

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Железнов Лев Михайлович  
Должность: ректор  
Дата подписания: 01.02.2022 13:36:18  
Уникальный программный идентификатор:  
7f036de85c233e341493b4c0e48bb3a18c939f31

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
**«Кировский государственный медицинский университет»**  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

УТВЕРЖДАЮ

И.о. ректора Л.А.Копысова

«31» августа 2017г

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «ОБЩАЯ И МЕДИЦИНСКАЯ БИОФИЗИКА»**

Специальность 30.05.01 Медицинская биохимия

Направленность (профиль) ОПОП - Медицинская биохимия

Форма обучения очная

Срок освоения ОПОП 6 лет

Кафедра физики и медицинской информатики

Рабочая программа дисциплины разработана на основе:

- 1) ФГОС ВО по специальности 30.05.01 Медицинская биохимия, утвержденного Министерством образования и науки РФ «11» августа 2016 г., приказ № 1013
- 2) Учебного плана по специальности 30.05.01 Медицинская биохимия, одобренного ученым советом ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России «31» августа 2017г., протокол № 6.

Рабочая программа дисциплины одобрена:

Кафедрой физики и медицинской информатики «31» августа 2017 г. (протокол № 1)

Заведующий кафедрой А.В. Шатров

Ученым советом педиатрического факультета «31» августа 2017г. (протокол №5а)

Председатель ученого совета факультета О.Н. Любезнова

Центральным методическим советом «31» августа 2017 г. (протокол № 1)

Председатель ЦМС Е.Н. Касаткин

#### **Разработчик:**

Старший преподаватель кафедры физики  
и медицинской информатики  
ФГБОУ ВО Кировский ГМУ

О.Л. Короткова

#### **Рецензенты**

Заведующий кафедрой гигиены ФГБОУ ВО Кировского ГМУ Минздрава России, кандидат медицинских наук С.Б. Петров

Доцент кафедры физики и методики преподавания физики Вятского ГУ, кандидат физико-математических наук П.Я. Кантор

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Раздел 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП	4
1.1. Цель изучения дисциплины (модуля)	4
1.2. Задачи изучения дисциплины (модуля)	4
1.3. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП	4
1.4. Объекты профессиональной деятельности	4
1.5. Виды профессиональной деятельности	4
1.6. Формируемые компетенции выпускника	5
Раздел 2. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы	7
Раздел 3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)	7
3.1. Содержание разделов дисциплины (модуля)	7
3.2. Разделы дисциплины (модуля) и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами	9
3.3. Разделы дисциплины (модуля) и виды занятий	9
3.4. Тематический план лекций	9
3.5. Тематический план практических занятий (семинаров)	12
3.6. Самостоятельная работа обучающегося	13
3.7. Лабораторный практикум	14
3.8. Примерная тематика курсовых проектов (работ), контрольных работ	14
Раздел 4. Перечень учебно-методического и материально-технического обеспечения дисциплины (модуля)	14
4.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)	14
4.2. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)	15
4.2.1. Основная литература	15
4.2.2. Дополнительная литература	15
4.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)	16
4.4. Перечень информационных технологий, используемых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю), программного обеспечения и информационно-справочных систем	16
4.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)	17
Раздел 5. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины (модуля)	17
Раздел 6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)	19
Раздел 7. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)	20

## **Раздел 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП**

### **1.1. Цель изучения дисциплины:**

Способствовать формированию у студентов-медиков системных знаний о физических свойствах и физических процессах, протекающих в биологических объектах, в том числе в человеческом организме, необходимых для освоения других учебных дисциплин и формирования профессиональных врачебных качеств, развитие у студентов способности самостоятельного изучения физической литературы и умения выражать физическим языком естественнонаучные и клинические задачи.

### **1.2. Задачи изучения дисциплины:**

- формирование у студентов навыков организации и проведения научных исследований по актуальной проблеме;
- формирование у студентов навыков подготовки и публичного представления результатов научных исследований;
- участия в решении отдельных научно-исследовательских и научно-прикладных задач в области здравоохранения по диагностике, лечению, медицинской реабилитации и профилактике;
- формирование у студентов логического мышления, умения точно формулировать задачу, способность вычленять главное и второстепенное, умения делать выводы на основании полученных результатов измерений;
- формирование навыков анализа научной литературы
- изучение разделов общей, медицинской и биологической физики, которые необходимы для рассмотрения процессов, протекающих в биологических организмах, взаимодействия биологических тканей с физическими факторами и принципов работы медицинской техники;
- обучение студентов технике безопасности при работе с медицинским оборудованием.

### **1.3. Место дисциплины в структуре ОПОП:**

Дисциплина «Общая и медицинская и биофизика» относится к блоку Б1.В Дисциплины базовой части.

Основные знания, необходимые для изучения дисциплины формируются при изучении дисциплин: Математический анализ; Механика, электричество; Оптика, атомная физика; Медицинская электроника; Физиология; Общая биохимия.

Является предшествующей для изучения дисциплин: Общая и медицинская радиобиология, Общая патология: патологическая анатомия, патофизиология, Гигиена человека и основы здорового образа жизни

### **1.4. Объекты профессиональной деятельности**

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших рабочую программу дисциплины, являются:

- физические лица (пациенты)
- совокупность физических лиц (популяции);
- совокупность медико-биохимических средств и технологий, направленных на создание условий для сохранения здоровья, обеспечения профилактики, диагностики и лечения заболеваний.

### **1.5. Виды профессиональной деятельности**

Изучение данной дисциплины направлено на подготовку к следующим видам профессиональной деятельности:

научно-исследовательская.

### 1.6. Формируемые компетенции выпускника

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование у выпускника следующих компетенций:

№ п/п	Номер/индекс компетенции	Результаты освоения ОПОП (содержание компетенции)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине			Оценочные средства	
			Знать	Уметь	Владеть	для текущего контроля	для промежуточной аттестации
1	2	3	4	5	6	7	8
1	<b>ОК-5</b>	готовностью к саморазвитию, самореализации, самообразованию, использованию творческого потенциала	З1. Основы сбора, хранения, поиска, переработки, преобразования, распространения медицинской информации, способы системной обработки и наглядного представления данных медицинской литературы и собственных наблюдений.	У1. Логически и аргументировано анализировать информацию, публично выступать, вести дискуссию; пользоваться учебной, научной литературой, сетью Интернет для профессиональной деятельности.	В1. Грамотно поставленной речью, навыками ведения диалога; технологиями поиска информации в библиотечных системах и сети Интернет; способностью анализировать и сравнивать полученную научно-медицинскую информацию, делать выводы.	реферат, тестирование	собеседование, тестирование
2	<b>ОПК-5</b>	готовностью к использованию основных физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий и методов при решении профессиональных задач	З8. Основные законы физики; физические явления и процессы; законы механики, оптики, атомной физики, электродинамики, физики волновых явлений.	У8. Решать типовые задачи на основные физические законы и ситуационные задачи, связанные с физическими процессами в биологических объектах и тканях и работой меди-	В8. Физической терминологией. Физическим аппаратом для обработки, анализа и интерпретации полученных экспериментальных данных.	типовые ситуационные задачи, реферат, тестирование	собеседование, тестирование

			<p>Основные физические закономерности, описывающие протекание процессов в биологических объектах и тканях. Первичное физическое действие основных физических факторов на биологические объекты, в том числе при физиотерапии.</p>	<p>цинской аппаратуры. Оценивать величину физических факторов, воздействующих на организм.</p>			
3	<b>ПК-13</b>	<p>способностью к организации и проведению научных исследований, включая выбор цели и формулировку задач, планирование, подбор адекватных методов, сбор, обработку, анализ данных и публичное их представление с учетом требований информационной безопасности</p>	<p>З6. Правила публичного представления результатов научных исследований; правила информационной безопасности.</p>	<p>У6. Представлять результаты научных исследований. Адекватно соблюдать правила информационной безопасности.</p>	<p>В6. Правилами представления результатов научных исследований в соответствии с правилами информационной безопасности. Методикой написания научной статьи и тезисов. Навыками представления результатов работы в письменной и устной форме. Навыками публичных выступлений.</p>	<p>типовые и ситуационные задачи, реферат, тестирование</p>	<p>собеседование, тестирование</p>

## Раздел 2. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 11 зачетных единиц, 396 час.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры		
		№ 5	№ 6	№ 7
1	2	3	4	5
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>243</b>	<b>72</b>	<b>84</b>	<b>84</b>
в том числе:				
Лекции (Л)	72	20	26	26
Практические занятия (ПЗ)	168	52	58	58
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>120</b>	<b>36</b>	<b>42</b>	<b>42</b>
в том числе:				
- Подготовка к занятиям	27	9	9	9
- Оформление отчетов лабораторного практикума	27	9	9	9
- Реферат	30	9	12	9
- Подготовка к тестированию	36	9	12	15
Вид промежуточной аттестации	экзамен	контактная работа	3	3
		самостоятельная работа	33	33
<b>Общая трудоемкость (часы)</b>	<b>396</b>	<b>108</b>	<b>126</b>	<b>162</b>
<b>Зачетные единицы</b>	<b>11</b>	<b>3</b>	<b>3,5</b>	<b>4,5</b>

## Раздел 3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

### 3.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы разделов)
1	2	3	4
1	ОК-5, ОПК-5, ПК-13	Молекулярная физика жидкой и твердой фаз. Биомеханика	<p><i>Лекции:</i> Акустика Физические методы использования звуковых и ультразвуковых методов исследования в клинике Основы строения и функционирования сердечно-сосудистой системы. Гидродинамика пульсового потока Свойства жидкостей Механические свойства твердых тел Основы физической кинетики</p> <p><i>Практические занятия:</i> Акустика. Физические методы использования звуковых и ультразвуковых методов исследования в клинике Основные законы гемодинамики. Энергетические характеристики функционирования сердечно-сосудистой системы Основы физической кинетики Элементы биосопромата</p>
2.	ОК-5, ОПК-5, ПК-13	Термодинамика биологических систем. Биофизика клетки	<p><i>Лекции:</i> Первое начало термодинамики Второе начало термодинамики Строение и функции биологических мембран</p>

			<p>Явления переноса на клеточных мембранах. Пассивный транспорт веществ через мембрану. Активный транспорт веществ через мембрану. Мембранный потенциал. <i>Практические занятия:</i> Первое и второе начало термодинамики Явления переноса на клеточных мембранах. Мембранный потенциал.</p>
3	ОК-5, ОПК-5, ПК-13	Электробиофизика.	<p><i>Лекции:</i> Электрический и токовый диполь Диэлектрики и проводники в электрическом поле Электрография Магнитные свойства веществ Биофизика нервного импульса Переменный ток <i>Практические занятия:</i> Электрография Электропроводность биологических тканей Магнитные свойства веществ Электропроводность биологических тканей для переменного тока</p>
4	ОК-5, ОПК-5, ПК-13	Оптика. Атомная и ядерная биофизика.	<p><i>Лекции:</i> Волновые и корпускулярные свойства света Зрительный анализатор Электронная оптика. ЯМР. Рентгеновское излучение. Взаимодействие радиоактивного излучения с веществом. Дозиметрия. <i>Практические занятия:</i> Волновая оптика Электронная оптика Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом.</p>
5	ОК-5, ОПК-5, ПК-13	Первичные механизмы действия физических факторов на клетки и биологические ткани.	<p><i>Лекции:</i> Первичный механизм действия ультразвука на живые клетки и биологические ткани Первичный механизм действия оптического излучения на живые клетки и биологические ткани Первичный механизм действия электрических факторов на живые клетки и биологические ткани Первичный механизм действия магнитных факторов на живые клетки и биологические ткани Обобщающие лекции <i>Практические занятия:</i> Первичный механизм действия ультразвука на живые клетки и биологические ткани Первичный механизм действия оптического излучения на живые клетки и биологические ткани Первичный механизм действия электриче-</p>

			ских факторов на живые клетки и биологические ткани Первичный механизм действия магнитных факторов на живые клетки и биологические ткани Физические основы физиотерапии
--	--	--	---

### 3.2. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин				
		1	2	3	4	5
1	Гигиена человека и основы здорового образа жизни	+	+	+	+	+
2	Общая патология: патологическая анатомия, патофизиология	+	+	+	+	+
3	Общая и медицинская радиобиология				+	+

### 3.3. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	СРС	Всего часов
1	2	3	4	5	6
1	Молекулярная физика жидкой и твердой фаз. Биомеханика	16	48	27	91
2	Термодинамика биологических систем. Биофизика клетки	16	22	15	53
3	Электробиофизика.	14	40	36	90
4	Оптика. Атомная и ядерная биофизика.	14	36	27	77
5	Первичные механизмы действия физических факторов на клетки и биологические ткани.	12	22	15	49
Вид промежуточной аттестации:	экзамен	контактная работа			3
		самостоятельная работа			33
<b>Итого:</b>		<b>72</b>	<b>168</b>	<b>120</b>	<b>396</b>

### 3.4. Тематический план лекций

№ п/п	№ раздела дисциплины	Название тем лекций	Содержание лекций	Трудоемкость		
				5 сем	6 сем	7 сем
1	2	3	4	5	6	7
1.	1	Акустика	Слуховой анализатор. Связь физических характеристик звука и характеристик слухового ощущения.	2		

2.	1	Физические методы использования звуковых и ультразвуковых методов исследования в клинике	Звуковые методы исследования в клинике. Инфразвук, ультразвук и гиперзвук. Эффект Доплера. Использование УЗ в медицине.	2		
3.	1	Основы строения и функционирования сердечно-сосудистой системы.	Основные законы гемодинамики. Основы строения и функционирования сердечно-сосудистой системы. Физические методы исследования механических параметров сердечно-сосудистой системы.	2		
4.	1	Гидродинамика пульсового потока	Гидродинамика пульсового потока в эластичной трубе. Моделирование пульсовой волны.	2		
5.	1	Свойства жидкостей	Диффузия. Осмоз. Поверхностное натяжение.	2		
6.	1	Механические свойства твердых тел	Элементы биосопромата. Пассивные и активные механические свойства мышечной ткани.	4		
7.	1	Основы физической кинетики	Фазовые переходы. Явления переноса.	2		
8.	2	Первое начало термодинамики	Предмет и терминология. Применение первого начала термодинамики к биологическим системам	2		
9.	2	Второе начало термодинамики	Второе начало термодинамики Энтропия и характеристические функции	2		
10.	2	Строение и функции биологических мембран	Функции мембран. Строение мембран. Модели мембран. Динамика и патология мембран.		2	
11.	2	Явления переноса на клеточных мембранах.	Электрохимический потенциал. Диффузия, электроперенос, электродиффузия.		2	
12.	2	Пассивный транспорт веществ через мембрану.	Виды и способы пассивного транспорта		4	
13.	2	Активный транспорт веществ через мембрану.	Виды и способы активного транспорта. Отличие активного транспорта от пассивного.		2	
14.	2	Мембранный потенциал.	Причины возникновения мембранного потенциала. Потенциал покоя. Пороговый потенциал. Потенциал возбуждения. Равновесный потенциал Нернста, Годмана-Ходжкина-Катца.		2	
15.	3	Электрический и токовый диполь	Понятие токового диполя. Мультиполь. Поле диполя. Диполь во внешнем поле. Токовый диполь.		2	

16.	3	Диэлектрики и проводники в электрическом поле	Поляризация веществ, помещенных в электрическое поле. Биологическая ткань в электрическое поле.		2	
17.	3	Электрография	Электрические поля, создаваемые живым организмом. Методика регистрации электрических полей. Задача электрографии. Теория Эйнтховена для ЭКГ.		2	
18.	3	Магнитные свойства веществ	Магнитная проницаемость. Вещество в магнитном поле. Геомагнитное поле. Магнитные поля, создаваемые живым организмом.		2	
19.	3	Биофизика нервного импульса	Потенциал действия нейрона. Нейрокибернетика. Индуктивно-ёмкостная модель возбудимой ткани.		2	
20.	3	Переменный ток	Особенности прохождения переменного электрического поля через биологическую ткань.		4	
21.	4	Волновые и корпускулярные свойства света	Интерференция, дифракция, дисперсия, поляризация. Дуализм световых волн. Поглощение и рассеяние света.			2
22.	4	Зрительный анализатор	Элементы строения глаза. Оптические силы сред глаза. Угол зрения. Острота зрения. Очки.			2
23.	4	Электронная оптика. ЯМР.	Магнитная линза. Предел разрешения электронного микроскопа. ЯМР-спектрометр. Магниторезонансная томография.			2
24.	4	Рентгеновское излучение.	Свойства и виды рентгеновского излучения. Рентгеновская трубка. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Применение рентгеновского излучения в медицине.			4
25.	4	Взаимодействие радиоактивного излучения с веществом.	Виды радиоактивного излучения. Взаимодействие радиоактивного излучения с биологической тканью.			2
26.	4	Дозиметрия.	Дозы излучения и поглощения. Дозиметры. Защита от ионизирующего излучения.			2
27.	5	Первичный механизм действия ультразвука на живые клетки и биологические ткани	Природа ультразвука. Физические основы использования ультразвука в диагностике. Физические основы использования ультразвука в физиотерапии.			2
28.	5	Первичный механизм действия оптического излучения на живые клетки и биологические ткани	Природа и виды оптического излучения. Физические основы использования оптического излучения в диагностике. Физические основы использования оптического излучения			2

			ния в физиотерапии.			
29.	5	Первичный механизм действия электрических факторов на живые клетки и биологические ткани	Первичный механизм действия на биологические ткани постоянного и переменного электрического поля. постоянного, импульсного и переменного электрического тока.			2
30.	5	Первичный механизм действия магнитных факторов на живые клетки и биологические ткани	Первичный механизм действия на биологические ткани постоянного и переменного магнитного поля.			2
31.	5	Обобщающие лекции	Физические закономерности, имеющие место при работе человеческого организма. Физические аспекты основных методов функциональной диагностики. Анализ влияния физических факторов на организм человека.			4
<b>ИТОГО:</b>				<b>20</b>	<b>26</b>	<b>26</b>

### 3.5. Тематический план практических занятий (семинаров)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Название тем практических занятий (семинаров)	Содержание практических (семинарских) занятий	Трудоемкость		
				5 сем	6 сем	7 сем
1	2	3	4	5	6	7
1.	1	Акустика. Физические методы использования звуковых и ультразвуковых методов исследования в клинике	Звуковые волны. Применение звуковых и ультразвуковых методов исследования в клинике	8		
2.	1	Основные законы гемодинамики. Энергетические характеристики функционирования сердечно-сосудистой системы	Основные законы гемодинамики. Работа и мощность сердца	16		
3.	1	Элементы биосопромата.	Физические свойства твердых тел.	20		
4.	1	Итоговое занятие	Проверочная работа №1 (решение типовых задач). Тестирование.	4		
5.	2	Явления переноса на клеточных мембранах.	Первое и второе начало термодинамики в биологических системах	4	12	
6.	2	Мембранный потенциал.	Электрохимический потенциал на клеточной мембране. Механизм возникновения биопотенциалов. Потенциал покоя и возбуждения. Пороговый потенциал		4	
7.	2	Итоговое занятие	Тестирование.		2	

8.	3	Электрография	Решение задач по теме занятия		12		
9.		Магнитные свойства веществ	Магнитные свойства биологических тканей. Биоманнитные поля.		4		
10.	3	Электропроводность биологических тканей	Электропроводность биологических тканей для постоянного и переменного тока. Первичное действие эл. тока на биологические ткани.		20		
11.	3	Итоговое занятие	Проверочная работа №2 (решение типовых задач). Тестирование.		4		
12.	4	Волновая оптика	Законы распространения света. Оптические приборы.			12	
13.	4	Электронная оптика	Излучение и поглощение света. Фотобиологические законы.			6	
14.	4	Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом.	Решение задач по теме занятия			14	
15.	4	Итоговое занятие	Проверочная работа №3 (решение типовых задач). Тестирование.			4	
16.	5	Первичный механизм действия ультразвука и на живые клетки и биологические ткани	Механическое, тепловое и химическое действие УЗ на биологические ткани.			4	
17.	5	Первичный механизм действия электрических и магнитных факторов на живые клетки и биологические ткани	Изменение ориентации, подвижности и поляризации биологических тканей под действием электромагнитных факторов.			12	
18.	5	Физические основы физиотерапии	Физиотерапевтическая и физиодиагностическая аппаратура.			4	
19.	5	Итоговое занятие	Тестирование. Подведение итогов сдачи практических навыков по дисциплине.			2	
<b>ИТОГО:</b>					<b>52</b>	<b>58</b>	<b>58</b>

### 3.6. Самостоятельная работа обучающегося

№ п/п	№ семестра	Наименование раздела дисциплины	Виды СРС	Всего часов
1	2	3	4	5
1	3	Молекулярная физика жидкой и твердой фаз. Биомеханика	Подготовка к занятию, Оформление отчетов лабораторного практикума, подготовка к тестированию, реферат	27
2		Термодинамика биологических систем. Биофизика клетки	Подготовка к занятию, Оформление отчетов лабораторного практикума, подготовка к тестированию, реферат	9
<b>Итого часов в семестре:</b>				<b>36</b>

3	4	Термодинамика биологических систем. Биофизика клетки	Подготовка к занятию, Оформление отчетов лабораторного практикума, подготовка к тестированию, реферат	6
4		Электробиофизика.	Подготовка к занятию, Оформление отчетов лабораторного практикума, подготовка к тестированию, реферат	36
<b>Итого часов в семестре:</b>				<b>42</b>
5	5	Оптика. Атомная и ядерная биофизика.	Подготовка к занятию, Оформление отчетов лабораторного практикума, подготовка к тестированию, реферат	27
6		Первичные механизмы действия физических факторов на клетки и биологические ткани.	Подготовка к занятию, Оформление отчетов лабораторного практикума, подготовка к тестированию, реферат	15
<b>Итого часов в семестре:</b>				<b>42</b>
<b>Всего часов на самостоятельную работу:</b>				<b>120</b>

### 3.7. Лабораторный практикум

Лабораторные работы выполняются как форма или часть практического занятия.

### 3.8. Примерная тематика курсовых проектов (работ), контрольных работ

Не предусмотрены учебным планом

## Раздел 4. Перечень учебно-методического и материально-технического обеспечения дисциплины

### 4.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Руководство для самостоятельной работы по общей и медицинской и биофизике: учебно-методическое пособие/ О.Л.Короткова (рук.).

2. Темы рефератов

- Биофизика вкуса.
- Биофизика обоняния.
- Биофизика внешнего дыхания.
- Биолюминесценция.
- Применение лазера в медицине.
- Электростимуляция.
- Реография.
- Первичный механизм действия аэроионов.
- Первичный механизм действия ультразвука на живые клетки и биологические ткани.
- Первичный механизм действия оптического излучения на живые клетки и биологические ткани.
- Первичный механизм действия электрических факторов на живые клетки и биологические ткани.
- Первичный механизм действия магнитных факторов на живые клетки и биологические ткани.

- Фотобиологические процессы.
- Математическое моделирование биологических процессов.
- Влияние электрического и магнитного поля Земли на биологические объекты.

3. Видеозаписи работ лабораторного практикума.

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

##### 4.2.1. Основная литература

№ п/п	Наименование	Автор(ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров в библиотеке	Наличие в ЭБС
1	2	3	4	5	6
1	Физика с элементами биофизики	Эйдельман Е. Д.	М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013	15	Консультант студента <a href="http://www.studmedlib.ru">www.studmedlib.ru</a>
2	Медицинская и биологическая физика	А. Н. Ремизов, А. Г. Максина, А. Я. Потпенко	Москва: Дрофа, 2010.	48	
3	Медицинская и биологическая физика	А.Н. Ремизов	Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2016, 2018.	270	Консультант студента <a href="http://www.studmedlib.ru">www.studmedlib.ru</a>
4	Медицинская и биологическая физика	А.Н. Ремизов	Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2013	[Электронный ресурс].	Консультант студента <a href="http://www.studmedlib.ru">www.studmedlib.ru</a>

##### 4.2.2. Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор(ы)	Год, место издания	Количество экземпляров в библиотеке	Наличие в ЭБС
1	2	3	4	5	6
1	Медицинская и биологическая физика: сборник задач	А.Н. Ремизов, А.Г. Максина	Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2014	[Электронный ресурс].	Консультант студента <a href="http://www.studmedlib.ru">www.studmedlib.ru</a>
2	Физика: современный курс	В.А. Никеров.	Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016.	[Электронный ресурс].	Университетская библиотека онлайн <a href="http://www.biblioclub.ru">http://www.biblioclub.ru</a>
3	Руководство к практическим занятиям по медицинской и биологической физике: учебно-методическое по-	Луценко Е.В., Короткова О.Л.	Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2017	40	«ЭБС Кировского ГМУ». <a href="http://elib.kirovgorod.ru/">http://elib.kirovgorod.ru/</a> .

	собые				
4	Медицинская и биологическая физика. Курс лекций с задачами	В.Н. Федорова, Е.В. Фаустов	2010, Москва: ГЭОТАР-Медиа		Консультант студента <a href="http://www.studmedlib.ru">www.studmedlib.ru</a>
5	Физика и биофизика: учебник	В.Ф. Антонов и др.	2008,2013 Москва: ГЭОТАР-Медиа	5	Консультант студента <a href="http://www.studmedlib.ru">www.studmedlib.ru</a>

#### 4.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

- <http://www.biophys.ru/> - «Биофизика.ru» - научный портал.
- [http://www.all-fizika.com/article/index.php?id\\_article=343](http://www.all-fizika.com/article/index.php?id_article=343) – Биофизика. Медицинская физика. Прикладная и теоретическая физика.
- <http://medulka.ru/biofizika> - электронные книги
- <http://prezentacija.biz/prezentacii-po-fizike/prezentacii-po-biofizike/> - презентации по физике и биофизике.
- <http://www.twirpx.com/file/215572/> - ответы на вопросы по биофизике.

#### 4.4. Перечень информационных технологий, используемых для осуществления образовательного процесса по дисциплине, программного обеспечения и информационно-справочных систем

Для осуществления образовательного процесса используются:

1. Слайд-лекции,
2. Видеозаписи работ лабораторного практикума,
3. Компьютерная программа, моделирующая работу аудиометра
4. Видеофрагменты физических опытов и видеодемонстрации по тематике лекций и практических занятий.

В учебном процессе используется лицензионное программное обеспечение:

1. Договор Microsoft Office (версия 2003) №0340100010912000035\_45106 от 12.09.2012г. (срок действия договора - бессрочный),
2. Договор Microsoft Office (версия 2007) №0340100010913000043\_45106 от 02.09.2013г. (срок действия договора - бессрочный),
3. Договор Microsoft Office (версия 2010) № 340100010914000246\_45106 от 23.12.2014г. (срок действия договора - бессрочный).
4. Договор Windows (версия 2003) №0340100010912000035\_45106 от 12.09.2012г. (срок действия договора - бессрочный)
5. Договор Windows (версия 2007) №0340100010913000043\_45106 от 02.09.2013г. (срок действия договора - бессрочный),
6. Договор Windows (версия 2010) № 340100010914000246\_45106 от 23.12.2014г. (срок действия договора - бессрочный),
7. Договор Антивирус Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 100-149 Node 1 year Educational Renewal License от 03.07.2017, лицензии 273\620B-MY\05\2017 (срок действия – 1 год),
8. Автоматизированная система тестирования Indigo Договор № Д53783/2 от 02.11.2015 (срок действия бессрочный, 1 год технической поддержки),
9. ПО FoxitPhantomPDF Стандарт, 1 лицензия, бессрочная, дата приобретения 05.05.2016 г.

Обучающиеся обеспечены доступом (удаленным доступом) к современным профессиональным базам данных и информационно-справочным системам:

- 1) Научная электронная библиотека e-LIBRARY. Режим доступа: <http://www.e-library.ru/>.
- 2) Справочно-поисковая система Консультант Плюс – ООО «КонсультантКиров».
- 3) «Электронно-библиотечная система Кировского ГМУ». Режим доступа: <http://elib.kirovgma.ru/>.
- 4) ЭБС «Консультант студента» - ООО «ИПУЗ». Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru>.
- 5) ЭБС «Университетская библиотека онлайн» - ООО «НексМедиа». Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru>
- 6) ЭБС «Консультант врача» - ООО ГК «ГЭОТАР». Режим доступа: <http://www.rosmedlib.ru/>
- 7) ЭБС «Айбукс» - ООО «Айбукс». Режим доступа: <http://ibooks.ru>.

#### **4.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

В процессе преподавания дисциплины используются следующие специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа – каб. №3 -702, каб. №№ 1-411, 3-803,ю 3-819
- учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа – каб. №№ 3-522а, 3-523, 3-525
- учебные аудитории для проведения практических занятий с лабораторным практикумом – каб. №№ 3-522а, 3-523, 3-525
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций – каб. . №№ 3-522а, 3-523, 3-525
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации – каб. . №№ 3-522а, 3-523, 3-525, 3-414, 1-307, 1-404.
- помещения для самостоятельной работы – каб. №№ 3-516, 3-414
- помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – каб. №№ 3-516, 3-517, 3-520.

Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины.

Помещения для практических занятий с проведением лабораторного практикума оснащены специальным лабораторным оборудованием.

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

#### **Раздел 5. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

Процесс изучения дисциплины предусматривает: контактную (работа на лекциях и практических занятиях) и самостоятельную работу.

Основное учебное время выделяется на приобретение практических навыков и анализ физического процесса.

В качестве основных форм организации учебного процесса по дисциплине выступают классические лекционные (с элементами проблемных) и практические занятия (с использованием интерактивных технологий обучения), а также самостоятельная работа обучающихся.

При изучении учебной дисциплины обучающимся необходимо освоить практические

умения по решению типовых задач, измерению физических величин и работе с приборами и установками в соответствии с предлагаемыми инструкциями.

При проведении учебных занятий кафедра обеспечивает развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (путем проведения интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализа ситуаций и имитационных моделей, преподавания дисциплины (модуля) в форме курса, составленного на основе результатов научных исследований, проводимых Университетом, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

#### **Лекции:**

Классическая лекция. рекомендуется при изучении всех тем. На лекциях излагаются темы дисциплины, предусмотренные рабочей программой, акцентируется внимание на наиболее принципиальных и сложных вопросах дисциплины, устанавливаются вопросы для самостоятельной проработки. Конспект лекций является базой при подготовке к практическим занятиям, экзамену, а также для самостоятельной работы.

Изложение лекционного материала рекомендуется проводить в мультимедийной форме. Смысловая нагрузка лекции смещается в сторону от изложения теоретического материала к формированию мотивации самостоятельного обучения через постановку проблем обучения и показ путей решения профессиональных проблем в рамках той или иной темы. При этом основным методом ведения лекции является метод проблемного изложения материала.

#### **Практические занятия:**

Практические занятия по дисциплине проводятся с целью приобретения практических навыков в области решения типовых задач, измерения физических величин и работы с приборами и установками в соответствии с предлагаемыми инструкциями.

Практические занятия проводятся в виде собеседований, обсуждений, дискуссий в микрогруппах, демонстрации наглядных пособий, отработки практических навыков на лабораторном оборудовании, решения типовых и ситуационных задач, тестовых заданий.

Практическое занятие способствует более глубокому пониманию теоретического материала учебной дисциплины, а также развитию, формированию и становлению различных уровней составляющих профессиональной компетентности обучающихся.

