

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования**

**Ярославский государственный медицинский университет  
Министерства здравоохранения Российской Федерации  
ФГБОУ ВО ЯГМУ Минздрава России**

**Рабочая программа дисциплины  
ОБЩАЯ И МЕДИЦИНСКАЯ РАДИОБИОЛОГИЯ**

**Специальность 30.05.03 МЕДИЦИНСКАЯ  
КИБЕРНЕТИКА**

**Форма обучения ОЧНАЯ**

**Рабочая программа разработана  
в соответствии с требованиями ФГОС ВО**

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 30.05.03 Медицинская кибернетика и входит в состав Образовательной программы высшего образования – программы специалитета – по специальности 30.05.03 Медицинская кибернетика.

Рабочая программа разработана на кафедре медицинской физики с курсом медицинской информатики

Заведующий кафедрой – Фатеев М.М., д-р биол. наук, профессор

Разработчики:

Средняков В.Е., канд. мед. наук, доцент

Фатеев М.М., д-р биол. наук., профессор

Согласовано:

Декан  
лечебного факультета  
профессор

  
(подпись)


Филимонов В.И.

«15» июня 2023 года

Утверждено Советом по управлению образовательной деятельностью  
«15» июня 2023 года, протокол № 6

Председатель Совета по  
управлению образовательной  
деятельностью, проректор по  
образовательной деятельности  
и цифровой трансформации,  
доцент

«15» июня 2023 года

  
(подпись)

Смирнова А.В.

## **1. Вводная часть**

**1.1. Цель освоения дисциплины** – формирование системных знаний о действии ионизирующих излучений естественного и искусственного происхождения на различные уровни организации живого, включая организменный, методах диагностики, лечения, реабилитации и профилактики лучевой болезни, использовании адекватных средств защиты от ионизирующих излучений.

### **1.2. Задачи дисциплины:**

- приобретение знаний в области физической природы и закономерностей действия ионизирующих излучений, лежащих в основе процессов, влияющих на жизнедеятельность человека;
- прогнозирование направления и результата физико-химических процессов и химических превращений биологически важных веществ при воздействии ионизирующего излучения;
- формирование знаний в области регуляции и саморегуляции функциональных систем организма при воздействии на него ионизирующих излучений,
- приобретение знаний в области этиологии, патогенеза, патоморфоза лучевой болезни, принципов классификации этой болезни;
- формирование у студентов способности осуществлять мероприятия по сохранению и укреплению здоровья населения, предупреждению профессиональных и профессионально - обусловленных заболеваний, поддержанию высокого уровня работоспособности;
- изучение способов защиты от радиационного воздействия.

### **1.3. Требования к результатам освоения дисциплины**

Преподавание дисциплины направлено на формирование **универсальных компетенций:**

**УК-8.** Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов.

**общепрофессиональных компетенций:**

**ОПК-1.** Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и

решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности.

**ОПК-5.** Способен к организации и осуществлению прикладных и практических проектов и иных мероприятий по изучению биохимических и физиологических процессов и явлений, происходящих в клетке человека.

Таблица 1.

## Требования к результатам освоения дисциплины

№	Индекс и номер компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	Индикаторы достижения компетенций	Виды контроля
1.	УК-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	<b>УК-8. ИД1</b> – анализирует факторы вредного влияния на жизнедеятельность элементов среды обитания (технических средств, технологических процессов, материалов, зданий и сооружений, природных и социальных явлений) <b>УК-8. ИД2</b> – идентифицирует опасные и вредные факторы в рамках осуществляемой деятельности	Текущий контроль успеваемости (контроль текущей успеваемости при проведении учебных занятий и рубежный контроль по завершению изучения дисциплинарных модулей), промежуточная аттестация.
2.	ОПК-1	Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности	<b>ОПК1. ИД 1</b> – владеет алгоритмом основных физико-химических, математических и иных естественнонаучных методов исследований при решении профессиональных задач. <b>ОПК1. ИД 2</b> – способен применять естественнонаучные знания на междисциплинарном уровне в профессиональной деятельности	Текущий контроль успеваемости (контроль текущей успеваемости при проведении учебных занятий и рубежный контроль по завершению изучения дисциплинарных модулей), промежуточная аттестация.
3.	ОПК-5	Способен к организации и осуществлению прикладных и практических проектов и иных мероприятий по изучению и моделированию физико-химических, биохимических, физиологических процессов и	<b>ОПК 5. ИД 1</b> – информирован об основных закономерностях развития и жизнедеятельности организма на основе биохимических и физиологических процессов и явлений, происходящих в клетке, ткани, органе человека.	Текущий контроль успеваемости (контроль текущей успеваемости при проведении учебных занятий и рубежный контроль по завершению изучения дисциплинарных модулей), промежуточная аттестация.

		явлений, происходящих в клетке человека		
--	--	---	--	--

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к Обязательной части образовательной программы.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые в ходе изучения дисциплин:

### **Дисциплина «Философия»**

Знания: методов и приемов философского анализа проблем; формы и методов научного познания, их эволюцию;

Умения: грамотно и самостоятельно анализировать, и оценивать социальную ситуацию в России и за ее пределами и осуществлять свою деятельность с учетом результатов этого анализа;

Навыки: изложения самостоятельной точки зрения, анализа и логического мышления, публичной речи, морально-этической аргументации, ведения дискуссий и круглых столов;

### **Дисциплина «Высшая математика»:**

Знания: Математических методов решения задач с применением дифференциальных и интегральных исчислений.

