

**Учреждение образования
«Международный государственный экологический институт
имени А.Д. Сахарова»
Белорусского государственного университета**

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по
учебной и воспитательной работе
МИ ЭИ им. А.Д.Сахарова БГУ



И. Э. Бученков

2021

Регистрационный № УД-1021-21/уч.

**БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ИОНИЗИРУЮЩЕГО
ИЗЛУЧЕНИЯ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА**

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:

1-31 04 05 Медицинская физика

2021 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 1-31 04 05-2019 от 29.12.2018 и учебного плана специальности 1-31 04 05 «Медицинская физика» № 107-18/уч. от 31.08.2018

СОСТАВИТЕЛИ:

С. Б. Мельнов, профессор кафедры экологической медицины и радиобиологии Учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» БГУ;

О. М. Хаджинова, старший преподаватель кафедры ядерной и радиационной безопасности Учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» БГУ

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой ядерной и радиационной безопасности «Международного государственного экологического института им. А.Д.Сахарова» БГУ (протокол № 10 от 26.05.2021);

Научно-методическим советом учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А.Д.Сахарова» БГУ (протокол № 10 от 24.06 2021)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Биологическое действие ионизирующего излучения и здоровье человека» изучает механизмы биологического действия ионизирующих излучений, отражая последовательную картину изменений, начиная от поглощения энергии отдельными молекулами до сложных биологических изменений на уровне клетки, ткани, организма и популяции в целом.

Необходимость изучения этой дисциплины для специалистов в области медицинской физики заключается в том, что студенты получают необходимую информацию о влиянии радиации на организм человека, методах биологической дозиметрии, а также о новейших феноменах, влияющих на реализацию эффектов на молекулярном, клеточном и организменном уровне.

Для усвоения данной дисциплины необходимо владение основами биологии и химии, а также понимание процессов взаимодействия ионизирующего излучения с веществом, знание основ системы радиационной безопасности человека.

В данной дисциплине даются теоретические основы профессиональных знаний, необходимые будущим специалистам по медицинской физике для оценки реальной угрозы организму в конкретной радиационной обстановке, а также о потенциальных отдаленных, в настоящее время не принятых к учету, эффектах радиационных воздействий у человека, что позволит оптимизировать представления о реальных рисках радиационных воздействий и необходимых мерах для обеспечения радиационной безопасности.

Целью данной дисциплины является формирование у студентов системных представлений о биологических эффектах ионизирующих излучений на различных уровнях организации (субклеточной, клеточном, организменном).

Задачи данной дисциплины:

- формирование представлений об общих закономерностях биологического ответа на воздействия ионизирующих излучений на молекулярном, клеточном, организменном уровнях;
- овладение современными биологическими методами определения дозовых нагрузок,
- формирование представлений о немишенном эффекте радиации,

В ходе изучения учебной дисциплины студент должен освоить следующие компетенции (СК-11): знать основные детали механизма биологического действия ионизирующего излучения, ближайшие и отдаленные эффекты облучения, критерии оценки радиочувствительности различных биологических объектов.

В результате усвоения дисциплины студент должен:

знать:

- основные гипотезы о механизмах биологического действия ионизирующего излучения;
- ближайшие и отдаленные последствия облучения;
- критерии оценки радиочувствительности различных биологических объектов;
- пути поступления, распределения и механизмы действия на организм инкорпорированных радионуклидов;
- детерминированные и стохастические эффекты ионизирующего излучения для человека и животных, воздействие ионизирующего излучения на эмбрион и плод;
- принципы действия радиосенсибилизаторов и радиопротекторов, механизмы защиты биологического объектов от поражающего действия ионизирующего излучения;
- современные биохимические, молекулярно-биологические, цитогенетические и биофизические методы исследования в оценке действия ионизирующих излучений на организм;

уметь:

- проводить цитогенетический анализ аберраций хромосом в лимфоцитах человека для индикации радиационного воздействия и биологической дозиметрии;
- применять первичные средства профилактики и лечения поражений, связанных с воздействием ионизирующего излучения;
- использовать знание основных закономерностей в развитии радиобиологических эффектов для оценки реальной угрозы организму в конкретной радиационной обстановке;

владеть:

- методиками проведения оценки дозы облучения с помощью биологической дозиметрии.

