

**Учреждение высшего образования
«Международный государственный экологический университет
имени А. Д. Сахарова»**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-
воспитательной и идеологической
работе МГЭУ им. А. Д. Сахарова



В.И. Красовский

2015

Регистрационный № УД-006-2015/уч.

**МОЛЕКУЛЯРНАЯ И КЛЕТочНАЯ РАДИОБИОЛОГИЯ С
ОСНОВАМИ РАДИАЦИОННОЙ ГИГИЕНЫ**

**Учебная программа учреждения высшего образования по учебной
дисциплине для специальности:**

1-33 01 05 Медицинская экология

Минск
2015 г

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта Республики Беларусь ОСВО 1-330105-2013 и учебного плана по специальности.

СОСТАВИТЕЛИ:

Пухтеева Ирина Викторовна, старший преподаватель кафедры экологической медицины и радиобиологии Учреждения образования «Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова»;

Новикова Наталья Михайловна, старший преподаватель кафедры радиационной гигиены и эпидемиологии Учреждения образования «Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова»

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой экологической медицины и радиобиологии Учреждения образования «Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова» (протокол № 9 от 09 апреля 2015 г.);

Советом факультета экологической медицины Учреждения образования «Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова» (протокол № 9 от 12 мая 2015 г.)

I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа «Молекулярная и клеточная радиобиология с основами радиационной гигиены» входит в комплекс дисциплин для подготовки специалистов экологов-экспертов, компетентных в научно-исследовательском, образовательном, медико-профилактическом и культурно- и санитарно-просветительском видах деятельности.

Цель преподавания дисциплины «Молекулярная и клеточная радиобиология с основами радиационной гигиены» состоит в том, чтобы ознакомить студентов с основными принципами радиационной защиты и гигиенической регламентации облучения человека в различных сферах деятельности; сформировать у студентов комплекс современных научных знаний и представлений об эффектах ионизирующих излучений на молекулярном и клеточном уровнях.

Задачи изучения дисциплины «Молекулярная и клеточная радиобиология с основами радиационной гигиены»:

- Ознакомить студентов с принципами экспертной оценки воздействия факторов окружающей среды на человека, а также с методами контроля качества общественного здоровья популяций человека;

- Изучить методы оценки влияния на человека, различные группы населения и популяции вредных и агрессивных факторов окружающей среды с целью, прогнозирования и профилактики патологических процессов; разработка комплекса медико-профилактических мероприятий для случаев экологических (в том числе и радиационных) инцидентов, аварий и катастроф;

- Ознакомить студентов с современными научными достижениями в области изучения механизмов радиобиологических эффектов на молекулярно-клеточном уровне.

- Изучить роль биологических макромолекул, некоторых генов в реализации интерфазной и репродуктивной гибели клеток.

- Изучить молекулярно-клеточные механизмы радиационно-индуцированных нарушений клеточного цикла, апоптоза, негеномных эффектов в различных клетках организма.

Для изучения дисциплины «Молекулярная и клеточная радиобиология с основами радиационной гигиены» необходимы знания по следующим дисциплинам: «Основы радиобиологии и радиационная безопасность», «Нормальная и экологическая физиология».

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- основные принципы радиационной защиты в различных сферах деятельности человека и принципы гигиенической регламентации облучения человека;
- гигиенические характеристики радиоактивных источников и загрязнений окружающей среды;

- физико-химические основы взаимодействия ионизирующих излучений с биологическими макромолекулами;
- механизмы реализации основных радиобиологических эффектов на молекулярном, субклеточном и организменном уровнях организации;
- основные немишенные радиобиологические эффекты;
- молекулярно-клеточные механизмы реакции клеток на облучение;

уметь:

- использовать нормативные акты в области радиационной гигиены;
- рассчитывать дозы облучения, полученные человеком при различных ситуациях и проводить количественную оценку риска стохастических эффектов облучения.
- использовать полученные знания для анализа структурных и функциональных изменений в организме, вызванных воздействием радиации;
- использовать современные биохимические, молекулярно-биологические и биофизические методы исследования в оценке последствий действия ионизирующих излучений;
- использовать знания об отдаленных последствиях действия ионизирующего излучения на организм для прогнозирования радиобиологического эффекта;
- использовать полученные теоретические знания при изучении других дисциплин, а также в последующей профессиональной деятельности для формирования представлений о закономерностях реализации механизмов воздействия ионизирующего излучения на молекулярно-клеточном уровне.

