

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



по учебно-воспитательной и идеологической

В.И. Красовский

2014 г.

Регистрационный № УД-19-13/3.7 /р.

**РАДИОБИОЛОГИЯ И РАДИАЦИОННАЯ МЕДИЦИНА**

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

**1-80 02 01 Медико-биологическое дело**

Факультет	Экологической медицины		
Кафедра	Экологической медицины и радиобиологии		
Курс	2,3		
Семестр	4,5		
Лекции, часов	84	Зачет 4 семестр	
		Экзамен 5 семестр	
Практические (семинарские) занятия, часов	30		
Лабораторные занятия, часов	20		
Аудиторных часов по учебной дисциплине	134	Форма получения высшего образования	Очная
Всего часов по учебной дисциплине	286		

Составили: Герасимович Н.В., доцент кафедры экологической медицины и радиобиологии, кандидат биологических наук, доцент,  
Пухтеева И.В., старший преподаватель кафедры экологической медицины и радиобиологии

2014 г.

Учебная программа составлена на основе учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине «Радиобиология и радиационная медицина» для специальности 1-80 02 01 «Медико-биологическое дело», регистрационный № УД-378-14/баз от 15.04.2014 г.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой экологической медицины и радиобиологии Учреждения образования «Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова»

Протокол № 3 от 04.11.2014

Заведующий кафедрой

  
\_\_\_\_\_ Н.В. Прокопенко

Одобрена и рекомендована к утверждению советом факультета экологической медицины Учреждения образования «Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова»

Протокол № 3 от 11.11.2014

Председатель

  
\_\_\_\_\_ И.Э. Бученков

## I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа по учебной дисциплине «Радиобиология и радиационная медицина» разработана в соответствии с учебным планом по специальности 1-80 02 01 «Медико-биологическое дело» и на основе учебной программы по учебной дисциплине «Радиобиология и радиационная медицина».

В системе высшего экологического образования дисциплина «Радиобиология и радиационная медицина» является одной из важнейших дисциплин для создания теоретической базы и приобретения профессиональных навыков для выполнения научных исследований в области медицины и биологии в учреждениях НАН Беларуси, в УВО, в прикладных НИИ, РНПЦ, лабораториях учреждений Минлесхоза, Минсельхозпрода, Минздрава и других учреждениях медико-биологического профиля.

Цель преподавания дисциплины «Радиобиология и радиационная медицина» состоит в том, чтобы дать студентам базовую совокупность знаний по радиационной биологии и радиационной медицине, раскрывающих основные закономерности действия ионизирующих излучений на организм, а также профилактике и лечению лучевых поражений.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

**знать:**

- физико-химические основы действия ионизирующих излучений;
- молекулярные механизмы радиационно-индуцированных репродуктивной и интерфазной гибели клеток, канцерогенеза;
- особенности молекулярно-клеточного биологического действия инкорпорированных радиоактивных веществ;
- основные дозовые пределы облучения и допустимые уровни загрязнения;
- основные принципы профилактики возможных последствий облучения населения;
- современные представления о механизмах действия противолучевых средств;

**уметь:**

- использовать полученные знания для анализа структурных и функциональных изменений в организме вызванных воздействием радиации;
- владеть специфическими особенностями влияния радиоактивного излучения на живые объекты для планирования и постановки радиобиологических экспериментов;
- оценивать степень риска возникновения отдаленных последствий действия ионизирующих излучений на организм;

***владеть:***

- знаниями, раскрывающими закономерности формирования патофизиологических процессов, наблюдаемых при воздействии ионизирующих излучений;
- методами анализа структурных и функциональных изменений в организме, вызванных воздействием радиации;
- методами вычленения радиационного компонента в комбинированном воздействии ионизирующих излучений;
- основными принципами профилактики возможных последствий облучения населения.

