

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА РАДИАЦИОННОЙ ФИЗИКИ И БЕЗОПАСНОСТИ АТОМНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/08/24-573.1

от 30.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
8	2	72	24	24	0		24	0	3
Итого	2	72	24	24	0	16	24	0	

АННОТАЦИЯ

Учебная дисциплина «Медико–биологические основы радиационной безопасности» изучает механизм воздействия ионизирующего излучения на живые объекты на клеточном и организменном уровне. На базе изученного механизма воздействия проводится изучение принципов нормирования предельно допустимых уровней излучения, обеспечивающих радиационную безопасность.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения учебной дисциплины – знакомство студентов с премутационными повреждениями ДНК, типами мутаций (генных и структурных), количественными закономерностями мутагенного действия излучений на живые клетки, механизмами репаративного и репликативного мутагенеза у микроорганизмов, математическими моделями мутационного процесса, цитогенетическими эффектами ионизирующих излучений.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина "Медико-биологические основы радиационной безопасности" относится к профессиональным дисциплинам

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
проектный			
Подготовка специалистов с фундаментальной физико-математической и инженерной подготовкой для проектирования и эксплуатации	Ядерные реакторы, энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов, теплоносители и	ПК-10.2 [1] - Способен к расчету и проектированию биологических защит и систем контроля радиационной безопасности АЭС <i>Основание:</i>	З-ПК-10.2[1] - Знать основные законы распространения ионизирующих излучений в однородных и неоднородных средах; У-ПК-10.2[1] - Уметь

ядерных установок со знанием основ нейтронно-физических и теплофизических процессов, ядерной и радиационной безопасности	материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы для исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, ядерных реакторов, распространения и взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы, экологический мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности ядерных материалов, объектов и установок атомной промышленности и энергетики. безопасность эксплуатации и радиационный контроль атомных объектов и установок;	Профессиональный стандарт: 24.078	проектировать системы контроля радиационной безопасности на АЭС и безопасного обращения с ОЯТ и РАО; В-ПК-10.2[1] - Владеть методами проектирования биологических защит радиационно-опасных объектов АЭС
Подготовка специалистов с фундаментальной физико-математической и инженерной подготовкой для проектирования и эксплуатации ядерных установок со знанием основ нейтронно-физических и теплофизических процессов, ядерной и радиационной безопасности	Ядерные реакторы, энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов, теплоносители и материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности, системы управления ядерно-физическими установками, программные	ПК-8 [1] - Способен разрабатывать производственно-техническую документацию <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078	З-ПК-8[1] - Знать производственно-техническую документацию; У-ПК-8[1] - Уметь разрабатывать производственно-техническую документацию; В-ПК-8[1] - Владеть навыками работы с производственно-технической документацией

	комплексы для исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, ядерных реакторов, распространения и взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы, экологический мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности ядерных материалов, объектов и установок атомной промышленности и энергетики. безопасность эксплуатации и радиационный контроль атомных объектов и установок;		
научно-исследовательский			
Подготовка специалистов с фундаментальной физико-математической и инженерной подготовкой для проектирования и эксплуатации ядерных установок со знанием основ нейтронно-физических и теплофизических процессов, ядерной и радиационной безопасности	Ядерные реакторы, энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов, теплоносители и материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы для исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, ядерных реакторов, распространения и взаимодействия	ПК-4 [1] - Способен применять стандартные пакеты прикладных программ для математического моделирования процессов и режимов работы объектов <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028	3-ПК-4[1] - Знать стандартные пакеты прикладных программ для математического моделирования процессов и режимов работы объектов; У-ПК-4[1] - Уметь применять стандартные пакеты прикладных программ для математического моделирования процессов и режимов работы объектов; В-ПК-4[1] - Владеть навыками работы со стандартными пакетами прикладных программ для математического моделирования процессов и режимов

	излучения с объектами живой и неживой природы, экологический мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности ядерных материалов, объектов и установок атомной промышленности и энергетики. безопасность эксплуатации и радиационный контроль атомных объектов и установок;		работы объектов
--	--	--	-----------------

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (В17)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные

		междисциплинарные научно-исследовательские проекты.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (B18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для: - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.
Профессиональное	Создание условий,	1.Использование воспитательного

