

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Басий Раиса Васильевна  
Должность: Проректор по учебной работе  
Дата подписания: 12.02.2025 08:54:20  
Уникальный программный ключ:  
1f1f00dcee08ce5fee9b1af247120f3bdc9e28f8

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Донецкий государственный медицинский университет имени М. Горького»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

«Утверждаю»  
Проректор по учебной работе  
доц. Басий Р.В.  
«*Басий*» 2024 г.



**Рабочая программа дисциплины**

**ФИЗИКА, МАТЕМАТИКА**

для студентов 1 курса	лечебных факультетов № 1,2, медицинского факультета
Направление подготовки	31.00.00 Клиническая медицина
Специальность	31.05.01 Лечебное дело
Форма обучения	очная

г. Донецк  
2024

## Разработчики рабочей программы:

Выхованец Юрий Георгиевич

Зав.кафедрой медицинской физики, математики и информатики, доцент

Черняк Алла Николаевна

доцент кафедры медицинской физики, математики и информатики

Довгялло Екатерина Николаевна

доцент кафедры медицинской физики, математики и информатики

Рабочая программа обсуждена на учебно-методическом заседании кафедры медицинской физики, математики и информатики

«21» ноября 2024 г., протокол №5

Зав. кафедрой, доц. \_\_\_\_\_



Выхованец Ю.Г.

Рабочая программа рассмотрена на заседании профильной методической комиссии по дисциплинам медико-биологического профиля

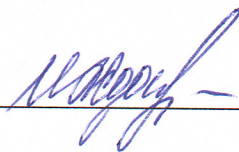
«29» ноября 2024г. Протокол №3

Председатель комиссии, проф. \_\_\_\_\_



Э.Ф. Баринов

Директор библиотеки \_\_\_\_\_



И.В. Жданова

Рабочая программа в составе учебно-методического комплекса дисциплины утверждена в качестве компонента ОП в составе комплекта документов ОП на заседании ученого совета ФГБОУ ВО ДонГМУ Минздрава России

протокол № 10 от «24» декабря 2024г.

## 1. Пояснительная записка

Рабочая программа учебной дисциплины «Физика, математика» разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки 31.00.00 Клиническая медицина для специальности 31.05.01 Лечебное дело.

## 2. Цель и задачи учебной дисциплины

**Цель** – формирование у студентов-медиков системных знаний о физических свойствах и физических процессах, протекающих в биологических объектах, в том числе и в организме человека, необходимых для освоения других учебных дисциплин и формирования профессиональных врачебных качеств.

### Задачи:

- формирование у студентов логического мышления, умения точно формулировать задачу, способность вычленять главное и второстепенное;
- приобретение студентами умения делать выводы на основании полученных результатов измерений;
- изучение элементов биофизики: физические явления в биологических системах, физические свойства этих систем, физико-химические основы процессов жизнедеятельности;
- изучение разделов прикладной физики, в которых рассматриваются принципы работы и возможности медицинской техники, применяемой при диагностике и лечении (медицинская физика);
- обучение студентов методам математической статистики, которые применяются в медицине и позволяют извлекать необходимую информацию из результатов наблюдений и измерений, оценивать степень надежности полученных данных;
- обучение студентов технике безопасности при работе с медицинским оборудованием.

## 3. Место учебной дисциплины в структуре основной образовательной программы

Дисциплина «Физика, математика» включена в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана подготовки специалистов.

**3.1 Перечень дисциплин и практик, освоение которых необходимо для изучения данного предмета:** основные знания, необходимые для изучения дисциплины, формируются при изучении курса физики и математики в среднем образовательном учебном заведении.

### ФИЗИКА

**Знания:** основные понятия и законы естествознания, методы исследования физических факторов.

**Умения:** применять на практике теоретические знания по физике для решения задач физического профиля.

### МАТЕМАТИКА

**Знания:** основные законы и теоремы, математические методы решения интеллектуальных задач.

**Умения:** применять на практике теоретические знания по математике для решения задач физического профиля.

**3.2. Перечень учебных дисциплин (последующих), обеспечиваемых данным предметом**

Дисциплина «Физика, математика» является предшествующей дисциплиной для изучения дисциплин: «Медицинская информатика», «Нормальная физиология», «Пропедевтика внутренних болезней», «Лучевая диагностика», «Оториноларингология», «Офтальмология».

#### 4. Общая трудоемкость учебной дисциплины

Виды контактной и внеаудиторной работы	Всего часов, зач. ед.
<b>Общий объем дисциплины</b>	108/3,0
Аудиторная работа	80
Лекций	12
Практических занятий	68
Самостоятельная работа обучающихся	28
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	
Зачет с оценкой	

#### 5. Результаты обучения

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения учебной дисциплины «Физика, математика»:

Коды формируемых компетенций	Компетенции (содержание)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
<b>Универсальные компетенции</b>			
<b>УК-1</b>	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	<b>УК-1.1.2.</b> Знает основные принципы критического анализа  <b>УК-1.2.1.</b> Умеет собирать и обобщать данные по актуальным проблемам, относящимся к профессиональной области	<b>Знает</b> теоретические вопросы физики и математики; физические явления и процессы, лежащие в основе жизнедеятельности организма, их характеристики;  <b>Умеет</b> пользоваться физическими и математическими методами; измерять физические параметры и осуществлять математическую обработку результатов измерений и иных данных
<b>УК-6</b>	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы её совершенствования на основе её самооценки т образования в течение всей жизни	<b>УК-6.1.1.</b> Знает содержание процессов самоорганизации и самообразования, их особенности и технологии реализации, исходя из целей совершенствования профессиональной деятельности;	<b>Знает</b> основные понятия и законы психофизики, методы вычисления информационной энтропии и количества информации, поступающей в биосистему

		<b>УК-6.2.1.</b> Умеет оценивать свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные) и оптимально использовать их;	<b>Умеет</b> использовать понятия психофизики и методы теории информации для решения информационных задач, вычислять информационную энтропию и количество информации.
--	--	---	---

**6. В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен:**

**Знать:**

1. Теоретические вопросы физики и математики; экологические и этические аспекты воздействий физических факторов на человека;
2. Основные физические факторы и их применение в технических устройствах для диагностики и лечения: ультразвук, звук, свет, электромагнитные волны, радионуклиды, ионизирующие излучения;
3. Физические параметры, характеризующие функциональное состояние органов и тканей: механические, электрические, электромагнитные, оптические; физические явления и процессы, лежащие в основе жизнедеятельности организма, их характеристики; правила техники безопасности при работе с физическими приборами;
4. Основы математического анализа, теории вероятностей и математической статистики (понятия и правила пользования математическим аппаратом); математические методы решения интеллектуальных задач и их применение в медицине.