При изучении дисциплины используются следующие формы практических занятий:

#### - семинар традиционный по темам:

Механические свойства твердых тел

Первичный механизм действия ультразвука на живые клетки и биологические ткани

Первичный механизм действия оптического излучения на живые клетки и биологические ткани

Первичный механизм действия электрических факторов на живые клетки и биологические ткани

Первичный механизм действия магнитных факторов на живые клетки и биологические ткани

#### - практикум по решению задач по темам:

Акустика

Основные законы гемодинамики

Энергетические характеристики функционирования сердечно-сосудистой системы

Моделирование пульсовой волны

Свойства жидкостей

Основы физической кинетики

Роль поверхностного натяжения в организме

Элементы биосопромата

Первое и второе начало термодинамики

Явления переноса на клеточных мембранах.

Транспорт веществ через мембрану.

Проницаемость биологических мембран

Мембранный потенциал.

Электрический и токовый диполь  
Диэлектрики и проводники в электрическом поле  
Магнитные свойства веществ  
Переменный ток  
Индуктивные и емкостные свойства биологических тканей  
Физическая оптика  
Электронная оптика  
Рентгеновское излучение  
- конференция по темам:  
Физические основы физиотерапии  
- лабораторный практикум по темам:  
Физические методы использования звуковых и ультразвуковых методов исследования в клинике  
Исследование вязких свойств жидкости  
Роль поверхностного натяжения в организме  
Электрография  
Электропроводность биологических тканей  
Электропроводность биологических тканей для переменного тока  
Поляризация света  
Взаимодействие радиоактивного излучения с веществом.

**Самостоятельная работа** студентов подразумевает подготовку по всем разделам дисциплины «Общая и медицинская биофизика» и включает подготовку к занятиям, написание рефератов, отчетов по лабораторному практикуму, подготовку к тестированию, написание рефератов.

Работа с учебной литературой рассматривается как вид учебной работы по дисциплине «Общая и медицинская биофизика» и выполняется в пределах часов, отводимых на её изучение (в разделе СРС). Каждый обучающийся обеспечен доступом к библиотечным фондам университета и кафедры. Написание реферата способствуют формированию навыков использования учебной и научной литературы, глобальных информационных ресурсов, способствует формированию абстрактного мышления, способности к анализу и синтезу. Работа обучающегося в группе формирует чувство коллективизма и коммуникабельность.

Исходный уровень знаний обучающихся определяется тестированием, собеседованием.

Текущий контроль освоения дисциплины проводится в форме решения типовых ситуационных задач, тестового контроля, выполнения рефератов.

В конце изучения дисциплины проводится промежуточная аттестация с использованием тестового контроля, собеседования.

Вопросы по дисциплине включены в государственную итоговую аттестацию выпускников.

## **Раздел 6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (приложение А)**

Изучение дисциплины следует начинать с проработки данной рабочей программы, методических указаний, прописанных в программе, особое внимание уделяется целям, задачам, структуре и содержанию дисциплины.

Успешное изучение дисциплины требует от обучающихся посещения лекций, активной работы на практических занятиях, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с базовыми учебниками, основной и дополнительной литературой. Лекции имеют в основном обзорный характер и нацелены на освещение наиболее трудных вопросов, а также призваны способствовать формированию навыков работы с научной литературой. Предполагается, что обучающиеся приходят на лекции, предварительно проработав соответствующий учебный материал по источникам, рекомендуемым программой.

Основным методом обучения является самостоятельная работа студентов с учебно-методическими материалами, научной литературой, Интернет-ресурсами.

Правильная организация самостоятельных учебных занятий, их систематичность, целесообразное планирование рабочего времени позволяют обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивать высокий уровень успеваемости в период обучения, получить навыки повышения профессионального уровня

Основной формой промежуточного контроля и оценки результатов обучения по дисциплине является экзамен. На экзамене обучающиеся должны продемонстрировать не только теоретические знания, но и практические навыки, полученные на практических занятиях.

Постоянная активность на занятиях, готовность ставить и обсуждать актуальные проблемы дисциплины - залог успешной работы и положительной оценки.

Подробные методические указания к практическим занятиям и внеаудиторной самостоятельной работе по каждой теме дисциплины представлены в приложении А.

### **Раздел 7. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся дисциплине (приложение Б)**

Оценочные средства – комплект методических материалов, нормирующих процедуры оценивания результатов обучения, т.е. установления соответствия учебных достижений запланированным результатам обучения и требованиям образовательной программы, рабочей программы дисциплины.

ОС как система оценивания состоит из следующих частей:

1. Перечня компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.
2. Показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.
3. Типовых контрольных заданий и иных материалов.
4. Методических материалов, определяющих процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине представлены в приложении Б.

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Кировский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

Кафедра физики и медицинской информатики

## Приложение А к рабочей программе дисциплины

### Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины «Общая и медицинская биофизика»

Специальность 30.05.01 Медицинская биохимия  
Направленность (профиль) ОПОП – Медицинская биохимия  
(очная форма обучения)

#### Раздел 1. Молекулярная физика жидкой и твердой фаз. Биомеханика

##### Тема 1. 1. Акустика. Физические методы использования звуковых и ультразвуковых методов исследования в клинике

**Цель:** Способствовать формированию знаний и умений по указанной теме с последующим практическим применением.

**Задачи:**

- Рассмотреть и освоить основные понятия и законы по указанной теме
- Сформировать шаблоны подхода к рассмотрению вопросов, объясняемых законами биомеханики.
- Закрепить устойчивую воспроизводимость положительных результатов при рассмотрении прикладных вопросов и решении новых задач

**Студент должен знать** Основные понятия, термины, законы распространения звуковых волн.

**Студент должен уметь** Решать типовые задачи и задачи прикладного характера  
Снимать аудиограмму

**Студент должен владеть** Методами и приемами решения типовых задач по данной теме.  
Навыками работы со справочной и инструктивной литературой.

#### Самостоятельная аудиторная работа студентов

##### 1. Ответить на вопросы по теме занятия

1. Физические характеристики звука.
2. Характеристики слухового ощущения и их связь с физическими характеристиками. Звуковые измерения. Аудиометрия. Шумомер.
3. Физические основы звуковых методов исследования в клинике. Фонокардиограф.
4. Физика слуха. Физическое обоснование принципов, лежащих в основе строения органов слуха.
5. Источники и приемники ультразвука. Особенности распространения УЗ-волны.
6. Применение ультразвука в диагностике. УЗ-локация.
7. Действие ультразвука на вещество, на клетки и ткани организма. Использование ультразвука для лечения.
8. Инфразвук и вибрации.

##### 2. Практическая часть

##### 2.1. Задачи для решения под руководством преподавателя

1. Вынужденные колебания описываются дифференциальным уравнением  $0,4 \frac{d^2x}{dt^2} + 0,48 \frac{dx}{dt} + 1,6x = 0,8 \sin 3t$ . Найдите частоту этих вынужденных колебаний системы?

При какой частоте внешней силы будет наблюдаться резонанс?

2. Разность хода двух звуковых волн, приходящих в левое и правое ухо человека, составляет 1 см. Определите сдвиг фаз между обоими звуковыми ощущениями для тона с частотой  $\nu = 1 \text{ кГц}$ .

## 2.2. Задачи для группового решения (с проверкой у доски)

3. Сравните длины волн в воздухе для ультразвука частотой  $\nu = 1 \text{ МГц}$  и звука частотой  $\nu = 1 \text{ кГц}$ . Чем определяется нижняя граница длин волн ультразвука в среде?

4. Изучение движения барабанной перепонки показало, что скорость колебания ее участков оказывается величиной одного порядка со скоростью смещения молекул воздуха при распространении плоской волны. Исходя из этого, вычислите приближенно амплитуду колебания участков барабанной перепонки для двух случаев: а) порог слышимости; б) порог болевого ощущения. Частота равна  $\nu = 1 \text{ кГц}$ .

## 2.3. Задачи для индивидуальной работы

5. Две машины движутся навстречу друг другу со скоростями  $v_1 = 20 \text{ м/с}$  и  $v_2 = 10 \text{ м/с}$ . Первая машина дает сигнал с частотой  $\nu = 800 \text{ Гц}$ . Какой частоты сигнал услышит водитель второй машины: 1) до встречи машин; 2) после встречи машин?

6. Плотность здоровой мышечной ткани составляет  $1060 \text{ кг/м}^3$ . Ее волновое сопротивление равно  $1,63 \cdot 10^6 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{с)}$ . При исследовании ультразвуком отраженный сигнал был принят через  $2 \cdot 10^{-5} \text{ с}$  после излучения. На какой глубине в мышечной ткани была обнаружена неоднородность.

7. Какая часть интенсивности механической волны пройдет из воды в лед, если скорость распространения волны в воде  $1500 \text{ м/с}$ , а во льду  $3980 \text{ м/с}$ ? Плотность льда  $917 \text{ кг/м}^3$ .

## 2.4. Ситуационные задачи

1. Как изменяется скорость движения эритроцитов в кровеносном русле у пациентов со сфероцитозом, если доплеровский сдвиг частот в 1,3 раза меньше по сравнению с нормой?

2. Шум на улице, которому соответствует уровень интенсивности звука  $L_1 = 50 \text{ дБ}$ , слышен в комнате как шум  $L_2 = 30 \text{ дБ}$ . Найдите отношение интенсивностей звука на улице и в комнате.

3. По условиям некоторого производства определен допустимый предел уровня шума  $E = 70 \text{ фон}$ . Определите максимальную допустимую интенсивность звука. Условно считать, что шум соответствует звуку частотой  $\nu = 1 \text{ кГц}$ .

## **Самостоятельная внеаудиторная работа студентов**

1) Ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия с использованием конспектов лекций и/или рекомендуемой учебной литературы.

2) Ответить на вопросы для самоконтроля и для собеседования:

1. Что изучает акустика?
2. Одинакова ли скорость звука в газах, жидкостях и твердых телах?
3. Звуковые волны продольные или поперечные?
4. Объясните механизм образования звуковой волны?
5. Что называется тоном? чистым тоном? шумом?.
6. Как оценить уровень интенсивности механической (звуковой) волны?
7. Назовите субъективные характеристики слуховых ощущений? Каким объективным характеристикам они соответствуют? Что такое порог слышимости?
8. В каком частотном диапазоне человеческое ухо наиболее чувствительно?

9. Сформулируйте закон Вебера-Фехнера.
10. Что такое аудиометрия? аудиограмма?
11. Что можно определить по кривой равной громкости?
12. Какие методы относятся к звуковым методам исследования в клинике?
13. Опишите строение органа слуха человека.
14. Чем заканчивается наружный слуховой проход?
15. Назовите теории восприятия звука? чем они отличаются друг от друга?
16. Как определяется волновое сопротивление?
17. Явление на границе раздела двух сред? От чего зависит проникновение звуковой волны из одной среды в другую?
18. Устройство органа слуха. Назначение отдельных частей.
19. Что такое уровень громкости? Приведите единицы измерения уровня громкости.
20. Для каких частот справедлива телефонная теория Резерфорда?
21. Резонансная теория Гельмгольца, её достоинства и недостатки.
22. Приведите современную теорию восприятия звука.
23. Что называют ультразвуком?
24. На основе каких явлений работают ультразвуковые излучатели?
25. Что лежит в основе ультразвуковой диагностики?
26. Что такое ультразвуковая локация (УЗ-локация)?
27. Какие действия оказывает УЗ на биологические объекты?
28. Что такое кавитация, условия её возникновения?
29. Что является первичным механизмом ультразвуковой терапии?
30. Что называется инфразвуком?

### 3) Проверить свои знания с использованием тестового контроля.

1. Акустика изучает
  - 1) упругие колебания и волны
  - 2) электромагнитные волны
  - 3) волны на поверхности жидкости.
2. Колебательное движение – это
  - 1) повторяющиеся отклонения физического тела или параметра его состояния то в одну, то в другую сторону от положения равновесия
  - 2) отклонения физического тела или параметра его состояния от положения равновесия
  - 3) повторяющееся изменение положения тела в пространстве.
3. Резонанс – это явление
  - 1) достижения максимальной амплитуды колебаний для заданных собственной частоте и коэффициенте затухания колебательной системы
  - 2) незначительного увеличения амплитуды колебаний при стремлении частоты вынуждающей силы к бесконечности
  - 3) достижения минимальной амплитуды колебаний для заданных собственной частоте и коэффициенте затухания колебательной системы.
4. При волновом движении осуществляется
  - 1) перенос энергии без переноса вещества
  - 2) перенос энергии и перенос вещества
  - 3) перенос вещества без переноса энергии.
5. Какими факторами определяется громкость звука?
  - 1) порогом слышимости
  - 2) порогом болевых ощущений
  - 3) интенсивностью, частотой
  - 4) спектром звука.
6. Громкость звука зависит
  - 1) от свойств среды, в которой распространяется звук

- 2) от начальной интенсивности на пороге слышимости
- 3) от интенсивности и частоты звуковой волны.

7. Высота звука зависит

- 1) от свойств среды, в которой распространяется звук
- 2) от частоты звуковой волны
- 3) от интенсивности звуковой волны
- 4) от амплитуды колебания источника звука.

8. Какая частота соответствует основной гармонике в акустическом спектре сложного тона?

- 1) наибольшая частота спектра
- 2) наименьшая частота спектра
- 3) средняя частота спектра
- 4) среди предложенных ответов нет верного.

9. Тембру звука, как субъективной характеристике звука соответствует

- 1) спектральный состав звукового колебания
- 2) частота тона
- 3) амплитуда колебаний в волне
- 4) звуковое давление
- 5) интенсивность звука.

10. При аудиометрии используют кривую равной громкости на пороге слышимости, которая представляет собой

- 1) зависимость звукового давления от длины волны звука
- 2) зависимость интенсивности от длины волны
- 3) зависимость уровня интенсивности от частоты звука.

11. Основное назначение среднего уха

- 1) способствовать передаче внутреннему уху большей интенсивности звука
- 2) ослабление передачи колебаний в случае звука большой интенсивности
- 3) способствовать передаче внутреннему уху меньшей интенсивности звука.

12. Звуковоспринимающим органом является

- 1) улитка
- 2) вестибулярный аппарат
- 3) среднее ухо
- 4) наружное ухо.

13. К звуковым методам исследования в клинике нельзя отнести

- 1) УЗИ
- 2) перкуссию
- 3) аускультацию
- 4) фонокардиографию.

14. Инфразвуком называют механические волны с частотой

- 1) меньшей воспринимаемой человеческим ухом (16-25 Гц)
- 2) более 1000 Гц
- 3) менее 20 кГц
- 4) нет определенного предела.

15. Ультразвук - это

- 1) электрические колебания с частотой, выше звуковой
- 2) механические колебания и волны с частотой менее 16 Гц
- 3) механические колебания и волны с частотой более 20 кГц.

16. Явление кавитации возникает в среде при прохождении в ней ультразвука, если

- 1) среда обладает малой плотностью
- 2) УЗ-волна имеет большую интенсивность
- 3) УЗ-волна имеет малую интенсивность.

17. Что является первичным механизмом ультразвуковой терапии?

- 1) резонансные явления в тканях и органах
- 2) воздействие на центральную нервную систему
- 3) механическое и тепловое действие на ткани
- 4) ионизация и диссоциация молекул
- 5) воздействие на периферическую нервную систему.

18. В основе ультразвуковой диагностики лежит следующее явление

- 1) скорость распространения ультразвука в различных тканях различна
- 2) различные ткани в разной степени способны поглощать ультразвук
- 3) ультразвук не может огибать никакие преграды (неоднородности на своем пути)
- 4) при прохождении через вещество изменяется частота ультразвука.

19. Ультразвуковая локация (УЗ-локация) это

- 1) определение с помощью ультразвука расположения и размера неоднородных включений, полостей, внутренних органов и т.п.
- 2) визуализация тканей и органов человека
- 3) определение скорости движущихся сред в организме.

20. Эффект Доплера используется для определения скорости кровотока, скорости движения сердечных клапанов. Этот эффект заключается

- 1) в изменении частоты сигнала, передаваемого излучателем, при движении источника к наблюдателю
- 2) в изменении скорости движения источника при его сближении с наблюдателем
- 3) в изменении частоты волны, воспринимаемой наблюдателем, при взаимном перемещении источника и наблюдателя.

#### 4) Выполнить практические задания.

4. Разрыв барабанной перепонки наступает при уровне интенсивности звука  $L_0=150$ дБ. Определите интенсивность, амплитудное значение звукового давления и амплитуду смещения частиц в волне для звука частотой  $\nu = 1кГц$ , при которых может наступить разрыв барабанной перепонки.

5. Два звука частотой  $\nu = 1кГц$  отличаются по громкости на 1 фон. Во сколько раз отличаются их интенсивности.

6. При диагностировании патологического изменения в тканях организма ультразвуковым методом отраженный сигнал был принят через  $5 \cdot 10^{-5}$  с после излучения. На какой глубине в тканях была обнаружена неоднородность?

#### 5) Написать реферат

- Биофизика вкуса.
- Биофизика обоняния.
- Биофизика внешнего дыхания.

### **Рекомендуемая литература:**

#### Основная литература

- Эйдельман Е. Д.. Физика с элементами биофизики. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013
- А. Н. Ремизов, А. Г. Максина, А. Я. Потпенко. Медицинская и биологическая физика. - Москва: Дрофа, 2010.
- А.Н. Ремизов. Медицинская и биологическая физика. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 201., 2016, 2018.

#### Дополнительная литература

- А.Н. Ремизов, А.Г. Максина. Медицинская и биологическая физика: сборник задач. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2014
- В.А. Никеров. Физика: современный курс. - Москва : Издательско-торговая корпора-

ция «Дашков и К<sup>о</sup>», 2016.

- Руководство к практическим занятиям по медицинской и биологической физике: учебно-методическое пособие/ Луценко Е.В., Короткова О.Л. - Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2018
- В.Н. Федорова, Е.В. Фаустов Медицинская и биологическая физика. Курс лекций с задачами. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2008
- В.Ф. Антонов и др. Физика и биофизика: учебник. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2009.
- О.Л.Короткова. Руководство для самостоятельной работы по общей и медицинской биофизике: учебно-методическое пособие. (рук.).
- Кудрявцев В.А., Короткова О.Л., Саввин В.Н., Шишкин Г.П. Сборник тестовых заданий по дисциплинам «Физика, математика» и «Медицинская и биологическая физика»: учебно-методическое пособие /сост. В.А. Кудрявцев, О.Л. Короткова, В.Н. Саввин, Г.П. Шишкин. – Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2017

## **Раздел 1. Молекулярная физика жидкой и твердой фаз. Биомеханика**

### **Тема 1. 2. Основные законы гемодинамики. Энергетические характеристики функционирования сердечно-сосудистой системы**

**Цель:** Способствовать формированию знаний и умений по указанной теме с последующим практическим применением.

**Задачи:**

- Рассмотреть и освоить основные понятия и законы по указанной теме
- Сформировать шаблоны подхода к рассмотрению вопросов, объясняемых законами биомеханики.
- Закрепить устойчивую воспроизводимость положительных результатов при рассмотрении прикладных вопросов и решении новых задач

**Студент должен знать** Основные понятия, термины, законы распространения звуковых волн.

**Студент должен уметь** Решать типовые задачи и задачи прикладного характера  
Объяснять особенности кровотока законами гемодинамики

**Студент должен владеть** Методами и приемами решения типовых задач по данной теме.  
Навыками работы со справочной и инструктивной литературой.

### **Самостоятельная аудиторная работа студентов**

#### 1. Ответить на вопросы по теме занятия

- 1) Жидкость и её основные характеристики.
- 2) Уравнение неразрывности струи
- 3) Уравнение Бернулли
- 4) Уравнение Ньютона.
- 5) 5.Формула Пуазейля
- 6) Измерение вязкости
- 7) Ламинарное и турбулентное течение. Число Рейнольдса
- 8) Поверхностное натяжение
- 9) Строение сердечно-сосудистой системы. Её отличие от гидродинамических систем.
- 10) Основные законы гемодинамики.
- 11) Скорость (линейная) движения крови, распределение давления в сосудистом русле.
- 12) Пульсовая волна. Скорость распространения.
- 13) Модель О. Франка системы кровообращения.
- 14) Электрическая модель системы кровообращения.
- 15) Физические свойства измерения кровяного давления.
- 16) Работа и мощность сердца.
- 17) Причины возникновения кессонной болезни.

## 2. Практическая часть

### 2.1. Задачи для решения под руководством преподавателя

1. Определить скорость оседания эритроцитов в плазме крови (в мм/ч) исходя из предположения, что они имеют форму шариков диаметром 7 мкм и не склеиваются между собой.

2. Карманный ингалятор В-169 при распылении позволяет получить аэрозоль с частицами диаметром 3 мкм. Определить работу, необходимую для превращения 1 г оливкового масла в аэрозоль при температуре 20° С.

3. В горизонтально расположенный капилляр набирается 0,3 мл крови так, что образуется столбик длиной 12 см. Вытечет ли кровь из капилляра, если его поставить вертикально? Сколько крови останется в капилляре?

### 2.2. Задачи для группового решения (с проверкой у доски)

4. Наблюдая под микроскопом движение эритроцитов в капилляре, можно измерить скорость течения крови 0,5 мм/с. Средняя скорость тока крови в аорте составляет 40 см/с. На основании этих данных определите, во сколько раз сумма поперечных сечений всех функционирующих капилляров больше сечения аорты.

### 2.3. Задачи для индивидуальной работы

5. У человека в покое величина кровотока на 100 г мышц руки равна в среднем 2,5 мл к минуте. Определить количество капилляров в тканях мышц, считая, что длина каждого из них составляет 0,3 мм, а диаметр 10 мкм. Разность давлений на концах капилляров принято равной 33,3 гПа.

6. При нормальной частоте сокращений сердца полный круговорот крови происходит за 60сек. Считая объем крови равным 5л, определить общее сопротивление кровотоку. Перепад давления в сердце принять равным 13,3кПа.

7. Определите максимальное количество крови, которое может пройти через аорту в 1 с, чтобы течение сохранялось ламинарным. Диаметр аорты  $D=2$ см, вязкости крови  $5\text{мПа}\cdot\text{с}$ .

### 2.4. Ситуационные задачи

8. Определить работу сердца человека в покое при одном сокращении и его мощность, если среднее давление, при котором кровь выбрасывается в аорту левым желудочком, равно 133,3 гПа, ударный объем 60 мл, скорость крови в аорте 0,5 м/с. Работа правого желудочка составляет примерно 0,2 работы левого желудочка, а время их сокращения 0,3 с.

9. Скорость пульсовой волны в артериях составляет 8 м/с. Чему равен модуль упругости этих сосудов, если известно, что отношение радиуса просвета к толщине стенки сосуда равно 6, а плотность сосудистой стенки равна  $1,15\text{г}/\text{см}^3$ .

## **Самостоятельная внеаудиторная работа студентов**

1) Ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия с использованием конспектов лекций и/или рекомендуемой учебной литературы.

2) Ответить на вопросы для самоконтроля и для собеседования:

1. Объясните с точки зрения молекулярно-кинетической теории следующие свойства жидкости: текучесть и вязкость.
2. Какие режимы течения жидкости существуют?
3. Объясните возникновение силы внутреннего трения.
4. Напишите уравнение Ньютона для течения вязкой жидкости.
5. Что такое ньютоновская и неньютоновская жидкость?
6. Как зависит вязкость жидкости от температуры (объяснить)?
7. Какие причины влияют на характер течения жидкости?
8. Как зависит гидравлическое сопротивление при течении реальной жидкости от изменения площади поперечного сечения и разветвления трубы?
9. Запишите формулу Пуазейля, проведите её анализ.
10. Какие силы возникают при движении тела в вязкой среде?
11. Выведите формулу для определения вязкости по методу Стокса.

12. Какое значение имеет определение вязкости биологических жидкостей в медицине?
13. Каковы причины возникновения поверхностного натяжения жидкостей?
14. Почему в невесомости шарообразную форму принимают жидкости даже большей массы, чем капля?
15. Что характеризует коэффициент поверхностного натяжения жидкости?
16. Как зависит коэффициент поверхностного натяжения от температуры и какова причина этой зависимости?
17. Какое значение имеет изучение поверхностного натяжения для медицины?
18. Что такое газовая эмболия, при каких условиях она возникает?
19. Что изучает гемодинамика?
20. В чем состоит задача гемодинамики?
21. Какие основные части можно выделить в сердечно-сосудистой системе?
22. Почему скорость крови в капиллярах намного меньше скорости тока в артериях?
23. Как изменяется давление в сосудах при течении крови?
24. Объясните механизм образования пульсовой волны? Почему пульсовая волна носит затухающий характер?
25. Для каких целей применяется моделирование сердечно-сосудистой системы?
26. Изложите основные положения модели О.Франка и электрической модели.
27. Дайте физическое обоснование метода измерения артериального давления.
28. Вычислите работу и мощность сердца.
29. Как, используя законы гидродинамики можно оценить причина, приводящие к изменению кровяного давления?
30. Каков механизм возникновения газовой эмболии?

### 3) Проверить свои знания с использованием тестового контроля.

1. Для внутреннего строения жидкостей характерен
  - 1) ближний порядок частиц
  - 2) дальний порядок частиц
  - 3) неупорядоченное положение частиц.
2. Существование поверхностного натяжения объясняется:
  - 1) наличием сил межмолекулярного взаимодействия
  - 2) хаотическим движением молекул жидкости
  - 3) текучестью жидкости
  - 4) наличием сил тяжести, действующих на жидкость.
3. Поверхностное натяжение определяется:
  - 1) работой, затраченной на перемещение единицы объема текущей жидкости
  - 2) полной внутренней энергией жидкости
  - 3) изменением внутренней энергии жидкости
  - 4) работой, затраченной на создание единичной поверхности жидкости
  - 5) давления, оказываемого на свободную поверхность жидкости.
4. Сила поверхностного натяжения направлена:
  - 1) по касательной к стенкам сосуда, в котором находится жидкость.
  - 2) по касательной к поверхности жидкости
  - 3) перпендикулярно стенкам сосуда, в котором находится жидкость
  - 4) перпендикулярно к поверхности жидкости.
5. Жидкость является смачивающей твердое тело, если силы притяжения между молекулами самой жидкости
  - 1) больше, чем силы притяжения между молекулами твердого тела и жидкости
  - 2) меньше, чем силы притяжения между молекулами твердого тела и жидкости
  - 3) равны силам притяжения между молекулами твердого тела и жидкости
  - 4) не равны силам притяжения между молекулами твердого тела и жидкости.
6. Высота поднятия смачивающей жидкости в капилляре определяется:

- 1) свойствами жидкости, свойствами материала капилляра и его радиусом
- 2) свойствами материала капилляра и его диаметром
- 3) свойствами жидкости и радиусом капилляра
- 4) свойствами жидкости.

7. В уравнении неразрывности струи постоянной является величина

- 1) произведения скорости течения жидкости на объем жидкости
- 2) произведения скорости течения жидкости на поперечное сечение трубки тока жидкости
- 3) произведения давления в жидкости на поперечное сечение трубки тока жидкости
- 4) полного давления, равного сумме статического, гидростатического и динамического давлений
- 5) произведения объёма жидкости на длину трубки тока жидкости.

8. Согласно уравнению Бернулли для любого поперечного сечения потока жидкости остаётся постоянным

- 1) произведение скорости течения жидкости на поперечное сечение трубки тока жидкости
- 2) полное давление, равное произведению силы давления на площадь поперечного сечения потока
- 3) полное давление, равное сумме статического, гидростатического и динамического давлений
- 4) полное давление, равное сумме статического и динамического давлений.

9. При ламинарном течении:

- 1) скорость частиц в любом месте трубы непрерывно и хаотично меняется
- 2) скорость частиц в любом месте трубы не меняется с течением времени
- 3) скорость частиц в любом месте трубы меняется по определенному закону
- 4) скорость частиц в разных местах трубы различна.

10. Гемодинамика изучает законы движения

- 1) крови по кровеносным сосудам
- 2) воды по трубам
- 3) любой жидкости в организме человека.

11. Известно, что кровь является неньютоновской жидкостью, т.е. ее вязкость изменяется в зависимости от градиента скорости в потоке. Это объясняется тем, что

- 1) плазма крови обладает высокой вязкостью
- 2) форменные элементы крови образуют крупные агрегаты - "монетные столбики"
- 3) форменные элементы крови разнообразны по форме и размерам.

12. Общее сечение капилляров в сотни раз больше сечения аорты, поэтому скорость течения крови в капиллярах

- 1) во столько же раз меньше скорости крови в аорте
- 2) во столько же раз больше скорости крови в аорте
- 3) зависит в большей степени от их расположения
- 4) зависит в большей степени от вязкости крови.

13. Давление крови измеряется в

- 1) миллиметрах кровяного столба
- 2) миллиметрах воздушного столба
- 3) миллиметрах ртутного столба
- 4) Паскалях.

14. Для измерения артериального давления крови у человека манжету обычно накладывают на область:

- 1) бедренной артерии
- 2) плечевой артерии
- 3) бедренной вены
- 4) плечевой вены.

15. Давление в крупных венах

- 1) отрицательное
- 2) равно нулю
- 3) такое же, как в артериях
- 4) такое же, как в капиллярах.

16. В кровеносной системе падение давления

- 1) происходит равномерно во всех сосудах
- 2) больше в крупных сосудах, чем в мелких
- 3) больше в разветвленных сосудах, чем в крупных артериях.

17. Максимальный показатель измеренного давления соответствует:

- 1) давлению крови в артерии во время систолы
- 2) давлению крови в вене во время систолы
- 3) давлению крови в артерии во время диастолы
- 4) среднему давлению крови в артерии.

18. Минимальный показатель измеренного давления соответствует:

- 1) давлению крови в артерии во время систолы
- 2) давлению крови в вене во время диастолы
- 3) давлению крови в артерии во время диастолы
- 4) среднему давлению крови в вене.

19. Пульсовая волна образуется за счет

- 1) деформации эластичных стенок сосудов
- 2) изменения скорости течения крови по сосудам разного диаметра
- 3) изменение давления в разветвленной кровеносной системе.

20. Сердце совершает работу, которая расходуется на

- 1) сообщение потоку крови скорости и пульсации
- 2) сообщение потоку скорости и преодоление сопротивления
- 3) сообщение потоку крови скорости и преодоление давления в венозной системе
- 4) сообщение потоку крови скорости и проталкивание эритроцитов через капилляры.

#### 4) Выполнить практические задания.

1. При атеросклерозе критическое число Рейнольдса в некоторых сосудах становится равным 1160. Определить скорость, при которой возможен переход ламинарного течения крови в турбулентное в сосуде диаметром 2,5 мм.

2. Определить линейную скорость кровотока в аорте радиусом 1,5 см, если при длительности систолы 0,25 с через аорту протекает 60 мл крови. Во сколько раз эта скорость меньше критической? Число Рейнольдса считать равным 1160.

3. Определить, сколько процентов от суточного расхода энергии человека (11500 кДж) затрачивается сердцем на перемещение крови при частоте пульса 70 уд/мин, учитывая, что среднее давление в левом желудочке равно 12 кПа, а в правом в шесть раз меньше. Количество крови, выбрасываемое каждым желудочком, считать равным 60 мл, а скорость кровотока в обоих случаях 0,4 м/с.

#### 5) Написать реферат

- Первичный механизм действия аэроионов.