воспитание	обеспечивающих, формирование культуры ядерной безопасности (B24)	потенциала блока профессиональных дисциплин для формирования чувства личной ответственности за соблюдение ядерной и радиационной безопасности, а также соблюдение государственных и коммерческих тайн. 2.Использование воспитательного потенциала содержания учебных дисциплин «Актуальные проблемы эксплуатации АЭС», «Основы экологической безопасности в ядерной энергетике», «Системы радиационного контроля» для формирования личной ответственности за соблюдение экологической и радиационной безопасности посредством изучения основополагающих документов по культуре ядерной безопасности, разработанных МАГАТЭ и российскими регулирующими органами, норм и правил обращения с радиоактивными отходами и ядерными материалами. 3.Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин «Контроль и диагностика ядерных энергетических установок», «Надежность оборудования атомных реакторов и управление риском», «Безопасность ядерного топливного цикла», «Ядерные технологии и экология топливного цикла» для формирования личной ответственности за соблюдение и обеспечение кибербезопасности и информационной безопасности объектов атомной отрасли через изучение вопросов организации информационной безопасности на объектах атомной отрасли, основных принципов построения системы АСУТП ядерных объектов, методов защиты и хранения информации, принципов построения глубокоэшелонированной и гибкой системы безопасности ядерно-физических объектов. 4.Использование воспитательного потенциала содержания блока
-------------------	---	--

		дисциплин «Экология», «Системы радиационного контроля», «Основы экологической безопасности в ядерной энергетике» для формирования ответственной экологической позиции посредством изучения вопросов обеспечения такого уровня безопасности АЭС, при котором воздействие на окружающую среду, обеспечивает сохранение природных систем, поддержание их целостности и жизнеобеспечивающих функций, через рассмотрение вопросов радиационного контроля при захоронении и переработки ядерных отходов, вопросов замыкания ядерного топливного цикла.
--	--	--

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>8 Семестр</i>						
1	Часть 1	1-8	16/16/0		25	КИ-8	3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8, 3-ПК-10.2, У-ПК-10.2, В-ПК-10.2
2	Часть 2	9-15	8/8/0		25	КИ-15	3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8, 3-ПК-10.2, У-ПК-10.2,

							В-ПК-10.2
	<i>Итого за 8 Семестр</i>		24/24/0		50		
	Контрольные мероприятия за 8 Семестр				50	3	3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8, 3-ПК-10.2, У-ПК-10.2, В-ПК-10.2

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>8 Семестр</i>	24	24	0
1-8	Часть 1	16	16	0
1	1 Тема 1. Общая радиобиология. Предмет радиобиологии. Исторический экскурс. Радиочувствительность. Физические основы действия ионизирующих излучений. Дозовые характеристики поля облучения.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	Тема 2. Действие излучений на ДНК. Прямое и косвенное действие радиации. Экспериментальная радиобиология. Строение молекулы ДНК. Радиационные повреждения ДНК. Репарация повреждений ДНК.сверхлетальные дозы. Расчет полулетальной и других доз методом пробит-анализа.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	Тема 3. Радиочувствительность клеток и эмбриона. Кривые выживаемости. Вариабельность радиочувствительности тканей организма. Радиочувствительность клеток в разных фазах цикла. Восстановление клеток. Облучение эмбриона и плода.различных биологических объектов. Возрастные изменения радиочувствительности.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	Тема 4. Изменение радиочувствительности. Модификация чувствительности, кислородный эффект. Гипертермия. Лучевая болезнь человека. Неравномерное облучение.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
5	Тема 5. Основы радиационной безопасности	Всего аудиторных часов		