Умения: Пользоваться учебной, научной, научно-популярной литературой, сетью Интернет для решения математических задач.

Навыки: Владение базовыми технологиями преобразования информации: текстовые, табличные редакторы, поиск в сети Интернет.

### **Дисциплина «Теория вероятностей и математическая статистика»:**

Знания: Методов параметрической и непараметрической статистики.

Умения: Пользоваться учебной, научной, научно-популярной литературой, сетью Интернет для решения задач по статистике.

Навыки: Владение базовыми технологиями преобразования информации: текстовые, табличные редакторы, программами по статистической обработке данных, поиск в сети Интернет.

### **Дисциплина «Оптика, атомная физика»:**

Знания: Основных физических законов, явлений и закономерностей по изучаемым разделам физики.

Умения: Пользоваться учебной, научной, научно-популярной литературой, физическим оборудованием, сетью Интернет для решения задач по разделам данных курсов физики.

Навыки: Владение базовыми технологиями преобразования информации: текстовые, табличные редакторы, международной системой СИ, поиск в сети Интернет.

#### **Дисциплина «Физиология»:**

Знания: Основных законов и механизмов функционирования клеток, тканей, органов и систем органов, целого организма, а также механизмов адаптации его к меняющимся условиям окружающей среды.

Умения: Пользоваться учебной, научной, научно-популярной литературой, сетью Интернет для изучения физиологии человека.

Навыки: Владение основными методами определения функционирования органов и систем человеческого тела.

#### **Дисциплина «Общая биохимия»:**

Знания: Химического состава и структуры веществ, содержащихся в живых организмах, путей и способов регуляции их метаболизма и энергетического обеспечения процессов, происходящих в клетке и организме.

Умения: Пользоваться учебной, научной, научно-популярной литературой, сетью Интернет для изучения биохимии человека.

Навыки: Владение методами хроматографии, спектрофотометрии для определения содержания биологически важных для организма веществ.

#### **Дисциплина «Общая и частная патология, патологическая анатомия»:**

Знания: Причин и механизмов типовых патологических процессов, состояний и реакций, их проявления и значение для организма при развитии различных заболеваний; роли различных методов моделирования: экспериментального, на искусственных физических системах, логического, компьютерного, математического и др. в изучении патологических процессов.

Умения: проводить патофизиологический анализ клинико-лабораторных, экспериментальных, других данных и формулировать на их основе заключение о наиболее вероятных причинах и механизмах развития патологических процессов, принципах и методов их выявления.

Навыки: Системного подхода к анализу медицинской информации, основных методов оценки функционального состояний организма человека, анализа и интерпретации результатов современных диагностических технологий.

#### **Дисциплина «Общая и медицинская биофизика»:**



Знания: основных закономерностях биофизических процессов и явлений, протекающих на молекулярном, клеточном и организменном уровнях в норме и при патологии.

Умения: оценивать эффективность фотобиологических процессов при воздействии электромагнитных излучений.

Навыки: изучения научной литературы и официальных статистических обзоров; навыки общения в коллективе.

Знания, умения и навыки, формируемые в ходе освоения данной дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин образовательной программы:

- Иммунология и клиническая иммунология
- Клиническая и лабораторная диагностика
- Молекулярная биология
- Внутренние болезни
- Клиническая и экспериментальная хирургия

### 3. Объем дисциплины

#### 3.1 Общий объем дисциплины

Общий объем дисциплины – 7 зачетных единиц (252 академ. часа), в том числе:

- промежуточная аттестация в форме экзамена – 36 академ. часов;
- контактная работа обучающихся с преподавателем – 144 академ. часа;
- самостоятельная работа обучающихся – 72 академ. часа.

#### 3.2 Распределение часов по семестрам

Таблица 2.

Распределение часов контактной работы обучающихся с преподавателем и самостоятельной работы обучающихся по семестрам

Вид учебной работы	Всего академ. часов	Распределение часов по семестрам	
		Сем.5	Сем.6
<b>1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (аудиторная), всего</b>	<b>144</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
в том числе:	х	х	х
Занятия лекционного типа (лекции)	39	18	21

Занятия семинарского типа, в т.ч.	105	54	51
Семинары	-	-	-
Практические занятия, клинические практические занятия	105	54	51
Лабораторные работы, практикумы	-	-	-
<b>2. Самостоятельная работа обучающихся, всего</b>	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>36</b>

#### 4. Содержание дисциплины

##### 4.1. Разделы учебной дисциплины и компетенции, которые должны быть освоены при их изучении

№	Наименование раздела учебной дисциплины	Содержание раздела в дидактических единицах (темы разделов)	Индекс и номер формируемых компетенций
1.	Радиобиология как наука, её цели, задачи, общие и частные разделы, направления.	Взаимосвязь с естественно-научными и мед. дисциплинами. Этапы становления радиобиологии как науки	УК-8, ОПК-1, ОПК-5
		Основные термины и определения радиобиологии.	
2.	Радиоактивность.	Виды, характеристика. Закон радиоактивного распада (дифференциальная и интегральная формы закона).	УК-8, ОПК-1, ОПК-5
		Период полураспада. Активность.	
3.	Ионизирующие излучения.	Электромагнитные ионизирующие излучения, корпускулярные ионизирующие излучения, их характеристика.	УК-8, ОПК-1, ОПК-5
4.	Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом.	Взаимодействие электромагнитных и корпускулярных излучений с веществом, их характеристика.	УК-8, ОПК-1, ОПК-5
5.	Способы обнаружения ионизирующих излучений.	Детекторы ионизирующего излучения. Принципы физической защиты от ионизирующего излучения.	УК-8, ОПК-1, ОПК-5
6.	Дозиметрия.	Дозиметрия, её особенности и основные понятия, дозовые характеристики, их виды, системные и внесистемные единицы измерения.	УК-8, ОПК-1, ОПК-5
7.	Повреждения ДНК, вызванные ионизирующей радиацией.	Виды радиационных повреждений ДНК. Прямое и не прямое действие радиации. Изменения азотистых	УК-8, ОПК-1, ОПК-5