#### **Рекомендуемая литература:**

##### Основная литература

- Эйдельман Е. Д.. Физика с элементами биофизики. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013
- А. Н. Ремизов, А. Г. Максина, А. Я. Потпенко. Медицинская и биологическая физика. - Москва: Дрофа, 2010.
- А.Н. Ремизов. Медицинская и биологическая физика. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2011, 2016, 2018.

##### Дополнительная литература

- А.Н. Ремизов, А.Г. Максина. Медицинская и биологическая физика: сборник задач. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2014

- В.А. Никеров. Физика: современный курс. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016.
- Руководство к практическим занятиям по медицинской и биологической физике: учебно-методическое пособие/ Луценко Е.В., Короткова О.Л. - Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2018
- В.Н. Федорова, Е.В. Фаустов Медицинская и биологическая физика. Курс лекций с задачами. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2008
- В.Ф. Антонов и др. Физика и биофизика: учебник. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2009.
- О.Л.Короткова. Руководство для самостоятельной работы по общей и медицинской биофизике: учебно-методическое пособие. (рук.).
- Кудрявцев В.А., Короткова О.Л., Саввин В.Н., Шишкин Г.П. Сборник тестовых заданий по дисциплинам «Физика, математика» и «Медицинская и биологическая физика»: учебно-методическое пособие /сост. В.А. Кудрявцев, О.Л. Короткова, В.Н. Саввин, Г.П. Шишкин. – Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2017

## **Раздел 1. Молекулярная физика жидкой и твердой фаз. Биомеханика**

### **Тема 1. 3. Элементы биосопромата**

**Цель:** Способствовать формированию знаний и умений по указанной теме с последующим практическим применением.

**Задачи:**

- Рассмотреть и освоить основные понятия и законы по указанной теме
- Сформировать шаблоны подхода к рассмотрению вопросов, объясняемых законами биомеханики.
- Закрепить устойчивую воспроизводимость положительных результатов при рассмотрении прикладных вопросов и решении новых задач

**Студент должен знать** Основные понятия, термины, законы распространения звуковых волн.

**Студент должен уметь** Решать типовые задачи и задачи прикладного характера. Измерять поверхностное натяжение и вязкость жидкости экспериментально

**Студент должен владеть** Методами и приемами решения типовых задач по данной теме. Навыками работы со справочной и инструктивной литературой.

### **Самостоятельная аудиторная работа студентов**

#### 1. Ответить на вопросы по теме занятия

1. В чем природа выталкивающей силы, действующей на погруженное в жидкость тело?
2. Дайте объяснение поверхностному натяжению жидкости.
3. В чем физический смысл коэффициента поверхностного натяжения?
4. Объясните природу дополнительного давления на искривленной поверхности жидкости. Как его можно оценить? Объясните причину газовой эмболии.
5. Какова причина поднятия (или опускания) жидкости в капилляре? Выведите формулу для высоты (глубины) поднятия (или опускания) жидкости в капилляре?
6. В чем природа гидравлического сопротивления трубы? Как его можно оценить?
7. Объясните механизм образования пульсовой волны. Почему в венах пульсовая волна отсутствует? Какие факторы и физические величины влияют на скорость пульсовой волны?
8. Чем объясняется наличие упругих свойств у твердых тел?
9. Чем ограничивается величина упругости?
10. Объяснить механизм сопротивления твердого тела его деформации.

#### 2. Практическая часть

##### 2.1. Задачи для решения под руководством преподавателя

1. Чему равен эффективный модуль упругости стенки грудной аорты, если отношение радиуса просвета сосуда к толщине его стенки равно 5? Известно, что при изменении давле-

ния внутри аорты от 13,3 до 16 кПа площадь поперечного сечения сосуда увеличивается с 6,16 до 6,2см<sup>2</sup>.

2. На сколько увеличится энергия поверхностного слоя мыльной пленки при увеличении площади ее поверхности на 40см<sup>2</sup>?

### 2.2. Задания для групповой работы

**Задание 1:** измерить вязкость жидкости с помощью вискозиметра Оствальда.

**Приборы и принадлежности:** капиллярный вискозиметр, исследуемая жидкость (глицерин), секундомер, ареометр.

Тема 1. 4.    Ход работы.

1. С помощью ареометра измерьте плотность исследуемой жидкости.
2. С помощью резиновой груши медленно поднимите в вискозиметре уровень исследуемой жидкости выше метки *N*, при этом отверстие *C* закройте плотно пальцем (рис. 1).
3. Измерьте время прохождения жидкости между метками *N* и *A*: как только уровень жидкости совместится с меткой *N*, включите секундомер, а когда опустится до метки *A* - выключите, тем самым определив время протекания объема воды *V* через капилляр. Повторите опыт 5 раз. Используя (8), вычислите значение вязкости.
4. Вычислить среднее арифметическое значение и доверительный интервал вязкости исследуемой жидкости, считая результаты опыта малой выборкой. Результаты измерений и вычислений можно представить в виде таблицы 1.
5. Запишите окончательный результат для доверительной вероятности  $P=0,95$  в виде:

$$\eta = \bar{\eta} \pm \Delta\eta.$$

Таблица 1.

Тема 1. 5. п/п	<i>N</i>	Тема 1. 6. , с	Тема 1. 7. , Па·с	Тема 1. 8. $\bar{\eta}$ , Па·с	Тема 1. 9. $\Delta\eta$ , Па·с	Тема 1. 10. $\bar{\eta} \pm \Delta\eta$ , 100%
Тема 1. 11. 1		Тема 1. 12.	Тема 1. 13.	Тема 1. 14.	Тема 1. 15.	Тема 1. 16.
Тема 1. 17. 2		Тема 1. 18.	Тема 1. 19.			
Тема 1. 20. 3		Тема 1. 21.	Тема 1. 22.			
Тема 1. 23. 4		Тема 1. 24.	Тема 1. 25.			
Тема 1. 26. 5		Тема 1. 27.	Тема 1. 28.			

Тема 1. 29.

**Тема 1. 30.** Задание 2: определить вязкость жидкости методом Стокса.

**Приборы и принадлежности:** сосуд с глицерином, шарики (дробинки), микрометр, ареометр, линейка, секундомер.

### Порядок выполнения работы:

1. С помощью ареометра измерьте плотность исследуемой жидкости.
  2. Плотность материала шарика возьмите из таблицы плотностей твердых тел (металлов).
  3. Измерьте микрометром диаметр *d* шарика (дробинки).
  4. Смочите шарик глицерином и опустите в сосуд.
  5. Замерьте секундомером время *t* прохождения шариком высоты *h*.
  6. Повторить опыт для 5 шариков.
  7. Используя (14), вычислите значение вязкости.
  8. Вычислить среднее арифметическое значение вязкости глицерина и его погрешность, считая результаты опыта малой выборкой. Результаты измерений и вычислений можно представить в виде таблицы 1.
  9. Запишите окончательный результат для доверительной вероятности  $P=0,95$  в виде:
- $$\eta = \bar{\eta} \pm \Delta\eta.$$
10. Сравните результаты измерений вязкости глицерина в двух опытах.

Таблица 2.

Тема 1. 31. п/п	Тема 1. 32. , м	Тема 1. 33. , с	Тема 1. 34. , Па·с	Тема 1. 35. , Па·с	Тема 1. 36. , Па·с	Тема 1. 37. η, 100%
Тема 1. 38.	Тема 1. 39.	Тема 1. 40.	Тема 1. 41.	Тема 1. 42.	Тема 1. 43.	Тема 1. 44.
Тема 1. 45.	Тема 1. 46.	Тема 1. 47.	Тема 1. 48.			
Тема 1. 49.	Тема 1. 50.	Тема 1. 51.	Тема 1. 52.			
Тема 1. 53.	Тема 1. 54.	Тема 1. 55.	Тема 1. 56.			
Тема 1. 57.	Тема 1. 58.	Тема 1. 59.	Тема 1. 60.			

### 2.3. Задачи для индивидуальной работы

1. Скорость пульсовой волны в артериях составляет 8 м/с. Чему равен модуль упругости этих сосудов, если известно, что отношение радиуса просвета к толщине стенки сосуда равно 6, а плотность сосудистой стенки равна  $1,15 \text{ г/см}^3$ .
2. Каково гидравлическое сопротивление кровеносного сосуда длиной 0,12 м и радиусом 0,1 мм?

### 2.4. Ситуационные задачи

См. Руководство для самостоятельной работы по общей и медицинской и биофизике: учебно-методическое пособие/ О.Л.Короткова (рук.).

Раздел 1. Тема 1.4., задания №№ 9, 10

### **Самостоятельная внеаудиторная работа студентов**

1) Ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия с использованием конспектов лекций и/или рекомендуемой учебной литературы.

2) Ответить на вопросы для самоконтроля и для собеседования:

См. Руководство для самостоятельной работы по общей и медицинской и биофизике: учебно-методическое пособие/ О.Л.Короткова (рук.).

Раздел 1. Тема 1.4., Контрольные вопросы

3) Проверить свои знания с использованием тестового контроля.

1. Как изменяется при плавлении твердого тела его температура?

А. Не изменяется Б. Увеличивается. В. Уменьшается.

2. Удельная теплота плавления льда равна  $3,4 \times 10^5 \text{ Дж/кг}$ . Это означает, что:

А. Для плавления 1 кг льда требуется  $3,4 \times 10^5 \text{ Дж}$  теплоты.

Б. Для плавления  $3,4 \times 10^5 \text{ кг}$  льда требуется 1 Дж теплоты.

В. При плавлении 1 кг льда выделяется  $3,4 \times 10^5 \text{ Дж}$  теплоты.

3. Что называется аморфным телом?

А. Твердое тело, состоящее из беспорядочно сросшихся кристаллов.

Б. Твердое тело, для которого характерно неупорядоченное расположение частиц в пространстве.

В. Тело, не имеющее постоянной формы и объема, но имеющее упорядоченное расположение атомов.

4. Что называется анизотропией кристаллов?

А. Зависимость физических свойств монокристаллов от направления.

Б. Независимость физических свойств монокристаллов от направления.

В. Независимость физических свойств поликристаллов от направления.

5. Какая деформация называется упругой?

А. Деформация, которая не исчезает после прекращения действия внешних сил.

Б. Деформация, которая исчезает после прекращения действия внешних сил.

В. Деформация, которая возникает в процессе действия внешних сил на тело.

6. Что называется пределом прочности?

А. Минимальное напряжение, возникающее в теле до его разрушения.

- Б. Физическая величина, показывающая, при какой внешней силе, действующей на вещество, происходит разрушение тела.
- В. Максимальное напряжение, возникающее в теле до его разрушения.
7. При нагревании твердого тела происходит увеличение...
- А. Массы тела.
- Б. Линейных размеров тела.
- В. Плотности вещества, из которого сделано тело.
8. При кристаллизации тела его внутренняя энергия...
- А. Увеличивается.
- Б. Уменьшается.
- В. Не изменяется.
9. При плавлении плотность твердого тела...
- А. Увеличивается.
- Б. Уменьшается.
- В. Не изменяется.
10. При кристаллизации объем тела...
- А. Увеличивается.
- Б. Уменьшается.
- В. Не изменяется.
11. Как изменяется температура твердого тела при кристаллизации?
- А. Не изменяется. Б. Увеличивается. В. Уменьшается.
12. Удельная теплота плавления стали равна  $0,82 \times 10^5 \text{ Дж/кг}$ . Это означает, что:
- А. Для плавления  $0,82 \times 10^5 \text{ кг}$  стали требуется 1 Дж теплоты.
- Б. Для плавления 1 кг стали требуется  $0,82 \times 10^5 \text{ Дж}$  теплоты.
- В. При плавлении 1 кг стали выделяется  $0,82 \times 10^5 \text{ Дж}$  теплоты.
13. Что называется монокристаллом?
- А. Твердое тело, частицы которого образуют единую кристаллическую решетку.
- Б. Твердое тело, состоящее из беспорядочно сросшихся кристаллов.
- В. Твердое тело, для которого характерно неупорядоченное расположение частиц в пространстве.
14. Что называется изотропией кристаллов?
- А. Зависимость физических свойств поликристаллов от направления.
- Б. Независимость физических свойств поликристаллов от направления.
- В. Зависимость физических свойств монокристаллов от направления.
15. Какая деформация называется пластической?
- А. Деформация, которая не исчезает после прекращения действия внешних сил.
- Б. Деформация, которая исчезает после прекращения действия внешних сил.
- В. Деформация, которая возникает в процессе действия внешних сил на тело.
16. Что называется пределом упругости?
- А. Минимальное напряжение в материале, при котором деформация ещё является упругой.
- Б. Максимальное напряжение в материале, при котором деформация ещё является упругой.
- В. Физическая величина, показывающая, при какой внешней силе, действующей на вещество, происходит разрушение тела.
17. При нагревании твердого тела происходит увеличение...
- А. Массы тела.
- Б. Плотности вещества, из которого сделано тело.
- В. Объема тела.
18. При плавлении твердого тела его внутренняя энергия...
- А. Увеличивается.
- Б. Уменьшается.

- В. Не изменяется.  
19. При кристаллизации плотность тела...  
А. Увеличивается.  
Б. Уменьшается.  
В. Не изменяется.  
20. При плавлении объем твердого тела...  
А. Увеличивается.  
Б. Уменьшается.  
В. Не изменяется.

#### 5) Написать реферат

- Модели системы кровообращения.
- Методы измерения реологических свойств биологических жидкостей.
- Физические основы и применение реографии.
- Использование наноструктур для фильтрации жидкостей.
- Особенности неньютоновских жидкостей.
- Методы исследования структуры воды.

#### Рекомендуемая литература:

##### Основная литература

- Эйдельман Е. Д.. Физика с элементами биофизики. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013
- А. Н. Ремизов, А. Г. Максина, А. Я. Потпенко. Медицинская и биологическая физика. - Москва: Дрофа, 2010.
- А.Н. Ремизов. Медицинская и биологическая физика. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 201., 2016, 2018.

##### Дополнительная литература

- А.Н. Ремизов, А.Г. Максина. Медицинская и биологическая физика: сборник задач. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2014
- В.А. Никеров. Физика: современный курс. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016.
- Руководство к практическим занятиям по медицинской и биологической физике: учебно-методическое пособие/ Луценко Е.В., Короткова О.Л. - Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2018
- В.Н. Федорова, Е.В. Фаустов Медицинская и биологическая физика. Курс лекций с задачами. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2008
- В.Ф. Антонов и др. Физика и биофизика: учебник. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2009.
- О.Л.Короткова. Руководство для самостоятельной работы по общей и медицинской биофизике: учебно-методическое пособие. (рук.).
- Кудрявцев В.А., Короткова О.Л., Саввин В.Н., Шишкин Г.П. Сборник тестовых заданий по дисциплинам «Физика, математика» и «Медицинская и биологическая физика»: учебно-методическое пособие /сост. В.А. Кудрявцев, О.Л. Короткова, В.Н. Саввин, Г.П. Шишкин. – Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2017

#### Раздел 1. Молекулярная физика жидкой и твердой фаз. Биомеханика

##### Тема 1. 61. Итоговое занятие

**Цель:** оценить уровень сформированности знаний, умений и навыков студентов по данному разделу.

##### **Задачи:**

- оценить уровень понимания студентами основных понятий и законов биомеханики.
- оценить умение студентов использовать рассматриваемые методы при решении типовых

задач;

- оценить сформировать у студентов навыков использования рассматриваемых в данной теме методов решения типовых задач для решения ситуационных или практических задач

<b>Студент должен знать</b>	Основные понятия, термины, законы биомеханики.
<b>Студент должен уметь</b>	Решать типовые задачи и задачи прикладного характера
<b>Студент должен владеть</b>	Методами и приемами решения типовых задач по данной теме. Навыками работы со справочной и инструктивной литературой.

### Самостоятельная аудиторная работа студентов

#### 1. Практическая часть

Выполнить задания проверочной работы № 1 (решение типовых ситуационных задач).

Примерный вариант работы:

- Дифференциальное уравнение гармонических колебаний имеет вид  $0,25 \frac{d^2 x}{dt^2} + 0,16x = 0$ . Запишите решение этих колебаний при амплитуде  $A=20\text{см}$
- Разрыв барабанной перепонки наступает при уровне интенсивности звука  $L_0=150\text{дБ}$ . Определите интенсивность, амплитудное значение звукового давления и амплитуду смещения частиц в волне для звука частотой  $\nu = 1\text{кГц}$ , при которых может наступить разрыв барабанной перепонки.
- Карманный ингалятор В-169 при распылении позволяет получить аэрозоль с частицами диаметром 3 мкм. Определить работу, необходимую для превращения 1 г оливкового масла в аэрозоль при температуре  $20^\circ\text{C}$
- Найдите объемную скорость кровотока в аорте, если радиус просвета аорты 1,75 см, а линейная скорость крови в ней составляет 0,5 м/с

### Самостоятельная внеаудиторная работа студентов

1) Ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия с использованием конспектов лекций и/или рекомендуемой учебной литературы.

2) Проверить свои знания с использованием тестового контроля.

Провести тренировочное тестирование в системе Indigo.

3) Выполнить практические задания.

Пример варианта проверочной работы

- Вынужденные колебание описываются дифференциальным уравнением  $0,4 \frac{d^2 x}{dt^2} + 0,48 \frac{dx}{dt} + 1,6x = 0,8 \sin 3t$ . Найдите частоту этих вынужденных колебаний системы?

При какой частоте внешней силы будет наблюдаться резонанс?

- Определите среднюю силу, действующую на барабанную перепонку человека (площадь  $S=66\text{ мм}^2$ ) для двух случаев: а) порог слышимости; б) порог болевого ощущения. Частота равна  $\nu = 1\text{кГц}$

- Используя закон Стокса, определите, в течение какого времени в комнате высотой 3м полностью выпадет пыль. Частицы пыли считать шарообразными диаметром 1мкм с плотностью вещества  $2,5\text{г/см}^3$

- Определить работу сердца человека в покое и его мощность при одном сокращении, если среднее давление, при котором кровь выбрасывается в аорту левым желудочком, равно 133,3 гПа. Ударный объем 60 мл, скорость крови в аорте 0,5 м/с. Работа правого желудочка составляет примерно 0,2 работы левого желудочка, а время их сокращения 0,3с.

**Рекомендуемая литература:**

Основная литература

- Эйдельман Е. Д.. Физика с элементами биофизики. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013
- А. Н. Ремизов, А. Г. Максина, А. Я. Потпенко. Медицинская и биологическая физика. - Москва: Дрофа, 2010.
- А.Н. Ремизов. Медицинская и биологическая физика. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 201,, 2016, 2018.

#### Дополнительная литература

- А.Н. Ремизов, А.Г. Максина. Медицинская и биологическая физика: сборник задач. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2014
- В.А. Никеров. Физика: современный курс. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016.
- Руководство к практическим занятиям по медицинской и биологической физике: учебно-методическое пособие/ Луценко Е.В., Короткова О.Л. - Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2018
- В.Н. Федорова, Е.В. Фаустов Медицинская и биологическая физика. Курс лекций с задачами. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2008
- В.Ф. Антонов и др. Физика и биофизика: учебник. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2009.
- О.Л.Короткова. Руководство для самостоятельной работы по общей и медицинской биофизике: учебно-методическое пособие. (рук.).
- Кудрявцев В.А., Короткова О.Л., Саввин В.Н., Шишкин Г.П. Сборник тестовых заданий по дисциплинам «Физика, математика» и «Медицинская и биологическая физика»: учебно-методическое пособие /сост. В.А. Кудрявцев, О.Л. Короткова, В.Н. Саввин, Г.П. Шишкин. – Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2017

## **Раздел 2. Термодинамика биологических систем. Биофизика клетки**

### **Тема 2. 1. Явления переноса на клеточных мембранах.**

**Цель:** Способствовать формированию знаний и умений по указанной теме с последующим практическим применением.

#### **Задачи:**

Рассмотреть и освоить основные понятия и законы по указанной теме

Сформировать шаблоны подхода к рассмотрению вопросов

Закрепить устойчивую воспроизводимость положительных результатов при рассмотрении прикладных вопросов и решении новых задач

**Студент должен знать** Основные понятия и законы термодинамики

**Студент должен уметь** Применять законы термодинамики к биологическим системам.  
Уметь решать типовые задачи

**Студент должен владеть** Методами и приемами решения типовых задач по данной теме.  
Навыками работы со справочной и инструктивной литературой.

#### **Самостоятельная аудиторная работа студентов**

##### 1. Ответить на вопросы по теме занятия

Живая клетка как основа строения животных и растений.

Биологические мембраны.

Роль биологических мембран в существовании живой системы.

Структура, свойства.

Физические свойства БМ.

Физическое состояние и фазовые переходы липидов в мембранах.

Модельные липидные мембраны.

Явления переноса.

Пассивный и активный транспорт. Движущие силы транспортных систем.

##### 2. Практическая часть

###### 2.1. Задачи для решения под руководством преподавателя

Концентрация ионов (ммоль/л) на внешней стороне клеточной мембраны в мышце лягушки име-

ет следующее значение:  $N_a = 125$ ,  $K = 2,5$ ,  $Cl = 120$ . Определить концентрацию ионов (в случае пассивного транспорта) на внутренней стороне клеточной мембраны, если разность потенциалов на мембране составляет  $-94$  мВ.

### 2.2. Задачи для группового решения (с проверкой у доски)

Концентрация ионов (ммоль/л) на внутренней стороне клеточной мембраны в аксоне кальмара имеет следующее значение:  $N_a = 70$ ,  $K = 360$ ,  $Cl = 160$ ,  $Ca = 0,4$ ,  $Mg = 10$ . Определить концентрацию ионов (в случае пассивного транспорта) на внешней стороне клеточной мембраны, если разность потенциалов на мембране составляет  $-60$  мВ.

### 2.3. Задачи для индивидуальной работы

Определить толщину липидной части мембраны если известно, что удельная емкость мембраны Суд  $\approx 0,5 \times 10^{-2}$  Ф/м<sup>2</sup>.

Какое количество ионов должно выйти из клетки, чтобы создать разность потенциалов  $-90$  мВ? Считать, что радиус клетки  $r = 10$  мкм, удельная емкость мембраны Суд  $\approx 10^{-2}$  Ф/м<sup>2</sup>.

Используя формулу Борна, определить затраты энергии (на 1 моль), необходимые для проникновения иона в липидный слой мембраны. Считать: радиус иона  $a = 0,1$  нм, диэлектрическая проницаемость воды  $\epsilon_v = 81$ , диэлектрическая проницаемость липидного слоя  $\epsilon_l = 2$ .

## **Самостоятельная внеаудиторная работа студентов**

1) Ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия с использованием конспектов лекций и/или рекомендуемой учебной литературы.

2) Ответить на вопросы для самоконтроля и для собеседования:

1. Опишите современное представление о строении клеточной мембраны.
2. Каковы основные функции биологической мембраны?
3. Приведите примеры модельных мембран разных типов. Для чего они используются?
4. В чем отличие пассивного переноса от активного?
5. Назовите виды и способы пассивного переноса?
6. От чего зависит плотность потока вещества через мембрану при диффузии?
7. Движущие силы пассивного переноса ионов?

3) Проверить свои знания с использованием тестового контроля.

### **1. Основу структуры биологических мембран составляют**

- а) слой белков
- б) углеводы
- в) двойной слой фосфолипидов \*
- г) аминокислоты
- д) двойная спираль ДНК

### **2. Агрегатное состояние биологической мембраны**

- а) жидкость
- б) твердое тело
- в) жидкий кристалл \*
- г) аморфное твердое тело

### **3. С электрической точки зрения биологическую мембрану с внутри- и внеклеточной жидкостью можно рассматривать как**

- а) конденсатор \*
- б) катушка индуктивности
- в) резистор
- г) диод
- д) транзистор

### **4. Работа, которая совершается при изменении электрохимического потенциала, идёт на**

- а) синтез вещества; изменение концентрации; изменение массы вещества
- б) синтез вещества; изменение концентрации; перенос заряда \*
- в) изменение концентрации; перенос заряда, изменение массы вещества

### **5. Диффузия – самопроизвольный процесс переноса частиц вещества**

- а) из области большей концентрации в область меньшей концентрации \*

- б) из одной точки пространства в другую под действием градиента потенциала  
 в) из области меньшей концентрации в область большей концентрации
- 6. Плотность потока диффузии незаряженных частиц через мембрану**  
 а) не зависит от её проницаемости и определяется только разностью потенциалов и концентраций вещества по обе стороны мембраны  
 б) зависит от проницаемости и величины разности потенциалов на клеточной мембране  
 в) зависит от её проницаемости и определяется разностью концентраций вещества по обе стороны мембраны \*
- 7. Облегченная диффузия веществ через мембрану**  
 а) происходит с участием молекул-переносчиков \*  
 б) происходит с затратой энергии  
 в) происходит за счет градиента давления
- 8. Активный транспорт ионов осуществляется за счет**  
 а) энергии гидролиза макроэргических связей АТФ \*  
 б) процессов диффузии ионов через мембраны  
 в) переноса ионов через мембрану с участием молекул-переносчиков  
 г) латеральной диффузии молекул в мембране  
 д) электродиффузии ионов
- 9. За счёт активного транспорта на клеточной мембране поддерживается**  
 а) неравновесное состояние \*  
 б) равновесное состояние  
 в) состояние неустойчивого равновесия
- 10. В состоянии покоя внутренняя поверхность мембраны относительно внешней**  
 а) имеет отрицательный потенциал \*  
 б) имеет положительный потенциал  
 в) электронейтральна
- 11. В состоянии возбуждения внутренняя поверхность мембраны относительно внешней**  
 а) имеет отрицательный потенциал  
 б) имеет положительный потенциал \*  
 в) электронейтральна
- 12. Основным вклад в формирование мембранного потенциала покоя вносят ионы**  
 а) водорода, кальция и хлора  
 б) натрия, калия и хлора \*  
 в) натрия, кальция и хлора
- 13. Выражение  $\varphi_m = -\frac{RT}{F} \ln \frac{P_K [K^+]_{вн} + P_{Na} [Na^+]_{вн} + P_{Cl} [Cl^-]_{нар}}{P_K [K^+]_{нар} + P_{Na} [Na^+]_{нар} + P_{Cl} [Cl^-]_{вн}}$  представляет собой**  
 а) уравнение Нернста-Планка  
 б) уравнение Томаса  
 в) уравнение Теорелла  
 г) уравнение Гольдмана-Ходжкина-Катца \*
- 14. В мембране развивается потенциал действия, если по какой-то причине мембранный потенциал превысит:**  
 а) потенциал покоя  
 б) потенциал реверсии  
 в) потенциал действия  
 г) пороговый потенциал \*  
 д) мембранный потенциал
- 15. Возникновение потенциала действия связано с увеличением проницаемости мембраны**  
 а) для ионов калия и хлора  
 б) для ионов натрия и связанной с этим избыточной диффузией их из клетки в межклеточную среду  
 в) для ионов натрия и связанной с этим избыточной диффузией их внутрь клетки \*

#### 4) Выполнить практические задания.

Определить затраты энергии (на 1 моль), необходимые для проникновения ионофора в липидный слой мембраны. Считать: радиус иона  $a = 0,1 \text{ нм}$ , радиус переносчика  $b = 1 \text{ нм}$ , диэлектрическая проницаемость внутренней сферы комплекса  $\epsilon_k = 60$ , диэлектрическая проницаемость липидного слоя  $\epsilon_l = 2$ .

Определить затраты энергии (на 1 моль), необходимые для проникновения иона в липидный слой мембраны через пору. Считать: радиус иона  $a = 0,1 \text{ нм}$ , диаметр поры  $b = 1 \text{ нм}$ , диэлектрическая проницаемость поры  $\epsilon_p = 80$ , диэлектрическая проницаемость липидного слоя  $\epsilon_l = 2$ .

#### 5) Написать реферат

- Что такое жизнь с точки зрения физики?
- Отличия живого от неживого с точки зрения физики, химии и биологии.
- Сколько нужно есть? Энергетический баланс взрослого человека.
- Тепловое излучение и его использование в медицине.
- Использование наноструктур для фильтрации жидкостей.
- Измерение биопотенциалов клеток растений и животных при внешних физических воздействиях.
- Обмен информацией между клетками растений с помощью электромагнитных волн.

#### **Рекомендуемая литература:**

##### Основная литература

- Эйдельман Е. Д.. Физика с элементами биофизики. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013
- А. Н. Ремизов, А. Г. Максина, А. Я. Потпенко. Медицинская и биологическая физика. - Москва: Дрофа, 2010.
- А.Н. Ремизов. Медицинская и биологическая физика. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2011, 2016, 2018.

##### Дополнительная литература

- А.Н. Ремизов, А.Г. Максина. Медицинская и биологическая физика: сборник задач. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2014
- В.А. Никеров. Физика: современный курс. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016.
- Руководство к практическим занятиям по медицинской и биологической физике: учебно-методическое пособие/ Луценко Е.В., Короткова О.Л. - Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2018
- В.Н. Федорова, Е.В. Фаустов Медицинская и биологическая физика. Курс лекций с задачами. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2008
- В.Ф. Антонов и др. Физика и биофизика: учебник. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2009.
- О.Л.Короткова. Руководство для самостоятельной работы по общей и медицинской биофизике: учебно-методическое пособие. (рук.).
- Кудрявцев В.А., Короткова О.Л., Саввин В.Н., Шишкин Г.П. Сборник тестовых заданий по дисциплинам «Физика, математика» и «Медицинская и биологическая физика»: учебно-методическое пособие /сост. В.А. Кудрявцев, О.Л. Короткова, В.Н. Саввин, Г.П. Шишкин. – Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2017

## **Раздел 2. Термодинамика биологических систем. Биофизика клетки**

### **Тема 2.2. Мембранный потенциал.**

**Цель:** Способствовать формированию знаний и умений по указанной теме с последующим практическим применением.

#### **Задачи:**

Рассмотреть и освоить основные понятия и законы по указанной теме

Сформировать шаблоны подхода к рассмотрению вопросов

Закрепить устойчивую воспроизводимость положительных результатов при рассмотрении прикладных вопросов и решении новых задач

**Студент должен знать** Основные понятия и законы термодинамики

**Студент должен уметь** Применять законы термодинамики к биологическим системам.  
Уметь решать типовые задачи

**Студент должен владеть** Методами и приемами решения типовых задач по данной теме.  
Навыками работы со справочной и инструктивной литературой.

### **Самостоятельная аудиторная работа студентов**

#### 1. Ответить на вопросы по теме занятия

1. Биопотенциалы.
2. Потенциал покоя, пороговый потенциал.
3. Потенциал действия.
4. Распространение нервного импульса вдоль возбудимого волокна.

#### 2. Практическая часть

##### 2.1. Задачи для решения под руководством преподавателя

Концентрация ионов (ммоль/л) между двумя сторонами клеточной мембраны в мышце лягушки имеет следующее значение: Na (120 / 9,2), K (2,5 / 140), Cl (120 / 3–4), где цифры относятся к внешней/внутренней стороне мембраны, соответственно. Определить разность потенциалов на мембране в случае пассивного транспорта каждого типа ионов. Дать сравнительный анализ при условии, что экспериментальная величина составляет –90мВ.

##### 2.2. Задачи для группового решения (с проверкой у доски)

Концентрация ионов (ммоль/л) между двумя сторонами клеточной мембраны в аксоне кальмара имеет следующее значение: Na (460 / 50), K (10 / 400), Cl (540 / 40–100), Ca (10 / 0,4), Mg (53 / 10), где цифры относятся к внешней/внутренней стороне мембраны, соответственно. Определить разность потенциалов на мембране в случае пассивного транспорта каждого типа ионов. Дать сравнительный анализ при условии, что экспериментальная величина составляет –60мВ.

