

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский  
университет имени Н.И. Пирогова»**

**Министерства здравоохранения Российской Федерации  
ФГАОУ ВО РНИМУ им Н.И.Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)**

**Институт биомедицины (МБФ)**

**УТВЕРЖДАЮ**

**Директор Института**

**Прохорчук Егор Борисович**

**Доктор биологических наук,  
Член-корреспондент  
Российской академии наук**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б.1.О.25 Общая и медицинская радиобиология  
для образовательной программы высшего образования - программы специалитета  
по специальности  
30.05.01 Медицинская биохимия  
направленность (профиль)  
Медицинская биохимия  
Год начала подготовки - 2023**

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.О.25 Общая и медицинская радиобиология (далее – рабочая программа дисциплины) является частью программы специалитета по специальности 30.05.01 Медицинская биохимия.

Направленность (профиль): Медицинская биохимия.

Форма обучения: очная.

Составители:

| №, п/п | Фамилия, Имя, Отчество      | Учёная степень, звание  | Должность                                                                                                       | Место работы                                                                |
|--------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 1      | Усенко Алексей Николаевич   | , канд. мед. наук       | доцент каф. молекулярной фармакологии и радиобиологии им. академика П.В. Сергеева Института биомедицины (МБФ)   | ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет) |
| 2      | Шимановский Николай Львович | д-р мед.наук, профессор | Зав. кафедрой молекулярной фармакологии и радиобиологии им. академика П.В. Сергеева Института биомедицины (МБФ) | ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет) |

Рабочая программа дисциплины рекомендована к утверждению рецензентами:

| № п/п | Фамилия, Имя, Отчество           | Учёная степень, звание        | Должность                                              | Место работы                                                 |
|-------|----------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 1     | Гусейн-Заде Намик Гусейнага Оглы | Д-р.физ.-мат. наук, профессор | Заведующий кафедрой физики Института биомедицины (МБФ) | ФГБУН Институт общей физики им. А. М. Прохорова РАН (ИОФРАН) |

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

«Кафедра молекулярной фармакологии и радиобиологии имени академика П.В.Сергеева МБФ»  
 протокол от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

**Зав. кафедрой**

Шимановский Николай Львович  
 Доктор медицинских наук, Член-корреспондент Российской академии наук

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена ученым советом

« \_\_\_\_\_ »  
 протокол от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ № \_\_\_\_\_

**Директор Института**

Прохорчук Егор Борисович  
 Доктор биологических наук,  
 Член-корреспондент  
 Российской академии наук

Нормативно-правовые основы разработки и реализации рабочей программы дисциплины:

1. Образовательный стандарт высшего образования ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Министерства здравоохранения Российской Федерации по уровню образования специалитет по специальности 30.05.01 Медицинская биохимия, утвержденный приказом от «29» мая 2020г. № 365 рук.
2. Устав и локальные нормативные акты Университета.
3. Общая характеристика образовательной программы.
4. Учебный план образовательной программы.

© федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

## **1. Общие положения**

### **1.1. Цель и задачи освоения дисциплины**

1.1.1. Цель: создание целостного представления о действии ионизирующих излучений на различные уровни организации живой материи; о возможностях использования ионизирующих излучений для решения задач медико-биологического характера.

1.1.2. Задачи, решаемые в ходе освоения дисциплины:

- Выработка у обучающихся навыков к самостоятельной аналитической, научно-исследовательской работе путем участия в решении отдельных научно-исследовательских задач,
- ознакомление обучающихся с принципами использования радионуклидов для диагностики и терапии
- Получение знаний в области физики ионизирующих излучений и механизмов их взаимодействия с веществом формирования
- Получение знаний о механизмах развития радиобиологических эффектов и способах управления радиочувствительностью биологических объектов,
- Приобретение навыков работы с открытыми и закрытыми источниками ионизирующих излучений, радиометрической и дозиметрической аппаратурой, используемых в решении задач биологической науки и практического применения в медицине, использования адекватных средств защиты от ионизирующих излучений
- Развитие способности распознавать и предупреждать лучевые поражения, прогнозировать отдаленные последствия лучевого воздействия;

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

Дисциплина «Общая и медицинская радиобиология» изучается в 9 семестре(ах) и относится к обязательной части Блока Б.1 «Дисциплины». Является обязательной дисциплиной.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 з.е.

Для успешного освоения настоящей дисциплины обучающиеся в рамках образовательной программы должны освоить следующие дисциплины и практики: Органическая химия; Биохимия; Оптика, атомная физика; Молекулярная фармакология; Общая и медицинская биофизика; Физиология; Иностранный язык; Общая морфология (анатомия, гистология, цитология); Физическая и коллоидная химия; Основы онкологии; Иммунология; Теория вероятности и математическая статистика; Общая и неорганическая химия; Биология; Основы молекулярной биологии; Общая патология: патологическая анатомия, патофизиология; Внутренние болезни; Молекулярная физиология; Частная морфология (анатомия человека, гистология); Функционирование геномов и генов; Практика по клеточной биологии; Биологическая практика; Практика по гистологии; Практика по биохимии.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного освоения дисциплин: Медицинская генетика; Лабораторная медицина: принципы и практика; Компьютерное конструирование лекарств.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного прохождения практик: Практика по оказанию первой помощи; Практика по клинической лабораторной диагностике; Преддипломная, НИР.