Учебный материал изучается на втором и третьем курсе. Программа рассчитана на 286 часов, в том числе 134 аудиторных часа, из них 84 часа лекций, 20 часов лабораторных занятий, 30 часов практических занятий. Из них на втором курсе предусмотрено 82 часа, в том числе аудиторных 46 часов, из них 32 часа лекций, 8 часов лабораторных занятий, 6 часов практических занятий. На третьем курсе предусмотрено 204 часа, в том числе аудиторных 88 часов, из них 52 часа лекций, 12 часов лабораторных занятий, 24 часа практических занятий.

По отдельным темам курса «Радиобиология и радиационная медицина» могут быть предложены тестовые задания, что позволит более эффективно осуществлять контроль знаний студентов. При разработке учебной программы допустимо производить необходимый отбор и перестановку материала.

Самостоятельная работа студентов включает подготовку сообщений, рефератов по актуальным проблемам радиобиологии и радиационной медицины.

## **II. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

### **Тема 1. Введение в радиобиологию. Основные радионуклиды, используемые в радиационной медицине и радиобиологическом эксперименте**

Радиобиология - наука, изучающая действие ионизирующего излучения на биологические объекты, механизмы и способы этого воздействия, а также возможности их практического использования. Предмет, основные задачи, объекты и методы, используемые в радиобиологии. Значение излучений для существования и развития живых организмов. Основной радиобиологический парадокс. Развитие ядерной физики и энергетики, применение излучений в различных областях народного хозяйства, науке, медицине. Актуальность исследования биологического действия ионизирующих излучений. История развития основных радиобиологических представлений и открытий. Этапы развития радиобиологии. Достижения отечественных и зарубежных ученых в области радиобиологии. Структура радиобиологии как самостоятельной комплексной дисциплины. Перспективы развития современной радиобиологии и радиационной медицины.

### **Тема 2. Типы ионизирующих излучений, механизмы их взаимодействия с веществом. Биологическая эффективность ионизирующих излучений**

Основные представления о строении атома. Теория строения ядра. Нуклоны ядра: протон, нейтрон. Заряд ядра. Массовое число. Радикалы и ионы. Энергия ядерной и химической связи. Энергия ядерного превращения, единицы ее измерения. Фундаментальные частицы и их взаимодействия. Понятия изотопы, изотоны, изобары. Радионуклиды. Естественные и искусственные радионуклиды. Основные радионуклиды, используемые в радиационной медицине и радиобиологическом эксперименте.

Диапазоны электромагнитного излучения: оптическое, ультрафиолетовое, инфракрасное. Элементарные квантовые представления об электромагнитном излучении. Ионизирующее фотонное излучение. Характеристика рентгеновского излучения. Спектры рентгеновского излучения: тормозное и характеристическое излучение. Использование ионизирующих излучений в радиационной медицине. Принципы работы с рентгеновскими установками в медицинских учреждениях при проведении рентгенологических обследований. Характеристика  $\gamma$ -излучения. Происхождение  $\gamma$ -излучения. Закон ослабления излучения (закон Бугера). Принципы защиты от  $\gamma$ -излучения. УФ излучение как фактор воздействия на организм. Использование УФ в некоторых медицинских процедурах.

Ионизирующее излучение, состоящее из заряженных частиц. Основные характеристики  $\alpha$ -излучения,  $\beta$ -излучения (энергия, скорость распространения, пробег в веществе, биологическая опасность).

Нейтронное излучение. Свойства нейтрона. Классификация нейтронов по энергиям.

Радиоактивность. Понятие радиоактивности. Типы радиоактивных превращений. Закон радиоактивного превращения. Законы смещения при радиоактивном превращении. Константа радиоактивного превращения, ее физический смысл. Период половинного превращения (период полураспада). Расчет изменения активности во времени. Радиоактивные ряды (цепочки). Понятие в вековом и переходном равновесии. Радиоактивность природных изотопов по сравнению с химически чистыми препаратами. Понятие активности. Единицы измерения радиоактивности (Бк, Ки и их производные). Активность радиоактивного элемента и единицы ее измерения. Типы активности: удельная, объемная и поверхностная радиоактивность. Расчет радиоактивности препаратов определенной массы. Атомная масса радионуклидов и их химических соединений. Сопоставление активности различных радионуклидов.