		<p>оснований ДНК под действием УФ и ионизирующего излучения (таутомеризация, образование димеров). Обнаружение радиационных повреждений ДНК. Сенсорные белки, участвующие в детекции повреждений ДНК (комплексы MRN–ATM, Ku-DNA-PKs и ATRIP – ATR). Фосфорилирование гистона H2AX и других эффекторных белков. Образование ядерных гранул (IRIF), их использование в детекции повреждений ДНК.</p>	
8.	Репарация радиационных повреждений ДНК. Судьба облучённых клеток	<p>Активация контрольных точек клеточного цикла при повреждениях ДНК, вызванных ионизирующей радиацией. Фазы клеточного цикла. Циклины и циклин-зависимые киназы. Ингибиторы циклин-зависимых киназ. Роль белков ATM, ATR и p53 в остановке клеточного цикла при повреждениях ДНК. Механизмы репарации радиационных повреждений ДНК: мисматч-репарация, эксцизионная репарация оснований, репарация однонитевых разрывов, репарация двунитевых разрывов (гомологичная рекомбинация, негомологичное воссоединение концов). Белки, участвующие в этих механизмах. Последствия генетических дефектов белков, участвующих в процессах репарации ДНК, при облучении организма.</p>	УК-8, ОПК-1, ОПК-5
9.	Типовые патологические процессы	<p>Патофизиология клетки. Повреждающее действие ионизирующей радиации. Общие вопросы патогенеза</p>	УК-8, ОПК-1, ОПК-5
10.	Патофизиология органов и систем	<p>Формы острой лучевой болезни. Патогенез хронической лучевой болезни</p>	УК-8, ОПК-1, ОПК-5
11.	Ионизирующее излучение, его биологическое, гигиеническое и экологическое значение.	<p>Действие ионизирующей радиации на организм, этапы. Радиотоксичность. Биологические эффекты: детерминированные и стохастические.</p>	УК-8, ОПК-1, ОПК-5

		Закрытые и открытые источники ионизирующих излучений, использующиеся в медицине. Нормы радиационной безопасности (НРБ-2009).	
12.	Санитарно-гигиенические мероприятия в чрезвычайных ситуациях на радиационно-опасных объектах.	Опасность предприятий ядерного цикла. Причины возникновения аварийной ситуации на АЭС. Распределение радиоактивных изотопов на местности в случае аварии на АЭС. Йодная профилактика. Отдалённые последствия.	УК-8, ОПК-1, ОПК-5
13.	Радиационный фон.	Земные и космические источники радиации. Искусственная и естественная радиоактивность	УК-8, ОПК-1, ОПК-5
14.	Искусственные источники облучения человека. Последствия ядерных аварий и катастроф. Работа атомных электростанций.	Источники радиации используемые в медицине. Последствия испытаний ядерного оружия, ядерные аварии. Атомная энергетика.	УК-8, ОПК-1, ОПК-5
15.	Радиочувствительность клеток и влияние на нее внешних условий. Методы ее определения.		УК-8, ОПК-1, ОПК-5
16.	Сублетальные и летальные повреждения клеток. Принцип мишени. Теория попаданий.		УК-8, ОПК-1, ОПК-5
17.	Радиочувствительность опухолевых и здоровых клеток. Влияние на нее содержания кислорода.	Сравнение радиочувствительности опухолевых клеток со здоровыми. Радиочувствительность клеток на разных стадиях клеточного цикла. Кислородный эффект. Противолучевая защита животных в атмосфере с пониженным содержанием кислорода.	УК-8, ОПК-1, ОПК-5
18.	Радиационные синдромы на клеточном и тканевом уровнях. Понятие о критическом органе и критических системах организма	Клеточные механизмы развития радиационных синдромов. Различная тканевая радиочувствительность и ее причины. Понятие о критическом органе и критических системах организма. Влияние облучения на процесс костно-мозгового кроветворения, на систему обновления эпителия тонкой кишки и на центральную нервную систему.	УК-8, ОПК-1, ОПК-5
19.	Радиационная токсикология. Факторы,	Радиационные поражения при радиоактивном заражении. Задачи радиационной токсикологии.	УК-8, ОПК-1, ОПК-5

	влияющие на ее биологические эффекты.	Факторы влияющие на биологический эффект поглощенной дозы при радиационном заражении. Внешнее и внутреннее заражение.	
20.	Пути миграции радионуклидов в организме человека. Наиболее значимые из них по последствиям.	Пути поступления и выведения радиоактивных веществ при радиоактивном заражении. Особенности действия отдельных биологически значимых радионуклидов. Корреляция между степенью ионизации тканей организма и отдаленными последствиями.	УК-8, ОПК-1, ОПК-5
21.	радиационный канцерогенез, наследственные эффекты.	Стохастические отдаленные последствия облучения. Радиационный канцерогенез при локальном и общем облучении организма. Наследственные эффекты облучения.	УК-8, ОПК-1, ОПК-5
22.	Эмбриотоксическое действие ионизирующих излучений.	Эффекты облучения на разных стадиях внутриутробного развития и их механизмы.	УК-8, ОПК-1, ОПК-5