владеть:

- методами расчета доз облучения, полученных человеком при различных ситуациях и количественной оценки риска стохастических эффектов облучения;
- методами регистрации ионизирующего излучения с помощью различной дозиметрической и спектрометрической аппаратуры;
- приемами оценки последствий действия ионизирующих излучений на биохимическом и молекулярно-клеточном уровнях;
- методами определения форм и стадий интерфазной и репродуктивной клеточной гибели.

Учебный материал включает 15 тем и изучается на третьем курсе. Программа рассчитана на 176 часов, в том числе для студентов очной формы обучения 82 аудиторных часов, из них 38 часов лекций, 34 часов лабораторных занятий, 10 часов практических занятий, экзамен; для студентов заочной формы обучения 12 аудиторных часов, из них 4 часа лекций, 4 часа практических занятий, 4 часа лабораторных занятий, экзамен.

По отдельным темам курса «Молекулярная и клеточная радиобиология с основами радиационной гигиены» могут быть предложены тестовые задания, что позволит более эффективно осуществлять контроль знаний студентов. При разработке учебной программы допустимо производить необходимый отбор и перестановку материала.

Дисциплина «Молекулярная и клеточная радиобиология с основами радиационной гигиены» изучается студентами очной и заочной формы обучения.

II. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Гигиеническая регламентация облучения человека.

История развития радиационной гигиены. Основы радиационной гигиены. Понятия о дозовых пределах и принципы радиационной защиты населения. Дозовые пределы внешнего облучения. Допустимые уровни внутреннего облучения. Предел годового поступления. Требования к ограничению облучения населения.

Тема 2. Гигиена труда при работе с источниками ионизирующих излучений.

Мероприятия, позволяющие обеспечить условия радиационной безопасности при применении открытых и закрытых источников ионизирующих излучений. Применение источников ионизирующих излучений в промышленности и медицине.

Тема 3. Основы радиационной защиты населения. Основы регламентации и прогнозирования радиационных воздействий на человека

Природный радиационный фон. Потенциальные источники загрязнения окружающей среды. Поведение радионуклидов искусственного происхождения в окружающей среде. Радиационные аварии. Охрана окружающей среды от радиоактивных загрязнений. Детерминированные и стохастические эффекты облучения. Концепция беспорогового действия ИИ. Проблемы эпидемиологических исследований по выявлению влияния малых доз радиации на человека.

Тема 4. Медицинские последствия облучения населения. Последствия крупномасштабной ядерной аварии в Беларуси.

Применение рентгено- и радиологических процедур. Рекомендуемые дозовые уровни для пациентов. Максимально возможное снижение уровней облучения. Экологические, медицинские последствия Чернобыльской аварии. Организация защитных мероприятий при авариях аналогичного типа.

Тема 5. Организация санитарно-эпидемиологического надзора в области радиационной гигиены

Структура органов государственного санитарного надзора в системе здравоохранения Минздрава РБ. Основные задачи, решаемые специалистами по радиационной гигиене. Организация работы отделов радиационной гигиены учреждений санэпидслужбы всех уровней. Аппаратура и оборудование лабораторий отделов радиационной гигиены.

Тема 6. Физические основы действия ионизирующих излучений на биологические объекты.

Типы ионизирующих излучений. Общая характеристика различных видов радиоактивных превращений как источников ионизирующих излучений. Закон радиоактивного распада и единицы радиоактивности.

Проникающая способность различных ионизирующих излучений и особенности их взаимодействия с веществом. Основные механизмы передачи энергии электромагнитных излучений веществу. Особенности взаимодействия с веществом различных видов корпускулярных излучений. Излучения непосредственно ионизирующие и косвенно ионизирующие.

