

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 президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Физические принципы работы медицинской аппаратуры

---

Уровень высшего образования

Специалитет

---

Направление подготовки / специальность

30.05.03 - Медицинская кибернетика

---

Направленность образовательной программы

Медицинская кибернетика

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.27 Физические принципы работы медицинской аппаратуры относится к обязательной части образовательной программы.

## 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
ОПК-1: Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности	ОПК-1.1: Обладает фундаментальными и прикладными знаниями в области медицинских и естественнонаучных дисциплин ОПК-1.2: Критически рассматривает возможные варианты решения задач профессиональной деятельности ОПК-1.3: Умеет грамотно применять знания в области медицинских и естественнонаучных дисциплин для решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности	ОПК-1.1: Обладает фундаментальными и прикладными знаниями в области волновой физики, атомной и ядерной физики  ОПК-1.2: Критически рассматривает возможные варианты решения задач профессиональной деятельности на основе знаний волновой физики, атомной и ядерной физики  ОПК-1.3: Умеет грамотно применять знания в области медицинских и естественнонаучных дисциплин для решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности на основе знаний волновой физики, атомной и ядерной физики	Контрольная работа	Зачёт: Контрольные вопросы

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	2

<b>Часов по учебному плану</b>	<b>72</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>30</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>30</b>
- КСР	<b>1</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>11</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>0</b> <b>Зачёт</b>

### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	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 (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
Волны	7	3	3	6	1
Ультразвук.	6	3	2	5	1
Электромагнитные волны. Оптика	22	4	16	20	2
Основы квантовой механики. Спектры. Спектральный анализ. Люминесценция. Лазеры	12	4	6	10	2
Рентгеновское излучение. Рентгеновская диагностика.	5	4		4	1
КТ. ЯМРТ	5	4		4	1
Основы физики ядра	8	4	3	7	1
Радионуклидная диагностика. ПЭТ	6	4		4	2
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	72	30	30	61	11

#### Содержание разделов и тем дисциплины

1. Волны. Уравнение бегущей волны. Фазовая скорость. Продольные и поперечные волны. Волновое уравнение. Энергия волны.
2. Стоячие волны.
3. Звуковые волны и их характеристики. Эффект Доплера. Принципы эхолокации.
4. Ультразвук и его применение в медицине.
5. Уравнение электромагнитной волны. Поток электромагнитной энергии и вектор Умова-Пойнтинга.

Шкала электромагнитных волн. Оптический диапазон частот.

6. Основные понятия оптики. Поляризация. Интенсивность света. Поляризация света. Закон Малюса.
7. Поляризатор. Вращение плоскости поляризации в оптически активных средах.
8. Отражение и преломление света на границе двух диэлектриков. Формулы Френеля. Законы Снелиуса. Полное внутреннее отражение света. Поляризация света при отражении; угол Брюстера.
9. Эндоскопы.
10. Дисперсия света нормальная и аномальная.
11. Основы фотометрии: световой поток, сила света, освещенность, яркость, светимость.
12. Интерференция света. Когерентность источников света. Образование интерференционной картины для двух одинаково поляризованных волн. Опыт Юнга. Бипризма Френеля. Интерференция при отражении от тонкой пластины. Полосы равной толщины и равного наклона. Кольца Ньютона. Цвета тонких плёнок.
13. Интерферометры. Интерференционные микроскопы.
14. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракция сферических волн на круглых экране и отверстии. Зоны Френеля.
15. Дифракция Фраунгофера в параллельных лучах. Дифракционная решётка. Формула дифракционной решетки.
16. Простейший спектрофотометр.
17. Геометрическая оптика. Линзы. Лупа. Микроскоп. Разрешающая способность микроскопа. Предел разрешения микроскопа. Глаз и его свойства.
18. Основные представления квантовой механики.
19. Спектры излучения водорода и водородоподобных атомов. Излучение и поглощение энергии атомом. Опыт Штерна-Герлаха. Спин электрона.
20. Молекулярные спектры
21. Поглощение света. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Рассеяние света. Закон Рэлея.
22. Спектры поглощения
23. Люминесценция. Виды люминесценции. Спектрофлуориметр.
24. Лазеры и лазерное излучение. Применение лазеров в медицине. Характеристики лазеров, применяемых в медицине.
25. Фотоэффект. Формула Эйнштейна. Вольтамперная характеристика. Красная граница фотоэффекта. Вторичная электронная эмиссия.
26. Давление света. опыты Лебедева. Фотохимические явления. Природный фотосинтез. Фотография. Фотохромизм.
27. Рентгеновское излучение и его свойства.
28. Рентгенодиагностика.
29. Компьютерная томография
30. ЯМРТ
32. Общая характеристика атомного ядра; изотопы и изобары. Химические символы элементов. Дефект массы; энергия связи. Модели ядра. Внутрядерные силы.
33. Радиоактивность; альфа-, бета-, гамма-излучения. Основные виды радиоактивного распада. Закон радиоактивного распада.
34. Ядерные реакции; закон сохранения в ядерных реакциях. Механизм ядерной реакции (модель составного ядра). Характеристики интенсивности протекания ядерной реакции. Реакции деления. Реакции синтеза (термоядерные реакции).
35. Радионуклидная диагностика. ПЭТ