Механизмы различных типов радиоактивного распада. Механизм  $\alpha$ -распада. Природа  $\beta$ -распада. Электронный захват. Внутренняя конверсия. Изомерный переход. Сложные типы радиоактивного распада.

Общая характеристика механизмов взаимодействия ионизирующих излучений с веществом. Взаимодействие тяжелых заряженных частиц с веществом ( $\alpha$ -частицы, протоны, дейтроны, осколки деления). Закон Брэгга. Взаимодействие  $\beta$ -частиц с веществом. Взаимодействие нейтронов с веществом. Типы взаимодействия рентгеновского и  $\gamma$ -излучения с веществом. Ядерные взаимодействия  $\gamma$ -квантов с веществом. Фотоэлектрический эффект. Эффект Комптона. Образование электрон-позитронных пар.

Биологическая эффективность ионизирующих излучений. Понятия потенциала ионизации и средней энергии ионообразования. Линейная передача энергии (ЛПЭ) для непосредственного ионизирующего излучения. Единицы измерения. ЛПЭ косвенно ионизирующего излучения. Классификация ионизирующего излучения по ЛПЭ. Относительная биологическая эффективность (ОБЭ). Коэффициент качества ионизирующего излучения. Зависимость коэффициента качества от ЛПЭ.

### **Тема 3. Мощность дозы излучения и единицы ее измерения, оценка ионизирующих излучений. Приборы и методы регистрации ионизирующих излучений**

Основные составляющие естественного радиационного фона: космическое излучение, естественная радиоактивность почв, медицинские обследования и их вклад в общее облучение человека, профессиональное облучение.

Современная система дозиметрических и радиометрических величин используемых в радиационной безопасности. Базовые физические величины: флюенс и плотность потока частиц (квантов) излучения; экспозиционная и поглощенная дозы излучения; керма. Нормируемые дозиметрические величины: эквивалентная, эффективная, коллективная эффективная дозы. Операционные величины: эквивалент дозы, индивидуальный эквивалент доз, амбиентный эквивалент дозы. Мощность дозы излучения. Единицы измерения мощности доз ионизирующих излучений и их взаимосвязь. Мощность экспозиционной дозы точечного источника облучения. Оценка эквивалентной дозы внешнего облучения в зависимости от мощности экспозиционной дозы. Расчет доз внутреннего и внешнего облучения. Дозиметрические модели, методы оценки дозовых нагрузок и принципы расчета предельно допустимых уровней облучения, реконструкция доз. Нормативы, регулирующие облучение человека. Индивидуальные средства защиты. Дезактивация. Дозиметрическая служба. Категории облучаемых лиц, дозовые пределы, допустимые и контрольные уровни облучения. Принципы безопасного проживания населения на территории Республики Беларусь.

Приборы и методы регистрации ионизирующих излучений. Способы измерения радиоактивности и регистрации ионизирующих излучений. Фотографический метод. Ионизационный метод: кривые I-U, область насыщения (ионизационная камера), пропорциональная область (пропорциональные счетчики), область Гейгера (счетчики Гейгера-Мюллера, принципы их действия и электрические схемы). Сцинтилляционный метод регистрации ионизирующих излучений. Второстепенные методы регистрации ионизирующих излучений. Классификация приборов, используемых в медицинской дозиметрии.

#### **Тема 4. Критерии сравнительной оценки радиочувствительности**

Проблема радиочувствительности. Определение понятия радиочувствительности как радиопоражаемости объектов. Радиочувствительность различных тканей, органов и систем. Видовые, возрастные, половые различия в радиочувствительности. Критические органы. Факторы, модифицирующие радиочувствительность.