Программа по учебной дисциплине «Биологическое действие ионизирующего излучения и здоровье человека» разработана в соответствии с образовательным стандартом высшего образования первой ступени по специальности 1-31 04 05 «Медицинская физика». Программа рассчитана на 90 часов, из которых – 50 аудиторных часов, в том числе на лекции отводится 28 часов, на практические занятия – 6 часов, на семинары – 10 часов, лабораторные работы – 6 часов.

Текущий контроль знаний рекомендуется вести по результатам работы студентов на семинарских и практических занятиях, а также результатам защиты отчетов по лабораторным работам.

Форма итоговой аттестации по дисциплине – экзамен в 7-м семестре.

Форма получения высшего образования – очная.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Радиобиология человека. Теории биологического действия ионизирующих излучений

Этапы развития радиобиологии и основные достижения. Историческая справка. Применение источников излучения в радиационной медицине и радиобиологическом эксперименте.

Основные группы теорий биологического действия излучений. Принцип попадания и теория мишени в радиобиологии. Основные положения «теории точечного нагрева». Единая теория биологического действия ионизирующих излучений.

Тема 2. Клетка как базовая модель радиационного воздействия

Основные сведения из молекулярной радиобиологии. Структурная организация клетки. Химический состав клетки. Биологические макромолекулы. Фазы клеточного цикла эукариот. Клетка как базовая модель радиационного воздействия. Основные мишени радиационных воздействий в клетке.

Тема 3 Прямое и косвенное действие ионизирующих излучений

Основные механизмы прямого действия радиации на биологические структуры. Последовательность стадий прямого действия излучений: физическая, физико-химическая, химическая стадии.

Общая характеристика косвенного действия ионизирующих излучений. Опосредованные эффекты радиации, понятие цепных реакций.

Структурные повреждения, возникающие в облученных макромолекулах. Роль активных форм кислорода.

Тема 4. Радиационные поражения субклеточных структур. ДНК как радиобиологическая мишень

Действие ионизирующего излучения на субклеточном уровне. Радиационные повреждения клеточных мембран и ферментов клетки.

Дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК) как воспроизводящаяся матрица и ее структура. Хроматин. Общие сведения о строении хромосом. Кариотип. Геном человека и структура хромосом. Общая классификация и типы цитогенетических повреждений.

Понятие об абберациях хромосом. Система антимутагенного контроля повреждений ДНК. Репарация ДНК. Радиационные повреждения ДНК. Маркеры радиационных воздействий.

Тема 5. Воздействие излучения на клеточном уровне

Реакция клетки на радиационное воздействие. Относительная радиочувствительность клеток на различных стадиях клеточного цикла. Внутриклеточная репарация. Задержка деления клеток. Формы клеточной гибели. Репродуктивная и интерфазная гибель клеток: основные отличия.

Концепция клеточной радиочувствительности. Зависимость эффекта воздействия излучения от ЛПЭ. Кривая выживаемости клеток. Основные характеристики и методы анализа.

Радиобиологическая характеристика видов ионизирующего излучения. Зависимость воздействия излучения от ЛПЭ. Биологическая эффективность ионизирующего излучения.

Тема 6. Ранние тканевые реакции. Детерминированные эффекты облучения

Органотканевая стадия радиобиологического процесса. Радиационные синдромы как нарушение кинетики клеточных популяций критических органов. Характеристика костномозгового, желудочно-кишечного синдромов и синдрома ЦНС. Понятие о критических системах организма.

Лучевая болезнь человека при внешнем облучении. Периоды развития и клиническая картина фаз острой лучевой болезни.

Поражение организма человека при неравномерном внешнем облучении, а также облучении инкорпорированными радионуклидами. Процессы восстановления в облученном организме.