### 1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины

#### 9 семестр

| Код и наименование компетенции                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                                                                                          | Планируемые результаты освоения дисциплины                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>ОПК-1 Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественно-научные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности</b>                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| ОПК-1.ИД1 Применяет фундаментальные естественнонаучные знания для решения профессиональных задач                                                                                                                                                              | <b>Знать:</b> физические свойства ионизирующих и неионизирующих излучений, основные закономерности взаимодействия излучения с веществом и законы поглощения энергии излучения в различных средах и тканях животных; современные теории биологического действия ионизирующих и неионизирующих излучений;                                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Уметь:</b> анализировать радиобиологические явления, процессы (радиационное поражение структуры и функции биомолекул, клетки, органов, организма в целом) методы (радиометрия, дозиметрия)                                                                                                                                                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):</b> использования основных радиобиологических понятий; ведения дискуссии по темам общей и медицинской радиобиологии.                                                                                                                                                                                        |
| ОПК-1.ИД2 Применяет прикладные естественнонаучные знания для решения профессиональных задач.                                                                                                                                                                  | <b>Знать:</b> основные этапы и механизмы формирования радиобиологических эффектов на уровне биомолекул, клеток, тканей и организма в целом и факторы, определяющие радиочувствительность биологических объектов разного уровня организации; механизмы пострadiационного восстановления на уровне ДНК, клеток, тканей и организмов;                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Уметь:</b> анализировать биофизические, биохимические и физико-химические механизмы возникновения патологических процессов в клетках, тканях органах и организме в целом при воздействии ионизирующих и не ионизирующих излучений.                                                                                                                              |
|                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):</b> использования методологии оценки радиочувствительности биообъектов и эффективности действия радиопротекторов и радиосенсибилизаторов по параметрам кривой «доза-эффект»; навыками планирования и проведения биологического эксперимента с использованием радионуклидов                                  |
| ОПК-1.ИД3 Применяет фундаментальные медицинские знания для решения профессиональных задач.                                                                                                                                                                    | <b>Знать:</b> медико-социальные последствия радиационных аварий; биологические маркеры радиационных воздействий; составляющие природного и техногенного радиационного фона; принципы гигиенического нормирования радиационных воздействий и пределы доз облучения профессионалов и населения; основные принципы защиты от ионизирующих и неионизирующих излучений. |
|                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Уметь:</b> оценивать радиационную обстановку, принимать адекватные меры, направленные на уменьшение последствий вредного воздействия ионизирующей радиации на организм человека                                                                                                                                                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):</b> расчета лучевой нагрузки на организм и органы при внешнем и внутреннем облучении                                                                                                                                                                                                                        |
| ОПК-1.ИД4 Применяет прикладные медицинские знания для решения профессиональных задач.                                                                                                                                                                         | <b>Знать:</b> периоды и стадии формирования острой лучевой болезни (ОЛБ), биологическое действие инкорпорированных радионуклидов отдаленные последствия радиационных воздействий; особенности биологического действия облучения в малых дозах; основные принципы лечения лучевых поражений.                                                                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Уметь:</b> оценивать степень тяжести лучевого поражения человека по симптомам первичной общей реакции, длительности латентной фазы и динамики изменения форменных элементов крови                                                                                                                                                                               |
|                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):</b> комплексной оценки лучевого поражения человека, прогноза отдаленных последствий облучения, использования фармакологических средств для лечения основных пострadiационных синдромов                                                                                                                      |
| <b>ОПК-3 Способен использовать специализированное диагностическое и лечебное оборудование, применять медицинские изделия, лекарственные средства, клеточные продукты и генно-инженерные технологии, предусмотренные порядками оказания медицинской помощи</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

| Код и наименование компетенции                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                     | Планируемые результаты освоения дисциплины                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| ОПК-3.ИД1 Применяет диагностическое оборудование для решения профессиональных задач.                                                                     | <b>Знать:</b> принципы и методы регистрации ионизирующих излучений, правила безопасной работы с источниками ионизирующих излучений, основные дози- и радиометрические величины и их взаимосвязь                                                                                                                                       |
|                                                                                                                                                          | <b>Уметь:</b> проводить измерения дозы излучения и активности радионуклидного источника ионизирующего излучения.                                                                                                                                                                                                                      |
|                                                                                                                                                          | <b>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):</b> работы с закрытыми и открытыми источниками ионизирующих излучений; и приборами контроля радиационной обстановки.                                                                                                                                                           |
| ОПК-3.ИД3 Использует медицинские изделия, лекарственные средства, клеточные продукты и генноинженерные технологии в медицинских и научных исследованиях. | <b>Знать:</b> принципы и современные методы диагностики с использованием ионизирующих излучений; Радионуклиды и радиофармпрепараты, используемые в радионуклидной диагностике; методы лучевой терапии и радиобиологические принципы ее оптимизации; модификаторы радиобиологических эффектов (радиопротекторы и радиосенсибилизаторы) |
|                                                                                                                                                          | <b>Уметь:</b> объяснять особенности и область применения различных радионуклидных методов диагностики; дать обоснование использования различных видов ИИ в качестве радиотерапевтического фактора, объяснить принципы методов радиотерапии путей ее оптимизации;                                                                      |
|                                                                                                                                                          | <b>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):</b> навыками проведения лабораторной радиометрии с использованием РИА                                                                                                                                                                                                          |