#### **Тема 5. Прямое и косвенное действие излучений**

Прямое и косвенное действие излучений. Радиолиз воды как причина косвенного действия ионизирующего излучения. Перехват свободных радикалов примесями. Инактивация макромолекул, ферментов и фагов при прямом и косвенном действии радиации. Экспериментальные доказательства существования прямого и косвенного действия радиации.

## **Тема 6. Радиационная химия нуклеиновых кислот и других соединений и структур**

Радиолиз белков и их модельных компонентов. Последовательность процессов, ведущих к радиационному повреждению биологических макромолекул. Радиационно-индуцированное изменение каталитической активности, субстратной специфичности, аллостерического регулирования белков. Структурные повреждения, возникающие в облученных ферментах. Критерии радиочувствительности различных ферментов. Радиационные поражения отдельных аминокислот и пептидов.

Радиационно-индуцированные повреждения компонентов биологических мембран. Процессы перекисного окисления липидов (ПОЛ). Изменение текучести липидной фазы. Изменение липид-белкового взаимодействия. Повреждения барьерных, транспортных и сигнальных функций мембран. Антиоксидантные системы защиты облученной клетки.

Радиационная химия нуклеиновых кислот. Выход свободных радикалов и перенос заряда в ДНК. Радиолиз ДНК в присутствии гистонов. Повреждение ДНК и радиочувствительность клеток.

## **Тема 7. Действие ионизирующих излучений на клетку. Молекулярная биология клеточного цикла при действии ионизирующего излучения**

Репродуктивная гибель делящихся клеток. Значение репродуктивной гибели клеток. Роль ядра. Принцип попадания и теория мишени. Дозовая кривая репродуктивной гибели: форма и параметры. ДНК – клеточная мишень в отношении репродуктивной гибели. Модификация лучевого поражения клеток.

Интерфазная гибель клеток. Определение и классификация основных форм интерфазной гибели клеток. Показатели морфологических нарушений в мембранах, клеточном ядре и в митохондриях. Гипотезы о причинах интерфазной гибели клеток. Интерфазная гибель высоко радиочувствительных клеток организма.

Молекулярная биология клеточного цикла при действии ионизирующего излучения. Задержка клеточного деления. Зависимость времени задержки деления от стадии клеточного цикла в момент облучения. Радиочувствительность клеток на разных фазах клеточного цикла.

Хромосомные aberrации. Хромосомные aberrации как причина репродуктивной гибели клеток. Фрагментация хромосом, формирование мостов, дицентриков, полицентриков, кольцевых хромосом, внутри- и межхромосомные обмены. Мутации и трансформации. Типы мутаций. Молекулярные механизмы радиационно-индуцированного мутагенеза в клетках. Процессы репарации и восстановления. Репарация одно- и двуниевых разрывов в молекуле ДНК. Восстановление от потенциально-летальных повреждений. Генетика репаративных процессов.



Теоретические представления о механизмах биологического действия ионизирующих излучений. Количественные и качественные гипотезы действия ионизирующих излучений. Принципы попадания и мишени. Стохастическая теория. Вероятностная модель радиационного поражения клетки. Гипотезы: биохимического шока, эндогенного фона радиорезистентности, липидных радиотоксинов и цепных реакций. Структурно-метаболическая теория в радиобиологии.

### **Тема 8. Действие ионизирующих излучений и инкорпорированных радиоактивных веществ на многоклеточный организм**

Действие ионизирующих излучений на многоклеточный организм. Радиочувствительность тканей, органов и систем организма. Лучевые реакции отдельных органов и тканей. Относительность понятия тканевой радиочувствительности. Основные радиационные синдромы: костно-мозговой, желудочно-кишечный, церебральный.

Биологическое действие инкорпорированных радиоактивных веществ. Пути поступления радионуклидов в организм. Распределение инкорпорированных радионуклидов в организме. Токсикология инкорпорированных радиоактивных веществ: продуктов деления урана, редкоземельных элементов, трития, углерода. Профилактика и лечение поражений инкорпорированными радионуклидами.