#### 4.2. Тематический план лекций

№	Название тем лекций	Семестры	
		№ 5	№ 6
		часов	часов
1.	Радиобиология как наука, её цели, задачи, общие и частные разделы, направления. Взаимосвязь с естественно-научными и мед. дисциплинами. Основные термины и определения радиобиологии.	2	-
2.	Радиоактивность, её виды, характеристика. Закон радиоактивного распада (дифференциальная и интегральная формы закона). Период полураспада. Активность.	2	-
3.	Типы ионизирующих излучений. Взаимодействие электромагнитных и корпускулярных излучений с веществом. Принципы защиты от электромагнитных ионизирующих излучений.	2	-
4.	Основы радиационной дозиметрии.	2	-
5.	Повреждения ДНК, вызванные ионизирующей радиацией.	2	-
6.	Репарация радиационных повреждений ДНК. Судьба облучённых клеток.	2	-
7.	Радиолиз воды. Радиационные повреждения биологических молекул (белков, липидов, углеводов).	2	-

8.	Острая лучевая болезнь.	2	-
9.	Хроническая лучевая болезнь.	2	-
10.	Ионизирующее излучение, его биологическое, гигиеническое и экологическое значение.	-	2
11.	Санитарно-гигиенические мероприятия в чрезвычайных ситуациях на радиационно опасных объектах.	-	2
12.	Понятие о радиационном фоне. Естественные земные источники ионизирующих излучений. Радон, как природный источник опасности. Космические излучения: радиационные пояса Земли, солнечные корпускулярные события.	-	2
13.	Искусственные источники облучения человека. Источники радиации используемые в медицине. Последствия испытания ядерного оружия, ядерные аварии, атомная энергетика.	-	2
14.	Понятие о радиочувствительности. Методы ее определения. Принцип мишени. Теория попаданий. Сублетальные и летальные повреждения клеток.	-	2
15.	Радиочувствительность опухолевых и здоровых клеток. Радиочувствительность клеток на разных стадиях клеточного цикла. Кислородный эффект. Противолучевая защита животных в атмосфере с пониженным содержанием кислорода.	-	2
16.	Радиационные синдромы. Клеточные механизмы их развития. Тканевая радиочувствительность, причины различной радиочувствительности тканей. Понятие о критическом органе, критических системах организма. Влияние облучения на процесс костно-мозгового кроветворения. Система клеточного обновления эпителия тонкой кишки и его изменение после облучения. Влияние ионизирующей радиации на центральную нервную систему.	-	2
17.	Радиационные поражения при радиоактивном заражении. Задачи радиационной токсикологии. Факторы влияющие на биологический эффект поглощенной дозы при радиационном заражении. Внешнее и внутреннее заражение.	-	2
18.	Пути поступления и выведения радиоактивных веществ при радиоактивном заражении. Особенности действия отдельных биологически значимых радионуклидов. Корреляция между степенью ионизации тканей организма и отдаленными последствиями.	-	2
19.	Стохастические отдаленные последствия облучения. Радиационный канцерогенез при локальном и общем облучении организма. Наследственные эффекты облучения.	-	2
20.	Эмбриотоксическое действие ионизирующих излучения. Эффекты облучения на разных стадиях внутриутробного развития и их механизмы.	-	1
	ИТОГО часов:	18	21

### 4.3. Тематический план практических занятий

№	Название тем практических занятий	Семестры	
		№ 5	№ 6
		часов	часов
1.	Радиобиология, её цели, задачи, направления. Основные термины и определения, используемые в радиобиологии. Строение атома и атомного ядра. Ядерные силы. Дефект масс.	3	-
2.	Радиоактивность, её виды, характеристика. Естественные и искусственные источники радиоактивного излучения, их характеристика. Закон радиоактивного распада. Период полураспада. Активность.	3	-
3.	Типы ионизирующих излучений. Электромагнитные ионизирующие излучения. Корпускулярные ионизирующие излучения, их характеристика.	3	-
4.	Взаимодействие электромагнитных и корпускулярных ионизирующих излучений с веществом.	3	-
5.	Детекторы ионизирующего излучения. Принципы физической защиты от ионизирующего излучения.	3	-
6.	Дозиметрия, её особенности и основные понятия, дозовые характеристики, их виды, системные и внесистемные единицы измерения.	3	-
7.	Рубежный контроль № 1 по теме: Физические основы радиобиологии.	3	-
8.	Повреждения ДНК, вызванные ионизирующей радиацией.	3	-
9.	Репарация радиационных повреждений ДНК. Судьба облучённых клеток.	3	-
10.	Радиолиз воды. Радиационные повреждения биологических молекул (белков, липидов, углеводов).	3	-
11.	Патофизиология клетки.	3	-
12.	Повреждающее действие ионизирующей радиации. Общие вопросы патогенеза.	3	-
13.	Формы острой лучевой болезни	3	-
14.	Патогенез хронической лучевой болезни	3	-
15.	Ионизирующее излучение. Экологические проблемы.	3	-
16.	Санитарно-гигиенические мероприятия в чрезвычайных ситуациях на радиационно опасных объектах	3	-
17.	Заболевания медицинских работников от воздействия ионизирующего излучения и их профилактика. Гигиена труда рентгенологов и радиологов.	3	-
18.	Рубежный контроль № 2: Санитарно-гигиенические мероприятия в чрезвычайных ситуациях на радиационно опасных объектах	3	-
19.	Радиочувствительность – центральная проблема радиобиологии. Межвидовые, внутривидовые,	-	3