**Уметь:**

1. Пользоваться физическими и математическими методами;
2. Измерять физические параметры и оценивать физические свойства биологических объектов с помощью механических, электрических и оптических методов;
3. Осуществлять математическую обработку результатов измерений и иных данных.

## 7. Рабочая программа учебной дисциплины

## 7.1. Учебно-тематический план дисциплины (в академических часах) и матрица компетенций

Наименование модуля и тем	Аудиторные занятия		Всего часов на аудиторную работу	Самостоятельная работа студента	Экзамен	Итого часов	Формируемые компетенции	Используемые образовательные технологии, способы и методы обучения	Формы текущего и рубежного контроля успеваемости
	Лекции	Практические занятия							
<b>Модуль 1. Основы высшей математики и биофизики</b>	<b>6</b>	<b>34</b>	<b>40</b>	<b>14</b>	-	<b>54</b>			
<b>Содержательный модуль 1.1. Элементы высшей математики. Математическая биофизика</b>	<b>2</b>	<b>20</b>	<b>22</b>	<b>6</b>		<b>28</b>	УК-1 (УК-1.1.2., УК-1.2.1.)	ПЛ,ПЗ	Т,ЗС, Пр.
Тема 1.1.1. Биофизика, ее предмет и методы исследования, связь с другими науками. Биоматематика	2	2	4			4	УК-1 (УК-1.1.2., УК-1.2.1.)	ПЛ,ПЗ	Т
Тема 1.1.2. Основные понятия теории вероятностей. Теоремы теории вероятностей. Формула Байеса		6	6	1		7	УК-1 (УК-1.1.2., УК-1.2.1.)	ПЗ	Т,ЗС, Пр.
Тема 1.1.3. Случайные величины. Числовые характеристики случайных величин. Законы распределения		4	4	1		5	УК-1 (УК-1.1.2., УК-1.2.1.)	ПЗ	Т,ЗС, Пр.
Тема 1.1.4. Основные понятия математической статистики		2	2	1		3	УК-1 (УК-1.1.2., УК-1.2.1.)	ПЗ	Т,ЗС, Пр.
Тема 1.1.5. Точечная и интервальная оценка		2	2	1		3	УК-1 (УК-1.1.2., УК-1.2.1.)	ПЗ	Т,ЗС, Пр.
Тема 1.1.6. Проверка статистических гипотез		2	2	1		3	УК-1 (УК-1.1.2., УК-1.2.1.)	ПЗ	Т,ЗС, Пр.
Тема 1.1.7. Корреляционный и ре-		2	2	1		3	УК-1 (УК-1.1.2.,	ПЗ	Т,ЗС, Пр.

грессионный анализ							УК-1.2.1.)		
<b>Содержательный модуль 1.2. Элементы биофизики сенсорных систем</b>	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>16</b>	<b>6</b>		<b>22</b>	УК-1 (УК-1.1.2., УК-1.2.1.)	ПЛ, ПЗ	Т, ЗС, Пр.
Тема 1.2.1. Элементы теории информации	2	2	4	1		5	УК-1 (УК-1.1.2., УК-1.2.1.)	ПЛ, ПЗ	Т, ЗС, Пр.
Тема 1.2.2. Элементы психофизики. Сенсорные системы	2	2	4	1		5	УК-1 (УК-1.1.2., УК-1.2.1.)	ПЛ, ПЗ	Т, ЗС, Пр.
Тема 1.2.3. Колебательные и волновые процессы		2	2	1		3	УК-1 (УК-1.1.2., УК-1.2.1.)	ПЗ	Т,ЗС, Пр.
Тема 1.2.4. Звук. Аудиометрия. Физика слуха		2	2	1		3	УК-1 (УК-1.1.2., УК-1.2.1.)	ПЗ	Т,ЗС, Пр.
Тема 1.2.5. Элементы геометрической оптики. Оптическая система глаза и её недостатки		2	2	1		3	УК-1 (УК-1.1.2., УК-1.2.1.)	ПЗ	Т,ЗС, Пр.
Тема 1.2.6. Волновые свойства света. Оптические методы исследования биологических систем		2	2	1		3	УК-1 (УК-1.1.2., УК-1.2.1.)	ПЗ	Т,ЗС, Пр.
<b>Итоговое занятие</b>		<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		<b>4</b>	УК-1 (УК-1.1.2., УК-1.2.1.)	ПЗ	<b>ИМК</b>
<b>Модуль 2. Основы медицинской физики</b>	<b>6</b>	<b>34</b>	<b>40</b>	<b>14</b>	-	<b>54</b>			
<b>Содержательный модуль 2.1. Термодинамика</b>		<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>		<b>3</b>	УК-1 (УК-1.1.2., УК-1.2.1.)	ПЗ	Т,ЗС, Пр.
Тема 2.1.1. Законы термодинамики. Термодинамика биологических систем		2	2	1		3	УК-1 (УК-1.1.2., УК-1.2.1.)	ПЗ	Т,ЗС, Пр.
<b>Содержательный модуль 2.2. Строение и функции биологических мембран. Транспорт веществ через мембраны</b>		<b>4</b>	<b>4</b>	<b>1</b>		<b>5</b>	УК-1 (УК-1.1.2., УК-1.2.1.)	ПЛ, ПЗ	Т, ЗС , Пр.