	Источники радиационного фона, меры воздействия. Радиационные аварии. Количественная оценка аварии на ЧАЭС. Медицинские последствия образования ВУРС. Радиационная обстановка в районе реки Теча.	2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
6	Тема 6. Регламентация облучения. Научные основы регламентации облучения человека. Терминология. Международные подходы к регламентации. Регламентация радиационного воздействия в России.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
7	Тема 7. Нормы радиационной безопасности. НРБ-99/2009. ОСПОРБ. Подготовка новых регламентаций МКРЗ. Радиационное облучение персонала: отделения ядерной медицины; отделения лучевой терапии; радиационная безопасность атомных станций.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	Тема 8. Радиобиология опухолей. Основы радиобиологии опухолей. Роль радиобиологии в ЛТ. Временной масштаб процессов в радиобиологии. Концепция клоногенных клеток. Тесты на клонообразующую способность. Кривые выживаемости клеток. Связь между выживаемостью клеток и ответной реакцией опухоли на облучение. Причины гибели облученных клеток	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-15	Часть 2	8	8	0
9	Тема 9. Влияние гипоксии. Причина появления в опухоли гипоксических клеток. Гипоксическая фракция. Реоксигенация. Радиочувствительность клеток в опухолях. The reason for the appearance in hypoxic tumor cells. Гипоксическая фракция. Реоксигенация. Радиочувствительность опухолей человека.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
10	Тема 10. Радиобиология нормальных тканей. Относительная биологическая эффективность ионизирующих излучений. ОБЭ разных видов ионизирующих излучений в лучевой терапии. Изоэффекты.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
11	Тема 11. Радиационные повреждения нормальных тканей. Регулируемые факторы. Нерегулируемые факторы. Стволовые клетки. Ранние реакции тканей. Поздние реакции тканей. Концепция толерантности. Концепция терапевтического выигрыша. Терапевтическое окно. Крутизна ответных реакций. Факторы, определяющие крутизну	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	Тема 12. Фракционирование дозы в ЛТ. Основные биологические факторы фракционной лучевой терапии. История подходов к фракционированию. Формула Эллиса (NSD-формула). Изоэффективные кривые. Концепция ВДФ. Чувствительность к фракционированию.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
13	Тема 13. Фракционирование и линейно –квадратичная модель. Чувствительность к фракционированию при облучении	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		

	нейтронами, протонами и тяжелыми ионами. Фракционирование и линейно-квадратичная модель. Графическая иллюстрация эквивалентного режима. Определение коэффициентов LQ-модели. Значения коэффициентов LQ-модели.	0	0	0
14	Тема 14. Модификация фракционирования Модификация режимов фракционирования. Гипофракционирование. Эффект общего времени облучения. Ускоренное фракционирование. Интервал между фракциями. Математическая модель для учета неполной репарации. Учет перерывов в облучении.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	Тема 15. Радиобиология брахитерапии. Радиобиологические особенности брахитерапии. Брахитерапия с разной мощностью дозы. Радиобиологические преимущества и недостатки брахитерапии с низкой мощностью дозы. Учет эффекта неполной репарации для непрерывного облучения. Эффект пролиферации.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Проводятся лекции и практические занятия с использованием мультимедийного оборудования и компьютерных технологий.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-10.2	З-ПК-10.2	З, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-10.2	З, КИ-8, КИ-15

	В-ПК-10.2	3, КИ-8, КИ-15
ПК-4	3-ПК-4	3, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-4	3, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-4	3, КИ-8, КИ-15
ПК-8	3-ПК-8	3, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-8	3, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-8	3, КИ-8, КИ-15

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – <i>«отлично»</i>	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 – <i>«хорошо»</i>	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 – <i>«удовлетворительно»</i>	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – <i>«неудовлетворительно»</i>	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. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 539.1 К49 Радиационная дозиметрия : монография, Крамер-Агеев Е.А., Смирнов В.В., Климанов В.А., Москва: НИЯУ МИФИ, 2014
2. 61 К49 Радиобиологическое и дозиметрическое планирование лучевой и радионуклидной терапии Ч.1 Радиобиологические основы лучевой терапии. Радиобиологическое и дозиметрическое планирование дистанционной лучевой терапии пучками тормозного и гамма-излучения и электронами, Климанов В.А., Москва: НИЯУ МИФИ, 2011

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Н83 Нормы радиационной безопасности (НРБ-99) : СП 2.6.1.758-99. 2.6.1 Ионизирующее излучение, радиационная безопасность, , М.: Минздрав России, 1999
2. 57 Я75 Радиобиология человека и животных : учеб. пособие для вузов, Вайнсон А.А., Ярмоненко С.П., Москва: Высш. школа, 2004

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Дисциплина «Медико–биологические основы радиационной безопасности» (МБОРБ) изучается студентами на 8-семестре.

