

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный  
университет им. Н.И. Лобачевского»**

Институт биологии и биомедицины

---

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

протокол № 13 от 30.11.2022 г.

## **Рабочая программа дисциплины (модуля)**

### **Физические методы медицинской диагностики**

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

Бакалавриат

---

Направление подготовки / специальность

03.03.02 - Физика

---

Направленность образовательной программы

Медицинская физика

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2023 год начала подготовки

## 1. Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «Физические методы медицинской диагностики» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины, модули» ООП по специальности 03.03.02 «Физика».

Студенты к моменту освоения дисциплины «Общая и медицинская радиобиология», согласно ФГОС ВО, ознакомлены с основными теоретическими понятиями и прикладными знаниями, полученными в рамках изучения дисциплин: физика, общая биофизика, молекулярная биофизика и медицинская биофизика.

**Целью освоения дисциплины является:**

формирование представлений о теоретических основах действия различных видов ионизирующего излучения на живые организмы и основных методах радиационной биофизики.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-3: Способен проводить научные исследования с помощью современной приборной базы, сложного физического оборудования и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	Демонстрация способности проводить научные исследования с помощью современной приборной базы, сложного физического оборудования и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	ПК-3.1: Знание фундаментальных законов функционирования современной приборной базы, сложного физического оборудования ПК-3.2: Умение проводить исследования с помощью современной приборной базы, сложного физического оборудования ПК-3.3: Владение навыками применения современной приборной базы, сложного физического оборудования	вопросы	Зачет: Контрольные вопросы
ПК-4: Способен применять профессиональные знания, осуществлять выбор необходимых научных методов исследований для решения задач проектной и инновационной деятельности	Демонстрация способности применять профессиональные знания, осуществлять выбор необходимых научных методов исследований для решения задач проектной и инновационной деятельности	ПК-4.1: Знание научных методов исследований для решения задач проектной и инновационной деятельности ПК-3.2: Умение осуществлять выбор необходимых научных методов исследований для решения задач проектной и инновационной деятельности ПК-3.3: Владение навыками применения научных методов исследований для решения задач проектной и	вопросы	Зачет: Контрольные вопросы

		инновационной деятельности		
--	--	----------------------------	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная</b>
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>2</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>72</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>26</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	
- КСР	<b>2</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>45</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>зачет</b>

#### 3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля)	Всего (часы)	В том числе					
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них					Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа		Всего	
Тема 1 Введение. Основы радиационных исследований.		4	2			6	2
Тема 2 Прямое действие ионизирующих излучений на макромолекулы		10	20			30	6
Тема 3 Непрямое действие ионизирующих излучений на макромолекулы		10	20			30	6
Тема 4 Действие ионизирующего излучения на клетку		10	20			30	6
Тема 5 Действие ионизирующей радиации на организм		10	20			30	6
Тема 6 Биологические эффекты малых доз радиации		10	20			30	6
Тема 7 Модификация радиочувствительности		10	10			20	5
Итого		64	112			176	37

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках семинарских занятий. Промежуточная аттестация осуществляется на зачете и экзамене.

## 2. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

*Виды самостоятельной работы студентов в рамках освоения дисциплины:*

- изучение понятийного аппарата и проработка тем дисциплины;
- работа с основной и дополнительной литературой дома и в библиотеке;
- изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет
- подготовка к устному опросу на семинарских занятиях;
- подготовка к тестам;
- подготовка к зачету и экзамену

### Методические указания по подготовке студентов к текущему и промежуточному контролю по дисциплине «Общая и медицинская радиобиология»

#### Подготовка к устному опросу, тестированию

Все перечисленные виды самостоятельной работы представляют собой систему заданий, позволяющих оценить уровень знаний по основным разделам, темам, проблемам дисциплины, а также умений обучающегося синтезировать материал предшествующих дисциплин.

При подготовке к ним студенту необходимо:

- 1) ознакомиться с соответствующей темой программы изучаемой дисциплины;
- 2) изучить рекомендованную учебно-методическую литературу по данной теме;
- 4) тщательно изучить лекционный материал;
- 5) повторить материалы предшествующих дисциплин.

#### Подготовка к зачету, экзамену

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проходит в форме **зачета и экзамена**. Подготовка к зачету и экзамену является концентрированной систематизацией всех полученных знаний по дисциплине «Общая и медицинская радиобиология».