Тема 2.2.1. Строение и функции биологических мембран. Активный и пассивный транспорт веществ		4	4	1		5	УК-1 (УК-1.1.2., УК-1.2.1.)	ПЗ	Т,ЗС, Пр.
<b>Содержательный модуль 2.3. Электрические поля организма</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>3</b>		<b>13</b>	УК-1 (УК-1.1.2., УК-1.2.1.)	ПЛ, ПЗ	Т, Пр.,ЗС
Тема 2.3.1. Биопотенциалы	1	4	5	1		6	УК-1 (УК-1.1.2., УК-1.2.1.)	ПЛ, ПЗ	Т, ЗС, Пр.
Тема 2.3.2. Генез электрограмм	1	3	4	1		5	УК-1 (УК-1.1.2., УК-1.2.1.)	ПЛ, ПЗ	Т, Пр.,ЗС
Тема 2.3.3. Электрокардиография. Общая характеристика электронных медицинских приборов. Правила безопасности при работе с электронной медицинской аппаратурой		1	1	1		2	УК-1 (УК-1.1.2., УК-1.2.1.)	ПЗ	Т
<b>Содержательный модуль 2.4. Элементы биомеханики, биореологии и гемодинамики</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>3</b>		<b>11</b>	УК-1 (УК-1.1.2., УК-1.2.1.)	ПЛ, ПЗ	Т, ЗС, Пр.
Тема 2.4.1. Механические свойства биологических тканей		2	2	1		3	УК-1 (УК-1.1.2., УК-1.2.1.)	ПЛ, Б,ПЗ	Т, ЗС, Пр.
Тема 2.4.2. Биореология	1	2	3	1		4	УК-1 (УК-1.1.2., УК-1.2.1.)	ПЛ, ПЗ	Т, ЗС, Пр.
Тема 2.4.3. Гемодинамика	1	2	3	1		4	УК-1 (УК-1.1.2., УК-1.2.1.)	ПЛ, ПЗ	Т, ЗС, Пр.
<b>Содержательный модуль 2.5. Физические факторы внешней среды</b>	<b>2</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>4</b>		<b>18</b>	УК-1 (УК-1.1.2., УК-1.2.1.)	ПЛ, ПЗ	Т, ЗС, Пр.
Тема 2.5.1. Электрические и магнитные поля, их действие на биологические объекты		4	4	1		5	УК-1 (УК-1.1.2., УК-1.2.1.)	ПЗ	Т, ЗС, Пр.
Тема 2.5.2. Элементы квантовой биофизики. Люминесценция. Лазеры. Тепловое излучение тел		2	2	1		3	УК-1 (УК-1.1.2., УК-1.2.1.)	ПЗ	Т, ЗС, Пр.



Тема 2.5.3. Рентгеновское излучение. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом	1	4	5	1		6	УК-1 (УК-1.1.2., УК-1.2.1.)	ПЛ, ПЗ	Т, ЗС, Пр.
Тема 2.5.4. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Ионизирующие излучения. Дозиметрия	1	2	3	1		4	УК-1 (УК-1.1.2., УК-1.2.1.)	ПЛ, ПЗ	Т, ЗС, Пр.
Итоговое занятие		2	2	2		4	УК-1 (УК-1.1.2., УК-1.2.1.)	ПЗ	<b>ИМК</b>
<b>ИТОГО</b>	<b>12</b>	<b>68</b>	<b>80</b>	<b>28</b>	<b>-</b>	<b>108</b>			

В данной таблице использованы следующие сокращения: \*

<b>ПЛ</b>	проблемная лекция	<b>ЗС</b>	решение ситуационных задач
<b>ПЗ</b>	практические занятия	<b>Т</b>	тестирование
<b>ИМК</b>	итоговый модульный контроль	<b>Пр.</b>	оценка освоения практических навыков (умений)

## 7.2. Содержание рабочей программы учебной дисциплины

### *Модуль 1. Основы высшей математики и биологической физики*

#### **Содержательный модуль 1.1. Элементы высшей математики. Математическая биофизика**

##### **Тема 1.1.1. Биофизика, ее предмет и методы исследования, связь с другими науками.**

##### **Биоматематика**

Биологическая физика, ее предмет, методы исследования. Связь с другими науками. Основные разделы биофизики. Медицинская биофизика. Значение количественных показателей в медицине. Математические методы, использующие для описания биологических процессов: дифференциальное исчисление, интегральное исчисление, дифференциальные уравнения

##### **Тема 1.1.2. Основные понятия теории вероятностей. Теоремы теории вероятностей.**

##### **Формула Байеса**

##### **Основные понятия теории вероятностей**

Случайные события, классификации случайных событий, соотношения между событиями. Абсолютная и относительная частота событий. Статистическое определение вероятности  
Классическое определение вероятности

##### **Теоремы теории вероятностей**

Теорема сложения вероятностей. Теоремы умножения вероятностей для зависимых и независимых событий. Понятие условной вероятности

##### **Теорема о полной вероятности. Формула Байеса**

Априорная и апостериорная вероятность. Вероятностные алгоритмы в диагностике

##### **Тема 1.1.3. Случайные величины. Числовые характеристики случайных величин. Законы распределения**

##### **Случайные величины. Числовые характеристики случайных величин**

Дискретные и непрерывные случайные величины. Числовые характеристики случайных величин: математическое ожидание, дисперсия и среднее квадратическое отклонение

##### **Случайные величины и законы их распределения**

Функция плотности вероятности. Нормальный закон распределения. Кривая Гаусса, её свойства. Правило трёх сигм

##### **Тема 1.1.4. Основные понятия математической статистики**

Элементы математической статистики. Основные понятия: генеральная совокупность, выборка, среднее арифметическое, вариационный ряд, полигон частот, гистограмма распределения