Действие радиации на эмбрион и плод. Специфические реакции на облучение в эмбриогенезе. Эффекты облучения на разных стадиях внутриутробного развития. Механизмы радиоэмбриологического эффекта. Последствия действия ионизирующих излучений на эмбрион человека.

### **Тема 9. Лучевая болезнь человека**

Лучевая болезнь человека. Острая лучевая болезнь. Хроническая лучевая болезнь. Классификация, диагноз и прогноз лучевой болезни. Терапия острой лучевой болезни.

### **Тема 10. Процессы восстановления в облученном организме**

Процессы восстановления в облученном организме. Кинетика восстановления организма после тотального облучения. Регенерация костного мозга и пострadiационное восстановление организма. Динамика радиорезистентности организма в раннем пострadiационном периоде. Степень восстановления некоторых функций организма после облучения. Особенности повреждения и репарации малообновляющихся тканей. Радиационно-индуцированные изменения иммунной системы организма. Фармакологическая противолучевая защита. Основные классы химических радиопротекторов. Оценка радиозащитного эффекта. Механизмы противолучевой защиты.

### III. УЧЕБНО – МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов						Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Управляемая самостоятельная работа	Иное	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>2 курс</b>								
<b>1</b>	<b>Введение радиобиологию. Основные радионуклиды, используемые в радиационной медицине и радиобиологическом эксперименте</b>	<b>4</b>						Устный опрос
<b>1.1</b>	Радиобиология - наука, изучающая действие ионизирующего излучения на биологические объекты	2						
<b>1.2</b>	Основные радионуклиды, используемые в радиационной медицине и радиобиологическом эксперименте	2						
<b>2</b>	<b>Типы ионизирующих излучений, механизмы их взаимодействия с веществом. Биологическая эффективность ионизирующих излучений</b>	<b>24</b>	<b>4</b>					
<b>2.1</b>	Основные представления о строении атома.	2						

2.2	Энергия ядерного превращения, единицы ее измерения	2						
2.3	Элементарные квантовые представления об электромагнитном излучении	2						
2.4	Характеристика рентгеновского излучения	2						
2.5	Характеристика $\gamma$ -излучения	2						
2.6	Ионизирующее излучение, состоящее из заряженных частиц.	2						
2.7	Нейтронное излучение	2	2					Устный опрос
2.8	Понятие радиоактивности. Типы радиоактивных превращений	2						
2.9	Общая характеристика механизмов взаимодействия ионизирующих излучений с веществом	2						
2.10	Типы взаимодействия рентгеновского и $\gamma$ -излучения с веществом	2						
2.11	Понятия потенциала ионизации и линейной передачи энергии (ЛПЭ)	2						
2.12	Относительная биологическая эффективность (ОБЭ).	2	2					
3	<b>Мощность дозы излучения и единицы ее измерения, ионизирующих излучений</b>	2	2		8			
3.1	Основные дозиметрические величины.	2	2		4			Устный опрос, тестовый контроль
3.2	Приборы и методы	2			4			

	регистрации ионизирующих излучений							Защита отчета по лаб. работе
	<b>Всего за 2 курс</b>	<b>32</b>	<b>6</b>		<b>8</b>			
<b>3 курс</b>								
<b>3</b>	<b>Мощность дозы излучения и единицы ее измерения, ионизирующих излучений.</b>	<b>8</b>	<b>6</b>					
<b>3.3</b>	Оценка эквивалентной дозы внешнего облучения в зависимости от мощности экспозиционной дозы.	2	2					Устный опрос
<b>3.4</b>	Расчет доз внутреннего и внешнего облучения.	2	2					Устный опрос
<b>3.5</b>	Дозиметрические модели, методы оценки дозовых нагрузок и принципы расчета предельно допустимых уровней облучения	2	2					Устный опрос
<b>3.6</b>	Нормативы, регулирующие облучение человека.	2						
<b>4</b>	<b>Критерии сравнительной оценки радиочувствительности</b>	<b>6</b>	<b>4</b>		<b>4</b>			
<b>4.1</b>	Проблема радио- чувствительности. Определение понятия радиочувствительности как радиопоражаемости объектов	2	2					Устный опрос
<b>4.2.</b>	Радио- чувствительность различных тканей, органов и систем. Критические органы.	2			4			Защита отчета по лаб. работе
<b>4.3.</b>	Факторы, модифицирующие радио-чувствительность	2	2					Устный опрос