Дозы излучения и единицы их измерения. Мощность дозы излучения. Линейная потеря энергии излучения (ЛПЭ), линейная плотность ионизации (ЛПИ). Зависимость действия радиации от ЛПЭ. Относительная биологическая эффективность (ОБЭ) различных видов ионизирующих излучений. Факторы, влияющие на величину коэффициентов ОБЭ. Коэффициент качества излучения (К). Понятие эквивалентности дозы, единицы эквивалентных доз. Области использования различных дозиметрических характеристик излучения.

Тема 7. Теоретические основы радиобиологии.

Количественные и качественные направления в развитии концепций о механизме биологического действия ионизирующей радиации. Принцип попадания и мишеней. Стохастическая гипотеза. Вероятностная модель радиационного поражения клетки. Гипотеза первичных радиотоксинов и цепных реакций. Структурно-метаболическая теория.

Тема 8. Радиочувствительность.

Характеристика понятий: радиочувствительность, радиопоражаемость, радиоустойчивость (радиорезистентность) биологических объектов. Различия в сравнительной радиочувствительности биологических объектов. Требования, предъявляемые к критерию сравнительной радиочувствительности.

Радиочувствительность различных тканей организма (исходная и сравнительная). Факторы, определяющие радиочувствительность клетки. Параметр D_0 – основной показатель радиочувствительности клеток. Роль поражения генетического аппарата клетки в ее радиочувствительности.

Периоды полужизни биологических макромолекул. Радиочувствительность различных тканей, органов и систем. Видовые, возрастные, половые различия в радиочувствительности. Радиочувствительность отдельных фаз клеточного цикла. Критические органы. Факторы, модифицирующие радиочувствительность.

Тема 9. Молекулярная биология клеточного цикла при действии ионизирующего излучения.

Фазы клеточного цикла. Радиочувствительность на разных фазах. Задержка клеточного деления. Зависимость времени задержки деления от стадии клеточного цикла в момент облучения.

Молекулярные механизмы регуляции клеточного цикла, функционирование “checkpoints” – сверочных точек клеточного цикла. G_1 - и G_2 - блоки. Контроль в сверочной точке веретена деления.

Тема 10. Интерфазная гибель клеток.

Определение интерфазной гибели (ИГ) клеток. Классификация основных форм интерфазной гибели клеток. Интерфазная гибель высокорadioчувствительных клеток. Методы исследования ИГ клеток. Дозовая и временная зависимость ИГ клеток. Модификация ИГ высокорadioчувствительных клеток. Молекулярные механизмы ИГ высокорadioчувствительных клеток. Интерфазная гибель радиорезистентных клеток.

Показатели морфологических нарушений в мембранах, клеточном ядре и в энергетике. Гипотезы о причинах интерфазной гибели клеток.

Тема 11. Молекулярные механизмы радиационно-индуцированного апоптоза.

Определение апоптоза. Причины и признаки апоптоза. Участие апоптоза в физиологических и патологических процессах. Механизмы радиационно-индуцированного апоптоза. Апоптоз клеток, вызванный внутриклеточными факторами. «Инструктивный» апоптоз. Эмбриональный апоптоз и апоптоз стареющих клеток.

Радиотерапия опухолей и апоптоз.

Тема 12. Роль внутриклеточных факторов в регуляции клеточной активности при облучении.

Регуляция клеточного цикла белками p53, p21, Bcl2. Общая схема отклика клетки на повреждение ДНК. Клеточные белки – «стражи генома». Функции белка и гена p53 как интегратора сигналов стресса или повреждения клетки. Биологические последствия изменения содержания и активности белка p53.

Клеточные белки и репарация клетки.

Тема 13. Репродуктивная гибель делящихся клеток.

Значение репродуктивной гибели клеток. Дозовая кривая репродуктивной гибели: форма и параметры. ДНК – клеточная мишень в отношении репродуктивной гибели. Хромосомные aberrации как причина репродуктивной гибели клеток. Фрагментация хромосом, формирование мостов, дицентрики, кольцевые хромосомы, внутри и межхромосомные обмены.