##### 2.3. Задачи для индивидуальной работы

Рассчитать ток, втекающий в аксон кальмара при формировании нервного импульса. Считать, что диаметр аксона кальмара равен 30 мкм, толщина мембраны аксона составляет 10нм, удельное сопротивление аксоплазмы равно 50 Ом · см, мембраны —  $5 \times 10^3$  Ом · см, потенциал действия равен 40мВ.

Какое количество ионов должно выйти из клетки, чтобы создать разность потенциалов –90мВ? Считать, что радиус клетки  $r = 10$  мкм, удельная емкость мембраны  $C_{уд} \approx 10^{-2}$  Ф/м<sup>2</sup>.

### **Самостоятельная внеаудиторная работа студентов**

1) Ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия с использованием конспектов лекций и/или рекомендуемой учебной литературы.

2) Ответить на вопросы для самоконтроля и для собеседования:

1. Уравнение Нернста-Планка.
2. Как в опытах Уссинг доказал существование активного транспорта?
3. За счет какой энергии работают ионные насосы?
4. Объясните механизм формирования биопотенциалов.
5. Опишите механизм возникновения потенциала покоя на клеточной мембране.
6. Как рассчитать равновесную разность потенциалов для определенного сорта ионов?
7. Дайте понятие порогового потенциала. Сопроводите рисунком.
8. В чем состоит процесс возбуждения клетки? Как меняются при этом относительные проницаемости для различных ионов?
9. Какие ионы и в каком направлении движутся при возбуждении клетки? На каком этапе наблюдается пассивный и на каком активный транспорт?
10. В чем смысл закона «все или ничего» применительно к развитию потенциала действия?

11. Как распространяется потенциал действия по поверхности возбудимой клетки? Что такое «локальные токи»?
12. Дайте понятие активной среды, чем она отличается от диссипативной?

3) Проверить свои знания с использованием тестового контроля.

См. Кудрявцев В.А., Короткова О.Л., Саввин В.Н., Шишкин Г.П. Сборник тестовых заданий по дисциплинам «Физика, математика» и «Медицинская и биологическая физика»: учебно-методическое пособие /сост. В.А. Кудрявцев, О.Л. Короткова, В.Н. Саввин, Г.П. Шишкин. – Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2017. – 80 с. Раздел МБФ.

**Рекомендуемая литература:**

Основная литература

- Эйдельман Е. Д.. Физика с элементами биофизики. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013
- А. Н. Ремизов, А. Г. Максина, А. Я. Потпенко. Медицинская и биологическая физика. - Москва: Дрофа, 2010.
- А.Н. Ремизов. Медицинская и биологическая физика. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 201., 2016, 2018.

Дополнительная литература

- А.Н. Ремизов, А.Г. Максина. Медицинская и биологическая физика: сборник задач. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2014
- В.А. Никеров. Физика: современный курс. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016.
- Руководство к практическим занятиям по медицинской и биологической физике: учебно-методическое пособие/ Луценко Е.В., Короткова О.Л. - Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2018
- В.Н. Федорова, Е.В. Фаустов Медицинская и биологическая физика. Курс лекций с задачами. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2008
- В.Ф. Антонов и др. Физика и биофизика: учебник. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2009.
- О.Л.Короткова. Руководство для самостоятельной работы по общей и медицинской биофизике: учебно-методическое пособие. (рук.).
- Кудрявцев В.А., Короткова О.Л., Саввин В.Н., Шишкин Г.П. Сборник тестовых заданий по дисциплинам «Физика, математика» и «Медицинская и биологическая физика»: учебно-методическое пособие /сост. В.А. Кудрявцев, О.Л. Короткова, В.Н. Саввин, Г.П. Шишкин. – Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2017

**Раздел 2. Термодинамика биологических систем. Биофизика клетки**

**Тема 2. 2. Итоговое занятие**

**Цель:** оценить уровень сформированности знаний, умений и навыков студентов по данному разделу.

**Задачи:**

- оценить уровень понимания студентами основных понятий и законов биомеханики.
- оценить умение студентов использовать рассматриваемые методы при решении типовых задач;
- оценить сформировать у студентов навыков использования рассматриваемых в данной теме методов решения типовых задач для решения ситуационных или практических задач

**Студент должен знать** Основные понятия, термины, законы биомеханики.

**Студент должен уметь** Решать типовые задачи и задачи прикладного характера

**Студент должен владеть** Методами и приемами решения типовых задач по данной теме. Навыками работы со справочной и инструктивной литературой.

**Самостоятельная аудиторная работа студентов**

1. Практическая часть

Выполнить задания теста текущего контроля (по индивидуальному варианту).

Провести текущее тестирование в системе Indigo.

### **Самостоятельная внеаудиторная работа студентов**

1) Ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия с использованием конспектов лекций и/или рекомендуемой учебной литературы.

3) Проверить свои знания с использованием тестового контроля.

Примеры тестовых заданий:

1. Основу структуры биологических мембран составляют
  - а) слой белков
  - б) углеводы
  - в) двойной слой фосфолипидов \*
  - г) аминокислоты
  - д) двойная спираль ДНК
2. Агрегатное состояние биологической мембраны
  - а) жидкость
  - б) твердое тело
  - в) жидкий кристалл \*
  - г) аморфное твердое тело
3. С электрической точки зрения биологическую мембрану с внутри- и внеклеточной жидкостью можно рассматривать как
  - а) конденсатор \*
  - б) катушка индуктивности
  - в) резистор
  - г) диод
  - д) транзистор
4. Работа, которая совершается при изменении электрохимического потенциала, идёт на
  - а) синтез вещества; изменение концентрации; изменение массы вещества
  - б) синтез вещества; изменение концентрации; перенос заряда \*
  - в) изменение концентрации; перенос заряда, изменение массы вещества
5. Диффузия – самопроизвольный процесс переноса частиц вещества
  - а) из области большей концентрации в область меньшей концентрации \*
  - б) из одной точки пространства в другую под действием градиента потенциала
  - в) из области меньшей концентрации в область большей концентрации
6. Плотность потока диффузии незаряженных частиц через мембрану
  - а) не зависит от её проницаемости и определяется только разностью потенциалов и концентраций вещества по обе стороны мембраны
  - б) зависит от проницаемости и величины разности потенциалов на клеточной мембране
  - в) зависит от её проницаемости и определяется разностью концентраций вещества по обе стороны мембраны \*
7. Облегченная диффузия веществ через мембрану
  - а) происходит с участием молекул-переносчиков \*
  - б) происходит с затратой энергии
  - в) происходит за счет градиента давления
8. Активный транспорт ионов осуществляется за счет
  - а) энергии гидролиза макроэргических связей АТФ \*
  - б) процессов диффузии ионов через мембраны
  - в) переноса ионов через мембрану с участием молекул-переносчиков
  - г) латеральной диффузии молекул в мембране
  - д) электродиффузии ионов
9. За счёт активного транспорта на клеточной мембране поддерживается

- а) неравновесное состояние \*
- б) равновесное состояние
- в) состояние неустойчивого равновесия
10. В состоянии покоя внутренняя поверхность мембраны относительно внешней
- а) имеет отрицательный потенциал \*
- б) имеет положительный потенциал
- в) электронейтральна
11. В состоянии возбуждения внутренняя поверхность мембраны относительно внешней
- а) имеет отрицательный потенциал
- б) имеет положительный потенциал \*
- в) электронейтральна
12. Основную вклад в формирование мембранного потенциала покоя вносят ионы
- а) водорода, кальция и хлора
- б) натрия, калия и хлора \*
- в) натрия, кальция и хлора
13. Выражение  $\varphi_m = -\frac{RT}{F} \ln \frac{P_K [K^+]_{вн} + P_{Na} [Na^+]_{вн} + P_{Cl} [Cl^-]_{нар}}{P_K [K^+]_{нар} + P_{Na} [Na^+]_{нар} + P_{Cl} [Cl^-]_{вн}}$  представляет собой
- а) уравнение Нернста-Планка
- б) уравнение Томаса
- в) уравнение Теорелла
- г) уравнение Гольдмана-Ходжкина-Катца \*
14. В мембране развивается потенциал действия, если по какой-то причине мембранный потенциал превысит:
- а) потенциал покоя
- б) потенциал реверсии
- в) потенциал действия
- г) пороговый потенциал \*
- д) мембранный потенциал
15. Возникновение потенциала действия связано с увеличением проницаемости мембраны
- а) для ионов калия и хлора
- б) для ионов натрия и связанной с этим избыточной диффузией их из клетки в межклеточную среду
- в) для ионов натрия и связанной с этим избыточной диффузией их внутрь клетки \*

Провести тренировочное тестирование в системе Indigo.

### **Рекомендуемая литература:**

#### Основная литература

- Эйдельман Е. Д.. Физика с элементами биофизики. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013
- А. Н. Ремизов, А. Г. Максина, А. Я. Потпенко. Медицинская и биологическая физика. - Москва: Дрофа, 2010.
- А.Н. Ремизов. Медицинская и биологическая физика. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 201,, 2016, 2018.

#### Дополнительная литература

- А.Н. Ремизов, А.Г. Максина. Медицинская и биологическая физика: сборник задач. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2014
- В.А. Никеров. Физика: современный курс. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016.
- Руководство к практическим занятиям по медицинской и биологической физике: учебно-методическое пособие/ Луценко Е.В., Короткова О.Л. - Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2018

- В.Н. Федорова, Е.В. Фаустов Медицинская и биологическая физика. Курс лекций с задачами. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2008
- В.Ф. Антонов и др. Физика и биофизика: учебник. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2009.
- О.Л.Короткова. Руководство для самостоятельной работы по общей и медицинской биофизике: учебно-методическое пособие. (рук.).
- Кудрявцев В.А., Короткова О.Л., Саввин В.Н., Шишкин Г.П. Сборник тестовых заданий по дисциплинам «Физика, математика» и «Медицинская и биологическая физика»: учебно-методическое пособие /сост. В.А. Кудрявцев, О.Л. Короткова, В.Н. Саввин, Г.П. Шишкин. – Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2017

### Раздел 3. Электробиофизика.

#### Тема 3.1. Электрография

**Цель:** Способствовать формированию знаний и умений по указанной теме с последующим практическим применением.

**Задачи:**

Рассмотреть и освоить основные понятия и законы по указанной теме

Сформировать шаблоны подхода к рассмотрению вопросов общей электростатики и электрографии.

Закрепить устойчивую воспроизводимость положительных результатов при рассмотрении прикладных вопросов и решении новых задач

**Студент должен знать** Основные понятия и законы общей электростатики и электрографии.

**Студент должен уметь** Применять законы общей электростатики и электрографии к биологическим системам.

Уметь решать типовые задачи

**Студент должен владеть** Методами и приемами решения типовых задач по данной теме.  
Навыками работы со справочной и инструктивной литературой.

#### Самостоятельная аудиторная работа студентов

##### 1. Ответить на вопросы по теме занятия

1. Условие возникновения электрического поля. Дано графическое представление эл. поля.
2. Основные характеристики электрического поля (напряжённость, потенциал).
3. Графическое изображение электрических полей.
4. Принцип суперпозиции электрических полей.
5. Проводники и диэлектрики в электрическом поле.
6. Электростатический диполь, его основные характеристики.
7. Диполь во внешнем электрическом поле (однородном и неоднородном).Мультиполи.
8. Электрическое поле диполя. Потенциал поля диполя. Разность потенциалов поля, создаваемого диполем.
9. Определение направления дипольного момента. Диполь в центре равностороннего треугольника.
10. Токовый диполь, его сходство и различие с электростатическим

##### 2. Практическая часть

###### 2.1. Задачи для решения под руководством преподавателя

Согласно представлениям Эйнтховена сердце подобно электрическому диполю. Электрический момент сердца-диполя периодически изменяется как по модулю, так и по направлению. Биопотенциалы (электрокардиограммы) регистрируются между вершинами условно равностороннего треугольника, который образуется двумя руками и одной ногой. Какой вид имели бы электрокардиограммы, снятые в трех возможных отведениях, если бы электрический момент сердца равномерно вращался во фронтальной плоскости? Укажите общие формулы и постройте три «электрокардиограммы», откладывая по оси абсцисс время, а по оси ординат – разность биопотенциалов.

###### 2.2. Задание для групповой работы

**Задание:** Провести обработку электрокардиограммы.

**Приборы и принадлежности:** Электрокардиограф.

##### Тема 1. 62. Порядок выполнения измерений

1. Под руководством преподавателя познакомьтесь с устройством электрокардиографа, ручками (клавишами) управления при записи ЭКГ и правилами ТБ при работе с прибором.
2. Подключите «пациента» или имитатор сердечных импульсов к электрокардиографу.
3. Включите запись и проведите калибровку кардиомонитора на разной чувствитель-

ности прибора.

4. Запишите ЭКГ «пациента» или имитатора сердечных импульсов в трех стандартных отведениях.
5. По калибровочным импульсам определите чувствительность прибора (S).
6. Измерьте в каждом отведении ЭКГ высоты зубцов (h).
7. По измеренной высоте и чувствительности прибора вычислите разность потенциалов (U), соответствующую каждому зубцу ЭКГ.  $U=h/S$
8. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу 1.
9. Пользуясь данными табл. 1, определите угол наклона анатомической оси сердца *аналитическим* и *графическим* методами (смотри описание в п. 2.5)
10. Для одного из отведений (по выбору) измерьте длину зубцовых интервалов (L).
11. Зная скорость движения ленты (v) в кардиографе при записи ЭКГ, вычислите длительность временных зубцовых интервалов ( $\tau$ ):  $\tau=L/v$ .
12. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу 2.

Таблица 1

Зубец	S, мм/мВ			h, мм			U, мВ		
	Отведения								
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
P									
Q									
R									
S									
T									

Таблица 2

Зубцовые интервалы	v, мм/с	
	L, мм	$\tau$ , с
P-Q		
QRS		
QRST		
T-P		
R-R		

13. Пользуясь данными табл. 2, определить:

1) Период сердечного цикла ( $T_{R-R}$ ).

2) Вычислить сердечный индекс (систолический индекс):  $\frac{ORST}{T_{R-P}} * 100\%$ .

3) Число сердечных сокращений (ЧСС) в минуту:  $ЧСС = \frac{60сек}{T_{R-R}}$ .

14. Сравнить длительность интервалов R-R в различных местах кардиограммы и сделать вывод о ритмичности работы сердца.

### 2.3. Ситуационные задачи

В одном из отведений наибольшая разность биопотенциалов на электрокардиограмме равна 2 мВ. Предполагая, что при этом электрический момент сердца параллелен стороне треугольника Эйнтховена, с которой снимается электрокардиограмма, оцените величину электрического момента сердца. Известны:  $\epsilon_r = 80, r = 1 м$ .

### Самостоятельная внеаудиторная работа студентов

1) Ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия с использованием конспектов лекций и/или рекомендуемой учебной литературы.

2) Ответить на вопросы для самоконтроля и для собеседования:

1. Дайте определение электрического заряда.
2. Электрическое поле и его характеристики (напряженность, потенциал).
3. Сформулируйте принцип суперпозиции электрических полей.
4. Что называется электростатическим диполем?
5. Назовите основные характеристики электрического диполя.
6. Выведите формулы потенциала поля и разности потенциалов поля, создаваемого диполем.
7. Как связаны разность потенциалов, возникающая между вершинами равностороннего треугольника с дипольным моментом, если диполь расположен в центре треугольника?
8. Что такое мультиполь?
9. Как оценить потенциал в поле, создаваемом мультиполем?
10. Дайте определение токового диполя.
11. В чем его отличие и сходство с диполем электростатическим?

4) Выполнить практические задания.

Какой вид имели бы электрокардиограммы, снятые в трех возможных отведениях, если бы электрический момент сердца-диполя изменялся по закону  $p = p_0 \cos \omega \cdot t$  во фронтальной плоскости, сохраняя ориентацию в пространстве параллельно одной из сторон треугольника Эйнтховена. Укажите общие формулы и постройте графики.

5) Написать реферат

- Электростимуляция.
- Реография.
- Влияние электрического и магнитного поля Земли на биологические объекты.

**Рекомендуемая литература:**

Основная литература

- Эйдельман Е. Д.. Физика с элементами биофизики. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013
- А. Н. Ремизов, А. Г. Максина, А. Я. Потпенко. Медицинская и биологическая физика. - Москва: Дрофа, 2010.
- А.Н. Ремизов. Медицинская и биологическая физика. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2011, 2016, 2018.

Дополнительная литература

- А.Н. Ремизов, А.Г. Максина. Медицинская и биологическая физика: сборник задач. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2014
- В.А. Никеров. Физика: современный курс. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016.
- Руководство к практическим занятиям по медицинской и биологической физике: учебно-методическое пособие/ Луценко Е.В., Короткова О.Л. - Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2018
- В.Н. Федорова, Е.В. Фаустов Медицинская и биологическая физика. Курс лекций с задачами. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2008
- В.Ф. Антонов и др. Физика и биофизика: учебник. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2009.
- О.Л.Короткова. Руководство для самостоятельной работы по общей и медицинской биофизике: учебно-методическое пособие. (рук.).
- Кудрявцев В.А., Короткова О.Л., Саввин В.Н., Шишкин Г.П. Сборник тестовых заданий по дисциплинам «Физика, математика» и «Медицинская и биологическая физика»: учебно-методическое пособие /сост. В.А. Кудрявцев, О.Л. Короткова, В.Н. Саввин, Г.П. Шишкин. – Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2017.

### Раздел 3. Электробиофизика.

#### Тема 3. 2. Магнитные свойства веществ

**Цель:** Способствовать формированию знаний и умений по указанной теме с последующим практическим применением.

**Задачи:**

Рассмотреть и освоить основные понятия и законы по указанной теме

Сформировать шаблоны подхода к рассмотрению вопросов магнетизма применительно к электропроводности биологических тканей.

Закрепить устойчивую воспроизводимость положительных результатов при рассмотрении прикладных вопросов и решении новых задач

**Студент должен знать** Основные понятия и законы магнетизма биологических тканей

**Студент должен уметь** Применять законы магнетизма для анализа магнитных свойств биологических тканей.

Уметь решать типовые задачи

**Студент должен владеть** Методами и приемами решения типовых задач по данной теме.

Навыками работы со справочной и инструктивной литературой.

#### Самостоятельная аудиторная работа студентов

##### 1. Ответить на вопросы по теме занятия

1. Назовите источники магнитного поля.
2. Как изменяют магнитное поле магнетики разного типа. В чем причина возникновения собственных полей в веществе?
3. Дайте определение силовым характеристикам магнитного поля: вектор магнитной индукции ( $\vec{B}$ ) и напряженность магнитного поля ( $\vec{H}$ ). Как они связаны между собой?
4. Как для графического представления магнитных полей получают линии магнитной индукции?
5. Дайте определение силе Ампера и силе Лоренца? Чему они равны и как можно определить их направление?

##### 2. Практическая часть

###### 2.1. Задачи для решения под руководством преподавателя

1. По двум параллельным прямолинейным длинным проводникам текут в противоположных направлениях токи силой 5А и 10А. Расстояние между токами 10см. Найти напряженность и индукцию магнитного поля в точке А, лежащей посередине между проводниками, и в точке В справа от второго проводника на расстоянии 2см от него.

2. По тонкой катушке течет ток силой 7А, радиус витков 10см. При каком числе витков напряженность магнитного поля в центре катушки будет равна 245А/м<sup>2</sup>? Считать катушку плоской.

###### 2.2. Задачи для группового решения (с проверкой у доски)

1. В однородном магнитном поле расположен виток, площадь которого равна 50см<sup>2</sup>. Перпендикуляр к плоскости витка составляет с направлением магнитного поля угол 60°. Индукция магнитного поля 2Тл. Вычислите магнитный поток, пронизывающий контур.

2. По катушке длиной 20см и диаметром 3см, имеющей 400 витков, течет ток силой 2а. найти индуктивность катушки и магнитный поток, пронизывающий сечение катушки.

3. За 5мс в соленоиде, содержащем 500 витков провода, магнитный поток равномерно убывает с 7 до 3мВб. Найти ЭДС индукции в проводнике.

4. Определите энергию магнитного поля в катушке, если длина её 50см, площадь поперечного сечения 20см<sup>2</sup>, а число витков равно 1000. По катушке течет ток силой 2А. Относительная магнитная проницаемость железного сердечника при этой силе тока 150.

###### 2.3. Задачи для индивидуальной работы

1. Определите магнитный момент соленоида при токе 0,3А, если число витков 500, а площадь витка 20см<sup>2</sup>.
2. Определите работу при перемещении на 50 см проводника длиной 20см, по которому течет ток 10А, в однородном магнитном поле с индукцией 0,7Тл.
3. Проволочное кольцо радиусом 3см находится в однородном магнитном поле напряженностью 10<sup>5</sup>А/м. Плоскость кольца составляет угол 30<sup>0</sup> с линиями напряженности. Вычислите магнитный поток, пронизывающий кольцо. Окружающая среда – воздух.
4. Определить индуктивность катушки электромагнита, если число витков ее обмотки равно 1000, а стальной сердечник с магнитной проницаемостью  $6 \cdot 10^{-4}$ Гн/м имеет сечение 10см<sup>2</sup> и длину 40см.

### Самостоятельная внеаудиторная работа студентов

1) Ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия с использованием конспектов лекций и/или рекомендуемой учебной литературы.

2) Ответить на вопросы для самоконтроля и для собеседования:

1. Назовите источники магнитного поля.
2. Как изменяют магнитное поле магнетики разного типа. В чем причина возникновения собственных полей в веществе?
3. Дайте определение силовым характеристикам магнитного поля: вектор магнитной индукции ( $\vec{B}$ ) и напряженность магнитного поля ( $\vec{H}$ ). Как они связаны между собой?
4. Как для графического представления магнитных полей получают линии магнитной индукции?
5. Дайте определение силе Ампера и силе Лоренца? Чему они равны и как можно определить их направление?
6. Что называется магнитным потоком?
7. В чем заключается явление магнитной индукции? Сформулируйте закон электромагнитной индукции.

3) Проверить свои знания с использованием тестового контроля.

1. Как взаимодействуют два параллельных проводника, если электрический ток в них протекает в одном направлении:
  - а) проводники притягиваются +
  - б) сила взаимодействия равна нулю
  - в) проводники отталкиваются
2. О чем свидетельствует опыт Эрстеда:
  - а) об отклонении магнитной стрелки около проводника с током
  - б) о существовании вокруг проводника с током магнитного поля +
  - в) о влиянии проводника с током на магнитную стрелку
3. Какая физическая величина имеет единицу 1 тесла:
  - а) взаимная индукция
  - б) магнитный поток
  - в) магнитная индукция +
4. Магнитные линии имеют начало и конец:
  - а) нет +
  - б) да
  - в) время от времени
5. Как изменится период обращения заряженной частицы в однородном магнитном поле при уменьшении ее скорости в 2 раза? Изменением массы частицы пренебречь:
  - а) уменьшится в 2 раза
  - б) увеличится в 2 раза
  - в) не изменится +
6. Однородное магнитное поле – поле, в любой точке которого сила действия на заряд одинакова по модулю и одинакова по направлению:

- а) да  
 б) нет +  
 в) периодически
7. Магнитный поток через замкнутый виток, помещенный в однородное магнитное поле, зависит:
- а) от размера витка  
 б) от расстояния между вектором магнитной индукции и нормалью к контуру  
 в) от модуля магнитной индукции +
8. Магнитный поток через замкнутый виток, помещенный в однородное магнитное поле, зависит:
- а) от угла между вектором магнитной индукции и нормалью к контуру +  
 б) от размера витка  
 в) от расстояния между вектором магнитной индукции и нормалью к контуру
9. Магнитный поток через замкнутый виток, помещенный в однородное магнитное поле, зависит:
- а) от размера витка  
 б) от расстояния между вектором магнитной индукции и нормалью к контуру  
 в) от площади витка +
10. В пространстве, где находится электрон, создается электрическое и магнитное поля:
- а) да  
 б) нет +  
 в) зависит от условий
11. В каком случае вокруг движущегося электрона возникает магнитное поле:
1. Электрон движется равномерно и прямолинейно
  2. Электрон движется равномерно по окружности
  3. Электрон движется равноускоренно прямолинейно
- а) только 1  
 б) 2 и 3  
 в) все варианты верны +  
 г) нет верного ответа
12. Девочка качается на качелях, держа в руках постоянный магнит. Магнитное поле обнаружится независимо от того, качели неподвижны или качаются:
- а) нет  
 б) да +  
 в) только когда качаются качели
13. Вокруг каких зарядов, неподвижных или движущихся, существует электрическое поле:
- а) электрическое поле существует вокруг всех зарядов +  
 б) магнитное поле существует вокруг неподвижных  
 в) электрическое поле существует вокруг движущихся
14. Вокруг каких зарядов, неподвижных или движущихся, существует магнитное поле:
- а) электрическое поле существует вокруг движущихся  
 б) магнитное поле существует вокруг неподвижных  
 в) магнитное поле существует вокруг движущихся +
15. Что служит источником магнитного поля:
- а) электрический ток +  
 б) электрический заряд  
 в) проводник, который включается в цепь
16. Магнитная линия магнитного поля:
- а) линия, по которой движутся железные опилки  
 б) линия, вдоль которой устанавливаются в магнитном поле оси магнитных стрелочек +  
 в) линия, которая показывает действие магнитного поля на магнитные стрелочки

17. Какова форма магнитных линий магнитного поля прямого проводника с током:
- а) замкнутые кривые вокруг проводника
  - б) радиальные линии, отходящие от проводника как от центра
  - в) концентрические окружности, охватывающие проводник +
18. Какое направление принято за направление магнитной линии магнитного поля:
- а) направление, которое указывает южный полюс магнитной стрелки
  - б) направление, которое указывает северный полюс магнитной стрелки +
  - в) направление, в котором устанавливается ось магнитной стрелки
19. Что нужно сделать, чтобы магнитная стрелка, расположенная на магнитной линии магнитного поля прямого проводника с током, повернулась на  $180^\circ$ :
- а) отклонить проводник от вертикального положения
  - б) отключить проводник от источника тока
  - в) изменить направление электрического тока в проводнике на противоположное +
20. Магнитное поле создаётся электрическим током или заряженными частицами, так ли это:
- а) да
  - б) нет +
  - в) периодически
21. Взаимодействие проводников с током объясняется явлением электромагнитной индукции, верно ли утверждение:
- а) нет +
  - б) да
  - в) отчасти
22. За направление вектора магнитной индукции принято направление от ... полюса к ... полюсу внутри магнита
- а) северного полюса к южному
  - б) южного полюса к северному +
  - в) не имеет значения
23. У поверхности Земли магнитная стрелка не всегда показывает направление таких линий планеты:
- а) ровных
  - б) электрических
  - в) магнитных +
24. Вектор магнитной индукции всегда ориентирован ... току:
- а) параллельно
  - б) перпендикулярно +
  - в) он не ориентирован току никак
25. Однородное магнитное поле – это поле, в любой точке которого сила действия на заряд одинакова по модулю и одинакова по направлению, так ли это:
- а) да
  - б) отчасти
  - в) нет +
26. Магнитное поле – вихревое, т.к. векторные линии поля всегда:
- а) разомкнуты
  - б) замкнуты +
  - в) параллельны
27. В тех областях пространства, где магнитное поле более сильное, магнитные линии изображают дальше друг от друга, верно ли утверждение:
- а) нет +
  - б) да
  - в) отчасти
28. Силовое поле, действующее на движущиеся электрические заряды и на тела, обладающие магнитным моментом, независимо от состояния их движения:

- а) ионическое поле
- б) электрическое поле
- в) магнитное поле +

29. Основной силовой характеристикой магнитного поля является:

- а) вектор магнитной индукции +
- б) вектор электро индукции
- в) вектор физической индукции

30. Магнитное поле можно назвать особым видом материи, посредством которой осуществляется взаимодействие между движущимися заряженными частицами или телами, обладающими:

- а) электрическим моментом
- б) магнитным моментом +
- в) электрическими волнами

#### 4) Выполнить практические задания.

1. Катушка радиуса 4см, имеющая 100 витков, находится в магнитном поле. Чему равно среднее значение ЭДС индукции в этой катушке, если индукция магнитного поля увеличивается в течение 0,4с от 0 до 1,2Тл?
2. Какова энергия магнитного поля в катушке длиной 50см, имеющей 1000 витков диаметром 20см, если по ней протекает ток силой 2мА? Найдите объемную плотность энергии.

#### 5) Написать реферат

- Влияние электрического и магнитного поля Земли на биологические объекты.
- Методы регистрации электромагнитного излучения клеток растений и человека.
- Воздействие на воду физическими факторами: электрическим и магнитным полями, ультразвуком, светом и др.

#### **Рекомендуемая литература:**

##### Основная литература

- Эйдельман Е. Д.. Физика с элементами биофизики. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013
- А. Н. Ремизов, А. Г. Максина, А. Я. Потпенко. Медицинская и биологическая физика. - Москва: Дрофа, 2010.
- А.Н. Ремизов. Медицинская и биологическая физика. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 201., 2016, 2018.

##### Дополнительная литература

- А.Н. Ремизов, А.Г. Максина. Медицинская и биологическая физика: сборник задач. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2014
- В.А. Никеров. Физика: современный курс. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016.
- Руководство к практическим занятиям по медицинской и биологической физике: учебно-методическое пособие/ Луценко Е.В., Короткова О.Л. - Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2018
- В.Н. Федорова, Е.В. Фаустов Медицинская и биологическая физика. Курс лекций с задачами. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2008
- В.Ф. Антонов и др. Физика и биофизика: учебник. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2009.
- О.Л.Короткова. Руководство для самостоятельной работы по общей и медицинской биофизике: учебно-методическое пособие. (рук.).
- Кудрявцев В.А., Короткова О.Л., Саввин В.Н., Шишкин Г.П. Сборник тестовых заданий по дисциплинам «Физика, математика» и «Медицинская и биологическая физика»: учебно-методическое пособие /сост. В.А. Кудрявцев, О.Л. Короткова, В.Н. Саввин, Г.П. Шишкин. – Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2017.

### Раздел 3. Электробиофизика.

#### Тема 3.3. Электропроводность биологических тканей

**Цель:** Способствовать формированию знаний и умений по указанной теме с последующим практическим применением.

**Задачи:**

Рассмотреть и освоить основные понятия и законы по указанной теме

Сформировать шаблоны подхода к рассмотрению вопросов общей электродинамики применительно к электропроводности биологических тканей.

Закрепить устойчивую воспроизводимость положительных результатов при рассмотрении прикладных вопросов и решении новых задач

**Студент должен знать** Основные понятия и законы общей электродинамики и электропроводности биологических тканей..

**Студент должен уметь** Применять законы общей электродинамики для анализа электропроводности биологических тканей.  
Уметь решать типовые задачи

**Студент должен владеть** Методами и приемами решения типовых задач по данной теме.  
Навыками работы со справочной и инструктивной литературой.