Дисциплина разделена на два раздела:

1. Общая радиобиология и основы радиационной безопасности;
2. Клиническая радиобиология.

Первый раздел изучается в течение 1-8 недели. Система оценки текущей успеваемости студентов в этот период включает выполнение трех тестов. Максимальное количество баллов за каждый тест равняется 5, минимальное количество равняется 3. За успешное выполнение дополнительных заданий студент получает от 6 до 10 баллов. Таким образом сумма баллов за весь раздел должна находиться в пределах 25-15.

Второй раздел изучается в течение 9-15 недели. Система оценки текущей успеваемости студентов в этот период включает выполнение двух тестов (№ 4 и 5) и заданий. Максимальное количество баллов за четвертый тест равняется 5, минимальное количество равняется 3. Пятый

тест содержит вопросы по всем темам дисциплины (всего 43 вопроса). Сумма баллов, набранных студентами за этот тест, должна находиться в интервале 15-9. За успешное выполнение домашних заданий студент получает от 6 до 10 баллов. Таким образом сумма баллов за весь раздел должна находиться в пределах 25-15.

В конце изучения курса проводится промежуточная аттестация по дисциплине в форме зачета.

Вопросы по дисциплине:

1. Предмет радиобиологии. Исторический экскурс.
2. Физические основы действия ионизирующих излучений. Дозовые характеристики поля облучения.
3. Прямое и косвенное действие радиации. Радиочувствительность.
4. Радиационные повреждения ДНК. Репарация повреждений ДНК.
5. Кривые выживаемости. Вариабельность радиочувствительности тканей организма. Радиочувствительность клеток в разных фазах цикла.
6. Восстановление клеток. Облучение эмбриона и плода.
7. Модификация чувствительности, кислородный эффект. Гипертермия.
8. Лучевая болезнь человека. Неравномерное облучение.
9. Источники радиационного фона, меры воздействия.
10. Радиационные аварии. Количественная оценка аварии на ЧАЭС.
11. Медицинские последствия образования ВУРС. Радиационная обстановка в районе реки Теча.
12. Научные основы регламентации облучения человека. Терминология. Международные подходы к регламентации.
13. Регламентация радиационного воздействия в России.
14. НРБ-99/2009. ОСПОРБ. Подготовка новых регламентаций МКРЗ.
15. Роль радиобиологии в ЛТ. Временной масштаб процессов в радиобиологии.
16. Концепция клоногенных клеток. Тесты на клонообразующую способность.
17. Связь между выживаемостью клеток и ответной реакцией опухоли на облучение. Причины гибели облученных клеток.
18. Причина появления в опухоли гипоксических клеток. Гипоксическая фракция. Реоксигинация.
19. Радиочувствительность клеток в опухолях человека.
20. Относительная биологическая эффективность ионизирующих излучений. ОБЭ разных видов ионизирующих излучений в лучевой терапии.
21. Изоэффекты.
22. Радиационные повреждения нормальных тканей. Регулируемые факторы. Нерегулируемые факторы.
23. Ранние реакции тканей. Поздние реакции тканей. Концепция толерантности.
24. Концепция терапевтического выигрыша. Терапевтическое окно.
25. Крутизна ответных реакций. Факторы, определяющие крутизну.
26. Основные биологические факторы фракционной лучевой терапии. История подходов к фракционированию.
27. Формула Эллиса (NSD-формула). Изоэффективные кривые. Концепция ВДФ. Чувствительность к фракционированию.

28. Чувствительность к фракционированию при облучении нейтронами, протонами и тяжелыми ионами.

29. Фракционирование и линейно-квадратичная модель. Графическая иллюстрация эквивалентного режима.

30. Определение коэффициентов LQ-модели. Значения коэффициентов LQ-модели.

31. Гипофракционирование. Эффект общего времени облучения. Ускоренное фракционирование. Интервал между фракциями.

32. Математическая модель для учета неполной репарации. Учет перерывов в облучении.

33. Радиобиологические особенности брахитерапии. Брахитерапия с разной мощностью дозы.

34. Радиобиологические преимущества и недостатки брахитерапии с низкой мощностью дозы. Учет эффекта неполной репарации для непрерывного облучения. Эффект пролиферации.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Дисциплина «Медико–биологические основы радиационной безопасности» (МБОРБ) разделена на два раздела:

1. Общая радиобиология и основы радиационной безопасности;
2. Клиническая радиобиология.