В начале семестра рекомендуется внимательно изучить перечень вопросов к зачету и экзамену по данной дисциплине, а также использовать в процессе обучения программу, другие методические материалы, разработанные кафедрой по данной дисциплине. Это позволит в процессе изучения тем сформировать более правильное и обобщенное видение студентом существа того или иного вопроса за счет:

- а) уточняющих вопросов преподавателю;
- б) подготовки докладов по отдельным темам;
- в) самостоятельного уточнения вопросов на смежных дисциплинах;
- г) углубленного изучения вопросов темы по учебным пособиям.

## 3. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

### К Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
	Отсутствие минимальных умений. Невозмож-	При решении стандартных задач не продемонстриро-	Продемонстрированы основные умения. Ре-	Продемонстрированы все основные умения. Ре-	Продемонстрированы все основные умения. Решены	Продемонстрированы все основные умения, ре-	Продемонстрированы все основные умения, ре-

<u>Умения</u>	ность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	ваны основные умения. Имели место грубые ошибки.	шены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	шены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	шены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	шены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
	<b>превосходно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
<b>зачтено</b>	<b>отлично</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	<b>очень хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	<b>хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	<b>удовлетворительно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
<b>не зачтено</b>	<b>неудовлетворительно</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	<b>плохо</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

### 5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

#### Вопросы к контрольной работе:

1. Прямое действие ионизирующего излучения: природа первичных физических процессов, приводящих к инактивации молекул. Особенности взаимодействия с веществом альфа, бэта и гамма-излучения, нейтронов.

2. Физико-химическая и химическая стадии действия излучения. Структурные повреждения в молекулах и процессы миграции энергии.
3. Зависимость эффекта от дозы при прямом действии ИИ на макромолекулы. Анализ механизмов инактивации макромолекул.
4. Принцип попадания и концепция мишени. Стохастическая теория.
5. Характеристика непрямого действия радиации в водных растворах. Эффект Дейла.
6. Основные реакции радиолиза воды и органических молекул; основные реакции радикалов органических молекул
7. Основные изменения, возникающие при действии ионизирующего излучения на нук-леиновые кислоты, белки, липиды и их обмен.
8. Непрямое действие радиации в липидных растворах.
9. Реакция клеток на облучение. Количественный критерий клеточной радиочувствительности. Зависимость выживаемости клеток от фазы жизненного цикла.
10. Основные физико-химические процессы, возникающие в клетке после облучения. Образование свободных радикалов. Изменение окислительно-восстановительного гомеостаза.

### **Примеры тестовых заданий:**

1. Какая из последовательностей правильно описывает части электромагнитного спектра в порядке возрастания энергии фотонов?
  - а) радиоволны, инфракрасное излучение, видимый свет, ультрафиолетовое излучение, рентгеновское излучение
  - б) ультрафиолетовое излучение, рентгеновское излучение, СВЧ-излучение, инфракрасное излучение, радиоволны
  - в) видимый свет, ультрафиолетовое излучение, рентгеновское излучение, радиоволны, инфракрасное излучение
  - г) радиоволны, ультрафиолетовое излучение, рентгеновское излучение, видимый свет, инфракрасное излучение
  - д) ультрафиолетовое излучение, инфракрасное излучение, видимый свет, рентгеновское излучение, радиоволны
2. Какая из перечисленных частиц имеет наименьшую массу?
  - а) нейтрон
  - б) позитрон
  - в)  $\alpha$ -частица
  - г) протон
  - д) ион углерода
3. Закон о радиочувствительности тканей и опухоли" сформулировали
  - а) Бергонье и Трибондо Л.
  - б) Кюри М. и Кюри П.
  - в) Рего К. и Кутар А.
  - д) Петров Н.Н.
4. Основоположниками получения искусственных радиоактивных изотопов являются
  - а) Ф. Жолио-Кюри и И. Жолио-Кюри б) Грейг Г. и Майер Ж.
  - в) Дайл В. и Хевеши Д.
  - г) Патерсон Р.
  - д) Домшлак М.П.
5. Размещение источников ионизирующих излучений запрещается во всех перечисленных

зданиях, кроме а) детских дошкольных учреждений б) жилых зданий в) школ  
г) детских поликлиник