##### **Тема 1.1.5. Точечная и интервальная оценка случайной величины**

Точечная оценка случайной величины: среднее арифметическое, дисперсия, среднее квадратическое отклонение. Интервальная оценка случайной величины: доверительный интервал и доверительная вероятность

##### **Тема 1.1.6. Проверка статистических гипотез**

Сравнение двух статистических совокупностей. Параметрические и непараметрические критерии различия. Нулевая и альтернативная гипотезы. Критерий Стьюдента, критерий Фишера и критерий знаков. Закон распределения Стьюдента

##### **Тема 1.1.7. Корреляционный и регрессионный анализ**

Функциональная и корреляционная связь. Коэффициент корреляции, его свойства. Уравнение регрессии

#### **Содержательный модуль 1.2. Элементы биофизики сенсорных систем**

##### **Тема 1.2.1. Элементы теории информации**

Информатика и кибернетика. Информация, мера количества информации. Биологическая и медицинская кибернетика. Основные понятия кибернетики: кибернетическая система. Управление, прямые и обратные связи, моделирование. Биоэтика

**Тема 1.2.2. Элементы психофизики. Сенсорные системы**

Абсолютные и дифференциальные пороги ощущения. Законы психофизики: законы Вебера, Вебера-Фехнера и Стивенса

**Тема 1.2.3. Колебательные и волновые процессы**

Основные понятия. Дифференциальные уравнения гармонических незатухающих, затухающих, вынужденных колебаний и их решения. Декремент и логарифмический декремент затухания. Резонанс. Автоколебания

**Тема 1.2.4. Звук. Аудиометрия. Физика слуха**

Волновые процессы и их характеристика. Уравнение волны. Поток энергии. Вектор Умова. Эффект Доплера. Объективные и субъективные характеристики звука. Интенсивность, уровень интенсивности, громкость, их единицы. Порог слышимости и порог болевого ощущения. Биофизические основы слуховых ощущений. Физические основы аудиометрии. Кривые одинаковой громкости. Ультразвук и инфразвук, их источники и приемники, особенности распространения и физические основы действия ультразвука и инфразвука на биологические объекты. Использование ультразвука в медицине

**Тема 1.2.5. Элементы геометрической оптики. Оптическая система глаза, ее недостатки**

Элементы геометрической оптики. Центрированная оптическая система. Оптическая микроскопия. Основные характеристики микроскопа. Оптическая система глаза, ее недостатки и методы коррекции. Биофизика зрения

**Тема 1.2.6. Волновые свойства света. Оптические методы исследования биологических систем**

Интерференция света. Понятие об интерференционном микроскопе. Дифракция света. Дифракционная решетка. Зоны Френеля. Голография. Поляризация света, способы получения поляризованного света. Двойное лучепреломление. Призма Николя. Закон Малюса. Оптически активные вещества. Закон Био. Концентрационная поляриметрия. Поглощение света. Закон Бугера. Поглощение света растворами. Закон Бугера-Ламберта-Бэра. Концентрационная колориметрия. Рассеивание света в дисперсионных средах. Молекулярное рассеивание света. Закон Релея. Нефелометрия. Рефрактометрия. Волоконная оптика. Дисперсия света

**Итоговое занятие 1*****Модуль 2. Основы медицинской физики*****Содержательный модуль 2.1. Термодинамика****Тема 2.1.1. Законы термодинамики. Термодинамика биологических систем**

Первый и второй законы термодинамики. Энтропия. Термодинамические потенциалы. Термодинамика биологических систем. Термодинамика открытых систем вблизи равновесия (линейный закон для потоков и термодинамических сил, перекрестные процессы переноса, соотношения Онзагера, производство энтропии, сопряженные потоки, стационарное состояние, теорема Пригожина). Термодинамика открытых систем далеких от равновесия (процессы упорядочения в физических, химических и биологических системах, понятие о синергетике). Значение термодинамики и синергетики в проблеме охраны окружающей среды

**Содержательный модуль 2.2. Строение и функции биологических мембран. Транспорт веществ через мембраны****Тема 2.2.1. Строение и функции биологических мембран. Активный и пассивный транспорт веществ через мембраны****Строение и функции биологических мембран**

Структурные элементы биологических мембран. Физические свойства биомембран. Жидкокристаллическое состояние биомембран. Динамические свойства мембран.

**Активный и пассивный транспорт веществ через мембраны**

Пассивный транспорт веществ через мембраны. Уравнение Фика. Коэффициент проницаемости мембраны для определенных веществ. Электродиффузия ионов. Уравнение Нернста-Планка. Электрохимический потенциал. Уравнение Теорелла. Активный транспорт веществ, основные виды. Молекулярная организация активного транспорта на примере работы  $\text{Na}^+$ - $\text{K}^+$  насоса. Сопряжение потоков. Скорость диффузии

### **Содержательный модуль 2.3. Электрические поля организма**

#### **Тема 2.3.1. Биопотенциалы**

##### **Биопотенциалы. Потенциал покоя**

Природа мембранного потенциала покоя (равновесный потенциал Нернста, диффузионный потенциал, потенциал Доннана, стационарный потенциал Гольдмана-Ходжкина-Катца).

##### **Потенциал действия**

Потенциал действия (ПД), его генерация и распространение. Эквивалентная электрическая схема мембраны. Феноменологическое уравнение Ходжкина-Хаксли. Понятие о возвратных ионных токах. Уравнение Ходжкина-Хаксли для процесса распространения ПД в нервных волокнах. Скорость и особенности распространения ПД в аксонах

#### **Тема 2.3.2. Генез электрограмм**

Понятие об электрографии органов и тканей. Физические и биофизические основы электрокардиографии. Концепция Эйнтховена о генезе ЭКГ (сердце – электрический диполь, потенциал электрического диполя, система отведений). Закон Ома в дифференциальной форме, электропроводность биологических тканей. Вторая концепция ЭКГ (сердце – токовый диполь, потенциал токового диполя)

#### **Тема 2.3.3. Электрокардиография. Общая характеристика электронных медицинских приборов. Правила безопасности при работе с электронной медицинской аппаратурой**

Общая характеристика и классификация электронных медицинских приборов. Использование электронной медицинской аппаратуры в случае оказания медицинской помощи населению и охраны окружающей среды. Правила безопасности при работе с электронной медицинской аппаратурой. Регистрация и анализ основных элементов электрокардиограмм.