	индивидуальные, возрастные, сезонные различия радиочувствительности. Радиочувствительность органов, -тканей и клеток животных. Правило Бергонье и Трибондо. Анализ радиочувствительности клеток в культуре. Кривые доза-эффект. Параметры радиочувствительности, определяемые по кривым доза-эффект. Радиочувствительность ядра и цитоплазмы. Самостоятельный анализ выживаемости клеток при действии излучений.		
20.	Методы оценки биологической эффективности (ОБЭ) разных типов ионизирующих излучений. Связь ОБЭ с линейной передачей энергии (ЛПЭ). Зависимость ОБЭ от условий облучения (доза облучения, мощность дозы, характер теста и др.). Коэффициент качества излучений, связь его с ЛПЭ заряженных частиц, формирующих дозы в биологической ткани. Эквивалентная доза излучений, ее единицы (Зв, бЭР).	-	3
21.	Модификация радиочувствительности. Кислородный эффект. Физико-химические механизмы кислородного эффекта. Внутриклеточные мишени действия кислорода. Количественная оценка кислородного эффекта. Коэффициент кислородного усиления (ККУ). Радиочувствительность клеток на разных стадиях жизненного цикла. Модификация радиочувствительности клеток кислородом. Связь ККУ с ЛПЭ излучений. Действие на клетки радиосенсибилизаторов и радиопротекторов. Самостоятельный анализ кривых выживаемости клеток после гамма-облучения в воздушной среде и в условиях аноксии.	-	3
22.	Интегративные ответы клеток на радиационные воздействия. Нарушение структуры и функции мембранных образований клетки. Летальные эффекты ионизирующей радиации. Классификация форм гибели клеток. Цитологические различия и биохимические индикаторы апоптоза и некроза клеток. Репродуктивная гибель клеток, методы ее идентификации и причины развития. Образование гигантских и полиплоидных клеток, их судьба.	-	3
23.	Р/к №3 по теме: «Молекулярная и клеточная радиобиология».	-	3
24.	Теории механизмов формирования радиобиологических эффектов. Разбор рефератов.	-	3
25.	Радиационные синдромы. Радиационное поражение животных. Характеристика костно-мозгового, желудочно-кишечного синдромов и синдрома ЦНС; клеточные механизмы их развития.	-	3
26.	Тканевая радиочувствительность и причины различной радиочувствительности тканей. Понятие о критических системах организма. Причины гибели животных, облученных в разных диапазонах доз.	-	3



27.	Поражение человека инкорпорированными радионуклидами. Понятие о радиоактивном заражении. Задачи, решаемые в рамках радиационной токсикологии. Факторы, определяющие дозу облучения, поглощенную при радиационном заражении. Пути поступления радионуклидов в организм, характер распределения и депонирования, пути выведения.	-	3
28.	Биологическое действие инкорпорированных радиоактивных веществ. Клиническая картина острого поражения инкорпорированными радионуклидами. Клиническая картина хронического поражения радиоактивным радием, стронцием, цезием, плутонием и суммой продуктов ядерного деления. Методы ограничения поступления радионуклидов в организм и ткани. Методы ускорения выведения радионуклидов. Самостоятельный анализ активности щелочной фосфатазы в сыворотке крови лиц, облученных инкорпорированными радионуклидами.	-	3
29.	Отдаленные последствия облучения. Классификация отдаленных эффектов ионизирующей радиации. Зависимость доза – эффект и патогенетические механизмы формирования отдаленных эффектов. Характеристика опухолевых и неопухолевых (гипо-апластических, склеротических процессов, дисгормональных состояний) отдаленных последствий. Современные представления о нарушениях иммунных процессов в облученном организме. канцерогенезе и генетических заболеваниях. Преждевременное старение и сокращение продолжительности жизни. Механизмы	-	3
30.	Р/к № 4 по теме: «Ближайшие и отдаленные последствия радиационных воздействий ионизирующих излучений на организм человека».	-	3
31.	Гигиеническое нормирование радиационных воздействий. Цель и задачи современной противорадиационной защиты. Дать определение понятий МЗА (минимально значимая активность), МЗУА (удельная активность открытого источника ионизирующего излучения), ЭРОА (активность эквивалентная, равновесная, объемная). Понятие о взвешивающих коэффициентах, уровне вмешательства, уровне контроля, о предотвращаемой дозе, пределе дозы. Санитарные правила работы с радиоактивными веществами. Противолучевые защитные мероприятия. Масштабы радиационного воздействия на людей при использовании источников излучений в медицине. Самостоятельный расчет эквивалентной дозы в различных органах с учетом взвешивающего коэффициента.	-	3
32.	Оценка риска появления отрицательных последствий облучения. Дозовые пределы облучения. Распределение доз облучения среди населения. Расчет приемлемости и обоснованности риска отрицательных последствий от	-	3

	применения ионизирующих излучений и ядерной энергии в практической деятельности человека. Категории облучаемых лиц и групп критических органов. Основные дозовые пределы. Допустимая мощность дозы облучения. Оценка риска облучения населения в малых дозах и концепция о беспороговом характере канцерогенных и генетических эффектов облучения. Надзор за радиоактивными загрязнениями окружающей среды.		
33.	Радиационные аварии. Медико-санитарные мероприятия, направленные на снижение их последствий. Профилактические мероприятия при разных уровнях радиационного загрязнения территорий, продуктов питания и радиационного воздействия на людей. Анализ радиационных аварий. Медико-социальные последствия аварии на ЧАЭС.	-	3
34.	Р/к №5 по теме: «Радиационная безопасность и последствия превышения ее допустимых значений».	-	3
ИТОГО часов:		54	51

#### 4.4. Тематический план семинаров – не предусмотрены

#### 4.5. Тематический план лабораторных работ, практикумов

Не предусмотрено.