#### Самостоятельная аудиторная работа студентов

##### 1. Ответить на вопросы по теме занятия

1. Что такое электрический ток?
2. Дайте определение характеристикам электрического тока.
3. Сформулируйте закон Ома для участка цепи.
4. Какова природа электрического сопротивления? От чего зависит электрическое сопротивление проводника?
  5. Объясните механизм теплового действия электрического тока.
  6. Поясните закон Джоуля –Ленца.
2. Переменный электрический ток:
  - a. определение,
  - b. закон изменения силы тока и напряжения,
  - c. амплитудное и действующее значение тока, связь между ними.
3. Виды сопротивления в цепи переменного тока:
  - a. активное сопротивление: природа, от чего зависит, векторная диаграмма для тока и напряжения;
  - b. реактивное (емкостное) сопротивление: зависимость от частоты, векторная диаграмма для тока и напряжения;
  - c. реактивное (индуктивное) сопротивление: зависимость от частоты, векторная диаграмма для тока и напряжения;
  - d. полное сопротивление (импеданс), расчет величины импеданса при последовательном соединении разных сопротивлений.
4. Виды сопротивлений в биологической ткани при прохождении электрического тока:
  - a. Чем обусловлены емкостные свойства биотканей?
  - b. Чем обусловлены резистивные свойства биотканей?
5. Дайте описание эквивалентной электрической схемы биологической ткани. Дайте обоснование основным элементам эквивалентной схемы.
6. Как объяснить вид частотной зависимости импеданса биологической ткани?
7. Чем отличается импульсный ток от постоянного тока?
8. Какими параметрами описывается импульс?

9. Какой формы бывают импульсы?
10. Дайте понятие таких характеристик импульсного тока как скважность, частота, период и длительность импульса.
11. Почему при действии импульсного тока в тканях организма происходят изменения формы импульсов по сравнению с формой импульсов приложенного напряжения?
12. Что такое модуляция импульсного тока?

## 2. Практическая часть

### 2.1. Задачи для решения под руководством преподавателя

1. Через поперечное сечение проводника каждую секунду протекает 6 триллионов свободных электронов. Определить величину тока в проводнике.
2. При 20°C сопротивление медной проволоки электромагнита было 1,2 Ом, а после длительной работы под нагрузкой сопротивление обмотки оказалось равным 1,5 Ом. До какой температуры нагрелась обмотка ( $\alpha=0,004 \text{ K}^{-1}$ )?
3. Постоянный ток 0,05А представляет опасность для жизни человека. Определить минимальную величину напряжения, при котором ток может достигнуть этого значения, если сопротивление тела человека в зависимости от условий изменяется от 1000 до 100000 Ом.
4. Конечность, на которую наложены электроды, имеет омическое сопротивление порядка 1кОм и емкость 0,02мкф. Определить проводимость такого участка, угол сдвига фаз между током и напряжением для частоты 50 Гц, считая, что омическое и емкостное сопротивления соединены последовательно.

### 2.2.1. Задачи для группового решения (с проверкой у доски)

5. При сухой коже сопротивление между ладонями рук может достигать значения  $R=10^5 \text{ Ом}$ , а при влажных ладонях это сопротивление существенно меньше ( $R=1000 \text{ Ом}$ ). Оцените ток, который пройдет через тело человека при контакте с электросетью напряжением  $U=220 \text{ В}$ . Сравните этот ток со значениями порогов осязаемого и неотпускающего токов, если частота тока равна  $\nu=50 \text{ Гц}$ .
6. Между двумя электродами, к которым приложено постоянное напряжение  $U=36 \text{ В}$ , находится часть живой ткани. Условно можно считать, что ткань состоит из двух слоев живой кожи и мышц с кровеносными сосудами, толщина каждого слоя кожи  $l_1=0,3 \text{ мм}$ , толщина внутренней ткани  $l_2=9,4 \text{ мм}$ . Найдите плотность тока и падение напряжения в коже и в мышечной (сосудистой) ткани, рассматривая их как проводники.
7. Омическое сопротивление нервного волокна в состоянии покоя равно  $1000 \text{ Ом/см}^2$ , а при возбуждении снижается до  $25 \text{ Ом/см}^2$ . Во сколько раз при этом увеличивается проводимость мембраны?
8. Сдвиг фаз между током и напряжением при прохождении переменного тока частотой 25 Гц через мышцу лягушки составил  $-35^\circ$ . Чему равна ёмкость конденсатора в эквивалентной схеме последовательно соединённых резистора и конденсатора, если активное сопротивление равно  $0,5 \text{ кОм}$ ?

### 2.2.2. Задания для групповой работы:

**Задание 1.** Изучить подвижность ионов  $\text{MnO}_4^-$ .

**Приборы и принадлежности:** аппарат для гальванизации и электрофореза «Поток-1»; вольтметр постоянного тока с пределом измерения до 100В; установка для определения подвижности ионов, в состав которой входят: столик, два химических стакана с электролитом (раствор NaCl), раствор KMnO<sub>4</sub>, фильтровальная бумага, ножницы, предметное стекло, пинцет, провода, электроды.

Подвижность ионов  $u$  может быть вычислена:

$$u = \frac{v}{E}.$$

Средняя скорость движения ионов может быть определена по формуле:

$$v = \frac{S}{t}$$

), а напряженность электрического поля:

$$E = \frac{U}{d}, \text{ где}$$

$S$  - расстояние от края полоски до конца распространения ионов (граница цвета),

$d$  - длина ленты фильтровальной бумаги от уровня электролита в одном стакане до уровня в другом,

$U$  – напряжение на аппарате,

$t$  – время процесса.

Получаем в итоге формулу для определения  $u$ :

$$u = \frac{S \cdot d}{t \cdot U} \left[ \frac{\text{м}^2}{\text{с} \cdot \text{В}} \right]. \quad (5)$$

### Порядок выполнения работы

1. Соберите лабораторную установку согласно рис.:

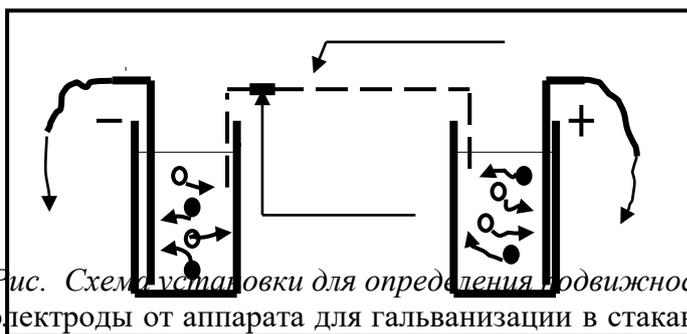


Рис. Схема установки для определения подвижности ионов

2. Погрузите электроды от аппарата для гальванизации в стаканы с электролитом (раствор  $\text{NaCl}$ ).
3. Ленту из фильтровальной бумаги длиной 15см и шириной 2,5см смочите электролитом из стакана и поместите между стаканами, погрузив концы в электролит.
4. На полоску фильтрованной бумаги размером  $2 \times 20$ мм, положенную на чистое стекло, пипеткой нанесите раствор  $\text{KMnO}_4$ , затем пинцетом положите ее поперек ленты, ближе к кювете с отрицательным электродом.
5. Зажимами типа “крокодильчиков” подсоедините вольтметр с пределом измерения до “100В” к электродным проводникам на выходе аппарата.
6. Установите регулятор тока на нуль (крайнее левое положение), а переключатель диапазонов тока на “50”. Включите аппарат.
7. Регулятором тока установите напряжение на электродах равным 50 -70В.
8. Запишите напряжение ( $U$ ) и с помощью секундомера в течение 15 - 20 минут фиксируйте время процесса.
9. Измерьте длину ленты фильтровальной бумаги от уровня электролита в одном стакане до уровня в другом ( $S$ ).
10. Измерьте расстояние от края полоски до конца распространения ионов (граница цвета) ( $d$ ).
11. Занесите исходные данные в таблицу 3.

Тема 2. 3. Таблица 3

Тема 2. 4. , В	$U \pm \Delta U$	Тема 2. 5. м	$d \pm \Delta d$ , , м	Тема 2. 6.	Тема 2. 7. с
Тема 2. 8.	Тема 2. 9.	Тема 2. 10.	Тема 2. 11.		

12. Вычислить значение подвижности ионов  $\text{MnO}_4^-$  -  $u$ , используя формулу (5).

13. Оцените значение погрешности -  $\Delta u$  как погрешности косвенно измеренной величины.

14. Результат представьте в виде:

$$\text{Тема 2. 12. } u = (u \pm \Delta u), \frac{\text{м}^2}{\text{с} \cdot \text{В}}.$$

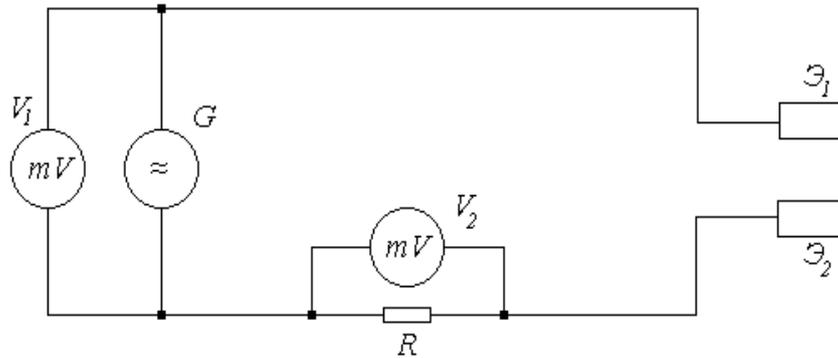
**Тема 2. 13. Задание 2.** Измерить импеданс участка кожи предплечья для различных частот переменного тока.

**Приборы и принадлежности:** генератор синусоидального напряжения, 2 милливольтметра, постоянный резистор, 2 электрода, соединительные провода, прокладки, физраствор.

**Тема 1. 63. Описание метода и схемы опыта**

1. Измерение импеданса участка кожи предплечья человека производится косвенным методом. Электрическая цепь для проведения измерений представлена на рис. 3.
2. Электроды Э1 и Э2 помещаются на участок живой ткани с общим сопротивлением Z.

**Тема 2. 14.**



**Тема 2. 15. Рис. 3.** Электрическая схема для измерения импеданса биологической ткани

3. Формула для оценки импеданса Z вычисляется следующим образом:

- По закону Ома сила тока в цепи:

$$\text{Тема 2. 16. } I = \frac{U}{R + Z}, \quad (7)$$

Тема 2. 17. где  $U$  – напряжение на выходе генератора;

Тема 2. 18.  $R$  – сопротивление резистора;

Тема 2. 19.  $Z$  – импеданс живой ткани.

$$\text{Тема 2. 20. Из (7) получаем: } Z = \frac{U}{I} - R. \quad (8)$$

- Поскольку резистор  $R$  соединен с участком живой ткани последовательно, то ток, проходящий через резистор, равен общему току в цепи. Тогда:

$$\text{Тема 2. 21. } I = \frac{U_i}{R}, \quad (9)$$

Тема 2. 22. где  $U_i$  - падение напряжения на резисторе.

- В итоге, используя (8) и (9), получаем формулу для расчета величины импеданса:

$$\text{Тема 2. 23. } Z = \frac{UR}{U_i} - R = R \left( \frac{U}{U_i} - 1 \right). \quad (10)$$

Тема 1. 64. Порядок выполнения работы

1. Определите величину сопротивления  $R$  постоянного резистора при помощи мультиметра (в режиме омметра).
2. Укрепите электроды на предплечье на расстоянии 10см друг от друга, подложив под них прокладки, смоченные физраствором. На протяжении всего опыта положение электродов не изменяйте.
3. Определите при помощи мультиметра величину сопротивления участка кожи предплечья постоянному току  $Z_0$ .
4. Переключите мультиметр в режим измерения переменного напряжения.

5. Авометр (тестер) переключите в режим измерения переменного напряжения, выбрав предел измерения таким образом, чтобы было удобно измерять напряжения порядка 0,2-0,4В.

6. Соберите схему измерения импеданса участка кожи предплечья (рис. 3).

7. Покажите собранную схему преподавателю.

8. Включите схему в сеть и установите напряжение на выходе генератора равное 300мВ.

Помните, что величина этого напряжения должна поддерживаться неизменной на протяжении выполнения всего задания.

9. Установите на генераторе при помощи переключателей «частота» и «множитель» частоту выходного сигнала 20Гц.

10. Зарегистрируйте значение напряжения  $U_i$  на резисторе  $R$  (показание мультиметра). Данные занесите в таблицу 1.

Таблица 1

№	$\nu$ Гц	$\lg \nu$	$U_i$ мВ	$Z$ кОм	$\lg Z$
1	20	1.3			
2					
3					
....					

11. Повторите опыт 8-10 раз для различных значений частот, изменяя ее в пределах от 20Гц до 100000Гц.

12. Отключите схему от сети. Не снимая электродов с предплечья, отсоедините их от схемы.

13. Используя расчетную формулу, вычислите значение импеданса  $Z$  для различных частот переменного тока. Данные занесите в таблицу.

14. Постройте график зависимости импеданса от частоты. При построении графика целесообразно использовать логарифмические шкалы для координатных осей (рис. 4).

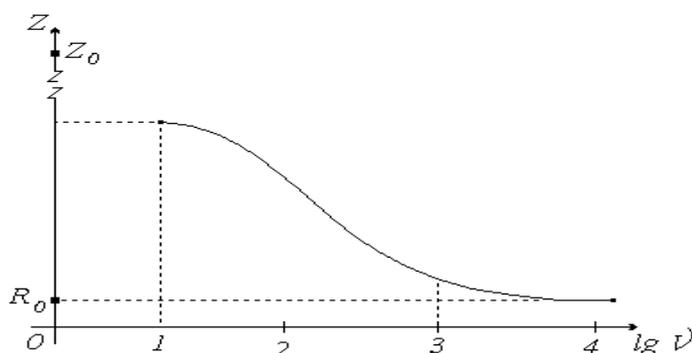


Рис.4. Зависимость импеданса от частоты переменного тока

### Тема 2. 24.

#### 2.3. Задачи для индивидуальной работы

9. Ионофорез применяется для введения лекарственных веществ в тело человека. Определить, какое количество ионов йода будет введено больному за 10 мин при плотности тока 0,05мА/см<sup>2</sup> с электрода площадью 5см<sup>2</sup>.

10. Два проводника сопротивлением 10 и 23 Ом включены в сеть напряжением 100 В. Какое количество теплоты выделится за 1 с в каждом проводнике, если их соединить: а) последовательно, б) параллельно?

11. Мощность, потребляемая аппаратом гальванизации АГН-1, равна 35Вт. Определить КПД аппарата, если максимальное напряжение в терапевтической цепи при сопротивлении 500Ом составляет 50В.

12. Аппарат “Электросон” дает импульсы напряжения постоянной полярности прямоугольной формы с периодом 0,4с и скважностью 200. Определить длительность импульса.
13. В аппарате “Электросон” при частоте 25 Гц длительность импульса равна 1 мс. Определить скважность и паузу после каждого импульса.

#### 2.4. Ситуационные задачи

1. При физиотерапевтической процедуре гальванизации на электроды подается напряжение 15 В. Какой плотности ток будет протекать через электрод площадью 10 см<sup>2</sup>? Сопротивление участка ткани, по которому проходит ток, можно считать равным 5 кОм.
2. Напряжение сети, питающей медицинский аппарат, равно  $U = 220\text{В}$ . Человек находится на земле (на полу) и касается корпуса аппарата. Сопротивление тела человека равно  $R_{\text{тч}} = 1000\text{Ом}$ . Сопротивление между проводником и человеком (через землю) равно  $R_{\text{пр}} = 5\text{кОм}$ . В результате повреждения изоляции проводник соединился на корпус аппарата (произошел «пробой на корпус»). Найдите напряжение, которое будет на теле человека, и протекающий через него ток, если:
  - а) аппарат не заземлен;
  - б) аппарат заземлен и сопротивление заземления равно  $R_3 = 4\text{Ом}$ . Сопоставьте полученные данные со значениями порога ощутимого тока и порога неотпускающего тока.
3. Найдите значение максимального тока при действии дефибриллятора, если он был заряжен до напряжения  $U = 5\text{кВ}$ , а сопротивление участка тела равно  $R = 500\text{Ом}$ .
4. Сопротивление ткани постоянному току в цепи между электродами при гальванизации 2000Ом при площади 100см<sup>2</sup> плотности тока 0,1мА/см<sup>2</sup> Определить напряжение, которое обеспечивает аппарат для гальванизации.
5. Найдите плотность тока в электролите, если концентрация ионов в нем  $n = 10^5\text{ см}^{-3}$ , их подвижность  $b_+ = 4,5 \cdot 10^{-4}\text{ см}^2(\text{В} \cdot \text{с})$ ,  $b_- = 6,5 \cdot 10^{-4}\text{ см}^2(\text{В} \cdot \text{с})$  и напряженность электрического поля  $E = 10\text{В/см}$ . Считая плотность тока всюду одинаковой, найдите силу тока, если площадь каждого электрода  $S = 1\text{дм}^2$ . Принять заряд иона равным заряду электрона.
6. Для диагностики работоспособности мышц у пациента врач подает от аппарата КЭД– 5М импульсный ток со скважностью, равной 5. Определить время фактического действия тока, если аппарат был включен в течение 2 мин.

#### **Самостоятельная внеаудиторная работа студентов**

1) Ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия с использованием конспектов лекций и/или рекомендуемой учебной литературы.

2) Ответить на вопросы для самоконтроля и для собеседования:

- 1 Что называется электростатическим диполем. Опишите основную характеристику электростатического диполя.
- 2 Как вычислить потенциал диполя в некоторой точке поля?
- 3 Как вычислить разность потенциалов между точками в поле, создаваемое диполем? (точки находятся от диполя на одинаковом расстоянии)
- 4 Как формируется потенциал на клеточной мембране в состоянии покоя?
- 5 Как оценить мембранный потенциал, используя формулу Гольдмана-Ходжкина - Катца? формулу Нернста?
- 6 Какой ток называется переменным?
- 7 Назовите основные сопротивления в цепи переменного тока. Как они зависят от частоты?
- 8 Что такое импеданс биологической ткани?
- 9 Чем обусловлены емкостные свойства биотканей?
- 10 Чем обусловлены резистивные свойства биотканей?
- 11 Как объяснить вид частотной зависимости импеданса биологической ткани?
- 12 Дайте описание эквивалентной электрической схемы биологической ткани.
- 13 Дайте обоснование основным элементам эквивалентной схемы.

- 14 На чем основан диагностический метод реография. Дайте обоснование применению реографии для исследования кровенаполнения разных органов и тканей.
- 15 Что называется коэффициентом поляризации? Обоснуйте применение коэффициента поляризации для оценки жизнеспособности биологической ткани.

3) Проверить свои знания с использованием тестового контроля.

**Переменным электрическим током называется электрический ток:**

- a) изменяющийся только по величине
- b) **изменяющийся и по величине и по направлению\***
- c) величина и направление которого не меняются со временем

**Сила тока в цепи синусоидального переменного тока совпадает по фазе с напряжением, если цепь состоит:**

- a) **из омического сопротивления\***
- b) из емкостного сопротивления
- c) из индуктивного сопротивления

**Импеданс живой биологической ткани на переменном токе:**

- a) является исключительно омическим
- b) является исключительно ёмкостным
- c) является исключительно индуктивным
- d) **имеет омическую и ёмкостную составляющие\***
- e) имеет омическую и индуктивную составляющие

**Импеданс неживой биологической ткани на переменном токе является:**

- a) **исключительно омическим\***
- b) исключительно ёмкостным
- c) исключительно индуктивным

**Измерение частотной и временной зависимостей импеданса биологических тканей является физической основой методов диагностики:**

- a) компьютерной томографии
- b) **реографии\***
- c) электрографии
- d) УЗИ – диагностики
- e) рентгенографии

**При прохождении синусоидального переменного тока через биологическую ткань сила тока не совпадает по фазе с напряжением, если клетки в биологической ткани:**

- a) погибли
- b) **не погибли\***
- c) фазы силы тока и напряжения всегда не совпадают

**При прохождении синусоидального переменного тока через биологическую ткань сила тока совпадает по фазе с напряжением, если клетки в биологической ткани:**

- a) **погибли\***
- b) не погибли
- c) фазы силы тока и напряжения всегда совпадают

**Импедансом цепи переменного тока называется:**

- a) **полное сопротивление цепи переменного тока\***
- b) реактивная составляющая цепи переменного тока
- c) омическая составляющая цепи переменного тока

**Выделяющаяся в цепи переменного синусоидального тока мощность будет максимальной, если:**

- a) **сила тока и напряжение совпадают по фазе\***
- b) сила тока и напряжение не совпадают по фазе
- c) мощность не зависит от разности фаз силы тока и напряжения

**Выделяющаяся в цепи переменного синусоидального тока мощность будет минимальной, если:**

- a) сила тока и напряжение совпадают по фазе
- b) сила тока и напряжение отличаются по фазе на  $90^{\circ}$ \*
- c) мощность не зависит от разности фаз силы тока и напряжения

**Из частотной зависимости импеданса живой биологической ткани возможно:**

- a) нахождение только эквивалентного сопротивления межклеточной жидкости
- b) нахождение только эквивалентного сопротивления цитоплазмы
- c) нахождение только эквивалентной ёмкости мембран клеток
- d) нахождение всех перечисленных характеристик\*

**Значение импеданса биологической ткани зависит от частоты переменного синусоидального тока, если клетки в ней:**

- a) погибли
- b) не погибли\*
- c) значение импеданса не зависит от состояния клеток

**Значение импеданса биологической ткани не зависит от частоты переменного синусоидального тока, если клетки в ней:**

- a) погибли\*
- b) не погибли
- c) значение импеданса не зависит от состояния клеток

**Носителями тока в металлах являются:**

- a) электроны\*
- b) дырки
- c) ионы
- d) электроны и дырки

**Носителями тока в полупроводниках являются:**

- a) электроны
- b) дырки
- c) ионы
- d) электроны и дырки\*

**Носителями тока в электролитах являются:**

- a) электроны
- b) дырки
- c) ионы\*
- d) электроны и дырки

**Проводимость биологических тканей является:**

- a) электронной
- b) дырочной
- c) ионной\*
- d) электронно-дырочной

**Раздражающее действие оказывает:**

- a) переменный ток высокой частоты
- b) постоянный ток
- c) постоянный ток в момент включения и выключения\*

**Первичным эффектом воздействия на организм человека переменным током высокой частоты является:**

- a) тепловой\*
- b) поляризационный
- c) раздражающий
- d) все перечисленные эффекты

**Раздражающее действие на организм человека оказывает:**

- a) переменный ток высокой частоты
- b) постоянный ток
- c) ток низкой частоты\*

d) все перечисленные виды токов

**Синусоидальным электрическим током называется электрический ток, в котором по гармоническому закону меняется со временем:**

a) амплитудное значение силы тока

b) мгновенное значение силы тока\*

c) эффективное значение силы тока

**Эквивалентной электрической схемой живой биологической ткани является электрическая схема, состоящая из:**

a) ёмкости и индуктивности

b) ёмкости и омического сопротивления\*

c) омического сопротивления и индуктивности

**В электрофизиотерапии применяются:**

a) исключительно переменные токи высокой частоты

b) исключительно постоянные токи

c) исключительно импульсные токи

d) все перечисленные виды токов\*

**Какие вещества имеют только электронный тип проводимости?**

a) металлы\*

b) полупроводники

c) электролиты?

**Отношение напряжения на участке цепи к силе протекающего через него тока определяет:**

a) сопротивление участка цепи\*

b) электропроводность

c) удельное сопротивление

d) удельная электропроводность

**Явление электролиза наблюдается при прохождении тока:**

a) в металлических проводниках

b) в проводниках второго рода\*

c) в полупроводниках

**С увеличением температуры сопротивление металлов:**

a) увеличивается по линейному закону\*

b) уменьшается по линейному закону

c) увеличивается по нелинейному закону

d) уменьшается по нелинейному закону

**Какое из соотношений выполняется при параллельном соединении трёх неравных по величине омических сопротивлений  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ?**

a)  $I_1 = I_2 = I_3$

b)  $U_1 = U_2 = U_3$

c)  $\frac{U_1}{R_1} = \frac{U_2}{R_2} = \frac{U_3}{R_3}$

**Какое из соотношений выполняется при последовательном соединении трёх неравных по величине омических сопротивлений  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ?**

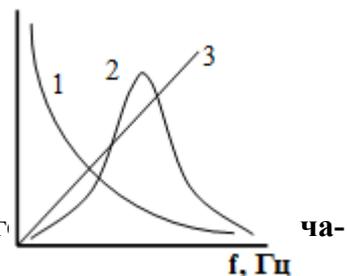
a)  $I_1 = I_2 = I_3$

b)  $U_1 = U_2 = U_3$

c)  $I_1 \cdot R_1 = I_2 \cdot R_2 = I_3 \cdot R_3$

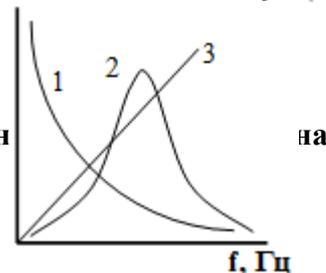
Какая из приведенных кривых отображает зависимость индуктивного сопротивления от частоты?

- a) первая
- b) вторая
- c) третья?\*



Какая из приведенных кривых отображает зависимость ёмкостного сопротивления от частоты?

- a) первая\*
- b) вторая
- c) третья?



Сила тока в цепи переменного синусоидального тока опережает на  $\pi/2$ , если электрическая цепь состоит из:

- a) омического сопротивления
- b) индуктивного сопротивления
- c) емкостного сопротивления\*

Полное сопротивление катушки индуктивности с ростом частоты переменного тока:

- a) возрастает\*
- b) не меняется
- c) уменьшается

Ёмкость конденсатора с ростом частоты переменного тока:

- a) возрастает
- b) не меняется\*
- c) уменьшается

Биологическая ткань имеет максимальное сопротивление:

- a) на постоянном токе\*
- b) на переменном НЧ токе
- c) на переменном ВЧ токе

Эффективное  $I_{эф}$  и амплитудное значения силы переменного синусоидального тока ( $I_0$ ) связаны выражением:

- a)  $I_{эф} = I_0 \cdot \sqrt{2}$
- b)  $I_{эф} = I_0 / \sqrt{2}$
- c)  $I_{эф} = I_0$

При резонансе импеданс электрической цепи переменного синусоидального тока становится равным по величине:

- a) омическому сопротивлению цепи\*
- b) нулю
- c) разнице между значениями индуктивного и емкостного сопротивлений

Сила тока в цепи переменного синусоидального тока отстает по фазе от напряжения на  $\pi/2$ , если электрическая цепь состоит из:

- a) омического сопротивления
- b) индуктивного сопротивления\*
- c) емкостного сопротивления
- d) последовательно соединенных омического, индуктивного и емкостного сопротивлений

Индуктивность катушки с ростом частоты переменного тока:

- a) возрастает
- b) не меняется\*

c) уменьшается

**Емкостное сопротивление конденсатора с ростом частоты переменного тока:**

a) возрастает

b) не меняется

c) уменьшается\*

**Сопротивление биологической ткани с ростом частоты:**

a) уменьшается\*

b) не меняется

c) возрастает

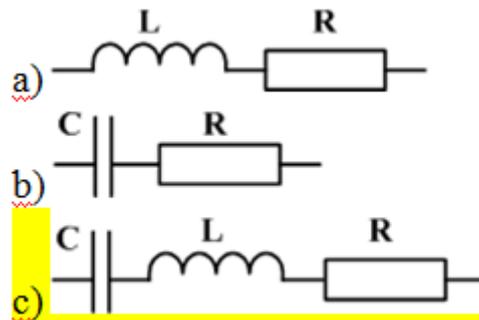
**Активное сопротивление катушки индуктивности с ростом частоты переменного тока:**

a) возрастает

b) не меняется\*

c) уменьшается

**Явление резонанса на переменном синусоидальном токе наблюдается в цепи:**



**Максимальное значение переменного синусоидального тока в приведённой цепи будет при линейной частоте  $f$ , равной:**



a)  $LC$

b)  $1/LC$

c)  $1/\sqrt{LC}$

d)  $1/2\pi\sqrt{LC}$ \*

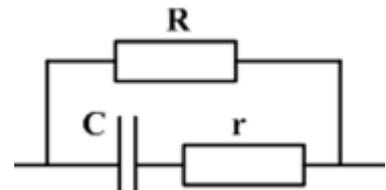
**Сопротивление данной цепи на постоянном токе равно:**

a)  $R$ \*

b)  $R + r$

c)  $R + C$

d)  $R + r + C$



**Эквивалентная цепь биологической ткани состоит из:**

a) активных сопротивлений

b) сопротивлений и емкости\*

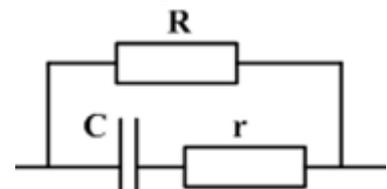
c) сопротивлений и индуктивности

**Сопротивление данной цепи на переменном ВЧ токе высокой частоты равно:**

a)  $R$

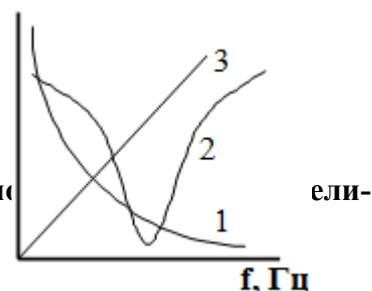
b)  $R \cdot r / (R + r)$ \*

c)  $r$



Какая кривая отображает частотную зависимость импеданса последовательной RLC – цепи?

- a) первая
- b) вторая
- c) третья\*



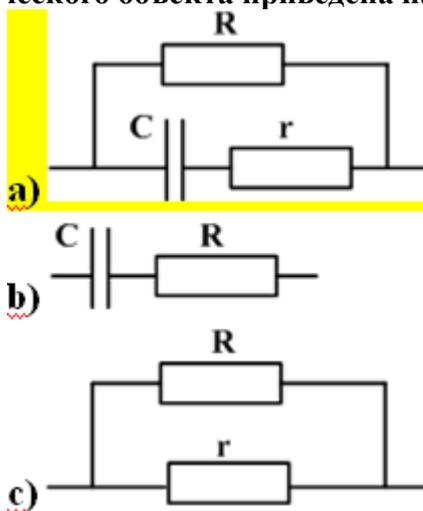
Для соединённых последовательно сопротивления  $R$ , индуктивности  $L$  и емкости  $C$ , определяемая формулой

$$1/\sqrt{LC}$$

является:

- a) реактивным сопротивлением
- b) резонансной линейной частотой  $f$
- c) круговой резонансной частотой  $\omega^*$

Эквивалентная схема биологического объекта приведена на схеме:



4) Выполнить практические задания.

1. Какая сила действует на диполь, электрический момент которого  $p = 10^{-10} \text{ Кл} \cdot \text{м}$ , если он расположен в вакууме на расстоянии  $x = 50 \text{ см}$  от точечного заряда  $q = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ Кл}$  вдоль линий напряженности? Расстояние между зарядами диполя много меньше  $x$ .
2. Диполь, электрический момент которого  $p = 10^{-10} \text{ Кл} \cdot \text{м}$ . Найдите разность потенциалов двух точек поля, созданного диполем. Точки находятся на расстоянии  $r = 0,5 \text{ м}$  под углами соответственно  $\alpha_1 = 0$  и  $\alpha_2 = 90^\circ$ . Расстояние между зарядами диполя много меньше расстояния от диполя до зарядов.