### **Содержательный модуль 2.4. Элементы биомеханики, биореологии и гемодинамики**

#### **Тема 2.4.1. Механические свойства биологических тканей**

Механические свойства сосудов. Деформационные свойства. Закон Гука. Модуль Юнга и коэффициент Пуассона. Текучесть и релаксация напряжения. Уравнение Ламе

#### **Тема 2.4.2. Биореология**

Свойства жидкостей. Элементы биореологии. Поверхностное натяжение. Коэффициент поверхностного натяжения, методы его определения. Газовая эмболия. Внутреннее трение, вязкость. Формула Ньютона для силы внутреннего трения. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Методы и приборы для определения вязкости. Реологические свойства крови, плазмы и сыворотки. Вязкость крови и ее использование в диагностике заболеваний

#### **Тема 2.4.3. Гемодинамика**

Стационарное течение жидкостей. Уравнение неразрывности струи и уравнение Бернулли. Линейная и объемная скорости течения жидкостей. Основное уравнение динамики жидкостей. Течение вязких жидкостей. Формулы Пуазейля и Гагена-Пуазейля. Гидравлическое сопротивление. Ламинарное и турбулентное течения. Число Рейнольдса. Методы определения давления крови и скорости кровообращения. Пульсовые волны

### **Содержательный модуль 2.5. Физические факторы внешней среды**

#### **Тема 2.5.1. Электрические и магнитные поля, их действие на биологические объекты**

Действие постоянного и переменного магнитного поля на биообъекты (первичные механизмы, индукционные токи, тепловые эффекты). Лечебные факторы и их использование в медицинских методиках (магнитотерапия, индуктотермия и т.д.). Физические и биофизические процессы, протекающие в биологических тканях под действием постоянного и переменного электрического поля (токи проводимости) и общая характеристика электронных медицинских приборов. Лечебные факторы и их использование в медицинских методиках (гальванизация, электрофорез, франклинизация, электростимуляция, диатермия, электротермия, электрокоагуляция). Действие электромагнитного поля на биообъекты (первичные

механизмы, индукционные токи, тепловые эффекты, специфическое действие). Лечебные факторы и их использование в медицинских методиках (УВЧ-, НВЧ-терапия, микроволновая резонансная терапия и т.д.). Электромагнитные колебания и волны.

### **Физические основы реографии**

Электрические свойства органов и тканей. Импеданс тканей организма. Реография

### **Тема 2.5.2. Элементы квантовой биофизики. Тепловое излучение тел Люминесценция Лазеры**

Основные представления квантовой механики: волновые свойства микрочастиц, формула де Бройля, волновая функция и ее физический смысл. Электронная микроскопия. Люминесценция: виды, основные закономерности, свойства. Закон Стокса. Использование люминесценции в медицине. Индуцированное излучение. Лазеры, принцип действия и использование в медицине. Тепловое излучение тел и его характеристики. Абсолютно чёрное и серые тела. Закон Кирхгофа. Законы излучения абсолютно черного тела: закон Планка, закон Стефана-Больцмана, закон смещения Вина. Тепловое излучение тела человека. Понятие термографии

### **Тема 2.5.3. Рентгеновское излучение. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом**

#### **Рентгеновское излучение**

Природа рентгеновского излучения. Рентгеновская трубка. Спектры и характеристики рентгеновского излучения. Поток излучения

#### **Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом**

Первичные механизмы взаимодействия рентгеновского излучения с веществом. Когерентное и некогерентное рассеяние. Фотоэффект. Закон ослабления потока излучения. Линейный коэффициент ослабления. Массовый коэффициент поглощения. Использование рентгеновского излучения в медицине (рентгеноскопия, рентгенотерапия, рентгеновская томография и т.д.)

### **Тема 2.5.4. Радиактивность. Закон радиоактивного распада. Ионизирующее излучение. Дозиметрия**

Радиактивность, основные виды и свойства. Закон радиоактивного распада. Период полураспада, активность, единицы активности. Ионизирующее излучение, свойства и основные механизмы взаимодействия с биологическими объектами, защита от ионизирующего излучения. Дозиметрия ионизирующего излучения. Экспозиционная и поглощенная дозы. Эквивалентная биологическая доза. Мощность доз. Единицы измерения доз и их мощностей. Перспективы использования достижений физики, биофизики, биомедицинской инженерии, информатики и вычислительной техники для решения задач здравоохранения и осуществления контроля состояния окружающей среды

## **Итоговое занятие 2**

### **7.3. Перечень практических навыков (умений), которые необходимо освоить студенту в процессе изучения учебной дисциплины:**

- уметь трактовать основные законы современной физики и биофизики;
- уметь характеризовать физические методы исследования веществ;
- уметь характеризовать физические факторы, оказывающие воздействие на живой организм, а также биофизические механизмы взаимодействия физических факторов с живым организмом;
- уметь применять знание физических законов и математических методов расчетов для решения различных задач;
- уметь выполнять статистический анализ медико-биологических данных и результатов измерений.

## **8. Рекомендуемые образовательные технологии**

В процессе освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии, способы и методы формирования компетенций: лекционные и практические занятия с применением мультимедийных презентаций и компьютерных симуляций физических процессов; решение и обсуждение ситуационных задач, собеседование по теоретическим вопросам учебной дисциплины; самостоятельная работа студентов.

## **9. Оценочные средства для контроля уровня сформированности компетенций (текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины)**

### **9.1. Виды аттестации:**

*текущий контроль* осуществляется в форме решения *тестовых заданий и ситуационных задач, контроля освоения практических умений*

*промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (зачет с оценкой)* осуществляется в форме решения *тестовых заданий и ситуационных задач*.