## 2.Формы работы обучающихся, виды учебных занятий и их трудоёмкость

| Формы работы обучающихся / Виды учебных занятий / Формы промежуточной аттестации                              |                                        | Всего часов | Распределение часов по семестрам |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------|----------------------------------|
|                                                                                                               |                                        |             | 9                                |
| Учебные занятия                                                                                               |                                        |             |                                  |
| Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КРО), в т.ч.:                                      |                                        | 77          | 77                               |
| Лекционное занятие (ЛЗ)                                                                                       |                                        | 32          | 32                               |
| Лабораторно-практическое занятие (ЛПЗ)                                                                        |                                        | 36          | 36                               |
| Коллоквиум (К)                                                                                                |                                        | 9           | 9                                |
| Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.:                                                  |                                        | 64          | 64                               |
| Подготовка к учебным аудиторным занятиям                                                                      |                                        | 57          | 57                               |
| Иные виды самостоятельной работы (в т.ч. выполнение практических задании проектного, творческого и др. типов) |                                        | 7           | 7                                |
| Промежуточная аттестация:                                                                                     |                                        |             |                                  |
| Контактная работа обучающихся в ходе промежуточной аттестации (КРПА), в т.ч.:                                 |                                        | 3           | 3                                |
| Зачет (З)*                                                                                                    |                                        | 3           | 3                                |
| Общая трудоемкость дисциплины (ОТД)                                                                           | в часах: ОТД = КРО+СРО+КРПА+СРПА       | 144         | 144                              |
|                                                                                                               | в зачетных единицах: ОТД (в часах): 36 | 4 00        | 4 00                             |

\* Время для проведения промежуточной аттестации в форме зачёта выделяется в рамках контактной работы (ДВЗ) Проведение промежуточной аттестации в форме зачёта организуется в соответствии с расписанием занятий.

### 3. Содержание дисциплины

#### 3.1. Содержание разделов, тем дисциплины

##### 9 семестр

| № п /п                                           | Шифр компетенции                                                                | Наименование раздела, темы дисциплины   | Содержание раздела и темы в дидактических единицах                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 1. Физические основы радиобиологии</b> |                                                                                 |                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 1                                                | ОПК-1.ИД1,<br>ОПК-1.ИД2,<br>ОПК-1.ИД3,<br>ОПК-1.ИД4,<br>ОПК-3.ИД1,<br>ОПК-3.ИД3 | Тема 1. Физические основы радиобиологии | Содержание предмета радиобиологии. Цели, задачи, методы. Связь радиобиологии с ядерной физикой, общей биологией, цитологией, генетикой, биохимией, биофизикой, фармакологией, гигиеной и клиническими дисциплинами. Этапы развития радиобиологии. Роль отечественных ученых в развитии радиобиологии. Физические свойства ионизирующих излучений. Прямо и косвенноионизирующие излучения. Классификация излучений по физической природе. Суть явления радиоактивности и основные типы радиоактивных превращений ядер. Законы радиоактивного распада. Особенности взаимодействия ионизирующих излучений с веществом. Принципы физической защиты от ионизирующих излучений. Методы регистрации ионизирующих излучений (ионизационный, сцинтилляционный, химический и др.), применяемые в медико-биологических исследованиях. Дозиметрические и радиометрические величины, их взаимосвязь. Естественный радиационный фон Земли, его составляющие и величина. Дозовые нагрузки от различных составляющих природного радиационного фона. Антропогенное изменение радиационного фона. Искусственная радиоактивность. Технические устройства – источники ионизирующих излучений. |
| <b>Раздел 2. Общая радиобиология</b>             |                                                                                 |                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

| № п /п                                     | Шифр компетенции                                                  | Наименование раздела, темы дисциплины | Содержание раздела и темы в дидактических единицах                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                          | ОПК-1.ИД1,<br>ОПК-1.ИД2,<br>ОПК-1.ИД3,<br>ОПК-1.ИД4,<br>ОПК-3.ИД3 | Тема 1. Общая радиобиология           | <p>Особенности взаимодействия излучений с биологическим веществом. Энергетический парадокс в радиобиологии. Понятие относительной биологической эффективности. Понятие радиочувствительности. Прямое и косвенное действие ионизирующих излучений. Радиоллиз воды и водных растворов биомолекул. Основные продукты радиоллиза воды и их роль в инактивации биомолекул. Влияние на ход радиоллиза ЛПЭ излучений, мощности дозы, присутствия кислорода в облучаемой среде. Радиационно-химический выход продуктов радиоллиза воды. Уравнение Харта. Эффект Дейла. Вклад прямого и косвенного действия ионизирующих излучений в развитие радиобиологического эффекта. Радиационно-химические превращения основных биологических макромолекул: нуклеиновых кислот азотистых оснований, моносахаридов, нуклеозидов, нуклеотидов и нуклеиновых кислот, аминокислот и белков жирных кислот и фосфолипидов, порфиринов, гемов, гемопротеидов. Оценка радиочувствительности основных биомолекул по величине радиационно-химического выхода их повреждений. Генетические эффекты ионизирующей радиации. История развития радиационной генетики. Молекулярные основы радиационного мутагенеза. Механизмы репарации радиационных повреждений. Клеточные эффекты ионизирующей радиации. Задержка митоза. Зависимость продолжительности задержки митоза от дозы облучения и фазы клеточного цикла в период облучения. Нарушение структуры и функции мембранных компонентов клетки. Радиочувствительность мембран клетки: радиочувствительные участки в цитоплазматической мембране. Радиочувствительность ядра и цитоплазмы. Радиочувствительность клеток животных. Правило Бергонье и Трибондо. Анализ радиочувствительности клеток в культуре. Кривые доза-эффект. Параметры радиочувствительности, определяемые по кривым доза-эффект (<math>D_0</math>, <math>D_{37}</math>, <math>D_q</math>, <math>n</math>). Летальные эффекты ионизирующей радиации. Классификация форм гибели клеток. Радиочувствительность клеток на разных стадиях жизненного цикла. Модификация радиочувствительности клеток кислородом. Модификация радиобиологического ответа. Действие радиосенсибилизаторов и радиопротекторов. Радиационные синдромы. Характеристика костномозгового, желудочно-кишечного синдромов и синдрома ЦНС; клеточные механизмы их развития. Тканевая радиочувствительность и причины различной радиочувствительности тканей. Понятие о критических системах организма. Причины гибели животных, облученных в разных диапазонах доз. Острая лучевая болезнь (ОЛБ) при относительно равномерном облучении. Костномозговая форма ОЛБ. Периоды развития и клиническая картина фаз периода формирования костномозговой формы ОЛБ. Характеристика кишечной, токсической и церебральной формы ОЛБ. Объективные показатели тяжести ОЛБ и прогностические признаки исхода заболевания. Принципы лечения ОЛБ. Поражение человека инкорпорированными радионуклидами. Пути поступления радионуклидов в организм, характер распределения и депонирования, пути выведения. Методы ограничения поступления радионуклидов в организм и ткани и методы ускорения выведения радионуклидов. Отдаленные последствия облучения. Классификация отдаленных эффектов ионизирующей радиации. Действие ионизирующей радиации на эмбрион и плод. Биологические эффекты малых доз радиационных воздействий.</p> |
| <b>Раздел 3. Медицинская радиобиология</b> |                                                                   |                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