Тема 7. Отдаленные последствия облучения

Соматические и наследственные эффекты облучения.

Отдаленный канцерогенез. Индукция раковых заболеваний. Неопухолевые формы отдаленных последствий облучения. Преждевременное старение и сокращение продолжительности жизни.

Классификация наследственных изменений. Механизмы мутагенеза.

Действие ионизирующего излучения на зародыш и плод. Радиочувствительность эмбриона в разные периоды его развития.

Методы биоиндикации на организменном уровне (фенотипические проявления соматических мутаций).

Тема 8. Биологическая дозиметрия

Физическая и биологическая дозиметрия. Сравнительный аспект.

Биологическая дозиметрия и индикация. Цитологические, генетические, биохимические и биофизические методы. Приборная база современных методов биодозиметрии.

Идентификация aberrаций хромосом при использовании FISH-метода. Классический цитогенетический анализ. Микроядерный тест с блокированием цитокинеза. TCR-тест. HPRT-тест. Гликофориновый тест. Митохондриальная ДНК как объект биодозиметрии.

Тема 9. Радиочувствительность и ее модификация

Диапазон различий радиочувствительности в природе. Радиочувствительность органов, тканей и клеток животных. Относительность понятия тканевой радиочувствительности. Правило Бергонье-Трибондо. Классификация органов по радиочувствительности.

Критерии оценки радиочувствительности. Сравнение радиочувствительности биологических объектов.

Модифицирующие факторы прямого действия радиации на организм человека. Радиосенсибилизаторы и радиопротекторы, защитные механизмы клетки.

Кислородный эффект. Модификация радиочувствительности клеток кислородом. Механизмы действия радиопротекторов. Основные классы химических соединений радиозащитного действия. Низкомолекулярные радиопротекторы. Высокомолекулярные противолучевые средства. Фармакохимическая противолучевая защита организма.

Тема 10. Немишенные эффекты

Эффект «свидетеля». Роль межклеточных коммуникаций в реализации эффекта. Радиационно-индуцированная геномная нестабильность. Механизмы развития радиационно-индуцированной нестабильности генома. Гормезис и адаптивный ответ. Возможные механизмы.

Тема 11. Особенности биологического действия малых доз

Пороговая и беспороговая концепции зависимости эффекта от дозы. Механизм реализации радиобиологического эффекта в области низких уровней доз.

Тема 12. Радиобиология растений

Лучевые реакции растений. Составляющие радиационного синдрома у растений. Растения как объекты биоиндикации.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1.	Радиобиология человека. Теории биологического действия ионизирующих излучений	2		2				1, 2
2.	Клетка как базовая модель радиационного воздействия	2	2					1, 2
3.	Прямое и косвенное действие ионизирующих излучений	2		2				1, 2
4.	Радиационные поражения субклеточных структур. ДНК как радиобиологическая мишень	2		2				1, 2
5.	Воздействие излучения на клеточном уровне	2	2					1, 2
6.	Ранние тканевые реакции. Детерминированные эффекты облучения	2		2				1, 2
7.	Отдаленные последствия облучения	2		2				1, 2
8.	Биологическая дозиметрия	4	2		6			1 - 3
9.	Радиочувствительность и ее модификация	2						1
10.	Немишенные эффекты	4						1
11.	Особенности биологического действия малых доз	2						1
12.	Радиобиология растений	2						1
	ИТОГО:	28	6	10	6			

Информационно-методическая часть

Инновационные подходы и методы к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса используется практико-ориентированный подход, который предполагает освоение содержания образования через решения практических задач; метод учебной дискуссии, который предполагает участие студентов в целенаправленном обмене мнениями, идеями для предъявления и/или согласования существующих позиций по определенной проблеме; а также методы развития критического мышления, формирующие навыки работы с информацией в процессе чтения и письма.