### **9.2. Показатели и критерии оценки результатов освоения дисциплины\***

Оценка результатов освоения дисциплины проводится в соответствии с утверждённым Положением об оценивании учебной деятельности студентов в ФГБОУ ВО ДонГМУ им. М. ГОРЬКОГО.

### **9.3. Критерии оценки работы студента на практических (семинарских, лабораторных) занятиях (освоения практических навыков и умений).**

Оценивание каждого вида учебной деятельности студентов осуществляется стандартизованно, в соответствии с принятой в ФГБОУ ВО ДонГМУ им. М. ГОРЬКОГО шкалой.

### **9.4. Образцы оценочных средств текущего контроля успеваемости**

**Образцы тестов** (во всех тестах правильный ответ отмечен звездочкой)

1. В начальный период возбуждения биологической клетки наиболее выраженным является процесс
    - А. \*Увеличения проницаемости мембраны для ионов  $\text{Na}^+$
    - Б. Увеличения проницаемости мембраны для ионов  $\text{Cl}^-$
    - В. Увеличения проницаемости мембраны для ионов  $\text{K}^+$
    - Г. Увеличения проницаемости мембраны для ионов  $\text{Ca}^+$
  
  2. К недостаткам оптической системы глаза относятся следующие погрешности:
    - А. \*Астигматизм, дальновзоркость, близорукость
    - Б. Близорукость, дальновзоркость, сферическая абберрация
    - В. Близорукость, хроматическая абберрация, дальновзоркость, астигматизм
    - Г. Дисторсия, астигматизм
  
  3. Ощущение высоты тона соответствует
    - А. \*Частоте звуковых волн
    - Б. Тембру звуковых волн
    - В. Акустическому спектру звуковых волн
    - Г. Интенсивности звуковых волн
-

**Образцы ситуационных заданий:**

1. При изучении электрического сопротивления кожи до введения атропина установлен закон распределения случайной величины:

$X_i$ , Ом	5	7	8	10	12
$P_i$	0,1	0,3	0,1	0,2	0,3

Найдите математическое ожидание случайной величины.

Решение:

1) Воспользуемся формулой для вычисления математического ожидания:

$$M(X) = \sum_{i=1}^n x_i p_i = x_1 p_1 + x_2 p_2 + \dots + x_n p_n$$

$$M(X) = 5 \cdot 0,1 + 7 \cdot 0,3 + 8 \cdot 0,1 + 10 \cdot 0,2 + 12 \cdot 0,3 = 0,5 + 2,1 + 0,8 + 2 + 3,6 = 9 \text{ (Ом)}$$

Ответ:  $M(X) = 9$  (Ом)

2. Скорость течения воды в широкой части горизонтальной водопроводной трубы равна 50 см/с. Какова скорость течения воды в узкой части той же трубы, диаметр которой в два раза меньше?

**Эталон решения**

Дано:

$$V_1 = 50 \text{ см/с} = 0,5 \text{ м/с};$$

$$d_2 = \frac{d_1}{2}$$

$V_2$  - ?

Решение:

Через любое сечение струи в единицу времени протекают одинаковые объёмы несжимаемой жидкости, равные произведению площади сечения на скорость:

$$S_1 V_1 = S_2 V_2 = \text{const};$$

$$S = \pi r^2, \text{ т.к. } r = \frac{d}{2}, \text{ тогда } S = \pi \frac{d^2}{4},$$

$$\text{Следовательно } \pi \frac{d_1^2}{4} V_1 = \pi \frac{d_1^2}{16} V_2, \text{ отсюда}$$

$$V_2 = 4V_1 = 4 \cdot 0,5 \text{ м/с} = 2 \text{ м/с}$$

Ответ: 2 м/с

**9.5. Образцы оценочных средств для промежуточной аттестации (зачет с оценкой)****Образцы тестов** (во всех тестах правильный ответ отмечен звездочкой)

1. Вектор, направленный от положения точки в начальный момент времени к ее положению в конечный момент, называют...

- А. Траекторией
- Б. Перемещением
- В. Пройденным путем
- Г. \*Радиус-вектором

2. Абсолютным порогом ощущения называется
- \*Минимальное значение силы стимула, вызывающее появление ощущений
  - Максимальное значение силы стимула, которое вызывает ощущение
  - Максимальное значение интенсивности ощущений
  - Минимальное значение интенсивности ощущений
3. Информационной энтропией называется мера
- Количества информации в одном сообщении
  - Определенности в системе
  - Суммарного количества информации
  - \*Неопределенности в системе

### Образцы ситуационных заданий

1. На ЭКГ расстояние между соседними зубцами R составляет 36 мм. Скорость подачи ленты при записи составляла 50 мм/с. Определите частоту сердечных сокращений в одну минуту при правильном сердечном ритме.

#### Эталон решения

Дано:  
 $L_{R-R} = 36 \text{ мм};$   
 $V = 50 \text{ мм/с}$   
 $\nu(\text{ЧСС}) - ?$

Решение:  
 Воспользуемся формулой для расчета ЧСС:  
 $\nu = \frac{60}{T}$ ; где T- длительность кардиоцикла.  
 $T = \frac{L_{R-R}}{V}$ ;  $T = \frac{36 \text{ мм}}{50 \text{ мм/с}} = 0,72 \text{ с}$        $\nu = \frac{60}{0,72} = 83 \text{ уд/мин}$

Ответ:  $\nu = 83 \text{ уд/мин}$

2. Средняя мощность экспозиционной дозы облучения в рентгеновском кабинете равна  $6 \times 10^{-12} \text{ Кл/(кг}\cdot\text{с)}$ . Врач находится в течение дня 5 часов в этом кабинете. Какова его доза облучения за 6 рабочих дней?