#### 4.6. Занятия, проводимые в интерактивных формах

№	Название тем занятий	Интерактивные формы проведения занятий
1.	Занятие №3. Рентгеновское излучение	Интерактивная лекция (лекция-визуализация).
2.	Занятие №11. Патофизиология клетки	Патогенетически обоснованная интерпретация данных клинических и лабораторных исследований, дискуссия.
3.	Занятие №14. Острая и хроническая лучевая болезнь	Решение ситуационных задач, групповая дискуссия.
4.	Занятие №19. Анализ выживаемости клеток при различных условиях облучений	Интерактивная лекция (лекция-визуализация).
5.	Занятие №24. Теории формирования радиобиологических эффектов	Патогенетически обоснованная интерпретация теорий, дискуссия.
6.	Занятие №27. Понятие о радиоактивном заражении. Задачи, решаемые в рамках радиационной токсикологии.	Решение ситуационных задач, групповая дискуссия.

#### 4.7. План самостоятельной работы студентов

№	Наименование раздела учебной дисциплины	Содержание самостоятельной работы
1.	Естественные и искусственные источники радиоактивного излучения, их характеристика, применение в медицине.	Первичные и вторичные естественные источники радиоактивности. Радионуклиды, история открытия. Основные методы применения радионуклидов. Преимущества использования радионуклидов. Медицинские методы радиотерапии и радиодиагностики, их характеристика.
2.	Дозиметрия.	Основные понятия и особенности дозиметрии. Дозовые характеристики поглощения, экспозиционные дозы. Биологические дозовые характеристики. Количественная оценка биологического действия ионизирующего излучения. Дозиметрические приборы, их характеристика. Защита от ионизирующего излучения.
3.	Радиационные аварии.	Природный радиационный фон. Техногенные источники повышения радиационного фона. Нормы радиационной безопасности.
4.	Повреждения ДНК, вызванные ионизирующей радиацией.	Основные виды повреждений ДНК под влиянием УФ-, рентгеновского и $\gamma$ -излучения. Роль сенсорных молекул, участвующих в обнаружении радиационных повреждений ДНК. Роль белков-переносчиков, участвующих в передаче сигнала от сенсоров эффекторным белкам.
5.	Репарация радиационных повреждений ДНК. Судьба облучённых клеток	Основные механизмы блокировки клеточного цикла при радиационных повреждениях ДНК. Механизмы репарации повреждений азотистых оснований и нуклеотидов, одно- и двунитевых разрывов ДНК, вызванных ионизирующим излучением. Получить представление о дальнейшей судьбе облучённых клеток в случае невозможности устранения повреждений, вызванных действием радиации.
6.	Патофизиология клетки	Виды и причины повреждений и гибели клеток. Апоптоз и некроз. Повреждающее действие ионизирующей радиации. Действие ионизирующей радиации на клетки: обратимые и летальные изменения.
7.	Острая и хроническая лучевая болезнь	Костно-мозговая форма лучевой болезни, механизмы патогенеза различных фаз развития. Гематологические изменения и геморрагический синдром при развитии типичной формы острой лучевой болезни. Кишечная форма острой лучевой болезни, механизмы патогенеза. Токсемическая форма острой лучевой болезни, механизмы патогенеза. Церебральная форма острой лучевой болезни, механизмы патогенеза. Механизмы соматических и генетических отдаленных

		последствий облучения. Особенности радиационного канцерогенеза.
8.	Ионизирующее излучение, его биологическое, гигиеническое и экологическое значение.	Действие ионизирующей радиации на организм, этапы. Радиотоксичность. Биологические эффекты: детерминированные и стохастические. Закрытые и открытые источники ионизирующих излучений, используемые в медицине.
9.	Санитарно-гигиенические мероприятия в чрезвычайных ситуациях на радиационно опасных объектах.	Опасность предприятий ядерного цикла. Причины возникновения аварийной ситуации на АЭС. Распределение радиоактивных изотопов на местности в случае аварии на АЭС. Йодная профилактика. Отдалённые последствия.
10.	Анализ радиочувствительности клеток в культуре. Радиочувствительность ядра и цитоплазмы.	Самостоятельный анализ выживаемости клеток при действии излучений. Построение кривых доза-эффект. Определение параметров радиочувствительности.
11.	Оценки биологической эффективности (ОБЭ) разных типов ионизирующих излучений	Зависимость ОБЭ от условий облучения (доза облучения, мощность дозы, характер теста). Коэффициент качества излучений, связь его с линейной передачей энергии (ЛПЭ) заряженных частиц, формирующих дозы в биологической ткани.
12.	Модификация радиочувствительности. Кислородный эффект. Действие на клетки радиосенсибилизаторов и радиопротекторов.	Количественная оценка кислородного эффекта. Коэффициент кислородного усиления (ККУ). Связь ККУ с ЛПЭ излучений. Самостоятельный анализ кривых выживаемости клеток после гамма-облучения в воздушной среде и в условиях аноксии.
13.	Интегративные ответы клеток на радиационные воздействия. Летальные эффекты ионизирующей радиации.	Нарушение структуры и функции мембранных образований клетки. Классификация форм гибели клеток. Цитологические различия и биохимические индикаторы апоптоза и некроза клеток. Репродуктивная гибель клеток, методы ее идентификации и причины развития. Образование гигантских и полиплоидных клеток, их судьба.
14.	Радиационные синдромы. Клеточные механизмы их развития.	Радиационное поражение животных. Характеристика костно-мозгового, желудочно-кишечного синдромов и синдрома ЦНС.
15.	Тканевая радиочувствительность и причины различной радиочувствительности тканей.	Понятие о критических системах организма. Причины гибели животных, облученных в разных диапазонах доз.
16.	Поражение человека инкорпорированными радионуклидами. Понятие о радиоактивном заражении.	Факторы, определяющие дозу облучения, поглощенную при радиационном заражении. Пути поступления радионуклидов в организм, характер распределения и депонирования, пути выведения. Задачи, решаемые в рамках радиационной токсикологии.
17.	Биологическое действие инкорпорированных	Клиническая картина острого поражения инкорпорированными радионуклидами.

