вопросам (см. формы проведения промежуточной аттестации для лиц с нарушениями зрения). Вопрос и практическое задание выбираются самим преподавателем.

Примечание: Фонды оценочных средств, включающие типовые задания и методы оценки, критерии оценивания, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины обучающимися с ОВЗ могут входить в состав РПД на правах отдельного документа.

Программу составил (а) (и):

И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание

....

Рецензент (ы):

И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

<p>Программа рассмотрена на заседании отделения Биотехнологий (протокол № ____ от «__» _____ 20__ г.)</p>	<p>Руководитель образовательной программы 06.04.01 Биология/Экспериментальная радиология «__» _____ 20__ г. _____ Л.Н. Комарова</p> <p>Начальник отделения Биотехнологий «__» _____ 20__ г. _____ А.А. Котляров</p> <p>Научный руководитель магистерской программы (при необходимости) 06.04.01 Биология/Экспериментальная радиология «__» _____ 20__ г. _____ Л.Н. Комарова</p>
---	--