#### Эталон решения

Дано:  
 $P = 6 \times 10^{-12} \text{ Кл/(кг}\cdot\text{с)}$ ;  
 $t = 5 \text{ ч}$  в день, всего 6 дней  
 D- ?

Решение:  
 Воспользуемся формулой для нахождения мощности экспозиционной дозы облучения:  $P = \frac{D}{t}$ , следовательно  $D = P \cdot t$

Всего за рабочую неделю врач находится в кабинете 30 ч.  
 Переведем часы в секунды:  $t = 30 \cdot 3600 = 108000 \text{ с} = 10,8 \cdot 10^4 \text{ с}$   
 $D = 6 \cdot 10^{-12} \cdot 10,8 \cdot 10^4 = 64,8 \cdot 10^{-8} \frac{\text{Кл}}{\text{кг}}$

Ответ:  $64,8 \cdot 10^{-8} \text{ Кл/кг}$

## 10. Учебно-методическое обеспечение работы студентов

### 10.1. Тематический план лекций

№ лекции	Наименование лекции	Трудоёмкость (акад.час)
1.	Медицинская биофизика как наука, её связь с другими нау-	2



	ками	
2.	Элементы теории информации и психофизики	2
3.	Биопотенциалы. Генез электрограмм	2
4.	Биореология. Гемодинамика	2
5.	Рентгеновское излучение	2
6.	Ионизирующее излучение	2
<b>ИТОГО</b>		<b>12</b>

## 10.2. Тематический план практических занятий

№ практического занятия	Наименование практического занятия	Трудоёмкость (акад.час)
<b>Модуль 1. Основы высшей математики и биофизики</b>		
1.	Биофизика, ее предмет и методы исследования, связь с другими науками. Биоматематика	2
2.	Основные понятия теории вероятностей	2
3.	Теоремы теории вероятностей	2
4.	Теорема о полной вероятности. Формула Байеса	2
5.	Случайные величины. Числовые характеристики случайных величин	2
6.	Случайные величины, законы их распределения	2
7.	Основные понятия математической статистики	2
8.	Точечная и интервальная оценка случайной величины	2
9.	Проверка статистических гипотез	2
10.	Корреляционный и регрессионный анализ	2
11.	Элементы теории информации	2
12.	Элементы психофизики. Сенсорные системы	2
13.	Колебательные и волновые процессы	2
14.	Звук. Аудиометрия. Физика слуха	2
15.	Элементы геометрической оптики. Оптическая система глаза и её недостатки	2
16.	Волновые свойства света. Оптические методы исследования биологических систем	2
17.	<b>Итоговое занятие</b>	2
<b>Модуль 2. Основы медицинской физики</b>		
18.	Законы термодинамики. Термодинамика биологических систем	2
19.	Строение и функции биологических мембран	2
20.	Активный и пассивный транспорт веществ через мембраны	2
21.	Биопотенциалы. Потенциал покоя	2
22.	Потенциал действия	2
23.	Генез электрограмм	2
24.	Электрокардиография. Общая характеристика электронных медицинских приборов. Правила безопасности при работе с электронной медицинской аппаратурой	2
25.	Механические свойства биологических тканей	2
26.	Биореология	2

27.	Гемодинамика	2
28.	Электрические и магнитные поля, их действие на биологические объекты	2
29.	Физические основы реографии	2
30.	Элементы квантовой биофизики. Тепловое излучение. Люминесценция. Лазеры	2
31.	Рентгеновское излучение	2
32.	Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом	2
33.	Радиоактивность. Основной закон радиоактивного распада. Ионизирующее излучение и его характеристики. Биофизическое действие ионизирующего излучения. Дозиметрия	2
34.	<b>Итоговое занятие</b>	<b>2</b>
<b>ИТОГО</b>		<b>68</b>

### 10.3. План самостоятельной работы студентов

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Вид самостоятельной работы	Трудоёмкость (акад.час)
<b>Модуль 1. Основы высшей математики и биофизики</b>			
1.	Тема 1.1. Основные понятия теории вероятностей. Теоремы теории вероятностей. Формула Байеса	Подготовка к ПЗ	1
2.	Тема 1.2. Случайные величины. Числовые характеристики случайных величин. Законы распределения	Подготовка к ПЗ	1
3.	Тема 1.3. Основные понятия математической статистики.	Подготовка к ПЗ	1
4.	Тема 1.4. Точечная и интервальная оценка случайной величины	Подготовка к ПЗ	1
5.	Тема 1.5. Проверка статистических гипотез	Подготовка к ПЗ	1
6.	Тема 1.6. Корреляционный и регрессионный анализ	Подготовка к ПЗ	1
7.	Тема 1.7. Элементы теории информации	Подготовка к ПЗ	1
8.	Тема 1.8. Элементы психофизики. Сенсорные системы	Подготовка к ПЗ	1
9.	Тема 1.9. Колебательные и волновые процессы	Подготовка к ПЗ	1
10.	Тема 1.10. Звук. Аудиометрия. Физика слуха	Подготовка к ПЗ	1
11.	Тема 1.11. Элементы геометрической оптики. Оптическая система глаза и её недостатки		1
12.	Тема 1.12. Волновые свойства света. Оптические методы исследования биологических систем	Подготовка к ПЗ	1
13.	Итоговое занятие	Подготовка к итоговому занятию	2
<b>Модуль 2. Основы медицинской физики</b>			
1.	Тема 2.1. Законы термодинамики. Термодина-	Подготовка к ПЗ	1