	радиоактивных веществ. Методы ограничения поступления радионуклидов в организм и ткани. Методы ускорения выведения радионуклидов.	Клиническая картина хронического поражения радиоактивным радием, стронцием, цезием, плутонием и суммой продуктов ядерного деления. Самостоятельный анализ активности щелочной фосфатазы в сыворотке крови лиц, облученных инкорпорированными радионуклидами.
18.	Отдаленные последствия облучения. Классификация отдаленных эффектов ионизирующей радиации.	Зависимость доза – эффект и патогенетические механизмы формирования отдаленных эффектов. Характеристика опухолевых и неопухолевых (гипо-апластических, склеротических процессов, дисгормональных состояний) отдаленных последствий. Современные представления о нарушениях иммунных процессов в облученном организме. канцерогенезе и генетических заболеваниях. Преждевременное старение и сокращение продолжительности жизни.
19.	Гигиеническое нормирование радиационных воздействий. Цель и задачи современной противорадиационной защиты. Масштабы радиационного воздействия на людей при использовании источников излучений в медицине.	Дать определение понятий МЗА (минимально значимая активность), МЗУА (удельная активность открытого источника ионизирующего излучения), ЭРОА (активность эквивалентная, равновесная, объемная). Понятие о взвешивающих коэффициентах, уровне вмешательства, уровне контроля, о предотвращаемой дозе, пределе дозы. Санитарные правила работы с радиоактивными веществами. Противолучевые защитные мероприятия. Самостоятельный расчет эквивалентной дозы в различных органах с учетом взвешивающего коэффициента.
20.	Расчет приемлемости и обоснованности риска отрицательных последствий от применения ионизирующих излучений и ядерной энергии в практической деятельности человека.	Категории облучаемых лиц и групп критических органов. Основные дозовые пределы. Допустимая мощность дозы облучения. Оценка риска облучения населения в малых дозах и концепция о беспороговом характере канцерогенных и генетических эффектов облучения. Надзор за радиоактивными загрязнениями окружающей среды.
21.	Радиационные аварии.	Медико-санитарные мероприятия, направленные на снижение их последствий. Профилактические мероприятия при разных уровнях радиационного загрязнения территорий, продуктов питания и радиационного воздействия на людей. Анализ радиационных аварий. Медико-социальные последствия аварии на ЧАЭС.

#### 4.8. Научно-исследовательская работа студентов (НИРС)

Примерная тематика НИРС:

1. Этапы развития радиобиологии.
2. Применение радионуклидов в радиодиагностике и радиотерапии.

3. Рентгенодиагностика и рентгенотерапия.
4. Принципы защиты от действия ионизирующих излучений и их характеристика.
5. Радиационные аварии.
6. Роль свободнорадикальных и перекисных реакций в патогенезе повреждений клеток. Апоптоз и некроз.
7. Этиология, патогенез и принципы терапии острой и хронической лучевой болезни
8. Регуляции и саморегуляции функциональных систем организма при воздействии на него ионизирующих излучений.
9. Анализ кривых выживаемости клеток при различных условиях облучений.
10. Модификации радиочувствительности клеток кислородом.
11. Действие радиосенсибилизаторов и радиопротекторов.
12. Анализ кривых выживаемости клеток после гамма-облучения в воздушной среде и в условиях аноксии.
13. Цитологические различия и биохимические индикаторы апоптоза и некроза клеток.
14. Факторы, определяющие дозу облучения, поглощенную при радиационном заражении.
15. Медико-социальные последствия аварии на ЧАЭС.

Формы НИРС:

1. Изучение специальной литературы и другой научно-практической информации по актуальным вопросам, сбор, обработка, анализ и систематизация полученных данных, написание и защита рефератов.
2. Участие в подготовке докладов, выступления с докладами на конференциях.

#### **4.9 Курсовые работы**

Не предусмотрены.

#### **5. Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

Учебно-методическое обеспечение образовательного процесса по дисциплине включает:

- методические указания для обучающихся;
- методические рекомендации для преподавателей;
- учебно-методические разработки для самостоятельной работы

обучающихся по дисциплине.