#### **4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

нет

## 5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

### 5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

#### 5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ОПК-1:

1. Длина слухового прохода среднего уха человека 2,5 см. Определить резонансную частоту среднего уха человека. Скорость звуковой волны- 340 м/с. Скорость электромагнитной волны  $3 \cdot 10^8$  м/с, резонансная частота среднего уха равна собственной частоте.
2. Определить толщину жировой ткани свиньи, которая ослабила бы в 2 раза интенсивность ультразвуковой волны с частотой  $10^6$  Гц.
3. Определить максимальную скорость движения тела массой 300 г., совершающего с помощью пружины колебания в горизонтальной плоскости с амплитудой 4 см. Жесткость пружины 15 Н/м.

#### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	успешное выполнение практических заданий, выданных преподавателем, владение программным материалом, понимание сущности рассматриваемых процессов и явлений, умение самостоятельно обозначить точки активного роста нового знания.
не зачтено	невыполнение практических заданий, выданных преподавателем, полное непонимание смысла проблем, недостаточно полное владение терминологией, неумение самостоятельно обозначить проблемные ситуации.

### 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

#### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатор)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				

<b>атор достиж ения</b>							
<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. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. 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	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
<b>зачтено</b>	<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>отлично</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	<b>очень хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»

	<b>хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «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».
	<b>плохо</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

### 5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

#### 5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

1. Сопоставить методы рентгеновской КТ и МРТ по параметрам: принципиальная схема, физические принципы, лежащие в основе метода, физические ограничения.
2. УЗИ – принципиальная схема. Граничные условия. Разрешающая способность

#### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	успешное выполнение практических заданий, выданных преподавателем, владение программным материалом, понимание сущности рассматриваемых процессов и явлений, умение самостоятельно обозначить точки активного роста нового знания.
не зачтено	невыполнение практических заданий, выданных преподавателем, полное непонимание смысла проблем, недостаточно полное владение терминологией, неумение самостоятельно обозначить проблемные ситуации.

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

Основная литература:

1. Абдуллин И. Ш. Медицинские приборы, аппараты, системы и комплексы : учебное пособие / Абдуллин И. Ш., Панкова Е. А., Шарифуллин Ф. С. - Казань : КНИТУ, 2011. - 106 с. - Книга из коллекции КНИТУ - Медицина. - ISBN 978-5-7882-1235-7., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=825398&idb=0>.
2. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика : учебник / Ремизов А.Н. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 648 с. - ISBN ISBN 978-5-9704-2484-1., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=912126&idb=0>.
3. Савельев И. В. Курс общей физики. В 3 томах. Том 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц : учебник для вузов /

Савельев И. В. - 15-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2024. - 320 с. - Допущено Научно-методическим советом по физике Министерства образования и науки РФ в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по техническим (550000) и технологическим (650000) направлениям. - Книга из коллекции Лань - Физика. - ISBN 978-5-507-47618-3., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=895210&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Иродов Игорь Евгеньевич. Волновые процессы : Основные законы. - Изд. 2-е, доп. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2006. - 263 с. : ил. - (Технический университет) (Общая физика). - ISBN 5-94774-008-7 : 117-00., 4 экз.

2. Иродов Игорь Евгеньевич. Квантовая физика : основные законы : [учеб. пособие для вузов]. - 3-е изд., стер. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2010. - 256 с. : ил. - (Общая физика). - ISBN 978-5-9963-0282-6 : 160.16., 2 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1) <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>

2) [webofknowledge.com](http://webofknowledge.com)

3) [www.scopus.com](http://www.scopus.com)

4) [elsevierscience.ru](http://elsevierscience.ru)

5) [elibrary.ru](http://elibrary.ru)

6) [scholar.google.ru](http://scholar.google.ru)

ЭБС «Юрайт». Режим доступа: <http://biblio-online.ru>.

ЭБС «Консультант студента». Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru>. ЭБС «Лань». Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>.

ЭБС «Znanium.com». Режим доступа: [www.znanium.com](http://www.znanium.com).

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

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 30.05.03 - Медицинская кибернетика.

Автор(ы): Зайцева Екатерина Владимировна, кандидат физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Конаков Антон Алексеевич, кандидат физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 05.12.2023г., протокол № 2.