Литература

Основная

1. Мельнов, С.Б. Биологические эффекты ионизирующего излучения у человека : молекулярно-генетические аспекты действия ионизирующего излучения на субклеточном и клеточном уровнях биологической организации : пособие : в 2 ч. / С.Б. Мельнов, В.Н. Кипень, Н.Н. Тушин. – Минск : Парадокс, 2013.
2. Кудряшов, Ю.Б. Радиационная биофизика (ионизирующие излучения) / Под ред. В.К. Мазурика, М.Ф. Ломанова. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 448 с.
3. Основы клинической радиобиологии : учебник / под ред. М.С. Джойнер, О. Дж. ван дер Когель. под общ. ред. проф., д-ра биол. наук Е.Б. Бурлаковой, проф., д-ра мед. наук Е.В. Кижаева. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2021. – 607 с.
4. Моссэ, И. Б. Генетические эффекты ионизирующей радиации / И. Б. Моссэ, П.М. Морозик ; Национальная академия наук Беларуси, Институт генетики и цитологии. – Минск: Беларуская навука, 2018. – 298.
5. Использование цитогенетической дозиметрии для обеспечения готовности и реагирования при радиационных аварийных ситуациях : аварийная готовность и реагирование, EPR-Biodosimetry 2011 / МАТАГЭ. – Вена : МАГАТЭ, 2014. – 251 с.
6. Мельнов, С.Б. Биологическая дозиметрия: теоретические аспекты / С.Б. Мельнов. – Минск : Белорусский комитет «Дети Чернобыля», 2002. – 192 с.

Дополнительная

1. Радиобиология: медико-экологические проблемы / С.А. Маскевич, А.Н. Батян, Т.И. Зиматкина [и др.] ; под ред. С.А. Маскевича ; Междунар. гос. эколог. ин-т им. А.Д. Сахарова БГУ ; Гроднен. гос. мед. ун-т. – Минск : ИВЦ Минфина, 2019. – 256 с.

2. Рекомендации Международной комиссии по Радиационной защите от 2007 года. Публикация 103 : утв. в марте 2007 года : пер. с англ. / МКРЗ ; под общ. ред. М. Ф. Киселёва и Н. К. Шандалы. – М. : Изд. ООО ПКФ «Алана», 2009. – 329 с.
3. Ободовский, И.М. Основы радиационной и химической безопасности / И.М. Ободовский. – 2-е изд. – Долгопрудный : Изд-й дом "Интеллект" , 2015. – 304 с.
4. Ярмоненко, С.П. Радиобиология человека и животных: Учебное пособие / С.П. Ярмоненко, А.А. Вайнсон: Под ред. С.П. Ярмоненко. – М.: ВШ, 2004. – 549 с.
5. Филимонов, М.М. Радиобиология: пособие для студентов биологических специальностей университетов / М.М. Филимонов, Д.А. Новиков. – Минск: БГУ, 2015. – 130 с

Примерный перечень тем семинарских занятий

Тема 1. Радиобиология человека. Теории биологического действия ионизирующих излучений

Тема 3. Прямое и косвенное действие ионизирующих излучений

Тема 4. Радиационные поражения субклеточных структур. ДНК как радиобиологическая мишень

Тема 6. Ранние тканевые реакции. Детерминированные эффекты облучения

Тема 7. Отдаленные последствия облучения

Примерный перечень практических занятий

Тема 2. Клетка как базовая модель радиационного воздействия

Тема 5. Воздействие излучения на клеточном уровне

Тема 8. Биологическая дозиметрия

Примерный перечень тем лабораторных работ

Тема 8. Биологическая дозиметрия

1. Изучение принципов работы с микроскопом
2. Изучение методики проведения цитогенетического анализа
3. Изучение методики проведения микроядерного теста

Наименования и виды методических средств:

№ п / п	Наименование	Вид
1.	Учебно-информационные материалы по теме лекций	Электронный документ
2.	Презентации к лекциям	Электронный документ
3.	Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ	Бумажный и электронный документ
4.	Микроскопирование	Микроскоп, препараты

Формы контроля знаний:

№ п / п	Форма
1.	Выборочный контроль на лекциях
2.	Проведение опросов в группе на семинарских и практических занятиях
3.	Защита отчетов по лабораторным работам