1. Особенности радиационного фона в Ярославле.
2. Лечение радионуклидами в онкологии.
3. Рентгенодиагностика.
4. Применение фосфоресценции в медицине.
5. Радионуклиды в грибах.
6. Проблемы и задачи радиационной генетики.
7. Устройство камеры Вильсона.
8. Влияние чернобыльского следа на радиационный фон в Ярославле.
9. Катастрофа на комбинате «Маяк» в 1957 году.
10. Операция «Снежок».
11. Тяжелая радиационная авария на АПЛ «К-19».
12. Красноярское хранилище отработанного ядерного топлива.
13. Трагедия на ускорителе нейтронов в подмосковном Протвино.
14. Семипалатинские учения 10 сентября 1956 года.

## **6. Библиотечно-информационное обеспечение**

### **6.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### **Основная литература:**

1. Джойнер, М. С. Основы клинической радиобиологии / М. С. Джойнер, О. Дж. ван дер Когель; пер. с англ. - 4-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2021. - 607 с. (Лучший зарубежный учебник) - ISBN 978-5-906828-29-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785906828293.html> (дата обращения: 02.11.2022). - Режим доступа : по подписке.
2. Ильин, Л. А. Актуальная радиобиология : курс лекций. Вып. 4 / Ильин Л. А. , Рождественский Л. М. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2019. (Серия "Высшая школа физики") - ISBN 978-5-383-01318-2. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013182.html> (дата обращения: 02.11.2022). - Режим доступа : по подписке
3. Ильин, Л. А. Радиационная гигиена / Л. А. Ильин, И. П. Коренков, Б. Я. Наркевич - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2017. - 416 с. - ISBN 978-5-9704-4111-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" :

- [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970441114.html> (дата обращения: 03.11.2022). - Режим доступа : по подписке.
4. Новицкий В.В., Патофизиология: учебник : в 2 т. / под ред. В. В. Новицкого, О. И. Уразовой. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. — Т. 1. — 896 с. : ил. ДОП. общий. — 896 с. — ISBN 978-5-9704-5721-4 — Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970457214.html>

### Дополнительная литература:

1. Артюхов, В. Г. Биофизика : учебник для вузов / Под ред. В. Г. Артюхова — Москва : Академический Проект, 2020. — 294 с. (Фундаментальный учебник) — ISBN 978-5-8291-3027-5. — Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента» : [сайт]. — URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785829130275.html> (дата обращения: 25.01.2022). — Режим доступа: по подписке
2. Безопасность жизнедеятельности, медицина катастроф : Т. 2 / под ред. Наркевича И. А. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2019. - 400 с. - ISBN 978-5-9704-4597-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970445976.html> (дата обращения: 02.11.2022). - Режим доступа : по подписке.
3. Гигиена с основами экологии человека /Под ред. Мельниченко П.И., М., ГЭОТАР-Медиа, 2013, 752 с.
4. Джойнер М.С., ван дер Когель О. Дж. Основы клинической радиобиологии. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 600 с.
5. Есауленко, И. Э. Медицинская физика. Курс лекций : учебное пособие / Есауленко И. Э. , Дорохов Е. В. [и др. ]. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2021. - 272 с. - ISBN 978-5-9704-6064-1. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970460641.html> (дата обращения: 02.11.2022). - Режим доступа : по подписке.
6. Исаханов А.Л., Кулибина О.В., Кулакова О.С. Ионизирующее излучение: экологическое, гигиеническое и биологическое значение. Учебное пособие по дисциплине Гигиена». Ярославль, ЯГМА, 2014, 27 с. [Электронный ресурс]. [http://gw.yma.ac.ru/elibrary/methodical\\_literature/ion\\_izl.pdf](http://gw.yma.ac.ru/elibrary/methodical_literature/ion_izl.pdf)



7. Исаханов А.Л., Гаврилова Ю.А., Соловьёв В.А. Санитарно-гигиенические мероприятия в чрезвычайных ситуациях на радиационно опасных объектах. Учебное пособие по дисциплине «Гигиена». Ярославль, ЯГМУ, 2018, 36 с. [Электронный ресурс]. [http://gw.yma.ac.ru/elibrary/methodical\\_literature/san\\_gig\\_mer.pdf](http://gw.yma.ac.ru/elibrary/methodical_literature/san_gig_mer.pdf)
8. Новицкий В.В., Гольдберг Е.Д., Уразова О.И. (ред.). Патофизиология. Москва, 2012, том 1.
9. Ремизов, А. Н. Медицинская и биологическая физика : учебник / А. Н. Ремизов. - 4-е изд. , испр. и перераб. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2022. - 656 с. - ISBN 978-5-9704-7012-1. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970470121.html> (дата обращения: 04.07.2022). - Режим доступа : по подписке.

## **6.2. Перечень информационных технологий:**

1. Электронная библиотечная система «Консультант студента» <https://www.studentlibrary.ru/>
2. База данных «Электронная коллекция учебных и учебно-методических материалов ЯГМУ» [http://lib.yma.ac.ru/buki\\_web/bk\\_cat\\_find.php](http://lib.yma.ac.ru/buki_web/bk_cat_find.php)

## **6.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины:**

1. Журнал «Радиология – Практика» <https://www.radp.ru/jour>
2. «Российский электронный журнал лучевой диагностики» <http://www.rejr.ru/>
3. Журнал «Радиация и риск» (Бюллетень национального радиационно-эпидемиологического регистра) <http://radiation-and-risk.com/>
4. Журнал «Вестник рентгенологии и радиологии» <https://www.russianradiology.ru/jour>