| № п /п | Шифр компетенции                                                                | Наименование раздела, темы дисциплины | Содержание раздела и темы в дидактических единицах                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | ОПК-1.ИД1,<br>ОПК-1.ИД2,<br>ОПК-1.ИД3,<br>ОПК-1.ИД4,<br>ОПК-3.ИД1,<br>ОПК-3.ИД3 | Тема 1. Медицинская радиобиология     | Радиоиндикаторный метод. Принцип метода и сфера применения. Преимущество перед другими методами исследования биологических процессов. Основные предпосылки надежности метода в анализе результатов. Метод двойной изотопной метки. Физические характеристики радионуклидных "меток" Радионуклидная диагностика. Методы современной радионуклидной диагностики. Преимущества радионуклидной диагностики перед другими методами. Расчет лучевых нагрузок на орган и организм в целом при введении радиофармпрепаратов. Организация работы радиологической лаборатории. Санитарно-гигиенические требования к радиологической лаборатории в зависимости от класса работ. Современные методы лучевой терапии опухолей. Дистанционная, внутритканевая, внутритканевая, аппликационная терапия. Характеристика радионуклидов как источников излучения в радиотерапии. Применение рентгено- и гамма-установок, медицинских ускорителей, нейтронных источников. Перспективы использования тяжелых ядерных частиц и нейтронзахватной терапии в лечении онкологических заболеваний. Пути оптимизации лучевой терапии. Проблема управления лучевыми реакциями нормальных и опухолевых тканей. Фракционирование дозы облучения, кинетика репопуляции при фракционированном облучении. Понятие о реоксигенации опухоли. Выбор оптимальных режимов фракционирования. Применение радиосенсибилизаторов для преодоления радиоустойчивости гипоксической фракции опухолевых клеток. Гипертермия и гипергликемия в лучевой терапии. Защита здоровых тканей путем создания умеренной гипоксии во время облучения (дыхание ГГС); избирательное действие ГГС на нормальные ткани. Применение радиопротекторов. Радиопротекторы, их классификация и химическая структура. Критерии защитного действия радиопротекторов. Фактор изменения дозы (ФИД). Радиационные аварии. Анализ крупных радиационных аварий. Медико-социальные последствия аварии на ЧАЭС. Медико-санитарные мероприятия, направленные на снижение последствий радиационных аварий. Принципы установления предельных уровней облучения. Дозовые пределы облучения. Категории облучаемых лиц и групп критических органов. Биологические маркеры лучевого поражения. Неионизирующие излучения и их использование в медицинской практике. |

### 3.2. Перечень разделов, тем дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися

Разделы и темы дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися в программе не предусмотрены.