**Рекомендуемая литература:**

Основная литература

- Эйдельман Е. Д.. Физика с элементами биофизики. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013
- А. Н. Ремизов, А. Г. Максина, А. Я. Потпенко. Медицинская и биологическая физика. - Москва: Дрофа, 2010.
- А.Н. Ремизов. Медицинская и биологическая физика. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2011, 2016, 2018.

Дополнительная литература

- А.Н. Ремизов, А.Г. Максина. Медицинская и биологическая физика: сборник задач. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2014

- В.А. Никеров. Физика: современный курс. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016.
- Руководство к практическим занятиям по медицинской и биологической физике: учебно-методическое пособие/ Луценко Е.В., Короткова О.Л. - Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2018
- В.Н. Федорова, Е.В. Фаустов Медицинская и биологическая физика. Курс лекций с задачами. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2008
- В.Ф. Антонов и др. Физика и биофизика: учебник. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2009.
- О.Л.Короткова. Руководство для самостоятельной работы по общей и медицинской биофизике: учебно-методическое пособие. (рук.).
- Кудрявцев В.А., Короткова О.Л., Саввин В.Н., Шишкин Г.П. Сборник тестовых заданий по дисциплинам «Физика, математика» и «Медицинская и биологическая физика»: учебно-методическое пособие /сост. В.А. Кудрявцев, О.Л. Короткова, В.Н. Саввин, Г.П. Шишкин. – Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2017.

### **Раздел 3. Электробиофизика.**

#### **Тема 3. 4. Итоговое занятие**

**Цель:** оценить уровень сформированности знаний, умений и навыков студентов по данному разделу.

**Задачи:**

- оценить уровень понимания студентами основных понятий и законов биомеханики.
- оценить умение студентов использовать рассматриваемые методы при решении типовых задач;
- оценить сформировать у студентов навыков использования рассматриваемых в данной теме методов решения типовых задач для решения ситуационных или практических задач

**Студент должен знать** Основные понятия, термины, законы электродинамики.

**Студент должен уметь** Решать типовые задачи и задачи прикладного характера

**Студент должен владеть** Методами и приемами решения типовых задач по данной теме. Навыками работы со справочной и инструктивной литературой.

#### **Самостоятельная аудиторная работа студентов**

##### 1. Практическая часть

Выполнить задания проверочной работы № 2 (решение типовых ситуационных задач).

Пример варианта проверочной работы:

Задание 1. Среднее значение концентрации ионов  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Cl^-$  в аксоплазме гигантского аксона кальмара соответственно равны 410; 49; 40 моль/м<sup>3</sup>, а в морской воде 10; 460; 540 моль/м<sup>3</sup>. Вычислить потенциал Нернста для каждого из этих ионов при температуре 27°C, указывая соответствующий знак.

Задание 2. Катушка радиуса 4см, имеющая 100 витков, находится в магнитном поле. Чему равно среднее значение ЭДС индукции в этой катушке, если индукция магнитного поля увеличивается в течение 0,4с от 0 до 1,2Тл?

Задание 3. Сопротивление ткани постоянному току в цепи между электродами при гальванизации 2000Ом при площади 100см<sup>2</sup> плотности тока 0,1мА/см<sup>2</sup> Определить напряжение, которое обеспечивать аппарат гальванизации.

Задание 4. Активное сопротивление терапевтического контура аппарата УВЧ-терапии равно  $5 \cdot 10^3$ ОМ, индуктивность составляет 27мкГн, а частота 40МГц. Определите емкость конденсатора, коэффициент затухания и период колебаний в контуре.

#### **Самостоятельная внеаудиторная работа студентов**

1) Ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия с использованием конспектов лекций и/или рекомендуемой учебной литературы.

2) Ответить на вопросы для самоконтроля и для собеседования:

1. Какой ток называется переменным?
2. Назовите основные сопротивления в цепи переменного тока. Как они зависят от частоты?
3. Что такое импеданс биологической ткани?
4. Чем обусловлены емкостные свойства биотканей?
5. Чем обусловлены резистивные свойства биотканей?
6. Как объяснить вид частотной зависимости импеданса биологической ткани?
7. Дайте описание эквивалентной электрической схемы биологической ткани.
8. Дайте обоснование основным элементам эквивалентной схемы.
9. На чем основан диагностический метод реография. Дайте обоснование применению реографии для исследования кровенаполнения разных органов и тканей.
10. Что называется коэффициентом поляризации? Обоснуйте применение коэффициента поляризации для оценки жизнеспособности биологической ткани.

3) Проверить свои знания с использованием тестового контроля.

Провести тренировочное тестирование в системе Indigo.

4) Выполнить практические задания.

Пример варианта проверочной работы

Задание 1. Среднее значение концентрации ионов  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Cl^-$  в аксоплазме гигантского аксона кальмара соответственно равны 410; 49; 40 моль/м<sup>3</sup>, а в морской воде 10; 460; 540 моль/м<sup>3</sup>. Вычислить потенциал Нернста для каждого из этих ионов при температуре 27°C, указывая соответствующий знак.

Задание 2. Катушка радиуса 4см, имеющая 100 витков, находится в магнитном поле. Чему равно среднее значение ЭДС индукции в этой катушке, если индукция магнитного поля увеличивается в течение 0,4с от 0 до 1,2Тл?

Задание 3. Сопротивление ткани постоянному току в цепи между электродами при гальванизации 2000Ом при площади 100см<sup>2</sup> плотности тока 0,1мА/см<sup>2</sup> Определить напряжение, которое обеспечивать аппарат гальванизации.

Задание 4. Активное сопротивление терапевтического контура аппарата УВЧ-терапии равно  $5 \cdot 10^3$ ОМ, индуктивность составляет 27мкГн, а частота 40МГц. Определите емкость конденсатора, коэффициент затухания и период колебаний в контуре.

**Рекомендуемая литература:**

Основная литература

- Эйдельман Е. Д.. Физика с элементами биофизики. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013
- А. Н. Ремизов, А. Г. Максина, А. Я. Потпенко. Медицинская и биологическая физика. - Москва: Дрофа, 2010.
- А.Н. Ремизов. Медицинская и биологическая физика. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 201., 2016, 2018.

Дополнительная литература

- А.Н. Ремизов, А.Г. Максина. Медицинская и биологическая физика: сборник задач. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2014
- В.А. Никеров. Физика: современный курс. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016.
- Руководство к практическим занятиям по медицинской и биологической физике: учебно-методическое пособие/ Луценко Е.В., Короткова О.Л. - Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2018
- В.Н. Федорова, Е.В. Фаустов Медицинская и биологическая физика. Курс лекций с задачами. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2008
- В.Ф. Антонов и др. Физика и биофизика: учебник. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2009.
- О.Л.Короткова. Руководство для самостоятельной работы по общей и медицинской

- биофизике: учебно-методическое пособие. (рук.).
- Кудрявцев В.А., Короткова О.Л., Саввин В.Н., Шишкин Г.П. Сборник тестовых заданий по дисциплинам «Физика, математика» и «Медицинская и биологическая физика»: учебно-методическое пособие /сост. В.А. Кудрявцев, О.Л. Короткова, В.Н. Саввин, Г.П. Шишкин. – Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2017

## Раздел 4. Оптика. Атомная и ядерная биофизика.

### Тема 4.1. Волновая оптика

**Цель:** Способствовать формированию знаний и умений по указанной теме с последующим практическим применением.

#### Задачи:

Рассмотреть и освоить основные понятия и законы по указанной теме

Сформировать шаблоны подхода к рассмотрению вопросов оптики и атомной физики

Закрепить устойчивую воспроизводимость положительных результатов при рассмотрении прикладных вопросов и решении новых задач

**Студент должен знать** Основные понятия и законы оптики и атомной физики

**Студент должен уметь** Применять законы оптики и атомной физики к биологическим системам.

Уметь решать типовые задачи. Уметь определять концентрацию раствора оптически активных жидкостей на практике.

**Студент должен владеть** Методами и приемами решения типовых задач по данной теме.

Навыками работы со справочной и инструктивной литературой.

### Самостоятельная аудиторная работа студентов

#### 1. Ответить на вопросы по теме занятия

1. Объясните природу света.
2. В чем отличие поляризованного света от естественного.
3. Напишите и поясните закон Малюса.
4. Напишите и поясните закон Брюстера.
5. Какое вещество является оптически активным? От чего и как зависит угол поворота оптически активным веществом?
6. Объясните причину поглощения света веществом.
7. Напишите и поясните законы поглощения света: закон Бугера и Бугера-Ламберта-Бера.

#### 2. Практическая часть

##### 2.1. Задачи для решения под руководством преподавателя

1. Два поляризатора расположены так, что угол между их главными плоскостями составляет  $\varphi = 60^\circ$ . Во сколько раз уменьшится интенсивность естественного света при прохождении его: 1) через один поляризатор; 2) через оба поляризатора? При прохождении каждого из поляризаторов потери на отражение и поглощение составляют 5%.
2. Угол преломления луча в жидкости  $r=35^\circ$ . Определите показатель преломления жидкости, если известно, что отраженный луч максимально поляризован.
3. Определите толщину кварцевой пластинки, для которой угол поворота плоскости поляризации света с длиной волны  $\lambda=500$  нм равен  $\alpha=48^\circ$ . Постоянная вращения кварца для этой длины волны  $\alpha_0=30^\circ/\text{мм}$ .
4. В 4%-ном растворе вещества в прозрачном растворителе интенсивность света на глубине  $l_1 = 20\text{мм}$  ослабляется в два раза. Во сколько раз ослабляется интенсивность света на глубине  $l_2 = 30\text{мм}$  в 8%-ном растворе того же вещества?

##### 2.2. Задачи для группового решения (с проверкой у доски)

См. Руководство для самостоятельной работы по общей и медицинской и биофизике: учебно-методическое пособие/ О.Л.Короткова (рук.).

Раздел 4. Тема 4.1., задания 1, 6, 11

### 2.3. Задачи для индивидуальной работы

1. Чему равен угол между главными плоскостями поляризатора и анализатора, если интенсивность естественного света, прошедшего через эти призмы, уменьшилась в 4 раза? Поглощением света пренебречь.

2. Во сколько раз ослабляется естественный свет, проходя через два поляризатора, главные плоскости которых составляют угол  $\varphi=30^\circ$ , если в каждом из поляризаторов на отражение и поглощение теряется 10% падающего на него светового потока?

### 2.4. Ситуационные задачи

3. Между скрещенными поляризаторами поместили пластинку кварца толщиной  $l=3$  мм, в результате чего поле зрения стало максимально светлым.

4. Определите постоянную вращения используемого в опыте кварца для монохроматического света.

5. Определите угол поворота плоскости колебания светового луча для мочи больного диабетом при концентрации сахара  $c=0,05$  г/см<sup>3</sup>. Длина трубки  $l=20$  см, удельное вращение сахара для используемого света  $[\alpha_0]=6,67$  (град·см<sup>2</sup>/г).

6. Раствор сахара, налитый в трубку длиной  $l=20$  см и помещенный между поляризатором и анализатором, поворачивает плоскость поляризации света ( $\lambda=0,5$  мкм) на  $\alpha=30^\circ$ . Найдите (в граммах на кубический сантиметр) концентрацию сахара в растворе, если удельное вращение сахара для этой длины волны  $[\alpha_0]=6,67$  (град·см<sup>2</sup>/г).

### **Самостоятельная внеаудиторная работа студентов**

1) Ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия с использованием конспектов лекций и/или рекомендуемой учебной литературы.

2) Проверить свои знания с использованием тестового контроля.

1. Аккомодацией называют приспособление глаз к

- 1) четкому видению предметов различных размеров
- 2) четкому видению различно удаленных предметов
- 3) видению различно освещенных предметов
- 4) восприятию различных оттенков одного цвета

2. Световоспринимающий аппарат глаза включает в себя

- 1) склеру и сетчатку
- 2) роговицу, хрусталик и сетчатку
- 3) сетчатку
- 4) хрусталик.

3. Одной из важнейших характеристик микроскопа как оптического прибора является предел разрешения, который зависит

- 1) от длины тубуса микроскопа и фокусного расстояния окуляра
- 2) от длины волны света и расстояния наилучшего зрения
- 3) от длины волны света и числовой апертуры.

4. Какое явление ограничивает возможность уменьшать предел разрешения оптического микроскопа?

- 1) интерференция света
- 2) дифракция света
- 3) поляризация света
- 4) абсорбция света веществом.

5. С помощью поляризационного микроскопа исследуют

- 1) изотропные прозрачные вещества
- 2) анизотропные прозрачные вещества
- 3) флуоресцирующие соединения.

6. При прохождении света через вещество

- 1) его интенсивность возрастает из-за вторичного излучения молекул (атомов)
- 2) его интенсивность остается постоянной
- 3) его интенсивность уменьшается из-за поглощения и рассеяния его молекулами (атомами) вещества.
- 4) возникают электромагнитные волны другого диапазона.

7. В основе спектрального анализа лежит

- 1) оценка интенсивности света поглощенного веществом
- 2) оценка интенсивности света, излучаемой веществом
- 3) исследование радиоактивного излучения
- 4) изучение спектров излучения и поглощения света веществом.

8. Энергия излучаемого фотона равна

- 1) разности энергии начального и конечного стационарных энергетических состояний
- 2) разности энергии при торможении атома
- 3) энергии связи электрона с ядром атома
- 4) энергии ковалентной связи атомов в молекуле.

9. Излучение и поглощение света атомами и молекулами происходит

- 1) если они находятся в движении
- 2) при переходе из одного стационарного энергетического состояния в другое
- 3) при образовании новых атомов
- 4) при движении электронов по электронным орбитам.

10. В основе эндоскопии лежит

- 1) закон преломления света на границе двух сред
- 2) закон полного внутреннего отражения от границы двух диэлектриков
- 3) применение оптических приборов - линз
- 4) применение зеркал.

11. Оптически активное вещество:

- 1) превращает естественный свет в поляризованный
- 2) раздваивает луч поляризованного света на два луча
- 3) поворачивает плоскость поляризации поляризованного света
- 4) пропускает половину интенсивности падающего света.

12. Двойное лучепреломление это:

- 1) слияние двух лучей при прохождении через некоторые кристаллы
- 2) раздвоение естественного луча света на два естественных луча при прохождении через вещество
- 3) раздвоение поляризованного света при прохождении через вещество
- 4) раздвоение естественного света при прохождении через некоторые кристаллы на два плоскополяризованных луча.

13. Плоскополяризованный свет это:

- 1) свет, распространяющийся в одной плоскости
- 2) свет, векторы напряженности электрического поля которого лежат в одной плоскости
- 3) свет, векторы напряженности электрического и магнитного полей сонаправлены
- 4) свет, векторы напряженности электрического поля направлены хаотично.

14. Оптическая активность ряда биологических жидкостей позволяет оценить концентрацию веществ на основании

- 1) зависимости интенсивности поляризованного света от концентрации оптически активного вещества
- 2) зависимости угла вращения плоскости поляризации света от концентрации и длины пути его в оптически активном веществе
- 3) зависимости интенсивности поляризованного света от длины пути его в оптически активном веществе.

15. Для изучения молекулярной структуры веществ используется анализ спектров испускания и поглощения атомов и молекул. Спектр – это
- 1) зависимость интенсивности поглощения излучения от толщины слоя вещества
  - 2) зависимость длины волны излучения от интенсивности поглощенного света
  - 3) зависимость интенсивности поглощения или излучения от длины волны или частоты.
16. Оптическая плотность вещества (раствора)
- 1) мера ослабления интенсивности света прозрачными веществами
  - 2) мера ослабления интенсивности света прозрачными веществами или отражения непрозрачными веществами
  - 3) мера отражения света непрозрачными веществами
  - 4) мера рассеяния света прозрачными веществами
17. Если главные плоскости поляризатора и анализатора взаимно перпендикулярны, то интенсивность прошедшего через них света
- 1) уменьшается в 2 раза
  - 2) увеличивается в 2 раза
  - 3) не изменяется
  - 4) равна 0.
18. Закон Брюстера определяет условия
- 1) при которых отраженный от границы двух диэлектриков луч будет полностью поляризован
  - 2) при которых прошедший через границу двух диэлектриков луч будет полностью поляризован
  - 3) отражения падающего луча поляризованного света от границы двух диэлектриков
  - 4) преломления луча поляризованного света на границы двух диэлектриков
19. Показатель преломления вещества показывает
- 1) во сколько раз изменяется частота и скорость света, прошедшего из вакуума (воздуха) в вещество
  - 2) во сколько раз изменяется длина волны и скорость света, прошедшего из вакуума (воздуха) в вещество
  - 3) во сколько раз изменяется угол преломления света, прошедшего из вакуума (воздуха) в вещество по сравнению с углом падения
  - 4) во сколько раз оптическая плотность вещества больше оптической плотности воздуха
20. Поляриметры предназначены для определения
- 1) длины волны поляризованного света
  - 2) показателя преломления оптически активных веществ
  - 3) положения плоскости поляризации поляризованного света
  - 4) концентрации оптически активных веществ в растворах.

3) Выполнить практические задания.

1. Какова концентрация раствора, если одинаковая освещенность фотометрических полей была получена при толщине  $l_1 = 8\text{мм}$  у эталонного 3%-ного раствора и  $l_2 = 24\text{мм}$  - у исследуемого раствора?
2. Оптическая плотность раствора  $D = 0,08$ . Найдите его коэффициент пропускания.
3. При прохождении монохроматического света через слой вещества толщиной  $15\text{см}$  интенсивность убывает в 4 раза. Определите показатель рассеяния, если показатель поглощения  $\chi' = 0,025\text{ см}^{-1}$ .

5) Написать реферат

- Билюминесценция.

- Применение лазера в медицине.

## Рекомендуемая литература:

### Основная литература

- Эйдельман Е. Д.. Физика с элементами биофизики. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013
- А. Н. Ремизов, А. Г. Максина, А. Я. Потпенко. Медицинская и биологическая физика. - Москва: Дрофа, 2010.
- А.Н. Ремизов. Медицинская и биологическая физика. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2011, 2016, 2018.

### Дополнительная литература

- А.Н. Ремизов, А.Г. Максина. Медицинская и биологическая физика: сборник задач. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2014
- В.А. Никеров. Физика: современный курс. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016.
- Руководство к практическим занятиям по медицинской и биологической физике: учебно-методическое пособие/ Луценко Е.В., Короткова О.Л. - Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2018
- В.Н. Федорова, Е.В. Фаустов Медицинская и биологическая физика. Курс лекций с задачами. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2008
- В.Ф. Антонов и др. Физика и биофизика: учебник. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2009.
- О.Л.Короткова. Руководство для самостоятельной работы по общей и медицинской биофизике: учебно-методическое пособие. (рук.).
- Кудрявцев В.А., Короткова О.Л., Саввин В.Н., Шишкин Г.П. Сборник тестовых заданий по дисциплинам «Физика, математика» и «Медицинская и биологическая физика»: учебно-методическое пособие /сост. В.А. Кудрявцев, О.Л. Короткова, В.Н. Саввин, Г.П. Шишкин. – Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2017

## Раздел 4. Оптика. Атомная и ядерная биофизика.

### Тема 4.2. Электронная оптика

**Цель:** Способствовать формированию знаний и умений по указанной теме с последующим практическим применением.

#### Задачи:

Рассмотреть и освоить основные понятия и законы по указанной теме

Сформировать шаблоны подхода к рассмотрению вопросов оптики и атомной физики

Закрепить устойчивую воспроизводимость положительных результатов при рассмотрении прикладных вопросов и решении новых задач

**Студент должен знать** Основные понятия и законы оптики и атомной физики

**Студент должен уметь** Применять законы оптики и атомной физики к биологическим системам.

Уметь решать типовые задачи

**Студент должен владеть** Методами и приемами решения типовых задач по данной теме.

Навыками работы со справочной и инструктивной литературой.

### Самостоятельная аудиторная работа студентов

#### 1. Ответить на вопросы по теме занятия

1. Тепловое излучение. Законы теплового излучения. Гипотеза о квантовании излучения. Формула Планка.
2. Фотоэффект. Законы внешнего фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна. Световые кванты (фотоны). Корпускулярно-волновой дуализм излучения.
3. Волновые свойства микрочастиц. Эксперименты, подтверждающие гипотезу де-Бройля о волновых свойствах микрочастиц. Волновая функция. Физический смысл волновой функции.

4. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Границы применимости классической механики.
5. Уравнение Шредингера. Применение уравнения Шредингера к микрочастице, находящейся в одномерной потенциальной яме. Квантование энергии гармонического осциллятора.
6. Закономерности в атомных спектрах. Опыты Резерфорда по исследованию строения атомов. Боровская теория водородоподобных атомов.
7. Описание атомов с позиций современной квантовой теории. Квантовые числа для описания состояния электрона в атоме. Квантование энергии, орбитального момента импульса, проекции момента импульса электрона. Спин электрона.
8. Принцип Паули. Распределение электронов в атоме по состояниям. Периодическая система химических элементов.

## 2. Практическая часть

### 2.1. Задачи для решения под руководством преподавателя

1. При прохождении света с длиной волны  $\lambda_1$  через слой вещества его интенсивность уменьшается вследствие поглощения в четыре раза. Интенсивность света с длиной волны  $\lambda_2$  по той же причине ослабляется в три раза. Найдите толщину слоя вещества и показатель поглощения для света с длиной волны  $\lambda_2$ , если для света с длиной волны  $\lambda_1$  он равен  $K_1 = 0,02 \text{ см}^{-1}$ .

### 2.2. Задачи для группового решения (с проверкой у доски)

2. В 4%-ном растворе вещества в прозрачном растворителе интенсивность света на глубине  $l_1 = 20 \text{ мм}$  ослабляется в два раза. Во сколько раз ослабляется интенсивность света на глубине  $l_2 = 30 \text{ мм}$  в 85-ном растворе того же вещества?

### 2.3. Задачи для индивидуальной работы

3. Коэффициент пропускания раствора  $\tau = 0,3$ . Чему равна его оптическая плотность?
4. При прохождении света через слой раствора поглощается  $1/3$  первоначальной световой энергии. Определите коэффициент пропускания и оптическую плотность раствора.

## **Самостоятельная внеаудиторная работа студентов**

1) Ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия с использованием конспектов лекций и/или рекомендуемой учебной литературы.

2) Ответить на вопросы для самоконтроля и для собеседования:

1. Зависит ли энергия фотона от длины волны света?
2. Металлическая пластинка под действием рентгеновских лучей зарядилась. Каков знак заряда?
3. Чему равно отношение давления света, производимого на идеально белую поверхность, к давлению света, производимому на идеально черную поверхность? Все прочие условия в обоих случаях одинаковы. Квантовая оптика.
4. Свободный атом излучает фотон. Выполняется ли при этом закон сохранения энергии? Выполняется ли при этом закон сохранения импульса? Выполняется ли при этом закон сохранения массы?
5. Во что преобразуется при внешнем фотоэффекте энергия падающего на тело света?
6. Способен ли свободный электрон поглотить квант света?
7. Фотон и электрон обладают одинаковой кинетической энергией. Который из них имеет большую длину волны?
8. Освещают две нейтральные пластинки, одну — металлическую, другую — полупроводниковую. Останутся ли пластинки нейтральными при возникновении фотоэффекта?

3) Проверить свои знания с использованием тестового контроля.

1. Вылет электронов из вещества под действием падающего на него излучения называется

- А) внешним фотоэффектом; Б) внутренним фотоэффектом;  
 В) диффузия; Г) конденсация.
2. Какое из перечисленных излучений не вызывает внешний фотоэффект?  
 1.инфракрасное; 2.ультрафиолетовое;  
 А) только 1; Б) только 2; В) и 1 и 2; Г) ни 1 ни 2.
3. Фотоэффект бывает..А) внутренним; Б) внешним;  
 В) и внешним и внутренним; Г) вакуумным.
4. Фотоэффект наблюдается..А) в отсутствии взаимодействия света и вещества;  
 Б) только при взаимодействии света и вещества;  
 В) и при взаимодействии света с веществом, и при отсутствии такого взаимодействия;  
 г) при взаимодействии двух излучений.
5. Кинетическая энергия фотоэлектронов  
 А) прямо пропорциональна длине волны;  
 В) прямо пропорциональна частоте света;  
 Г) прямо пропорциональна интенсивности света;  
 Д) обратно пропорциональна частоте и интенсивности света.
6. Фотоэффект - это  
 А) физическая величина; Б) физическое явление;  
 В) свойство химического тела; Г) химический процесс.
7. Внешний фотоэффект не наблюдается если  
 А) энергия фотоэлектронов света больше работы выхода электронов из вещества;  
 Б) энергия фотонов света меньше работы выхода электронов из вещества;  
 В) мощность излучения меньше 100Вт;  
 Г) красная граница смещена в область ультрафиолета.
8. Энергия фотона  
 А) не зависит от длины волны света;  
 Б) не связана с длиной волны света;  
 В) зависит от длины волны;  
 Г) не зависит от частоты света.
9. Законы фотоэффекта открыл  
 А) Н.Бор; Б) М.Складовская-Кюри;  
 В) А.Столетов; Г) А.Ампер.
10. Число электронов, выбиваемых светом с поверхности металла в единицу времени  
 А) прямо пропорционально интенсивности светового потока;  
 Б) обратно пропорционально интенсивности светового потока;  
 В) не зависит от интенсивности светового потока;  
 Г) среди ответов нет правильного.
11. Наибольшая длина волны ( или минимальная частота излучения), при которой еще можно наблюдать фотоэффект, называется  
 А) фиолетовой границей фотоэффекта;  
 Б) красной границей фотоэффекта;  
 В) зелёной границей фотоэффекта;  
 Г) среди ответов нет правильного.
12. Минимальная работа, которую должен совершить электрон за счёт своей кинетической энергии для того, чтобы выйти из металла, называют  
 А) работа выхода; Б) диффузия;  
 В) электролиз; Г) среди ответов нет правильного.
13. Генерация свободных носителей зарядов в полупроводнике, происходящая вследствие облучения полупроводника, называется  
 А) внешним фотоэффектом; Б) внутренним фотоэффектом;  
 В) электролиз; Г) газовый разряд.

14. Эксперимент по измерению давления света провёл  
 А) А.Попов; Б) П.Лебедев; В) А.Столетов; Г) М.Фарадей.
15. При измерении давления света, возникли трудности:  
 1-невозможность выкачать из сосуда весь воздух;  
 2-неодинаковый нагрев сторон кружков.  
 А) только 1; Б) только 2; В) и 1 и 2; Г) ни 1 ни 2.
16. Действием множества ударов потока квантов света, бомбардирующих облучаемую поверхность, объясняется  
 А) давление света; Б) реакция деления ядра;  
 В) кристаллизация; Г) газовый разряд.
17. Какой из перечисленных примеров, не является следствием химического действия света  
 А) фотосинтез; Б) выгорание тканей;  
 В) пигментация кожи; Г) повышение температуры вещества.
18. Выражение "Каждый фотон имеет свой импульс, попадая на тело, они передают свой импульс. Т.е импульс тела будет равен импульсу поглощённых фотонов. Поэтому покоящееся тело приходит в движение" объясняет причину  
 А) давления света; В) плавления;  
 Б) термоядерной реакции Г) испарения.
19. Выражение " Энергия порции света идёт на совершение работы выхода и на сообщение электрону кинетической энергии" описывает  
 А) уравнение Клапейрона - Менделеева;  
 Б) уравнение Эйнштейна для фотоэффекта;  
 В) закон Кулона;  
 Г) закон Ома для замкнутой цепи.
20. Световую частицу называют  
 1.фотоном;  
 2.квантом электромагнитного излучения.  
 А) только 1; Б) только 2; В) и 1 и 2; Г) ни 1 ни 2.

#### 4) Выполнить практические задания.

- Какова концентрация раствора, если одинаковая освещенность фотометрических полей была получена при толщине  $l_1 = 8\text{мм}$  у эталонного 3%-ного раствора и  $l_2 = 24\text{мм}$  - у исследуемого раствора?
- Оптическая плотность раствора  $D = 0,08$ . Найдите его коэффициент пропускания.
- При прохождении монохроматического света через слой вещества толщиной  $15\text{см}$  его интенсивность убывает в 4 раза. Определите показатель рассеяния, если показатель поглощения  $\chi' = 0,025\text{ см}^{-1}$ .

#### **Рекомендуемая литература:**

##### Основная литература

- Эйдельман Е. Д.. Физика с элементами биофизики. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013
- А. Н. Ремизов, А. Г. Максина, А. Я. Потпенко. Медицинская и биологическая физика. - Москва: Дрофа, 2010.
- А.Н. Ремизов. Медицинская и биологическая физика. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 201,, 2016, 2018.

##### Дополнительная литература

- А.Н. Ремизов, А.Г. Максина. Медицинская и биологическая физика: сборник задач. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2014
- В.А. Никеров. Физика: современный курс. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016.
- Руководство к практическим занятиям по медицинской и биологической физике:

учебно-методическое пособие/ Луценко Е.В., Короткова О.Л. - Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2018

- В.Н. Федорова, Е.В. Фаустов Медицинская и биологическая физика. Курс лекций с задачами. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2008
- В.Ф. Антонов и др. Физика и биофизика: учебник. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2009.
- О.Л.Короткова. Руководство для самостоятельной работы по общей и медицинской биофизике: учебно-методическое пособие. (рук.).
- Кудрявцев В.А., Короткова О.Л., Саввин В.Н., Шишкин Г.П. Сборник тестовых заданий по дисциплинам «Физика, математика» и «Медицинская и биологическая физика»: учебно-методическое пособие /сост. В.А. Кудрявцев, О.Л. Короткова, В.Н. Саввин, Г.П. Шишкин. – Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2017.

#### **Раздел 4. Оптика. Атомная и ядерная биофизика.**

##### **Тема 4.3. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом.**

**Цель:** Способствовать формированию знаний и умений по указанной теме с последующим практическим применением.

**Задачи:**

Рассмотреть и освоить основные понятия и законы по указанной теме

Сформировать шаблоны подхода к рассмотрению вопросов оптики и атомной физики

Закрепить устойчивую воспроизводимость положительных результатов при рассмотрении прикладных вопросов и решении новых задач

**Студент должен знать** Основные понятия и законы оптики и атомной физики

**Студент должен уметь** Применять законы оптики и атомной физики к биологическим системам.

Уметь решать типовые задачи

**Студент должен владеть** Методами и приемами решения типовых задач по данной теме.

Навыками работы со справочной и инструктивной литературой.

#### **Самостоятельная аудиторная работа студентов**

##### 1. Ответить на вопросы по теме занятия

1. Как получается рентгеновское излучение на рентгеновской трубке.
2. Напишите схемы радиоактивных  $\alpha$ -,  $\beta$ - распадов.
3. Напишите и поясните закон радиоактивного распада.
4. Что называется активностью радиоактивного препарата? От чего она зависит?
5. Какое действие оказывает ионизирующее излучение на вещество?
6. Напишите и поясните закон ослабления радиоактивного излучения веществом.
7. От чего зависит массовый коэффициент поглощения фотонов ионизирующего излучения.
8. Какие дозы радиоактивного излучения существуют? Какая связь между ними?