Основные темы:

1 Тема 1. Общая радиобиология. Предмет радиобиологии. Исторический экскурс. Радиочувствительность. Физические основы действия ионизирующих излучений. Дозовые характеристики поля облучения.

2 Тема 2. Прямое и косвенное действие радиации. Экспериментальная радиобиология. Строение молекулы ДНК. Радиационные повреждения ДНК. Репарация повреждений ДНК.

3 Тема 3. Кривые выживаемости. Вариабельность радиочувствительности тканей организма. Радиочувствительность клеток в разных фазах цикла. Восстановление клеток. Облучение эмбриона и плода.

4 Тема 4. Модификация чувствительности, кислородный эффект. Гипертермия. Лучевая болезнь человека. Неравномерное облучение.

5 Тема 5. Основы радиационной безопасности. Источники радиационного фона, меры воздействия. Радиационные аварии. Количественная оценка аварии на ЧАЭС. Медицинские последствия образования ВУРС. Радиационная обстановка в районе реки Теча.

6 Тема 6. Научные основы регламентации облучения человека. Терминология. Международные подходы к регламентации. Регламентация радиационного воздействия в России.

7 Тема 7. НРБ-99/2009. ОСПОРБ. Подготовка новых регламентаций МКРЗ. Радиационное облучение персонала: отделения ядерной медицины; отделения лучевой терапии; радиационная безопасность атомных станций.

8 Тема 8. Клиническая радиобиология. 1. Основы радиобиологии опухолей. Роль радиобиологии в ЛТ. Временной масштаб процессов в радиобиологии. Концепция клоногенных клеток. Тесты на клонообразующую способность. Кривые выживаемости клеток. Связь между выживаемостью клеток и ответной реакцией опухоли на облучение. Причины гибели облученных клеток

9 Тема 9. Причина появления в опухоли гипоксических клеток. Гипоксическая фракция. Реоксигинация. Радиочувствительность клеток в опухолях человека.

10 Тема 10. Радиобиология нормальных тканей. Относительная биологическая эффективность ионизирующих излучений. ОБЭ разных видов ионизирующих излучений в лучевой терапии. Изоэффекты.

11 Тема 11. Радиационные повреждения нормальных тканей. Регулируемые факторы. Нерегулируемые факторы. Стволовые клетки. Ранние реакции тканей. Поздние реакции тканей. Концепция толерантности. Концепция терапевтического выигрыша. Терапевтическое окно. Крутизна ответных реакций. Факторы, определяющие крутизну

12 Тема 12.. Фракционирование дозы в ЛТ. Основные биологические факторы фракционной лучевой терапии. История подходов к фракционированию. Формула Эллиса (NSD-формула). Изоэффективные кривые. Концепция ВДФ. Чувствительность к фракционированию.

13 Тема 13. Чувствительность к фракционированию при облучении нейтронами, протонами и тяжелыми ионами. Фракционирование и линейно-квадратичная модель. Графическая иллюстрация эквивалентного режима

14 Тема 14. Определение коэффициентов LQ-модели. Значения коэффициентов LQ-модели. Гипофракционирование. Эффект общего времени облучения.

Ускоренное фракционирование. Интервал между фракциями.

Математическая модель для учета неполной репарации. Учет перерывов в облучении.

15 Тема 15. Радиобиологические особенности брахитерапии. Брахитерапия с разной мощностью дозы. Радиобиологические преимущества и недостатки брахитерапии с низкой мощностью дозы. Учет эффекта неполной репарации для непрерывного облучения. Эффект пролиферации.

В процессе обучения рекомендуются такие источники информации, как:

1. М.С. Джойнер, О.Дж. ван дер Когель, «Основы клинической радиобиологии», ТД "Бином", 2013 г.
2. В.А. Климанов. Радиобиологическое и дозиметрическое планирование лучевой и радионуклидной терапии. Часть 1. М.: Изд-во НИЯУ МИФИ, 2011.
3. С.П. Ярмоненко, А.А. Вайнсон. Радиобиология человека и животных. М.: Изд-во Высшая школа, 2004.

Автор(ы):

Климанов Владимир Александрович, д.ф.-м.н.,
профессор