Мутации и трансформации. Типы мутации; индукция мутации у микроорганизмов; индукция мутаций в клетках млекопитающих; молекулярные механизмы радиационно-индуцированного мутагенеза в клетках.

Тема 14. Немишеные эффекты действия радиации.

Характеристика отсроченных или немишенных эффектов.

Нестабильность генома (НГ). Особенности и механизмы развития радиационно-индуцированной нестабильности генома. НГ *in vivo* и *in vitro*. Роль мутаций в формировании НГ.

Эффект свидетеля (ЭС) – bystander effect. Роль межклеточных коммуникаций в реализации ЭС. Активация окислительного метаболизма и изменение функционирования систем вторичных посредников при ЭС. Кластогенные факторы и ЭС. Дозовая зависимость проявления ЭС.

Адаптивный ответ и его возможные механизмы. Метаболические изменения в клетке при действии адаптивной дозы радиации. Типы адаптивных реакций. Особенности проявления АО *in vivo*. Модификация АО с помощью возрастных и индивидуальных факторов, экзогенных экологических факторов окружающей среды, соматических заболеваний. Повышение радиочувствительности после облучения в малых дозах. Адаптивная реакция и радиационно-индуцированная нестабильность генома.

Тема 15. Процессы репарации и восстановления.

Пострепликационная репарация; SOS-репарация; Mismatch репарация. Репарация одно- и двунитевых разрывов в молекуле ДНК. Восстановление от потенциально-летальных повреждений. Генетика репаративных процессов.

Кинетика восстановления организма после тотального облучения. Регенерация костного мозга и пострadiационного восстановления организма. Динамика радиорезистентности организма в раннем пострadiационном периоде. Степень восстановления некоторых функций организма после облучения. Особенности повреждения и репарации малообновляющихся тканей. Угнетение механизмов иммунитета. Иммунодефицит и иммунодепрессия: причины. Гибель, повреждение функций и миграционных свойств лимфоцитов. Аутоиммунные процессы.

III. УЧЕБНО – МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

для студентов очной формы обучения

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Гигиеническая регламентация облучения человека.	4			4			
1.1	Основы радиационной гигиены.	2						
1.2	Понятия о дозовых пределах и принципы радиационной защиты населения. <i>Дозиметрические методы исследования. Расчетные методы определения доз и контроля защиты от ионизирующих излучений.</i>	2			4			Устный опрос
2	Гигиена труда при работе с источниками ионизирующих излучений.	4			2			
2.1	Мероприятия, позволяющие обеспечить условия радиационной безопасности. <i>Оценка индивидуальных эффективных доз облучения населения за счет природных источников ионизирующего облучения.</i>	2			2			Устный опрос
2.2	Применение источников ионизирующих излучений в промышленности и медицине.	2						
3	Основы радиационной защиты населения. Основы регламентации и прогнозирования радиационных воздействий на человека	4			2			
3.1	Природный радиационный	2						

	фон. Потенциальные источники загрязнения окружающей среды.							
3.2	Детерминированные и стохастические эффекты облучения. <i>Радиометрические и спектрометрические методы исследования. Оценка радиоактивности пищевых продуктов, воды, воздуха. Знакомство с работой лабораторий отделов радиационной гигиены.</i>	2			2			Устный опрос
4	Медицинские последствия облучения населения. Последствия крупномасштабной ядерной аварии в Беларуси.	4						
4.1	Применение рентгено- и радиологических процедур. Рекомендуемые дозовые уровни для пациентов.	2						
4.2	Экологические, медицинские последствия Чернобыльской аварии.	2						
5	Организация санитарно-эпидемиологического надзора в области радиационной гигиены	4	2		4			
5.1	Структура органов государственного санитарного надзора в системе здравоохранения Минздрава РБ. <i>Оценка приемлемого уровня риска для категорий облучаемых лиц.</i>	2			4			
5.2	Аппаратура и оборудование лабораторий отделов радиационной гигиены. <i>Основы радиационной гигиены и радиационной безопасности.</i>	2	2					Устный опрос Тестовые задания
6	Физические основы действия ионизирующих излучений на биологические объекты.		2		2			
6.1	Физические основы действия ионизирующих излучений.		2		2			Устный опрос