	мика биологических систем		
2.	Тема 2.2. Строение и функции биологических мембран. Активный и пассивный транспорт веществ. Диффузия веществ через мембраны	Подготовка к ПЗ	1
3.	Тема 2.3. Биопотенциалы	Подготовка к ПЗ	1
4.	Тема 2.4. Генез электрограмм	Подготовка к ПЗ	1
5.	Тема 2.5. Электрокардиография. Общая характеристика электронных медицинских приборов. Правила безопасности при работе с электронной медицинской аппаратурой	Подготовка к ПЗ	1
6.	Тема 2.6. Механические свойства биологических тканей	Подготовка к ПЗ	1
7.	Тема 2.7. Биореология	Подготовка к ПЗ	1
8.	Тема 2.8. Гемодинамика	Подготовка к ПЗ	1
9.	Тема 2.9. Электрические и магнитные поля, их действие на биологические объекты	Подготовка к ПЗ	1
10.	Тема 2.10. Элементы квантовой биофизики. Тепловое излучение. Люминесценция. Лазеры	Подготовка к ПЗ	1
11.	Тема 2.11. Рентгеновское излучение. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом	Подготовка к ПЗ	1
12.	Тема 2.12. Радиоактивность. Основной закон радиоактивного распада. Ионизирующее излучение и его характеристики. Биофизическое действие ионизирующего излучения. Дозиметрия	Подготовка к ПЗ	1
13.	Итоговое занятие	Подготовка к итоговому занятию	2
<b>ИТОГО</b>			<b>28</b>

#### 10.4. Методические указания для самостоятельной работы студентов

Методические указания для самостоятельной подготовки к практическим занятиям по дисциплине «Физика, математика» для студентов I курса, обучающихся по специальности «Лечебное дело» / Ю. Г. Выхованец, А. Н. Черняк, Е. Н. Довгялло, В.И. Прокопец ; ФГБОУ ВО ДонГМУ Минздрава России. – Донецк : [б. и.], 2024. – 204 с. – Текст : электронный // Информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО ДонГМУ Минздрава России : [сайт]. – URL: <http://distance.dnmu.ru>. – Дата публикации: 14.11.2024. – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

#### 11. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

##### а) основная литература:

1. Ремизов, А. Н. Медицинская и биологическая физика : учебник / А.Н. Ремизов. - 4-е изд., испр. и перераб.- Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2023. - 656 с. - ISBN 978-5-9704-7498-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970474983.html> (дата обращения: 20.11.2024). - Режим доступа : по подписке.
2. Антонов, В. Ф. Физика и биофизика : учебник / В. Ф. Антонов, Е. К. Козлова, А. М. Черныш. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 472 с. - ISBN 978-5-9704-3526-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL :

<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970435267.html> (дата обращения: 19.11.2024). - Режим доступа : по подписке.

3. Греков, Е. В. Математика : учебник / Е. В. Греков. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2022. - 304 с. - ISBN 978-5-9704-7097-8. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970470978.html> (дата обращения: 20.11.2024). - Режим доступа : по подписке.

#### **б) дополнительная литература:**

1. Медицинская физика : учебное пособие / Ю. Г. Выхованец, С. М. Тетюра, А. Н. Черняк [и др.] ; Донецкий мед. ун-т., каф. медицинской физики, математики и информатики. Электрон. дан. (30,1 МБ). – Донецк, 2016. – 1 электрон. опт. диск (CD-R) : цв. 12 см. – Систем. требования: Intel Pentium 1,6 GHz + ; 256 Мб (RAM) ; Microsoft Windows XP + ; Интернет-браузер ; Microsoft Office, Flash Player, Adobe Reader. – Текст : электронный.

3. Введение в биомеханику : учебное пособие / Ю. Г. Выхованец, С. М. Тетюра, А. Н. Черняк [и др.] ; Донецкий мед. ун-т., каф. медицинской физики, математики и информатики. Электрон. дан. (24,6 МБ). – Донецк, 2016. – 1 электрон. опт. диск (CD-R) : цв. 12 см. – Систем. требования: Intel Pentium 1,6 GHz + ; 256 Мб (RAM) ; Microsoft Windows XP + ; Интернет-браузер ; Microsoft Office, Flash Player, Adobe Reader. – Текст : электронный.

4. Павлушков, И. В. Математика : учебник / И. В. Павлушков, Л. В. Розовский, И. А. Наркевич. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2022. - 320 с. - ISBN 978-5-9704-7082-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970470824.html> (дата обращения: 20.11.2024). - Режим доступа : по подписке.

5. Эйдельман, Е. Д. Физика с элементами биофизики : учебник / Е. Д. Эйдельман. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2023. - 688 с. - ISBN 978-5-9704-6907-1, DOI: 10.33029/9704-6907-1-FBF-2023-1-688. - Электронная версия доступна на сайте ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970469071.html> (дата обращения: 20.11.2024). - Режим доступа: по подписке. - Текст: электронный

#### **Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

1. Электронный каталог WEB-ОРАС Библиотеки ФГБОУ ВО ДонГМУ ИМ. М. ГОРЬКОГО <http://katalog.dnmu.ru>
2. ЭБС «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru>
3. Научная электронная библиотека (НЭБ) eLibrary <http://elibrary.ru>
4. Информационно-образовательная среда ДонГМУ <http://distance.dnmu.ru>

#### **12. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

1. Учебные аудитории для занятий лекционного типа
2. Учебные аудитории для проведения практических занятий
3. Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, для текущего контроля и промежуточной аттестации
4. Помещения для самостоятельной работы
5. Мультимедийные проекторы, экраны, ноутбук
6. Аппараты, приборы и другое медицинское и научно-исследовательское оборудование: «Амплипульс-5», «УЗТ-1,07Ф», УВЧ-терапии, физиотерапевтический «Поток-1», Фотометр КФК -3 ЗОМЗ, электрокардиографы, микроскопы Микромед С-11, МСП-1, осциллографы электронные, поляриметры, рефрактометры, фотоэлектроколориметры
7. Блоки питания НУ3005, генераторы электрических сигналов, источники бесперебойного питания
8. Учебные доски, столы, стулья
9. Доска магнитно-маркерная 1200x2400

10. Компьютерные классы, оснащённые компьютерами с возможностью подключения к сети «Интернет», Wi-Fi; доступом к электронной информационно-образовательной среде (ИОС) и электронно-библиотечной системе (ЭБС) ФГБОУ ВО ДонГМУ ИМ. М. ГОРЬКОГО.