#### 4. Тематический план контактной работы обучающихся с преподавателем при проведении занятий

| № п/п                                            | Виды учебных занятий* | Период обучения (семестр). Порядковые номера и наименования разделов (при наличии), тем, учебных занятий | Количество часов контактной работы | Виды текущего контроля успеваемости** | Формы проведения текущего контроля успеваемости*** |    |    |    |    |
|--------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------|----|----|----|----|
|                                                  |                       |                                                                                                          |                                    |                                       | КП                                                 | ОУ | ОП | ОК | РЗ |
| 1                                                | 2                     | 3                                                                                                        | 4                                  | 5                                     | 6                                                  | 7  | 8  | 9  | 10 |
| <b>9 семестр</b>                                 |                       |                                                                                                          |                                    |                                       |                                                    |    |    |    |    |
| <b>Раздел 1. Физические основы радиобиологии</b> |                       |                                                                                                          |                                    |                                       |                                                    |    |    |    |    |
| <b>Тема 1. Физические основы радиобиологии</b>   |                       |                                                                                                          |                                    |                                       |                                                    |    |    |    |    |
| 1                                                | ЛЗ                    | Введение в предмет. Ионизирующие излучения, их свойства и механизмы возникновения.                       | 2                                  | Д                                     | 1                                                  |    |    | 1  | 1  |
| 2                                                | ЛПЗ                   | Радиоактивность Типы радиоактивных превращений                                                           | 3                                  | Т                                     | 1                                                  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 3                                                | ЛЗ                    | Механизмы взаимодействия излучений с веществом.                                                          | 2                                  | Д                                     | 1                                                  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 4                                                | ЛПЗ                   | Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом.                                                       | 3                                  | Т                                     | 1                                                  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 5                                                | ЛЗ                    | Принципы и методы регистрации ионизирующих излучений.                                                    | 2                                  | Д                                     | 1                                                  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 6                                                | ЛПЗ                   | Природные и искусственные источники ионизирующих излучений                                               | 3                                  | Т                                     | 1                                                  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 7                                                | ЛЗ                    | Ионизационный и сцинтилляционный методы регистрации ИИ                                                   | 2                                  | Д                                     | 1                                                  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 8                                                | ЛПЗ                   | Дозиметрия и радиометрия ионизирующих излучений                                                          | 3                                  | Т                                     | 1                                                  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 9                                                | К                     | Текущий рубежный (модульный) контроль №1 «Физические основы радиобиологии»                               | 3                                  | Р                                     | 1                                                  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| <b>Раздел 2. Общая радиобиология</b>             |                       |                                                                                                          |                                    |                                       |                                                    |    |    |    |    |
| <b>Тема 1. Общая радиобиология</b>               |                       |                                                                                                          |                                    |                                       |                                                    |    |    |    |    |
| 10                                               | ЛЗ                    | Особенности взаимодействия ИИ с биологическим веществом.                                                 | 2                                  | Д                                     | 1                                                  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 11                                               | ЛПЗ                   | Первичные радиобиологические процессы.                                                                   | 3                                  | Т                                     | 1                                                  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 12                                               | ЛЗ                    | Молекулярная радиобиология.                                                                              | 2                                  | Д                                     | 1                                                  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 13                                               | ЛПЗ                   | Радиационно-генетические эффекты                                                                         | 3                                  | Т                                     | 1                                                  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 14                                               | ЛЗ                    | Радиочувствительность                                                                                    | 2                                  | Д                                     | 1                                                  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 15                                               | ЛПЗ                   | Клеточные эффекты ионизирующей радиации. Анализ кривых «доза-эффект».                                    | 3                                  | Т                                     | 1                                                  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 16                                               | ЛЗ                    | Основные радиационные синдромы и клеточные механизмы их формирования.                                    | 2                                  | Д                                     | 1                                                  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 17                                               | ЛПЗ                   | Острая лучевая болезнь, дифференциальная диагностика.                                                    | 3                                  | Т                                     | 1                                                  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 18                                               | ЛЗ                    | Принципы лечения ОЛБ                                                                                     | 2                                  | Д                                     | 1                                                  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 19                                               | ЛПЗ                   | Биологическое действие инкорпорированных радионуклидов                                                   | 3                                  | Т                                     | 1                                                  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 20                                               | ЛЗ                    | Эффекты малых доз ИИ. Отдалённые последствия облучения                                                   | 2                                  | Д                                     | 1                                                  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 21                                               | К                     | Текущий рубежный (модульный) контроль №2 «Общая радиобиология»                                           | 3                                  | Р                                     | 1                                                  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| <b>Раздел 3. Медицинская радиобиология</b>       |                       |                                                                                                          |                                    |                                       |                                                    |    |    |    |    |
| <b>Тема 1. Медицинская радиобиология</b>         |                       |                                                                                                          |                                    |                                       |                                                    |    |    |    |    |
| 22                                               | ЛЗ                    | Радионуклидные методы исследований в биологии.                                                           | 2                                  | Д                                     | 1                                                  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 23                                               | ЛЗ                    | Радиоиндикаторный метод в медицине: радиодиагностика                                                     | 2                                  | Д                                     | 1                                                  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 24                                               | ЛПЗ                   | Современные методы радиодиагностики                                                                      | 3                                  | Т                                     | 1                                                  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 25                                               | ЛЗ                    | Современные методы лучевой терапии.                                                                      | 2                                  | Д                                     | 1                                                  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 26                                               | ЛПЗ                   | Радиотерапия                                                                                             | 3                                  | Т                                     | 1                                                  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 27                                               | ЛЗ                    | Фармхимзащита от радиационного поражения.                                                                | 2                                  | Д                                     | 1                                                  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 28                                               | ЛПЗ                   | Радиобиологические принципы и методы оптимизации лучевой терапии                                         | 3                                  | Т                                     | 1                                                  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 29                                               | ЛЗ                    | Нормирование радиационных воздействий.                                                                   | 2                                  | Д                                     | 1                                                  | 1  | 1  | 1  | 1  |

| №<br>п<br>/п | Виды<br>учебных<br>занятий* | Период обучения (семестр). Порядковые номера<br>и наименования разделов (при наличии), тем,<br>учебных занятий | Количество<br>часов<br>контактной<br>работы | Виды текущего<br>контроля<br>успеваемости** | Формы проведения<br>текущего контроля<br>успеваемости*** |    |    |    |    |
|--------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----|----|----|----|
|              |                             |                                                                                                                |                                             |                                             | КП                                                       | ОУ | ОП | ОК | РЗ |
| 1            | 2                           | 3                                                                                                              | 4                                           | 5                                           | 6                                                        | 7  | 8  | 9  | 10 |
| 30           | ЛЗ                          | Биологические маркеры лучевого воздействия.                                                                    | 2                                           | Д                                           | 1                                                        | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 31           | К                           | Текущий рубежный (модульный) контроль №3<br>«Медицинская радиобиология»                                        | 3                                           | Р                                           | 1                                                        | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 32           | З                           | Зачетное занятие                                                                                               | 3                                           | ПА                                          |                                                          |    |    | 1  | 1  |
|              |                             | <b>Всего в семестре</b>                                                                                        | 80                                          |                                             | 31                                                       | 30 | 30 | 31 | 31 |
|              |                             | <b>Всего по дисциплине</b>                                                                                     | 80                                          |                                             | 31                                                       | 30 | 30 | 31 | 31 |