	<i>Методы оценки дозовой нагрузки населения.</i>							Тестовые задания
7	Теоретические основы радиобиологии.	2						
8	Радиочувствительность.	2						
9	Молекулярная биология клеточного цикла при действии ионизирующего излучения.	2			4			
9.1	Молекулярная биология клеточного цикла при действии ионизирующего излучения. <i>Оценка радиочувствительности различных тканей организма на основании экспериментальных данных.</i>	2			4			Устный опрос
10	Интерфазная гибель клеток.	2	2					
10.1	Интерфазная гибель клеток. <i>Радиобиология клеточного цикла. Интерфазная гибель клеток.</i>	2	2					Устный опрос
11	Молекулярные механизмы радиационно-индуцированного апоптоза.	2			4			
11.1	Молекулярные механизмы радиационно-индуцированного апоптоза. <i>Генетические и цитогенетические эффекты воздействия ионизирующего излучения.</i>	2			4			Устный опрос
12	Роль внутриклеточных факторов в регуляции клеточной активности при облучении.	2			4			
12.1	Роль внутриклеточных факторов в регуляции клеточной активности при облучении. <i>Построение кривых выживания и определение их основных параметров.</i>	2			4			Устный опрос

13	Репродуктивная гибель делящихся клеток.	2	2					
13.1	Репродуктивная гибель делящихся клеток. <i>Молекулярные механизмы радиационно-индуцированного апоптоза.</i>	2	2					Устный опрос
14	Немишенные эффекты действия радиации.	2			4			
14.1	Немишенные эффекты действия радиации. <i>Оценка вклада немишенных эффектов действия радиации на основании экспериментальных данных.</i>	2			4			Устный опрос
15	Процессы репарации и восстановления.	2	2		4			
15.1	Процессы репарации и восстановления. <i>Немишенные эффекты ИИ. Типы репарации ДНК. Методы оценки функционального состояния лимфоцитов.</i>	2	2		4			Устный опрос
		38	10		34			

для студентов заочной формы обучения

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Гигиеническая регламентация облучения человека.							
1.1	Основы радиационной гигиены.							
1.2	Понятия о дозовых пределах и принципы радиационной защиты населения. <i>Дозиметрические методы исследования. Расчетные методы определения доз и контроля защиты от ионизирующих излучений.</i>							
2	Гигиена труда при работе с источниками ионизирующих излучений.							
2.1	Мероприятия, позволяющие обеспечить условия радиационной безопасности. <i>Оценка индивидуальных эффективных доз облучения населения за счет природных источников ионизирующего облучения.</i>							
2.2	Применение источников ионизирующих излучений в промышленности и медицине.							
3	Основы радиационной защиты населения. Основы регламентации и прогнозирования радиационных воздействий на человека							
3.1	Природный радиационный фон. Потенциальные							

	источники загрязнения окружающей среды.							
3.2	Детерминированные и стохастические эффекты облучения. <i>Радиометрические и спектрометрические методы исследования. Оценка радиоактивности пищевых продуктов, воды, воздуха. Знакомство с работой лабораторий отделов радиационной гигиены.</i>							
4	Медицинские последствия облучения населения. Последствия крупномасштабной ядерной аварии в Беларуси.	1	1					
4.1	Применение рентгено- и радиологических процедур. Рекомендуемые дозовые уровни для пациентов.							
4.2	Экологические, медицинские последствия Чернобыльской аварии.							
5	Организация санитарно-эпидемиологического надзора в области радиационной гигиены							
5.1	Структура органов государственного санитарного надзора в системе здравоохранения Минздрава РБ. <i>Оценка приемлемого уровня риска для категорий облучаемых лиц.</i>							
5.2	Аппаратура и оборудование лабораторий отделов радиационной гигиены. <i>Основы радиационной гигиены и радиационной безопасности.</i>							
6	Физические основы действия ионизирующих излучений на биологические объекты.							
6.1	Физические основы действия ионизирующих излучений. <i>Методы оценки дозовой</i>				2			