### **Примеры практических задач:**

1. Экспозиционная доза рентгеновского излучения в воздухе составляет 1 Р. Чему будет равна величина поглощенной дозы облучения в тканях организма, находящегося в непосредственной близости от источника радиационного воздействия?
2. На атомной подводной лодке в результате нарушения техники безопасности произошла радиационная авария. В результате нее сформировался очаг радиоактивного загрязнения с мощностью экспозиционной дозы 220 мР/час. Рассчитайте, какое максимальное время в зоне аварии могут находиться моряки, чтобы у них не развилась острая лучевая болезнь от внешнего облучения.
3. При какой величине экспозиционной дозы общее относительно равномерное гамма-нейтронное облучение в течение 1 часа может привести к возникновению острой лучевой болезни?
4. На ядерном объекте произошла авария, в которую оказались вовлеченными 3 сотрудника. Экспозиционная доза в зоне заражения составляла 100 Р/ч. Определите поглощенную дозу, полученную этими людьми за 3 часа работы в зараженном помещении и форму лучевой патологии, которая может у них развиваться. Предложите лекарственные средства для оказания первой помощи пострадавшим.
5. После аварии на предприятии по переработке отработанного ядерного топлива произошел выброс изотопа йода-131 в концентрации, в 300 раз превышающей допустимую норму. Загрязнению подверглась вся прилегающая к предприятию территория, в том числе и места проживания людей. Какие последствия для населения данного региона может иметь данная авария? Какие лекарственные средства можно применить для профилактики этих последствий?

### **Примеры экзаменационных вопросов:**

1. Прямое действие ионизирующего излучения: природа первичных физических процессов, приводящих к инактивации молекул. Особенности взаимодействия с веществом альфа, бета и гамма-излучения, нейтронов.
2. Физико-химическая и химическая стадии действия излучения. Структурные повреждения в молекулах и процессы миграции энергии.
3. Зависимость эффекта от дозы при прямом действии ионизирующего излучения на макромолекулы. Анализ механизмов инактивации макромолекул.
4. Принцип попадания и концепция мишени. Стохастическая теория.
5. Характеристика непрямого действия радиации в водных растворах. Эффект Дейла.
6. Основные реакции радиолитического распада воды и органических молекул; основные реакции радикалов органических молекул
7. Основные изменения, возникающие при действии ионизирующего излучения на нуклеиновые кислоты, белки, липиды и их обмен.
8. Непрямое действие радиации в липидных растворах.
9. Реакция клеток на облучение. Количественный критерий клеточной радиочувствительности. Зависимость выживаемости клеток от фазы жизненного цикла.
10. Основные физико-химические процессы, возникающие в клетке после облучения. Образование свободных радикалов. Изменение окислительно-восстановительного гомеостаза.

### **6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания**

Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утвержденное приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г. №55-ОД.  
Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.

### **6.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

а) основная литература:

1. Джойнер М. С., Когель О. Дж. - Основы клинической радиобиологии. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2015. - 600 с. (8 экземпляров в библиотеке ННГУ). Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996327539.html>
2. Труфанов Г. Е., Асатурян М. А., Жаринов Г. М. - Лучевая терапия: учеб. для студентов мед. вузов. В 2 т. - М.: Гэотар-Медиа, 2010. (8 экземпляров в библиотеке ННГУ). Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970425145.html>; <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970415658.html>
3. Актуальная радиобиология [Электронный ресурс] : курс лекций / Л.А. Ильин, Л.М. Рождественский, А.Н. Котеров, Н.М. Борисов. - Вып. 4. - М. : Издательский дом МЭИ, 2015. - (Серия "Высшая школа физики"). Режи доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383009321.html>

б) дополнительная литература:

1. Кудряшов Ю. Б. - Радиационная биофизика (ионизирующие излучения): учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальностям "Биофизика", "Физика атомного ядра и частиц", "Медицинская физика", "Биохимическая физика". - М.: Физматлит, 2004. - 448 с. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922103881.html>
2. Ионизирующая радиация: обнаружение, контроль, защита [Электронный ресурс] / Ю.А. Виноградов. - М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2009. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5934551388.html>

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

ЭБС «Консультант студента» <http://www.studmedlib.ru/>,  
ЭБС «ZNANIUM.COM» <http://znanium.com/>,  
ЭБС «Юрайт» <https://www.biblio-online.ru/>,  
Студенческая электронная библиотека «StudentLibrary» <http://www.studentlibrary.ru/>,  
Научная электронная библиотека «E-library.ru» <https://elibrary.ru/>

### **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и лабораторного типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (демонстрационное оборудование – проектор, ноутбук, экран), помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ.

Автор \_\_\_\_\_ Масленникова А.В., д.м.н., проф. каф. биофизики ИББМ, проф. каф. онкологии, лучевой терапии и лучевой диагностики НижГМА

Рецензент \_\_\_\_\_ Ерофеева Е.А., к.б.н., доцент кафедры экологии

Заведующий кафедрой биофизики ИББМ \_\_\_\_\_ д.б.н. Воденеев В.А.

**Программа одобрена** на заседании Методической комиссии Института биологии и биомедицины от 06.12.2021 года, протокол №3.