(\*, \*\*, \*\*\* смотри условные обозначения)

### Условные обозначения

#### Виды учебных занятий\*

| Виды учебных занятий             | Сокращённое наименование |     |
|----------------------------------|--------------------------|-----|
| Лекционное занятие               | Лекция                   | ЛЗ  |
| Лабораторно-практическое занятие | Лабораторно-практическое | ЛПЗ |
| Коллоквиум                       | Коллоквиум               | К   |

#### Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)\*\*

| Виды текущего контроля<br>успеваемости (ВТК) | Сокращённое<br>наименование |   | Содержание                                                                                                        |
|----------------------------------------------|-----------------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Текущий дисциплинирующий контроль            | Дисциплинирующий            | Д | Контроль посещаемости занятий обучающимся                                                                         |
| Текущий тематический контроль                | Тематический                | Т | Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по теме занятия                      |
| Текущий рубежный контроль                    | Рубежный                    | Р | Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по теме (разделу, модулю) дисциплины |

#### Формы проведения текущего контроля успеваемости обучающихся \*\*\*

| № | Формы проведения текущего контроля<br>успеваемости обучающихся (ФПТКУ) | Техническое и<br>сокращённое<br>наименование |    | Возможность проведения текущего<br>контроля успеваемости по видам<br>контроля |   |   |
|---|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------|---|---|
|   |                                                                        |                                              |    | Д                                                                             | Т | Р |
| 1 | Контроль присутствия                                                   | Присутствие                                  | КП | +                                                                             |   |   |
| 2 | Опрос устный                                                           | Опрос устный                                 | ОУ |                                                                               | + |   |
| 3 | Опрос письменный                                                       | Опрос письменный                             | ОП |                                                                               | + |   |
| 4 | Опрос комбинированный                                                  | Опрос<br>комбинированный                     | ОК |                                                                               |   | + |
| 5 | Решение практической (ситуационной)<br>задачи                          | Практическая<br>задача                       | РЗ |                                                                               | + |   |

## 5. Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине

### Оценочные средства промежуточной аттестации

#### 5.1. Формы промежуточной аттестации

| Семестр   | Форма промежуточной аттестации**** | Форма проведения промежуточной аттестации                         |
|-----------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 1         | 2                                  | 3                                                                 |
| 9 семестр | Зачет                              | Опрос комбинированный, Решение практической (ситуационной) задачи |

#### Условные обозначения \*\*\*\*

| Формы промежуточной аттестации | Сокращённое наименование |
|--------------------------------|--------------------------|
| Зачет                          | Зачет 3                  |

## 6. Структура рейтинга по дисциплине

**6.1. Обучающийся имеет право пройти промежуточную аттестацию по дисциплине или её части на основании рейтинга успеваемости обучающегося и результатов прохождения текущего рубежного контроля по дисциплине в соответствующем семестре.**

**6.2. Критерии, показатели проведения текущего контроля успеваемости с использованием балльно-рейтинговой системы (по семестрам и формам промежуточной аттестации)**

Рейтинг по дисциплине рассчитывается по результатам текущей успеваемости обучающегося. Тип контроля по всем формам контроля дифференцированный, выставляются оценки по шкале: "неудовлетворительно", "удовлетворительно", "хорошо", "отлично". Исходя из соотношения и количества контролей, рассчитываются рейтинговые баллы, соответствующие системе дифференцированного контроля.

### 9 семестр

| Виды занятий                          |     | Формы проведения текущего контроля успеваемости |    | Кол-во контролей | Макс. кол-во баллов | Соответствие оценок рейтинговым баллам |     |      |      |        |
|---------------------------------------|-----|-------------------------------------------------|----|------------------|---------------------|----------------------------------------|-----|------|------|--------|
|                                       |     |                                                 |    |                  |                     | ТК                                     | ВТК | Отл. | Хор. | Удовл. |
| Лабораторно-практическое занятие      | ЛПЗ | Опрос устный                                    | ОУ | 12               | 132                 | В                                      | Т   | 11   | 7    | 4      |
|                                       |     | Опрос письменный                                | ОП | 12               | 132                 | В                                      | Т   | 11   | 7    | 4      |
|                                       |     | Решение практической (ситуационной) задачи      | РЗ | 5                | 55                  | В                                      | Т   | 11   | 7    | 4      |
| Коллоквиум                            | К   | Опрос комбинированный                           | ОК | 3                | 702                 | В                                      | Р   | 234  | 156  | 78     |
| Сумма баллов по дисциплине за семестр |     |                                                 |    |                  | 1021                |                                        |     |      |      |        |

**Критерии выставления оценок при прохождении промежуточной аттестации в форме зачета (на основании рейтинга успеваемости обучающегося и результатов прохождения текущего рубежного контроля по дисциплине (модулю) или её части в семестре)**