##### 2. Практическая часть

###### 2.1. Задачи для решения под руководством преподавателя

1. Определить скорость электронов, падающих на антикатод рентгеновской трубки, если минимальная длина волны в сплошном спектре рентгеновских лучей 0,01 нм.
2. Бетонная плита толщиной 20 см уменьшает интенсивность узкого пучка  $\gamma$ -лучей кобальта  $^{60}\text{Co}_{27}$  в 16,5 раза. Определить линейный коэффициент ослабления и толщину слоя половинного ослабления для бетона.
3. Считая, что поглощение рентгеновского излучения не зависит от того, в каком соединении атом представлен в веществе, определите, во сколько раз массовый коэффициент ослабления кости ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ) больше массового коэффициента ослабления воды?
4. Для исследования щитовидной железы больному ввели 20 мл 10%-раствора глюкозы с радиоактивным йодом. Удельная активность йода в момент введения составляла 0,08

мкКи/мл. Найдите массу йода в растворе. Учтите, что каждая молекула глюкозы связывает один йод.

## 2.2. Задания для групповой работы

*Задание 1. Определить линейные и массовые коэффициенты поглощения бета-излучения для различных материалов.*

*Приборы и принадлежности: газоразрядный счетчик СБМ-20, источник постоянного тока (ВУП-2М), репродуктор, счётчик импульсов (СИЛ-1), набор пластин из материалов разной плотности.*

### Порядок выполнения работы

1. Измерьте уровень космического излучения (фон) в течение 3 минут.
2. Установите контейнер с радиоактивным препаратом под газоразрядный счетчик и измерьте поток ионизирующих частиц от этого препарата.
3. Измерьте толщину исследуемой пластины микрометром.
4. Положите пластину из исследуемого материала на контейнер и измерьте поток ионизирующих частиц после прохождения через него.
5. Результаты измерений занесите в таблицу 1.
6. Пользуясь формулой (1), получаем выражение для вычисления линейного коэффициента поглощения:

$$\chi = \frac{\ln(\Phi_0/\Phi_L)}{L}, [\chi] = \text{м}^{-1}. \quad (2)$$

7. Вычислите массовый коэффициент поглощения по формуле (2).
8. Результаты вычислений занесите в таблицу 1.
9. Повторите для материалов другой плотности.

Таблица 1

Измерение интенсивности	Число импульсов			Толщина пластины L, м	Плотность вещества $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$\chi$ , м <sup>-1</sup>	$\mu$ , м <sup>2</sup> /кг
	За 3 мин.	За 1 мин.	За 1 мин. без фона				
Фоновое излучение			-	-	-	-	-
От источника бета-излучения				-	-	-	-
После прохождения через вещество							
Алюминий							
Сталь							
Титан							
...							

10. Постройте графическую зависимость линейного и массового коэффициента поглощения от плотности вещества.

11. Сделайте вывод о влиянии плотности на линейный и массовый коэффициенты поглощения.

*Задание 2. Определить толщину слоя половинного поглощения бета-излучения веществом.*

**Приборы и принадлежности:** газоразрядный счетчик СБМ-20, источник постоянного тока (ВУП-2М), репродуктор, счётчик импульсов (СИЛ-1), набор пластин одного материала.

**Порядок выполнения работы**

1. Измерьте уровень космического излучения (фон) в течение 3 минут.
2. Измерьте толщину пластины микрометром.
3. Положите на контейнер пластину и измерьте поток ионизирующих частиц, проходящих через неё.
4. Результаты измерений занесите в таблицу 2.
5. Повторяйте пункты 2-4, пока число пластин на контейнере не достигнет 6.
6. Постройте зависимость потока ионизирующего излучения от толщины слоя алюминиевых пластин.
7. По графику определите величину слоя половинного поглощения  $L_{1/2}$  бета-излучения для данного материала.

Таблица 2.

Измерение интенсивности	Число импульсов			Толщина пластины L, м
	За 3 мин.	За 1 мин.	За 1 мин. без фона	
Фоновое излучение			-	-
От источника бета-излучения				-
После прохождения через				
1 пластину				
2 пластины				
3 пластины				
4 пластины				
5 пластин				
6 пластин				

2.3. Задачи для индивидуальной работы

5. Телом массой  $m=60$  кг в течение  $t=6$  ч была поглощена энергия  $E = 1$  Дж. Найдите поглощенную дозу и мощность поглощенной дозы в единицах СИ и во внесистемных единицах.
6. Мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения на расстоянии  $r=1$  м, от точечного источника составляет  $P = 2,15 \cdot 10^{-7}$  Кл/кг. Определите минимальное расстояние от источника, на котором можно ежедневно работать по 6 ч без защиты. Предельно допустимой эквивалентной дозой при профессиональном облучении считать  $5 \cdot 10^{-2}$  Дж/кг в течение года. Поглощение  $\gamma$ -излучения воздухом не учитывать.

2.4. Ситуационные задачи

7. Средняя мощность дозы в палате, где находятся больные, получившие лечебные дозы радиоактивных веществ, равна 5мкР/мин. Врач в течение 5-дневной рабочей недели ежедневно находится в палате в среднем 2 ч. Определить недельную дозу облучения врача, сравнить ее с предельно допустимой дозой, равной 0,1Р.

**Самостоятельная внеаудиторная работа студентов**

1) Ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия с использованием конспектов лекций и/или рекомендуемой учебной литературы.

2) Ответить на вопросы для самоконтроля и для собеседования:

1. Что называется радиоактивностью?
2. Дайте характеристику разным видам радиоактивного излучения.
3. Запишите основной закон радиоактивного распада.

4. Что называется активностью радиоактивного препарата? От чего она зависит?
5. Чем объясняется ослабление радиоактивного излучения при прохождении через вещество?
6. От чего зависят линейный и массовый коэффициенты поглощения?
7. Объясните принцип работы газоразрядного счетчика.
8. Каково назначение высокоомного резистора в цепи газоразрядного счетчика?
11. Какова причина существования радиоактивного фона?

3) Проверить свои знания с использованием тестового контроля.

**По своей физической природе рентгеновское излучение представляет собой:**

- a) **ионизирующее электромагнитное излучение**
- b) поток электронов
- c) радиоактивное излучение

**Характеристическое и тормозное рентгеновские излучения различаются:**

- a) **спектрами**
- b) направлением излучения
- c) поляризацией

**Характеристическое рентгеновское излучение имеет:**

- a) сплошной спектр
- b) **линейчатый спектр**
- c) полосатый спектр

**Тормозное рентгеновское излучение имеет:**

- a) **сплошной спектр**
- b) линейчатый спектр
- c) полосатый спектр

**Методы рентгеновской диагностики основываются на явлении:**

- a) отражения рентгеновского излучения
- b) **поглощения рентгеновского излучения**
- c) дифракции рентгеновского излучения
- d) интерференции рентгеновского излучения

**Наименее вредным для человека являются методы диагностики:**

- a) рентгенографии
- b) рентгеноскопии
- c) **флюорографии**

**При массовой диспансеризации населения применяется:**

- a) метод рентгеноскопии
- b) метод рентгенографии
- c) **метод флюорографии**
- d) метод рентгеновской томографии

**Какое излучение обладает наибольшей ионизирующей способностью?**

- a) видимый свет
- b) ультрафиолетовое излучение
- c) рентгеновское излучение
- d)  **$\gamma$  – излучение?**

**Анодное напряжение рентгеновской трубки составляет:**

- a) десятки вольт
- b) сотни вольт
- c) **тысячи вольт**

**От каких параметров зеркала анода рентгеновской трубки зависит интенсивность рентгеновского излучения?**

- a) от плотности металла зеркала
- b) **от порядкового номера металла в таблице Менделеева**
- c) от температуры плавления
- d) от удельной электропроводности?

**Частота рентгеновского излучения зависит от:**

- a) силы анодного тока рентгеновской трубки
- b) **анодного напряжения трубки**
- c) материала зеркала анода

**Какое из излучений относится к радиоактивным?**

- a) видимый свет
- b) ультрафиолетовое излучение
- c) рентгеновское излучение
- d)  **$\gamma$  – излучение?**

**Какое из излучений является наиболее вредным для человека?**

- a) видимый свет
- b) ультрафиолетовое излучение
- c) рентгеновское излучение
- d)  **$\gamma$  – излучение?**

**Какие из указанных ниже элементарных частиц не относятся к нуклонам?**

- a) **электроны**
- b) протоны
- c) нейтроны?

**Изотопами называются химические элементы, атомы которых имеют одинаковое число:**

- a) электронов
- b) протонов
- c) **нейтронов**

**Количество протонов в ядре атома равно:**

- a) массовому числу химического элемента
- b) **порядковому номеру химического элемента в таблице Менделеева**
- c) разности массового числа и порядкового номера

**Какое число нейтронов входит в состав ядра химического элемента**



- a) 6
- b) **8**
- c) 14?

**Какая из элементарных частиц X является протоном?**

- a)  $X_{-1}^0$
- b)  **$X_{1}^1$**
- c)  $X_{0}^1$

**Масса ядра:**

- a) равна сумме масс входящих в него нуклонов
- b) **меньше суммы масс входящих в него нуклонов**
- c) больше суммы масс входящих в него нуклонов

**Какое из радиоактивных излучений не отклоняется магнитным полем?**

- a)  $\alpha$  - излучение
- b)  $\beta$  - излучение
- c)  **$\gamma$  – излучение?**

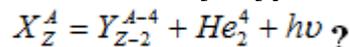
**$\alpha$  - излучением при радиоактивном распаде является поток:**

- a)  $e_{-1}^0$
- b)  $n_{0}^1$
- c)  $p_{1}^1$
- d)  **$He_{2}^4$**

$\gamma$  - излучение при радиоактивном распаде является:

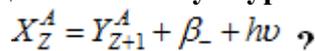
- a) потоком электронов
- b) потоком нейтронов
- c) потоком коротковолнового электромагнитного излучения
- d) потоком протонов

Какой вид радиоактивного распада соответствует уравнению



- a)  $\alpha$  - распад
- b)  $\beta_+$  - распад
- c)  $\beta_-$  - распад?

Какой вид радиоактивного распада соответствует уравнению



- a)  $\alpha$  - распад
- b)  $\beta_+$  - распад
- c)  $\beta_-$  - распад?

Какое из выражений соответствует закону радиоактивного распада?

- a)  $N(t) = N_0(-\lambda t)$
- b)  $N(t) = N_0/\lambda t$
- c)  $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$ ?

Активность радиоактивного вещества со временем:

- a) уменьшается
- b) не меняется
- c) возрастает

Любой из видов радиоактивного распада сопровождается:

- a)  $\alpha$  - излучением
- b)  $\beta$  - излучением
- c)  $\gamma$  - излучением

Радиоактивное излучение, представляющее собой поток электронов называется:

- a)  $\alpha$  - излучением
- b)  $\beta$  - излучением
- c)  $\gamma$  - излучением

Радиоактивное излучение, представляющее собой поток ядер гелия называется:

- a)  $\alpha$  - излучением
- b)  $\beta$  - излучением
- c)  $\gamma$  - излучением

Какое из свойств ядерных сил проявляется во взаимодействии протонов с протонами, нейтронов с нейтронами, протонов с нейтронами?

- a) короткодействие
- b) сильнодействие
- c) зарядовая независимость
- d) насыщаемость?

Какое из утверждений правильно?

- a) чем меньше постоянная радиоактивного распада, тем меньше период полураспада радиоактивных элементов
- b) чем меньше постоянная радиоактивного распада, тем больше период полураспада радиоактивных элементов
- c) постоянная радиоактивного распада и период полураспада не связаны друг с другом?

4) Выполнить практические задания.

1. Средняя мощность экспозиционной дозы облучения в рентгеновском кабинете равна  $6,45 \cdot 10^{-12}$  Кл/(кг·с). Врач находится в течение дня 5 ч в этом кабинете. Какова его доза облучения за 6 рабочих дней.
2. На каком расстоянии от препарата  $^{60}\text{Co}_{27}$  активностью 200 мКи необходимо находиться, чтобы доза за 6-часовой рабочий день не превышала допустимую? Ионизационная постоянная кобальта  $13,5 \text{ Р} \cdot \text{см}^2 / (\text{ч} \cdot \text{мКи})$ .

#### 5) Написать реферат

- Современные методы диагностики на основе ядерного магнитного резонанса.
- Рентгеновское излучение и его использование в медицине.
- Тепловое излучение и его использование в медицине.

#### **Рекомендуемая литература:**

##### Основная литература

- Эйдельман Е. Д.. Физика с элементами биофизики. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013
- А. Н. Ремизов, А. Г. Максина, А. Я. Потпенко. Медицинская и биологическая физика. - Москва: Дрофа, 2010.
- А.Н. Ремизов. Медицинская и биологическая физика. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2011, 2016, 2018.

##### Дополнительная литература

- А.Н. Ремизов, А.Г. Максина. Медицинская и биологическая физика: сборник задач. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2014
- В.А. Никеров. Физика: современный курс. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016.
- Руководство к практическим занятиям по медицинской и биологической физике: учебно-методическое пособие/ Луценко Е.В., Короткова О.Л. - Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2018
- В.Н. Федорова, Е.В. Фаустов Медицинская и биологическая физика. Курс лекций с задачами. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2008
- В.Ф. Антонов и др. Физика и биофизика: учебник. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2009.
- О.Л.Короткова. Руководство для самостоятельной работы по общей и медицинской биофизике: учебно-методическое пособие. (рук.).
- Кудрявцев В.А., Короткова О.Л., Саввин В.Н., Шишкин Г.П. Сборник тестовых заданий по дисциплинам «Физика, математика» и «Медицинская и биологическая физика»: учебно-методическое пособие /сост. В.А. Кудрявцев, О.Л. Короткова, В.Н. Саввин, Г.П. Шишкин. – Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2017.

#### **Раздел 4. Оптика. Атомная и ядерная биофизика.**

##### **Тема 4.4. Итоговое занятие**

**Цель:** оценить уровень сформированности знаний, умений и навыков студентов по данному разделу.

##### **Задачи:**

- оценить уровень понимания студентами основных понятий и законов биомеханики.
- оценить умение студентов использовать рассматриваемые методы при решении типовых задач;
- оценить сформировать у студентов навыков использования рассматриваемых в данной теме методов решения типовых задач для решения ситуационных или практических задач

**Студент должен знать**

Основные понятия, термины, законы биомеханики.

**Студент должен уметь**

Решать типовые задачи и задачи прикладного характера

**Студент должен владеть** Методами и приемами решения типовых задач по данной теме.  
Навыками работы со справочной и инструктивной литературой.

### Самостоятельная аудиторная работа студентов

#### 1. Практическая часть

Выполнить задания проверочной работы № 3 (перешие типовых ситуационных задач – проверка практических навыков).

Пример варианта проверочной работы

Задание 1. Определите угол поворота плоскости колебания светового луча для мочи больного диабетом при концентрации сахара  $c=0,05$  г/см<sup>3</sup>. Длина трубки  $l=20$  см, удельное вращение сахара для используемого света  $[\alpha_0]=6.67$  (град·см<sup>2</sup>/г).

Задание 2. Какова концентрация раствора, если одинаковая освещенность фотометрических полей была получена при толщине  $l_1 = 8$ мм у эталонного 3%-ного раствора и  $l_2 = 24$ мм - у исследуемого раствора?

Задание 3. Найдите границу тормозного рентгеновского излучения (частоту и длину волны) для напряженной  $U_1=2$  кВ и  $U_2=20$  кВ. Во сколько раз энергия фотонов этих излучений больше энергии фотона, соответствующего  $\lambda=760$  нм (красный цвет)?

Задание 4. В  $m = 10$  г ткани поглощается  $10^9$   $\alpha$ -частиц с энергией около  $E= 5$  МэВ. Найдите поглощенную и эквивалентную дозы. Коэффициент качества  $k$  для  $\alpha$ -частиц равен 20.

### Самостоятельная внеаудиторная работа студентов

1) Ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия с использованием конспектов лекций и/или рекомендуемой учебной литературы.

2) Проверить свои знания с использованием тестового контроля.

Провести тренировочное тестирование в системе Indigo.

#### 3 Выполнить практические задания.

Пример варианта проверочной работы

Задание 1. Определите угол поворота плоскости колебания светового луча для мочи больного диабетом при концентрации сахара  $c=0,05$  г/см<sup>3</sup>. Длина трубки  $l=20$  см, удельное вращение сахара для используемого света  $[\alpha_0]=6.67$  (град·см<sup>2</sup>/г).

Задание 2. Какова концентрация раствора, если одинаковая освещенность фотометрических полей была получена при толщине  $l_1 = 8$ мм у эталонного 3%-ного раствора и  $l_2 = 24$ мм - у исследуемого раствора?

Задание 3. Найдите границу тормозного рентгеновского излучения (частоту и длину волны) для напряженной  $U_1=2$  кВ и  $U_2=20$  кВ. Во сколько раз энергия фотонов этих излучений больше энергии фотона, соответствующего  $\lambda=760$  нм (красный цвет)?

Задание 4. Мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения на расстоянии  $r=1$  м, от точечного источника составляет  $P = 2,15 \cdot 10^{-7}$  Кл/кг. Определите минимальное расстояние от источника на котором можно ежедневно работать по 6 ч без защиты. Предельно допустимой эквивалентной дозой при профессиональном облучении считать  $5 \cdot 10^{-2}$  Дж/кг в течение года. Поглощение  $\gamma$ -излучения воздухом не учитывать.

### Рекомендуемая литература:

#### Основная литература

- Эйдельман Е. Д.. Физика с элементами биофизики. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013
- А. Н. Ремизов, А. Г. Максина, А. Я. Потпенко. Медицинская и биологическая физика. - Москва: Дрофа, 2010.
- А.Н. Ремизов. Медицинская и биологическая физика. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2011, 2016, 2018.

### Дополнительная литература

- А.Н. Ремизов, А.Г. Максина. Медицинская и биологическая физика: сборник задач. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2014
- В.А. Никеров. Физика: современный курс. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016.
- Руководство к практическим занятиям по медицинской и биологической физике: учебно-методическое пособие/ Луценко Е.В., Короткова О.Л. - Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2018
- О.Л.Короткова. Руководство для самостоятельной работы по общей и медицинской биофизике: учебно-методическое пособие. (рук.).
- Кудрявцев В.А., Короткова О.Л., Саввин В.Н., Шишкин Г.П. Сборник тестовых заданий по дисциплинам «Физика, математика» и «Медицинская и биологическая физика»: учебно-методическое пособие /сост. В.А. Кудрявцев, О.Л. Короткова, В.Н. Саввин, Г.П. Шишкин. – Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2017

## **Раздел 5. Первичные механизмы действия физических факторов на клетки и биологические ткани.**

### **Тема 5.1. Первичный механизм действия ультразвука на живые клетки и биологические ткани**

**Цель:** Способствовать формированию знаний и умений по указанной теме с последующим практическим применением.

**Задачи:**

Рассмотреть и освоить основные понятия и законы по указанной теме

Сформировать шаблоны подхода к рассмотрению вопросов первичного действия физических факторов на организм человека

Закрепить устойчивую воспроизводимость положительных результатов при рассмотрении прикладных вопросов и решении новых задач

**Студент должен знать** Основные понятия и законы биофизики.

**Студент должен уметь** Применять законы физики к рассмотрению вопросов первичного действия физических факторов на организм человека  
Уметь решать типовые задачи

**Студент должен владеть** Методами и приемами решения типовых задач по данной теме.  
Навыками работы со справочной и инструктивной литературой.

### **Самостоятельная аудиторная работа студентов**

#### 1. Ответить на вопросы по теме занятия. Заполнить таблицу действия физического фактора на человека.

1. Что называется ультразвуком?
2. Назовите способы получения и регистрации ультразвука.
3. Как распространяется ультразвук в неоднородных средах? Обоснуйте прохождение и отражение от границы неоднородности.
4. В чем заключается механическое, химическое и тепловое действие ультразвука?
5. Приведите примеры применения ультразвука в медицинской практике.

#### 2. Практическая часть

##### 2.1. Задачи для решения под руководством преподавателя

1. Как изменяется скорость движения эритроцитов в кровеносном русле у пациентов со сфероцитозом, если доплеровский сдвиг частот в 1,3 раза меньше по сравнению с нормой?
2. (2.89)\* Две машины движутся навстречу друг другу со скоростями  $v_1 = 20 \text{ м/с}$  и  $v_2 = 10 \text{ м/с}$ . Первая машина дает сигнал с частотой  $\nu = 800 \text{ Гц}$ . Какой частоты сигнал услышит водитель второй машины: 1) до встречи машин; 2) после встречи машин?

3. (2.90) Одинаковой ли высоты будет звук в случаях: 1) источник звука движется навстречу неподвижному наблюдателю со скоростью  $v_1 = 40 \text{ м/с}$ ; 2) наблюдатель движется навстречу неподвижному источнику звука с той же скоростью? Частота звука  $\nu = 600 \text{ Гц}$ .

## 2.2. Задания для групповой работы:

*Задание: изучение физических свойств и способов применения ультразвука.*

*Приборы и материалы: аппарат УЗТ - 1,01, осциллограф, штатив с захватами для крепления излучателей, тонкостенный химический стакан, пипетка, чернила, вазелин.*

### Порядок работы:

1. Пронаблюдайте влияние ультразвука на перемешивание чернильной капли в стакане с водой. Дайте обоснование наблюдаемому явлению.
2. Пронаблюдайте “кипение“ воды на поверхности УЗ излучателя (мощность излучения максимальна, режим излучения непрерывный). Дайте объяснение.
3. Пронаблюдайте тепловое действие УЗ на “пациента“. Демонстрацию произведите сначала при наличии воздушной прослойки между излучателем и кожей, а потом с водной (или гелевой) прослойкой между ними. Дайте обоснование разности ощущений.
4. Пронаблюдайте обнаружение ультразвука в среде с помощью пьезодатчика и осциллографа, подключенного к нему. Демонстрацию произведите двумя способами: при отсутствии и наличии водной прослойки между излучателем и приемником УЗ волны. Дайте обоснование наблюдаемых явлений.
5. По всем пунктам задания дайте письменное обоснование.

## 2.2. Ситуационные задачи

Покажите, что заполнение пространства между ультразвуковой головкой и кожей человека маслом способствует эффективному прохождению ультразвука в биологические ткани (воду). Даны соответствующие плотности для масла, воздуха и воды  $\rho_1 = 800 \text{ кг/м}^3$ ,  $\rho_2 = 1,3 \text{ кг/м}^3$ ,  $\rho_3 = 1000 \text{ кг/м}^3$ , скорость распространения ультразвука в соответствующих средах  $v_1 = 1500 \text{ м/с}$ ,  $v_2 = 330 \text{ м/с}$ ,  $v_3 = 1500 \text{ м/с}$ .

### Самостоятельная внеаудиторная работа студентов

1) Ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия с использованием конспектов лекций и/или рекомендуемой учебной литературы.

2) Ответить на вопросы для самоконтроля и для собеседования:

1. Дайте определение механической волны. Каковы ее основные характеристики?
2. Выведите уравнение бегущей волны.
3. Как распространяются механические волны в неоднородных средах? Разъясните закон Рэлея.
4. Дайте определение стоячей волны. Напишите уравнение стоячей волны и дайте его анализ.
5. В чем отличие стоячей волны от бегущей по амплитуде и фазе?
6. Дайте обоснование методу по определению скорости звука с помощью стоячей волны.

3) Проверить свои знания с использованием тестового контроля.

Провести тренировочное тестирование в системе Indigo.

4) Выполнить практические задания.

- При диагностировании патологического изменения в тканях организма ультразвуковым методом отраженный сигнал был принят через  $5 \cdot 10^{-5} \text{ с}$  после излучения. На какой глубине в тканях была обнаружена неоднородность?
- Доплеровский сдвиг частоты при отражении механической волны от движущихся

эритроцитов равен 50Гц, частота генератора равна 100кГц. Определите ско-рость движения крови в кровеносном сосуде.

#### 5) Написать реферат

- Звуковые методы исследования в клинике.
- Доплеровские методы исследования в клинике.
- Теории восприятия звука.

#### Рекомендуемая литература:

##### Основная литература

- Эйдельман Е. Д.. Физика с элементами биофизики. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013
- А. Н. Ремизов, А. Г. Максина, А. Я. Потпенко. Медицинская и биологическая физика. - Москва: Дрофа, 2010.
- А.Н. Ремизов. Медицинская и биологическая физика. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 201., 2016, 2018.

##### Дополнительная литература

- А.Н. Ремизов, А.Г. Максина. Медицинская и биологическая физика: сборник задач. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2014
- В.А. Никеров. Физика: современный курс. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016.
- Руководство к практическим занятиям по медицинской и биологической физике: учебно-методическое пособие/ Луценко Е.В., Короткова О.Л. - Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2018
- В.Н. Федорова, Е.В. Фаустов Медицинская и биологическая физика. Курс лекций с задачами. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2008
- В.Ф. Антонов и др. Физика и биофизика: учебник. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2009.
- О.Л.Короткова. Руководство для самостоятельной работы по общей и медицинской биофизике: учебно-методическое пособие. (рук.).
- Кудрявцев В.А., Короткова О.Л., Саввин В.Н., Шишкин Г.П. Сборник тестовых заданий по дисциплинам «Физика, математика» и «Медицинская и биологическая физика»: учебно-методическое пособие /сост. В.А. Кудрявцев, О.Л. Короткова, В.Н. Саввин, Г.П. Шишкин. – Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2017

#### **Раздел 5. Первичные механизмы действия физических факторов на клетки и биологические ткани.**

#### **Тема 5.2. Первичный механизм действия электрических и магнитных факторов на живые клетки и биологические ткани**

**Цель:** Способствовать формированию знаний и умений по указанной теме с последующим практическим применением.

#### **Задачи:**

Рассмотреть и освоить основные понятия и законы по указанной теме

Сформировать шаблоны подхода к рассмотрению вопросов первичного действия физических факторов на организм человека

Закрепить устойчивую воспроизводимость положительных результатов при рассмотрении прикладных вопросов и решении новых задач

**Студент должен знать** Основные понятия и законы биофизики.

**Студент должен уметь** Применять законы физики к рассмотрению вопросов первичного действия физических факторов на организм человека  
Уметь решать типовые задачи

**Студент должен владеть** Методами и приемами решения типовых задач по данной теме.  
Навыками работы со справочной и инструктивной литературой.

## Самостоятельная аудиторная работа студентов

### 1. Ответить на вопросы по теме занятия.

1. Что называется электростатическим диполем. Опишите основную характеристику электростатического диполя.
2. Как ведет себя диполь в однородном и неоднородном электрических полях?
3. Понятие о первичном (физическом) и вторичном действии физических факторов на биологические ткани.
4. Процессы, протекающие в живых тканях под действием постоянного электрического тока (направление движения ионов, изменение полярности мембран, возбуждение и торможение клеток).
5. Почему при действии импульсного тока в тканях организма происходят изменения формы импульсов по сравнению с формой импульсов приложенного напряжения?
6. Влияние частоты переменного тока на процессы, протекающие в тканях. Почему с повышением частоты переменного тока раздражающее действие его на биологические ткани снижается?
7. Почему при равенстве напряжений постоянного тока эффективному напряжению переменного тока, последний оказывает более сильное воздействие на человека?
8. Как оценить тепловой эффект при непосредственном пропускании высокочастотного переменного тока через ткани? (Вывод и анализ формулы).
9. Дать объяснение механизма нагревания тканей: проводников и диэлектриков – под действием высокочастотного электрического поля. Как оценить тепловой эффект.
10. Как оценить тепловой эффект при индуктотермии и от чего он зависит?

### 2. Практическая часть

#### 2.1. Задачи для индивидуального решения

По окончании обсуждения теоретических вопросов составить сводные таблицы по первичным (физическим) действиям электромагнитных факторов на биологические ткани.

№	Физический фактор	Первичное действие	Вторичное действие	Формулы, описывающий процесс
	Постоянное электрическое поле			
	Постоянный электрический ток			
	Импульсный ток			
	Переменный высокочастотный ток			
	Переменное высокочастотное электрическое поле			
	Постоянное магнитное поле			
	Переменное высокочастотное магнитное поле			
	Электромагнитное поле и волны			

#### 2.2. Ситуационные задачи

1. Аппарат “Электросон” дает импульсы напряжения постоянной полярности прямоугольной формы с периодом 0,4с и скважностью 200. Определить длительность импульса.
2. Для диагностики работоспособности мышц у пациента врач подает от аппарата КЭД – 5М прямоугольный импульсный (тетанирующий) ток со скважностью, равной 5. Определить время фактического действия тока, если аппарат был включен в течение 2 мин.
3. В аппарате “Электросон” при частоте 25 Гц длительность импульса равна 1 мс. Определить скважность и паузу после каждого импульса.

4. Определить среднюю скорость (мВ/с) нарастания зубца Т на электрокардиограмме, если за 25 мс напряжение изменилось от 0,13 до 0,27 мВ.
5. Миллиамперметр аппарата «Амплипульс» показывает 40мА. Вычислить среднеквадратическое значение силы тока, проходящего по пациенту, если минимальная и максимальная амплитуды модулированных импульсов относятся как 1:4. Какая мощность при этом выделяется на сопротивлении в 620 кОм?
6. Колебательный контур аппарата для терапевтической диатермии состоит из катушки индуктивности и конденсатора емкостью 300 пФ. Определить индуктивность катушки, если частота генератора 1 МГц.
7. Терапевтический контур аппарата УВЧ, работающего на частоте 40,68МГц, состоит из катушки индуктивностью 0,17 мкГн и конденсатора переменной емкостью на 10-80 пФ, зашунтированного конденсатором на 48 пФ. При какой емкости переменного конденсатора терапевтический контур будет настроен в резонанс с анодным? В каких пределах может изменяться собственная частота терапевтического контура?

### **Самостоятельная внеаудиторная работа студентов**

1) Ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия с использованием конспектов лекций и/или рекомендуемой учебной литературы.

2) Ответить на вопросы для самоконтроля и для собеседования:

1. Понятие о первичном (физическом) и вторичном действии физических факторов на биологические ткани.
2. Вещество в электрическом магнитном полях.
3. Действие тока на вещество: электромагнитное, тепловое, химическое.

3) Проверить свои знания с использованием тестового контроля.

Провести тренировочное тестирование в системе Indigo.

4) Выполнить практические задания.

1. По длинному прямолинейному проводнику течёт ток  $I=3$  А. Определите, как убывает плотность энергии магнитного поля с расстоянием от прямого тока. Найдите плотность энергии магнитного поля на расстоянии  $b=5$  см от прямого тока. Среда – воздух.
2. В однородном магнитном поле с индукцией  $B=0,1$  Тл движется протон. Траектория его движения представляет собой винтовую линию с радиусом  $r = 30$ см и шагом  $h = 20$ см. Определите кинетическую энергию протона. Масса протона  $m = 1,67 \cdot 10^{-27}$  кг.
3. Терапевтический контур аппарата индуктотермии содержит плоскую катушку индуктивности состоящую из двух витков радиусом 7см. Определить максимальную индукцию магнитного поля, создаваемого в центре этой катушки, если максимальный ток в контуре 1 А.

### **Рекомендуемая литература:**

#### Основная литература

- Эйдельман Е. Д.. Физика с элементами биофизики. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013
- А. Н. Ремизов, А. Г. Максина, А. Я. Потпенко. Медицинская и биологическая физика. - Москва: Дрофа, 2010.
- А.Н. Ремизов. Медицинская и биологическая физика. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 201., 2016, 2018.