	<i>нагрузки населения.</i>							
7	Теоретические основы радиобиологии.							
8	Радиочувствительность.							
9	Молекулярная биология клеточного цикла при действии ионизирующего излучения.	1	1					
9.1	Молекулярная биология клеточного цикла при действии ионизирующего излучения. <i>Оценка радиочувствительности различных тканей организма на основании экспериментальных данных.</i>							
10	Интерфазная гибель клеток.	1	1					
10.1	Интерфазная гибель клеток. <i>Радиобиология клеточного цикла. Интерфазная гибель клеток.</i>							
11	Молекулярные механизмы радиационно-индуцированного апоптоза.							
11.1	Молекулярные механизмы радиационно-индуцированного апоптоза. <i>Генетические и цитогенетические эффекты воздействия ионизирующего излучения.</i>							
12	Роль внутриклеточных факторов в регуляции клеточной активности при облучении.							
12.1	Роль внутриклеточных факторов в регуляции клеточной активности при облучении. <i>Построение кривых выживания и определение их основных параметров.</i>				2			
13	Репродуктивная гибель делящихся клеток.	1						

13.1	Репродуктивная гибель делящихся клеток. <i>Молекулярные механизмы радиационно-индуцированного апоптоза.</i>							
14	Немишенные эффекты действия радиации.		1					
14.1	Немишенные эффекты действия радиации. <i>Оценка вклада немишенных эффектов действия радиации на основании экспериментальных данных.</i>							
15	Процессы репарации и восстановления.							
15.1	Процессы репарации и восстановления. <i>Немишенные эффекты ИИ. Типы репарации ДНК. Методы оценки функционального состояния лимфоцитов.</i>							
		4	4		4			

IV. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Примерный перечень лабораторных занятий

№ п/п	Наименование тем
1.	Дозиметрические методы исследования. Расчетные методы определения доз и контроля защиты от ионизирующих излучений.
2.	Оценка индивидуальных эффективных доз облучения населения за счет природных источников ионизирующего облучения.
3.	Радиометрические и спектрометрические методы исследования. Оценка радиоактивности пищевых продуктов, воды, воздуха. Знакомство с работой лабораторий отделов радиационной гигиены.
4.	Оценка приемлемого уровня риска для категорий облучаемых лиц.
5.	Методы оценки дозовой нагрузки населения.
6.	Оценка радиочувствительности различных тканей организма на основании экспериментальных данных.
7.	Генетические и цитогенетические эффекты воздействия ионизирующего излучения.
8.	Построение кривых выживания и определение их основных параметров.
9.	Оценка вклада немишеных эффектов действия радиации на основании экспериментальных данных.
10.	Методы оценки функционального состояния лимфоцитов.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов может быть направлена на изучение научных статей по проблемам молекулярной и клеточной радиобиологии, радиационной гигиены, подготовку сообщений и рефератов, подготовку материалов, научных докладов, научно-исследовательских работ для участия в студенческих научно-практических конференциях, конкурсах.

Перечень рекомендуемых средств диагностики

Для текущего контроля и самоконтроля знаний и умений студентов рекомендуется использовать устные опросы, письменные контрольные работы или тесты с разноуровневыми заданиями по отдельным темам курса, защиту подготовленного студентом сообщения или реферата и индивидуальных заданий.

ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Ролевич, И.В. Радиационная безопасность: учеб.пособие. В 2 ч./ И.В. Ролевич, Г.И. Морзак, Е.В. Зеленухо.- Минск: РИВШ, 2012 - 226 с.
2. Архангельский В. И. Радиационная гигиена. Практикум: учеб. пособие / В. И. Архангельский, В. Ф. Кириллов, И. П. Коренков ; М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009.
3. Ильин Л.А., Кириллов В.Ф., Коренков И.П. Радиационная гигиена. М.: Медицина, 1999.
4. Нормы радиационной безопасности (НРБ-2000). Утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 25 января 2000 г. №5 (Национальный реестр правовых актов РБ, 2000 г., №35, 8/3037).
5. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСП-2002). Утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 22 февраля 2002 г. №6 (Национальный реестр правовых актов РБ, 2002 г., №35, 8/7859).
6. Санитарные правила и нормы «Гигиенические требования по ограничению облучения населения за счет природных источников ионизирующего излучения». Утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 1 апреля 2005 г. №36.
7. Санитарные правила и нормы «Гигиенические требования к обеспечению радиационной безопасности при проведении лучевой терапии». Утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 22 ноября 2006 г. №143.
8. Бутомо Н.В. Основы медицинской радиобиологии/ Н.В. Бутомо, А.Н. Гребенюк, В.И. Легеза и др./ Под ред. И.Б.Ушакова. – СПб.: ООО «Издательство Фолиант», 2004.
9. Гончаренко Е.Н., Кудряшов Ю.Б. «Гипотеза эндогенного фона радиорезистентности». М., 1980.
10. Кузин А.М. Структурно-метаболическая теория в радиобиологии/ А.М. Кузин; – Наука, 1986.
11. Тимофеев-Ресовский Н.В. Введение в молекулярную радиобиологию/ Н.В. Тимофеев-Ресовский, А.В.Савич, М.И. Шальнов; – М.: Медицина, 1981.
12. Эйдус Л.Х. Кислород в радиобиологии/ Л.Х. Эйдус, Ю.Н. Кориштов; – М.: Энергоатомиздат, 1984.
13. Ярмоненко С.П. Радиобиология человека и животных: Учебное пособие / С.П. Ярмоненко, А.А. Вайнсон: Под ред. С.П. Ярмоненко. – М.: ВШ, 2004.
14. Хансон К.П. Молекулярные механизмы радиационной гибели клеток/ К.П. Хансон, В.Е.Комар;. – М.: Энергоатомиздат, 1984.

Дополнительная литература

1. Рекомендации Международной комиссии по Радиационной защите от 2007 года. Публикация 103 МКРЗ, утверждена в марте 2007 года. М., 2009 г.
2. Радиационная гигиена: сб. норматив. док.. Вып.1/ Респ. центр гигиены, эпидемиологии и обществ. здоровья; [сост. З. Т. Рызгунская]. - Минск: РЦГЭ и ОЗ, 2008.
3. Дертингер Г. Молекулярная радиобиология/ Г. Дертингер, Х. Юнг; Пер. с англ. – М.: Атомиздат, 1973.
4. Коггл Дж. Биологические эффекты радиации/ Дж. Коггл; Пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1986.
5. Конопляников А.Г. Радиобиология стволовых клеток/ А.Г. Конопляников; – М.: Энергоатомиздат, 1984.
6. Кудряшов Ю.Б. Основы радиационной биофизики/ Ю.Б.Кудряшов, Б.С. Беренфельд; – М.: Изд-во МГУ, 1982.
7. Кудряшов Ю.Б. Основные принципы в радиобиологии/ Ю.Б. Кудряшов; // Радиационная биология. Радиоэкология. – Т. 41, № 5. – С. 531-547. 2001.
8. Мазурик В.К. О некоторых молекулярных механизмах основных радиобиологических последствий действия ионизирующих излучений на организм млекопитающих/ В.К. Мазурик, В.Ф. Михайлов; // Радиационная биология. Радиоэкология. – Т. 39, № 1. – С. 91-98. 1999.
9. Москалев Ю.И. Отдаленные последствия воздействия ионизирующих излучений/ Ю.И. Москалев; – М.: Медицина, 1991.
10. Окада Ш. Радиационная биохимия клетки/ Ш. Окада; Пер. с англ. – М.: Наука, 1974.
11. Ярилин А.А. Радиация и иммунитет. Вмешательство ионизирующих излучений в ключевые иммунные процессы/ А.А. Ярилин; // Радиационная биология. Радиоэкология.– Т. 39, № 1. – С. 181-189. 1999.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Основы радиобиологии и радиационная безопасность	Экологической медицины и радиобиологии		
Нормальная и экологическая физиология	Экологической медицины и радиобиологии		