### 9 семестр

| Шкала оценивания | Критерии выставления оценки                                                                                                                                                                                       |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| «зачтено»        | Рейтинговый балл — не менее 60 % (не менее 600 баллов)<br>и<br>Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного контроля в семестре                                         |
| «не зачтено»     | Рейтинговый балл — менее 60 % (менее 600 баллов)<br>и/или<br>Получение оценки ниже «удовлетворительно» за прохождение хотя бы одного текущего рубежного контроля в семестре или не прохождение рубежного контроля |

## **7. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

### **9 семестр**

#### **Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации в форме зачёта**

1. Радиобиология как наука. Этапы развития. Достижения радиобиологии и их практическое значение.
2. Радиоактивность. Типы радиоактивных превращений ядер. Единицы измерения радиоактивности. Радионуклиды, используемые в биологии и медицине.
3. Ионизирующие излучения: классификации и физические характеристики. Принципы защиты от ионизирующих излучений. Использование в медицине.
4. Прямоионизирующие излучения: физические свойства, спектры, источники, особенности взаимодействия с веществом. Особенности физической защиты.
5. Косвеноионизирующие излучения: физические свойства, спектры, источники, особенности взаимодействия с веществом. Особенности физической защиты.
6. Принципы и методы регистрации ионизирующих излучений. Основные понятия и единицы, используемые в практике регистрации ионизирующих излучений.
7. Ионизационный и сцинтилляционный методы регистрации ионизирующих излучений.
8. Естественный радиационный фон Земли, его составляющие и величина. Внутреннее и внешнее облучение.
9. Искусственные источники ионизирующих излучений и их использование в медицинской практике.
10. Особенности взаимодействия ионизирующих излучений с биологическим веществом. Основной радиобиологический парадокс. Понятия радиочувствительности, ЛПЭ, ОБЭ. Этапы становления радиобиологических эффектов
11. Прямое и косвенное действие ионизирующей радиации. Роль и механизм непрямого действия в инактивации биомолекул. Эффект Дейла.
12. Радиационное поражение биологически важных молекул (белков, липидов, углеводов азотистых оснований). Критерий радиопоражаемости.
13. Радиационно-химические изменения ДНК-ДНП. Генетические эффекты ионизирующей радиации. Основные положения радиационной генетики. Молекулярные механизмы радиационного мутагенеза.
14. Радиочувствительность клеток. Критерии и методы оценки радиочувствительности. Правило Бергонье и Трибондо. Кислородный эффект. Модификация радиобиологического эффекта
15. Радиационная гибель клеток (формы, механизмы гибели). Кривые выживания, параметры кривой «доза-эффект». Кривые выживания при разных условиях облучения.
16. Острая лучевая болезнь человека. Клеточные механизмы развития. Клинические формы и степени тяжести. Принципы лечения.
17. Радиационное поражение инкорпорированными радионуклидами. Методы ограничения поступления радионуклидов во внутреннюю среду организма.
18. Отдаленные последствия облучения. Классификация, характеристика, механизмы формирования отдаленных эффектов.
19. Эффекты малых доз ионизирующих излучений.
20. Радиоиндикаторные методы в биологических исследованиях. Характеристика часто применяемых радионуклидных “меток”.
21. Методы радионуклидной диагностики
22. Радионуклиды и радиофармпрепараты для радиодиагностики и радиотерапии.
23. Методы радиотерапии. Современные технологии, используемые в радиотерапии.
24. Радиопротекторы. Классификация. Критерии защитного эффекта. Механизмы реализации защитного эффекта.
25. Радиобиологические принципы оптимизации лучевой терапии
26. Предельно допустимые дозы облучения. Научные принципы их регламентации.

27. Радиационные аварии. Международная шкала ядерных событий. Медико-санитарные мероприятия, направленные на снижение последствий радиационных аварий.
28. Неионизирующие излучения, их использование в медицинской практике.
29. Биологические маркеры лучевого поражения.

## **8. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины**

### **Методические указания для самостоятельной работы студентов (СРС)**

подготовку к практическим занятиям и включает изучение специальной литературы по теме (рекомендованные учебники, методические пособия, желательно также ознакомление с материалами, опубликованными в монографиях, специализированных журналах, на рекомендованных медицинских сайтах). Работа с учебной литературой рассматривается как вид учебной работы по дисциплине и выполняется в пределах часов, отводимых на её изучение. Самостоятельная работа с литературой, формирует способность анализировать медицинские и социальные проблемы, умение использовать на практике естественно - научных, медико-биологических и клинических наук в различных видах профессиональной и социальной деятельности

Различные виды учебной работы, включая самостоятельную работу студента, способствуют овладению культурой мышления, письменной и устной речи; развитию способности логически правильно оформить результаты работы; формированию системного подхода к анализу медицинской информации, восприятию инноваций; формируют способность и готовность