	биологических объектов. Видовые, возрастные, половые различия в радиочувствительности.							
<b>5</b>	<b>Прямое и косвенное действие излучений.</b>	<b>2</b>	<b>2</b>					Устный опрос
<b>6</b>	<b>Радиационная химия нуклеиновых кислот и других соединений и структур</b>	<b>6</b>	<b>4</b>		<b>4</b>			
<b>6.1</b>	Радиолиз белков и их модельных компонентов.	2						
<b>6.2.</b>	Радиационно-индуцированные повреждения компонентов биологических мембран.	2	2		4			Устный опрос Защита отчета по лаб. работе
<b>6.3.</b>	Радиационная химия нуклеиновых кислот.	2	2					Устный опрос
<b>7</b>	<b>Действие ионизирующих излучений на клетку. Молекулярная биология клеточного цикла при действии ионизирующего излучения</b>	<b>12</b>	<b>4</b>		<b>4</b>			
<b>7.1</b>	Репродуктивная гибель делящихся клеток.	2	2					Устный опрос
<b>7.2</b>	Интерфазная гибель клеток.	2			4			Защита отчета по лаб. работе
<b>7.3</b>	Молекулярная биология клеточного цикла при действии ионизирующего излучения.	2	2					Устный опрос
<b>7.4</b>	Хромосомные aberrации.	2						
<b>7.5</b>	Процессы репарации и восстановления.	2						
<b>7.6</b>	Теоретические представления	2						

	механизмах биологического действия ионизирующих излучений.							
<b>8</b>	<b>Действие ионизирующих излучений и инкорпорированных радиоактивных веществ на многоклеточный организм</b>	<b>8</b>	<b>2</b>					Устный опрос
<b>8.1</b>	Лучевые реакции отдельных органов и тканей.	2						
<b>8.2</b>	Биологическое действие инкорпорированных радиоактивных веществ.	2						
<b>8.3.</b>	Токсикология инкорпорированных радиоактивных веществ:	2						
<b>8.4</b>	Действие радиации на эмбрион и плод.	2						
<b>9</b>	<b>Лучевая болезнь человека</b>	<b>4</b>						
<b>9.1</b>	Острая лучевая болезнь.	2						
<b>9.2</b>	Хроническая лучевая болезнь.	2						
<b>10</b>	<b>Процессы восстановления в облученном организме.</b>	<b>6</b>	<b>2</b>					
<b>10.1</b>	Процессы восстановления в облученном организме.	2	2					Устный опрос
<b>10.2</b>	Фармакологическая противолучевая защита.	2						
<b>10.3</b>	Механизмы противолучевой защиты.	2						
	<b>Всего за 3 курс</b>	<b>52</b>	<b>24</b>		<b>12</b>			

#### IV. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ЛИТЕРАТУРА

##### *Основная литература*

1. Бударков В.А., Киршин В.А., Антоненко А.А. Радиобиологический справочник.- Мн.: Ураджай, 1992. – 336 с.
2. Военная токсикология, радиобиология и медицинская защита: учебник / С. А. Куценко [и др]; под ред. С. А. Куценко. – СПб: ФОЛИАНТ, 2004. – 528 с.
3. Галицкий, Э.А. Основы радиационной безопасности: Учеб. пособие / Э.А. Галицкий, В.К. Пестис, Н.Н. Забелин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Гродно: ГрГУ, 2004. – 244 с.
4. Коггл, Дж. Биологические эффекты радиации. / Пер. с англ. М.: Энергоатомиздат, 1986.-184с.
5. Кудряшов, Ю.Б. Радиационная биофизика (ионизирующие излучения) / Под ред. В.К. Мазурика, М.Ф. Ломанова.- М.: ФИЗМАТЛИТ; 2004. – 448с.
6. Кузин, А.М. Прикладная радиобиология / А.М.Кузин, Д.А. Каушанский. – М.: Энергоиздат, 1984. – 222 с.
7. Кузин, А.М. Структурно-метаболическая теория в радиобиологии / А.М. Кузин. – М.: Наука, 1996. – 284с.
8. Кудряшов, Ю.В. Основы радиационной биофизики / Ю.В. Кудряшов, Б.С. Беренфельд. – М.: Изд-во Моск. Ун-та., 1982. – 304с.
9. Куна, П. Химическая радиозащита: Пер. с чешск. – М.: Медицина, 1989. –192 с.
10. Максимов, М.Т. Радиоактивные загрязнения и их измерение: Учеб. пособие. / М.Т. Максимов, Г.О. Оджаров. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 304с.
11. Основы медицинской радиобиологии / Н.В. Бутомо [и др.]; под ред. И.Б. Ушакова. – СПб: ООО «Изд-во Фолиант», 2004. – 384 с.
12. Радиобиология. Энциклопедический словарь // Сост. Е.Ф. Конопля, Г.Г. Верещако, А.М. Ходосовская. – Гомель: Учреждение образования Гомельский государственный медицинский университет», 2005. – 252с.
13. Радиационная медицина: учебник / А.Н. Стожаров [и др.]; под ред. А.Н. Стожарова. – Минск: ИВЦ Минфина, 2010. – 208 с.
14. Ролевич, И. В. Радиационная безопасность: учеб. пособие / И. В. Ролевич, С. В. Дорожко, Г. И. Морзак. – Минск: РИВШ, 2010. – 320 с.
15. Филимонов, М. М. Радиобиология: курс лекций / М. М. Филимонов. – Минск: БГУ, 2008. – 111 с.
16. Ярмоненко, С.П. Радиобиология человека и животных: учебник для биологических и медицинских специальностей вузов/ С.П. Ярмоненко. – 3-е изд., перераб. и доп. –М.: Высшая школа. 1988. – 424с.
17. Ярмоненко, С.П. Радиобиология человека и животных: Учебное пособие / С.П. Ярмоненко, А.А. Вайнсон: под ред. С.П. Ярмоненко. – М.: Высшая школа, 2004. – 424 с.