## 9. Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение дисциплины

### 9.1. Перечень литературы по дисциплине:

| № п/п | Наименование, автор, год и место издания                                                                                                               | Рекомендуется при изучении разделов дисциплины                                      | Количество экземпляров в библиотеке | Электронный адрес ресурса                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | 2                                                                                                                                                      | 3                                                                                   | 4                                   | 5                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 1     | Радиационные медицинские технологии: учебное пособие, Кулаков В. Н., 2024 - 2025                                                                       | Общая радиобиология<br>Физические основы радиобиологии<br>Медицинская радиобиология | 0                                   | <a href="https://rsmu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=190381.pdf&amp;show=dcatalogues/1/4367/190381.pdf&amp;view=true">https://rsmu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=190381.pdf&amp;show=dcatalogues/1/4367/190381.pdf&amp;view=true</a> |
| 2     | Основы радиобиологии и радиационной медицины: [учебное пособие для высшего профессионального образования], Гребенюк А. Н., 2024 - 2025                 | Общая радиобиология                                                                 | 100                                 |                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 3     | Радиобиология человека и животных: [учебное пособие для медицинских и биологических специальностей вузов], Ярмоненко С. П., Вайнсон А. А., 2024 - 2025 | Общая радиобиология<br>Физические основы радиобиологии<br>Медицинская радиобиология | 117                                 |                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 4     | Лучевая диагностика и терапия: [учебник для вузов], Терновой С. К., Сеницын В. Е., 2024 - 2025                                                         | Медицинская радиобиология                                                           | 2                                   |                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 5     | Радиационная биофизика: сверхнизкочастотные электромагнитные излучения: учебник, Кудряшов Ю. Б., Рубин А. Б., 2024 - 2025                              | Медицинская радиобиология                                                           | 0                                   | <a href="https://e.lanbook.com/book/59635">https://e.lanbook.com/book/59635</a>                                                                                                                                                                             |
| 6     | Основы клинической радиобиологии, Джойнер М. С., Ван дер Когель О. Дж., 2024 - 2025                                                                    | Общая радиобиология<br>Физические основы радиобиологии<br>Медицинская радиобиология | 0                                   | <a href="https://rsmu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=112bn.pdf&amp;show=dcatalogues/1/5083/112bn.pdf&amp;view=true">https://rsmu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=112bn.pdf&amp;show=dcatalogues/1/5083/112bn.pdf&amp;view=true</a>     |
| 7     | Молекулярная радиобиология: действие ионизирующих излучений на элементарные биологические объекты, Дертингер Г., Юнг Х., 2024 - 2025                   | Общая радиобиология                                                                 | 43                                  |                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 8     | Клиническая радиобиология, Ярмоненко С. П., Коноплянников А. Г., Вайнсон А. А., 2024 - 2025                                                            | Медицинская радиобиология                                                           | 8                                   |                                                                                                                                                                                                                                                             |

### 9.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», в том числе профессиональных баз данных, необходимых для освоения дисциплины

1. <https://rucml.ru> <http://www.elibrary.ru> [www.studmedlib.ru](http://www.studmedlib.ru) <http://www.maik.ru/ru/journal/radbio> <http://www.medlinks.ru> <http://www.books-up.ru> <http://www.studmed.ru>

### 9.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при наличии)

1. MS Windows в редакциях: 7 Pro, 10 Pro, 11 Pro (x86, x64) – лицензия бессрочно
2. MS Office в редакциях: «Standard», «Professional Plus» (2013, 2016, 2019, 2021(x86, x64)) – лицензия бессрочно
3. MS Visio в редакциях: «Professional» (2013, 2016, 2019, 2021(x86, x64)) – лицензия бессрочно
4. Astra Linux Special Edition, вариант лицензирования «Орел», РУСБ.10015-10 – лицензия бессрочно
5. Adobe Acrobat Reader – свободно распространяемое ПО
6. Гарант (справочная правовая система) – лицензия до 31.07.2027
7. FastStone Image Viewer – свободно распространяемое ПО
8. Яндекс Браузер для организаций – свободно распространяемое ПО

9. Платформа «1С:Предприятие 8», конфигурации «1С:Документооборот государственного учреждения», «1С:Университет ПРОФ», «1С:Медицина» – лицензия бессрочно
10. Единая цифровая образовательная среда РНИМУ им. Н.И. Пирогова – собственная разработка РНИМУ
11. МТС Линк платформа для проведения вебинаров – лицензия до 04.07.2027 г.
12. Антивирус Kaspersky endpoint Security – лицензия до 19.09.2027 г.
13. Архиватор 7-Zip – свободно распространяемое ПО
14. Платформа «Kinescore» - лицензия до 11.03.2027 г.
15. Система управления обучением (LMS) – лицензия бессрочная
16. Ubuntu – свободно распространяемое ПО (ОС с открытым исходным кодом)
17. Debian – свободно распространяемое ПО (ОС с открытым исходным кодом)

#### 9.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), как на территории Университета, так и вне ее.

Электронная информационно-образовательная среда университета обеспечивает:

- доступ к учебному плану, рабочей программе дисциплины, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочей программе дисциплины;

- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы.

Университет располагает следующими видами помещений и оборудования для материально-технического обеспечения образовательной деятельности для реализации образовательной программы дисциплины:

| №<br>п<br>/п | Наименование оборудованных учебных аудиторий                                                                                                                                                                                   | Перечень специализированной мебели, технических средств обучения                                                                                                           |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1            | Аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оборудованная мультимедийными и иными средствами обучения | Ноутбук , Проектор мультимедийный , Экран для проектора , Дозиметрическая аппаратура , Компьютерная техника с возможностью подключения к сети “Интернет”                   |
| 2            | Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации             | Учебная мебель (столы, стулья), компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду |
| 3            | Учебная аудитория для проведения промежуточной аттестации                                                                                                                                                                      | Учебная мебель (столы и стулья для обучающихся), стол, стул преподавателя, персональный компьютер; набор демонстрационного оборудования (проектор, экран, колонки)         |

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения (состав определяется в рабочей программе дисциплины и подлежит обновлению при необходимости). Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных в рабочей программе дисциплины, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину.

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочей программе дисциплины и подлежит обновлению (при необходимости).

Обучающиеся из числа инвалидов обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.