*Дополнительная литература*

1. Бак, З. Основы радиобиологии / З. Бак, П. Александер, пер с англ. – М., 1963. – 500с.
2. Баробой, В.А. Перекисное окисление и стресс / В.А. Баробой, И.И. Брехман, В.Г. Голотин, Ю.Б. Кудряшов. – СПб.: Наука, 1992. – 149с.
3. Биологические мембраны 2000 – 2013
4. Буланова, К.Я. Радиация и Чернобыль: Кардиомиоциты и регуляция их функции / К.Я. Буланова, Л.М. Лобанок, Е.Ф. Конопля– Минск.: Белорус. Наука, 2008. – 279 с.
5. Гигиенический норматив «Критерии оценки радиационного воздействия» Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 213 от 28.12.2012 – 230 с.
6. Гончаренко, Е.Н. Гипотеза эндогенного фона радиорезистентности / Е.Н. Гончаренко, Ю.Б. Кудряшов. – М.: Изд-во МГУ, 1980. –176с.
7. Гребенюк, А.Н. Введение в радиобиологию: Лекция / А.Н. Гребенюк, М.А. Луцк. – СПб., 2001. – 32 с.
8. Гуськова, А.К. Лучевая болезнь человека / А.К. Гуськова, Г.Д. Байсоголовов. – М.: Медицина, 1987. – 333с.
9. Дозиметрия ионизирующих излучений: лабор. практикум / Н. В. Герасимович, Н. В. Прокопенко, И. В. Пухтеева. – Мн.: МГЭУ им. А.Д.Сахарова, 2012. – 24 с.
10. Коломийцева, И.К. Радиационная биохимия мембранных липидов / И.К. Коломийцева. – М.: Наука, 1989. – 181с.
11. Кудряшов, Ю.Б. Основы радиационной биофизики. Учебник / Ю.Б. Кудряшов, Б.С. Беренфельд. – М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1982. – 302 с.
12. Мазурик В.К., Михайлов В.Ф. О некоторых молекулярных механизмах основных радиобиологических последствий действия ионизирующих излучений на организм млекопитающих. // Радиационная биология. Радиоэкология. – 1999. – Т. 39. – № 1. – С. 91– 98.
13. Москалев, Ю.И. Отдаленные последствия воздействия ионизирующих излучений / Ю.И. Москалев. – М.: Медицина, 1991. – 464с.
14. Механизмы формирования радиобиологических эффектов. Учебно-методическое пособие / Н. В. Герасимович, Н. В. Прокопенко, И. В. Пухтеева – Мн., МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2013 – 38с.
15. Радиационная биология. Радиоэкология. 1997 – 2005
16. Радиобиология / А.Д. Белов [и др.]; под ред. А.Д. Белова. – М.: Колос, 1994. – 384с.
17. Санитарные нормы и правила «Требования к обеспечению радиационной безопасности персонала и населения при осуществлении деятельности по использованию атомной энергии и источников ионизирующего излучения» / Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 137 от 31.12.2013–71 с.



18. Санитарные нормы и правила «Гигиеническая классификация условий труда» / Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 211 от 28.12.2012 – 75 с.
19. Санитарные нормы и правила «Требования к радиационной безопасности» / Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 213 от 28.12.2012 – 37 с.
20. Система окислительно-восстановительного гомеостаза при радиационно-индуцируемой нестабильности генома / Е.Б. Бурлакова, В.Ф. Михайлов, В.К. Мазурик // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2001. – Т. 41. – № 5. – С. 489–499.
21. Усманов, М. Радиация. Справочные материалы / М. Усманов. – М.: Гуманит. Изд. Центр ВЛАДОС, 2001. – 176с.
22. Эйдус, Л.Х. Физико-химические основы радиобиологических процессов и защиты от излучений / Л.Х. Эйдус. – М.: Атомиздат, 1979. – 216с.

### ***Примерный перечень лабораторных работ***

1. Принципы и методы обследования радиационной обстановки в населенных пунктах
2. Принципы и методы обследования гражданских объектов
3. Создание моделей радиобиологического эксперимента. Методы общих лучевых воздействий.
4. Оценка влияния ионизирующего излучения на физико-химическое состояние основных компонентов биологических мембран.
5. Анализ действия  $\gamma$ -излучения на концентрацию ионов цитоплазматического кальция в лимфоцитах периферической крови.

### ***Примерный перечень практических занятий***

1. Физические свойства ионизирующих излучений.
2. Явление радиоактивности.
3. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом.
4. Расчет доз внешнего облучения.
5. Принципы расчета предельно допустимых уровней облучения.
6. Оценка дозы внешнего облучения.
7. Критерии оценки сравнительной радиочувствительности.
8. Прямое и косвенное действие ионизирующих излучений.
9. Радиационная химия нуклеиновых кислот.
10. Радиационно-индуцированные перестройки биологических мембран.
11. Механизмы репродуктивной гибели клеток.
12. Интерфазная гибель клеток. Молекулярная биология клеточного цикла при действии ионизирующего излучения
13. Действие ионизирующих излучений на многоклеточный организм.
14. Лучевая болезнь человека.
15. Процессы восстановления в облученном организме.

## **Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов**

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

### **Рекомендуемы средства 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 при выполнении лабораторных работ.

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ**

Название учебной 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)
Патологическая физиология	Экологической медицины и радиобиологии		
Эндокринология	Экологической медицины и радиобиологии		