#### Дополнительная литература

- А.Н. Ремизов, А.Г. Максина. Медицинская и биологическая физика: сборник задач. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2014
- В.А. Никеров. Физика: современный курс. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016.
- Руководство к практическим занятиям по медицинской и биологической физике:

учебно-методическое пособие/ Луценко Е.В., Короткова О.Л. - Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2018

- В.Н. Федорова, Е.В. Фаустов Медицинская и биологическая физика. Курс лекций с задачами. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2008
- В.Ф. Антонов и др. Физика и биофизика: учебник. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2009.
- О.Л.Короткова. Руководство для самостоятельной работы по общей и медицинской биофизике: учебно-методическое пособие. (рук.).
- Кудрявцев В.А., Короткова О.Л., Саввин В.Н., Шишкин Г.П. Сборник тестовых заданий по дисциплинам «Физика, математика» и «Медицинская и биологическая физика»: учебно-методическое пособие /сост. В.А. Кудрявцев, О.Л. Короткова, В.Н. Саввин, Г.П. Шишкин. – Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2017

## **Раздел 5. Первичные механизмы действия физических факторов на клетки и биологические ткани.**

### **Тема 5.1. Физические основы физиотерапии**

**Цель:** Способствовать формированию знаний и умений по указанной теме с последующим практическим применением.

**Задачи:**

Рассмотреть и освоить основные понятия и законы по указанной теме

Сформировать шаблоны подхода к рассмотрению вопросов первичного действия физических факторов на организм человека

Закрепить устойчивую воспроизводимость положительных результатов при рассмотрении прикладных вопросов и решении новых задач

**Студент должен знать** Основные понятия и законы биофизики.

**Студент должен уметь** Применять законы физики к рассмотрению вопросов первичного действия физических факторов на организм человека  
Уметь решать типовые задачи

**Студент должен владеть** Методами и приемами решения типовых задач по данной теме.  
Навыками работы со справочной и инструктивной литературой.

### **Самостоятельная аудиторная работа студентов**

#### 1. Ответить на вопросы по теме занятия.

1. Электробезопасность медицинской аппаратуры и техника безопасности при работе с электрическим током.

3. Процессы, протекающие в живых тканях под действием постоянного электрического тока (направление движения ионов, изменение полярности мембран, возбуждение и торможение клеток).

4. Почему при действии импульсного тока в тканях организма происходят изменения формы импульсов по сравнению с формой импульсов приложенного напряжения?

5. Влияние частоты переменного тока на процессы, протекающие в тканях. Почему с повышением частоты переменного тока раздражающее действие его на биологические ткани снижается?

6. Почему при равенстве напряжений постоянного тока эффективному напряжению переменного тока, последний оказывает более сильное воздействие на человека?

7. Что такое амплитудная модуляция тока? Как модулированный ток проходит через биологические ткани?

8. Как оценить тепловой эффект при непосредственном пропускании высокочастотного переменного тока через ткани? (Вывод и анализ формулы).

9. Дать объяснение механизма нагревания тканей: проводников и диэлектриков – под действием высокочастотного электрического поля. Как оценить тепловой эффект.

10. Как оценить тепловой эффект при индуктотермии и от чего он зависит?

11. Почему при индуктотермии и УВЧ-терапии мы можем говорить о действии только

магнитным переменным или только электрическим переменным полем?

12. Особенности воздействия на организм электромагнитными волнами.

## 2. Практическая часть

### 2.1. Задания для групповой работы:

**Задание 1.** Используя RC-эквивалентную схему, измерить мощность, выделяемую в биологической ткани при прохождении тока.

**Приборы:** аппарат «Амплипульс-5», осциллограф, RC- эквивалентная схема, соединительные провода

1. Подключить к клеммам RC - эквивалентной схемы вольтметр.
2. Подключить к клеммам RC- эквивалентной схемы осциллограф и на экране получить устойчивую картину сигнала, генерируемого аппаратом «Амплипульс – 5».
3. Выберите постоянный режим работы (переключатель длительности 12 в положении выкл.) и установите глубину модуляции  $\leq 100\%$ . Для модулирующей частоты 50Гц по формуле (1), рассчитайте коэффициент модуляции -  $m$ :
4. Измерьте на экране осциллографа эти величины также при модуляции 50%, 75% и 100% (данные занесите в таблицу 1).

Таблица 1

Глубина модуляции, М, % (по прибору)	50	75	100
Значения коэффициента модуляции – $m$		5	0
$I$ - среднеквадратичное значение тока, мА			
$U$ – среднеквадратичное значение напряжения, В			
Мощность, Вт			

5. Вычислите среднеквадратичное значение тока пациента по формуле:

$$I = I_m \sqrt{1 + \frac{m^2}{2}}, \quad (3)$$

где  $I_m$  - показание миллиамперметра на панели аппарата,  $m$  - коэффициент модуляции.

6. Вычислите среднеквадратичное значение напряжения в цепи пациента по формуле:

$$U = U_m \sqrt{1 + \frac{m^2}{2}}, \quad (4)$$

где  $U_m$  - показания вольтметра,  $m$  - коэффициент модуляции.

7. Для каждого значения модулирующей частоты тока вычислить мощность, выделяемую в цепи, по формуле:

$$P = U * I * \cos \phi, \quad (5)$$

где  $\phi$  - угол сдвига по фазе между током и напряжением принять равным  $57^\circ$ , полученные данные занести в таблицу 1.

**Задание 2:** Изучить форму и структуру импульсного тока, на аппарате для дарсонвализации «Искра-1».

**Приборы:** аппарат «Искра – 1»; электронный осциллограф.

1. Включите аппарат «Искра-1».
2. Регулятор управления мощностью установите в положение требуемой интенсивности (слабое свечение электрода свидетельствует о правильной работе аппарата).

3. Поднести электрод к входу включенного осциллографа, добейтесь на экране получения устойчивого изображения импульса.
4. При помощи осциллографа измерьте частоту и амплитуду импульсов в импульсном токе.
5. Уменьшая цену деления по оси  $t$  (время), получите развертку тока в импульсе. Определите период и частоту тока в импульсе.
6. Результат наблюдений представьте в виде рисунка с указанием временных и амплитудных характеристик импульсного тока.
7. Оцените возможный тепловой эффект при воздействии на биологическую ткань, считая ток  $\approx 20\mu\text{A}$ , а сопротивление  $1500\Omega$ .

**Задание 3:** Исследовать распределение индукции переменного магнитного поля вблизи разных поверхностей индукторов разных форм.

**Приборы и принадлежности:** Аппараты «Полюс-1», аппарат «Магнитер»; зонд для измерения магнитного поля, измерительная линейка.

#### Порядок выполнения работы

1. Вставить индуктор в индуктородержатели;
2. Установить переключатели режима в положение: «Интенсивность» – 4; «Форма тока» – переменный; «Режим» – непрерывный;
3. Включить аппарат «Полюс-1»;
4. Зондом исследовать изменение индукции магнитного поля вблизи поверхности разных форм: *цилиндрического, прямоугольного и полостного*.
5. Дайте обоснование: какие поверхности у индукторов разных форм можно использовать как рабочие.

**Задание 4.** Оценить тепловыделение в проводниках и диэлектриках, находящихся в электрическом поле УВЧ диапазона.

**Приборы и принадлежности:** аппарат “УВЧ-80”, кюветы с раствором электролита и дистиллированной водой, два спиртовых термометра, секундомер, индикатор поля - неоновая лампа.

#### Порядок выполнения работы

1. Поместите между электродами поочередно кювету с термометром, заполненную дистиллированной водой, затем электролитом – раствором  $\text{NaCl}$ .
2. Включите аппарат.
3. Температуру –  $T_1$  (дистиллированной воды) и  $T_2$  (электролита) измеряйте через каждые 5 мин (время опыта 15 минут).
4. Заполните таблицу 1 и постройте график по данным таблицы.
5. Сделайте вывод по данным эксперимента.

Таблица 1

$t$ , мин.	$T_1$ (дистил. вода), °С	$T_2$ (раствор $\text{NaCl}$ ), °С
0		
5		
10		
15		

**Задание 5.** Оценить тепловыделение в проводниках и диэлектриках в магнитном поле высокой частоты.

**Приборы и принадлежности:** аппарат “ИКВ-4”, две кюветы с раствором электролита и дистиллированной водой; два спиртовых термометра; секундомер.

### Порядок выполнения работы

1. Поместите перед электродом - индуктором поочередно кювету с термометром, заполненную дистиллированной водой, затем кювету с электролитом – раствор  $NaCl$ .
  2. Включите аппарат.
3. Температуру –  $T_1$  (дистиллированной воды) и  $T_2$  (электролита) измеряйте через каждые 5 мин (время опыта 15 минут).
  4. Заполните таблицу 2 и постройте график по данным таблицы.
5. Сделайте вывод по данным эксперимента.

Таблица 2

t, мин.	$T_1$ (дистил. вода), °C	$T_2$ (раствор $NaCl$ ), °C
0		
5		
10		
15		

### Самостоятельная внеаудиторная работа студентов

1) Ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия с использованием конспектов лекций и/или рекомендуемой учебной литературы.

2) Ответить на вопросы для самоконтроля и для собеседования:

1. Чем отличается состояние клетки в покое и возбуждении?
2. Дайте определение понятиям: частотное раздражение, возбудимость, пороговый потенциал, порог раздражения.
3. Опишите следующие законы раздражения возбудимых тканей:
  - a. закон силы,
  - b. закон полярного действия постоянного тока или закон физиологического электротона.
  - c. закон «все или ничего»,
  - d. закон раздражения Дюбуа-Реймона (аккомодации),
  - e. закон силы-времени (силы-длительности).
4. Что называется электрическим импульсом? Импульсным током? Назовите основные характеристики импульса и импульсного тока.
5. Дайте объяснение влияния амплитуды импульса, длительности импульса и формы импульса на достижение порогового потенциала.
6. Почему переменный ток низкой, звуковой и ультразвуковых частот может оказывать раздражающее действие, а более высоких частот - не оказывает такого действия (для подготовки ответа учтите влияние на возбуждение длительности импульса).
7. Дайте описание магнитного поля как вида материи.
8. Что характеризует напряженность магнитного поля и магнитная индукция? Какие у них единицы измерения? Какова отличительная особенность этих характеристик?
9. Как магнитные поля изображаются графически?
10. Назовите силы, действующие в магнитном поле. Как оценивается их величина и направление?
11. Чем обусловлены магнитные свойства тел? Магнитные моменты атомов и молекул как геометрическая сумма магнитных моментов электронов (орбитальных и спиновых).
12. В чем заключается явление электромагнитной индукции?
13. Дайте определение магнитного потока и сформулируйте закон электромагнитной индукции.
14. Опишите механизм теплового действия на биологическую ткань *переменного тока высокой частоты*.
15. Дайте обоснование, в каких тканях должен быть наибольший тепловой эффект при использовании *переменного тока высокой частоты*.

16. Опишите механизм теплового действия на биологическую ткань *переменного электрического поля УВЧ диапазона*.
17. Дайте обоснование в каких тканях наблюдается тепловой эффект при использовании *переменного электрического поля УВЧ диапазона*.
18. Опишите механизм теплового действия на биологическую ткань *переменного магнитного поля высокой частоты*.
19. Дайте обоснование в каких тканях должен быть наибольший тепловой эффект при использовании *переменного магнитного поля высокой частоты*.

### Рекомендуемая литература:

#### Основная литература

- Эйдельман Е. Д.. Физика с элементами биофизики. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013
- А. Н. Ремизов, А. Г. Максина, А. Я. Потпенко. Медицинская и биологическая физика. - Москва: Дрофа, 2010.
- А.Н. Ремизов. Медицинская и биологическая физика. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 201., 2016, 2018.

#### Дополнительная литература

- А.Н. Ремизов, А.Г. Максина. Медицинская и биологическая физика: сборник задач. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2014
- В.А. Никеров. Физика: современный курс. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016.
- Руководство к практическим занятиям по медицинской и биологической физике: учебно-методическое пособие/ Луценко Е.В., Короткова О.Л. - Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2018
- В.Н. Федорова, Е.В. Фаустов Медицинская и биологическая физика. Курс лекций с задачами. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2008
- В.Ф. Антонов и др. Физика и биофизика: учебник. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2009.
- О.Л.Короткова. Руководство для самостоятельной работы по общей и медицинской биофизике: учебно-методическое пособие. (рук.).
- Кудрявцев В.А., Короткова О.Л., Саввин В.Н., Шишкин Г.П. Сборник тестовых заданий по дисциплинам «Физика, математика» и «Медицинская и биологическая физика»: учебно-методическое пособие /сост. В.А. Кудрявцев, О.Л. Короткова, В.Н. Саввин, Г.П. Шишкин. – Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2017

## Раздел 5. Первичные механизмы действия физических факторов на клетки и биологические ткани.

### Тема 5.3. Итоговое занятие

**Цель:** оценить уровень сформированности знаний, умений и навыков студентов по данному разделу.

#### **Задачи:**

- оценить уровень понимания студентами основных понятий и законов биомеханики.
- оценить умение студентов использовать рассматриваемые методы при решении типовых задач;
- оценить сформировать у студентов навыков использования рассматриваемых в данной теме методов решения типовых задач для решения ситуационных или практических задач

**Студент должен знать** Основные понятия, термины, законы биомеханики.

**Студент должен уметь** Решать типовые задачи и задачи прикладного характера

**Студент должен владеть** Методами и приемами решения типовых задач по данной теме. Навыками работы со справочной и инструктивной литературой.

### Самостоятельная аудиторная работа студентов

## 1. Практическая часть

1.1. Выполнить задания итогового тестирования по индивидуальному варианту (в компьютерном классе или на бумажном носителе – по указанию преподавателя).

1.2. Подвести итоги сдачи практических навыков по решению типовых ситуационных задач по данному разделу и дисциплине в целом.

### **Самостоятельная внеаудиторная работа студентов**

1) Ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия с использованием конспектов лекций и/или рекомендуемой учебной литературы.

2) Проверить свои знания с использованием тестового контроля.

Провести тренировочное тестирование к итоговому тестированию в системе Indigo.

### **Рекомендуемая литература:**

#### Основная литература

- Эйдельман Е. Д.. Физика с элементами биофизики. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013
- А. Н. Ремизов, А. Г. Максина, А. Я. Потпенко. Медицинская и биологическая физика. - Москва: Дрофа, 2010.
- А.Н. Ремизов. Медицинская и биологическая физика. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 201,, 2016, 2018.

#### Дополнительная литература

- А.Н. Ремизов, А.Г. Максина. Медицинская и биологическая физика: сборник задач. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2014
- В.А. Никеров. Физика: современный курс. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016.
- Руководство к практическим занятиям по медицинской и биологической физике: учебно-методическое пособие/ Луценко Е.В., Короткова О.Л. - Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2018
- В.Н. Федорова, Е.В. Фаустов Медицинская и биологическая физика. Курс лекций с задачами. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2008
- В.Ф. Антонов и др. Физика и биофизика: учебник. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2009.
- О.Л.Короткова. Руководство для самостоятельной работы по общей и медицинской биофизике: учебно-методическое пособие. (рук.).
- Кудрявцев В.А., Короткова О.Л., Саввин В.Н., Шишкин Г.П. Сборник тестовых заданий по дисциплинам «Физика, математика» и «Медицинская и биологическая физика»: учебно-методическое пособие /сост. В.А. Кудрявцев, О.Л. Короткова, В.Н. Саввин, Г.П. Шишкин. – Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2017.

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ**  
образовательное учреждение высшего образования  
«Кировский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

**Кафедра физики и медицинской информатики**

**Приложение Б к рабочей программе дисциплины**

**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА**

**для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

**«Общая и медицинская и биофизика»**

Специальность 30.05.01 Медицинская биохимия  
Направленность (профиль) ОПОП – Медицинская биохимия  
(очная форма обучения)

**1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы**

Номер/ индекс компетенции	Результаты освоения ОПОП (содержание компетенции)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине			Разделы дисциплины, при освоении которых формируется компетенция	Номер семестра, в котором формируется компетенция
		Знать	Уметь	Владеть		
2	3	4	5	6	7	8
<b>ОК-5</b>	готовностью к саморазвитию, самореализации, самообразованию, использованию творческого потенциала	31. Основы сбора, хранения, поиска, переработки, преобразования, распространения медицинской информации, способы системной обработки и наглядного представления данных медицинской литературы и собственных наблюдений.	У1. Логически и аргументировано анализировать информацию, публично выступать, вести дискуссии; пользоваться учебной, научной литературой, сетью Интернет для профессиональной деятельности.	В1. Грамотно поставленной речью, навыками ведения диалога; технологиями поиска информации в библиотечных системах и сети Интернет; способностью анализировать и сравнивать полученную научно-медицинскую информацию, делать выводы.	Раздел 1. Раздел 2. Раздел 3. Раздел 4. Раздел 5.	Семестры 5, 6, 7
<b>ОПК-5</b>	готовностью к использованию основных физико-химических, математических и иных естественно-	38. Основные законы физики; физические явления и процессы; законы механики, оптики, атомной физики, электродинамики, физики волновых явлений.	У8. Решать типовые задачи на основные физические законы и ситуационные задачи, связанные с физическими процессами в биологических объектах и тканях и работой	В8. Физической терминологией. Физическим аппаратом для обработки, анализа и интерпретации полученных экспериментальных данных.	Раздел 1. Раздел 2. Раздел 3. Раздел 4. Раздел 5.	Семестры 5, 6, 7

	научных понятий и методов при решении профессиональных задач	Основные физические закономерности, описывающие протекание процессов в биологических объектах и тканях. Первичное физическое действие основных физических факторов на биологические объекты, в том числе при физиотерапии.	медицинской аппаратуры. Оценивать величину физических факторов, воздействующих на организм.			
<b>ПК-13</b>	способностью к организации и проведению научных исследований, включая выбор цели и формулировку задач, планирование, подбор адекватных методов, сбор, обработку, анализ данных и публичное их представление с учетом требований информационной безопасности	36. Правила публичного представления результатов научных исследований; правила информационной безопасности.	У6. Представлять результаты научных исследований. Адекватно соблюдать правила информационной безопасности.	В6. Правилами представления результатов научных исследований в соответствии с правилами информационной безопасности. Методикой написания научной статьи и тезисов. Навыками представления результатов работы в письменной и устной форме. Навыками публичных выступлений.	Раздел 1. Раздел 2. Раздел 3. Раздел 4. Раздел 5.	Семестры 5, 6, 7

## 2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Показатели оценивания	Критерии и шкалы оценивания				Оценочное средство	
	не удовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	для текущего контроля	для промежуточной аттестации
<b>ОК-5</b>						
Знать	Знает отрывочно основы сбора, хранения, поиска, переработки, преобразования, распространения медицинской информации, способы системной обработки и наглядного представле-	Знает частично основы сбора, хранения, поиска, переработки, преобразования, распространения медицинской информации, способы системной обработки и наглядного представле-	Знает в основном основы сбора, хранения, поиска, переработки, преобразования, распространения медицинской информации, способы системной обработки и наглядного представле-	Знает основы сбора, хранения, поиска, переработки, преобразования, распространения медицинской информации, способы системной обработки и наглядного представле-	реферат, тестирование	собеседование, тестирование

	ния данных медицинской литературы и собственных наблюдений.	ния данных медицинской литературы и собственных наблюдений.	ния данных медицинской литературы и собственных наблюдений.	цинской литературы и собственных наблюдений.		
Уметь	В целом не умеет самостоятельно логически и аргументировано анализировать информацию, публично выступать, вести дискуссию; пользоваться учебной, научной литературой, сетью Интернет для профессиональной деятельности.	Умеет частично логически и аргументировано анализировать информацию, публично выступать, вести дискуссию; пользоваться учебной, научной литературой, сетью Интернет для профессиональной деятельности, может допускать существенные ошибки.	Умеет логически и аргументировано анализировать информацию, публично выступать, вести дискуссию; пользоваться учебной, научной литературой, сетью Интернет для профессиональной деятельности, но может допускать несущественные ошибки.	Умеет самостоятельно логически и аргументировано анализировать информацию, публично выступать, вести дискуссию; пользоваться учебной, научной литературой, сетью Интернет для профессиональной деятельности.	реферат, тестирование	собеседование, тестирование
Владеть	Не владеет грамотно поставленной речью, навыками ведения диалога; технологиями поиска информации в библиотечных системах и сети Интернет; способностью анализировать и сравнивать полученную научно-медицинскую информацию, делать выводы.	Владеет частично грамотно поставленной речью, навыками ведения диалога; технологиями поиска информации в библиотечных системах и сети Интернет; способностью анализировать и сравнивать полученную научно-медицинскую информацию, делать выводы.	Владеет в основном грамотно поставленной речью, навыками ведения диалога; технологиями поиска информации в библиотечных системах и сети Интернет; способностью анализировать и сравнивать полученную научно-медицинскую информацию, делать выводы.	Владеет в полном объеме грамотно поставленной речью, навыками ведения диалога; технологиями поиска информации в библиотечных системах и сети Интернет; способностью анализировать и сравнивать полученную научно-медицинскую информацию, делать выводы.	реферат, тестирование	собеседование, тестирование
<b>ОПК-5</b>						
Знать	Не знает или знает фрагментарно основные законы физики; физические явления и процессы; законы механики, оптики, атомной физики, электродинамики, физики волновых явлений. Основные физические закономерности, описывающие протекание процессов в биологических объектах и тканях. Первичное физическое действие основных физических факторов на биологические объекты, в том	Частично знает основные законы физики; физические явления и процессы; законы механики, оптики, атомной физики, электродинамики, физики волновых явлений. Основные физические закономерности, описывающие протекание процессов в биологических объектах и тканях. Первичное физическое действие основных физических факторов на биологические объекты, в том числе при физио-	В основном знает основные законы физики; физические явления и процессы; законы механики, оптики, атомной физики, электродинамики, физики волновых явлений. Основные физические закономерности, описывающие протекание процессов в биологических объектах и тканях. Первичное физическое действие основных физических факторов на биологические объекты, в том числе при физио-	Знает основные законы физики; физические явления и процессы; законы механики, оптики, атомной физики, электродинамики, физики волновых явлений. Основные физические закономерности, описывающие протекание процессов в биологических объектах и тканях. Первичное физическое действие основных физических факторов на биологические объекты, в том числе при физио-	реферат, тестирование	собеседование, тестирование

	числе при физиотерапии.	терапии.	терапии.	терапии.		
Уметь	Не умеет самостоятельно решать типовые задачи на основные физические законы и ситуационные задачи, связанные с физическими процессами в биологических объектах и тканях и работой медицинской аппаратуры. Оценивать величину физических факторов, воздействующих на организм.	Умеет частично решать типовые задачи на основные физические законы и ситуационные задачи, связанные с физическими процессами в биологических объектах и тканях и работой медицинской аппаратуры. Оценивать величину физических факторов, воздействующих на организм.	Умеет в целом решать типовые задачи на основные физические законы и ситуационные задачи, связанные с физическими процессами в биологических объектах и тканях и работой медицинской аппаратуры. Оценивать величину физических факторов, воздействующих на организм.	Умеет самостоятельно решать типовые задачи на основные физические законы и ситуационные задачи, связанные с физическими процессами в биологических объектах и тканях и работой медицинской аппаратуры. Оценивать величину физических факторов, воздействующих на организм.	типовые ситуационные задачи, реферат, тестирование	собеседование, тестирование
Владеть	Не владеет физической терминологией. Физическим аппаратом для обработки, анализа и интерпретации полученных экспериментальных данных.	Частично владеет физической терминологией. Физическим аппаратом для обработки, анализа и интерпретации полученных экспериментальных данных.	В основном владеет физической терминологией. Физическим аппаратом для обработки, анализа и интерпретации полученных экспериментальных данных.	В полном объеме владеет физической терминологией. Физическим аппаратом для обработки, анализа и интерпретации полученных экспериментальных данных.	типовые ситуационные задачи, реферат, тестирование	собеседование, тестирование
<b>ПК-13</b>						
Знать	Не знает правила публичного представления результатов научных исследований; правила информационной безопасности.	Знает фрагментарно правила представления результатов научных исследований; правила информационной безопасности.	Знает в основном правила публичного представления результатов научных исследований; правила информационной безопасности.	Знает в полном объеме правила публичного представления результатов научных исследований; правила информационной безопасности.	реферат, тестирование	собеседование, тестирование
Уметь	Не умеет представлять результаты научных исследований; адекватно соблюдать правила информационной безопасности.	Умеет частично представлять результаты научных исследований; адекватно соблюдать правила информационной безопасности.	Умеет в основном представлять результаты научных исследований; адекватно соблюдать правила информационной безопасности.	Умеет самостоятельно представлять результаты научных исследований; адекватно соблюдать правила информационной безопасности.	типовые ситуационные задачи, реферат, тестирование	собеседование, тестирование
Владеть	Не владеет правилами представления результатов научных исследований в соответствии с правилами информационной безопасности; методикой написания научной статьи и тезисов; навыками представления результатов работы в	Владеет частично правилами представления результатов научных исследований в соответствии с правилами информационной безопасности; методикой написания научной статьи и тезисов; навыками представления резуль-	Владеет в основном правилами представления результатов научных исследований в соответствии с правилами информационной безопасности; методикой написания научной статьи и тезисов; навыками представ-	Владеет в полном объеме правилами представления результатов научных исследований в соответствии с правилами информационной безопасности; методикой написания научной статьи и тезисов; навыками пред-	типовые ситуационные задачи, реферат, тестирование	собеседование, тестирование

	письменной и устной форме; навыками публичных выступлений.	татов работы в письменной и устной форме; навыками публичных выступлений.	татов работы в письменной и устной форме; навыками публичных выступлений.	татов работы в письменной и устной форме; навыками публичных выступлений.		
--	--	---	---	---	--	--

### 3. Типовые контрольные задания и иные материалы

#### 3.1. Примерные тестовые задания, критерии оценки

Тестовые задания 1 уровня (компетенции ОК-5, ОПК-5, ПК-13):

##### 1. Звук - это

- 1) колебания с частотой от 16 Гц и выше
- 2) механические колебания, распространяющиеся в упругих средах, воспринимаемые человеческим ухом
- 3) колебания частиц воздуха, распространяющихся в форме поперечной волны
- 4) гармоническое колебание
- 5) ангармоническое колебание

##### 2. Ультразвук называются

- 1) механические волны с частотой менее 20 Гц
- 2) механические волны с частотами от 20 Гц до 20 кГц
- 3) механические волны с частотой более 20 кГц
- 4) электромагнитные волны с частотой более 20 кГц

##### 3. К субъективным характеристикам звука относятся

- 1) громкость, высота, тембр
- 2) частота, интенсивность, акустический спектр
- 3) акустический спектр, акустическое давление, высота

##### 4. Аудиометрия заключается в определении

- 1) наименьшей интенсивности звука, воспринимаемого человеком
- 2) наименьшей частоты звука, воспринимаемого человеком
- 3) порога слухового ощущения на разных частотах
- 4) порога болевого ощущения на разных частотах
- 5) наибольшей частоты звука, воспринимаемого человеком

##### 5. Согласно теории Эйнтховена, электрической моделью сердца является

- 1) электрический диполь
- 2) токовый диполь
- 3) уединённый положительный электрический заряд
- 4) другая система электрических зарядов

##### 6. Биологическая мембрана хорошо проницаема для

- 1) ионов
- 2) водорастворимых веществ
- 3) воды
- 4) оснований и кислот

##### 7. Согласно теории электрической активности сердца (Эйнтховена) при записи ЭКГ, возникающая разность потенциалов на поверхности тела человека

- 1) есть сумма потенциалов электрического поля сердца
- 2) есть сумма биотоков сердца
- 3) есть картина распределения потенциалов сердца на теле человека пропорциональна проекции вектора дипольного момента сердца на ось отведения (сторону треугольника Эйнтховена)
- 4) нет правильного ответа

##### 8. Укажите терапевтический прибор, воздействующий на пациента постоянным током

- 1) УВЧ

- 2) УЗИ
- 3) аппарат для диатермии
- 4) электростимулятор
- 5) нет правильного ответа

**9. Первичным действием на организм человека переменным током высокой частоты является эффект**

- 1) тепловой
- 2) поляризационный
- 3) раздражающий
- 4) все перечисленные эффекты

**10. При УВЧ – терапии воздействующим на человека фактором является**

- 1) электромагнитные волны
- 2) переменное электрическое поле
- 3) переменное магнитное поле
- 4) переменный электрический ток
- 5) постоянный электрический ток

**11. При диатермии воздействующим на человека фактором является**

- 1) электромагнитные волны
- 2) переменное электрическое поле
- 3) переменное магнитное поле
- 4) высокочастотный переменный электрический ток
- 5) постоянный электрический ток

**12. При индуктотермии воздействующим на человека фактором является**

- 1) электромагнитные волны
- 2) высокочастотное переменное электрическое поле
- 3) переменное магнитное поле
- 4) переменный электрический ток
- 5) постоянный электрический ток

**13. При СВЧ и ДМВ – терапии воздействующим на человека фактором является**

- 1) электромагнитные волны
- 2) переменное электрическое поле
- 3) переменное магнитное поле
- 4) переменный электрический ток
- 5) постоянный электрический ток

**14. При гальванизации воздействующим на человека фактором является**

- 1) электромагнитные волны
- 2) переменное электрическое поле
- 3) переменное магнитное поле
- 4) переменный электрический ток
- 5) постоянный электрический ток

**15. Применение УВЧ – терапии на частотах, принятых в России, эффективно для прогрева**

- 1) только тканей, обладающих диэлектрическими свойствами
- 2) только проводящих электрический ток тканей организма
- 3) проводящих тканей и тканей, обладающих диэлектрическими свойствами

**16. Непрямое действие ионизирующей радиации**

- 1) отсутствует
- 2) единственный способ воздействия на организм
- 3) имеет место наряду с прямым и означает действие через воду

- 4) имеет место наряду с прямым и означает действие через липиды
- 5) имеет место наряду с прямым и означает наличие длительного инкубационного периода перед проявлением последствий

**17. Методы рентгеновской диагностики основываются на явлении**

- 1) отражения рентгеновского излучения
- 2) поглощения рентгеновского излучения
- 3) дифракции рентгеновского излучения
- 4) интерференции рентгеновских лучей

**18. Наиболее вредным для человека является**

- 1) рентгенография
- 2) рентгеноскопия
- 3) флюорография

**19. Какое из радиоактивных излучений не отклоняется магнитным полем?**

- 1)  $\alpha$  - излучение
- 2)  $\beta$  - излучение
- 3)  $\gamma$  - излучение

**20. Ионизирующее действие рентгеновского излучения проявляется в**

- 1) возникновении искусственной радиоактивности под действием рентгеновского излучения
- 2) увеличении электропроводности вещества под действием рентгеновских лучей
- 3) возбуждение атомов

**21. Рентгенодиагностика осуществляется при анализе рентгеноскопических изображений и рентгеновских снимков. Рентгеновское изображение получается в результате**

- 1) различной чувствительности пленки к рентгеновским лучам разной длины волны
- 2) разного поглощения рентгеновских лучей объектами с разной плотностью
- 3) разного количества воды в тканях

**22. Мерой биологического действия ионизирующего излучения является**

- 1) поглощенная доза, измеряемая в Грех или радах
- 2) экспозиционная доза, измеряемая в кулонах на килограмм или рентгенах
- 3) эквивалентная доза, измеряемая в зивертах или бэрах

**23. Основные виды защиты от ионизирующего излучения**

- 1) экранированием и химическими препаратами
- 2) кислородом
- 3) временем, расстоянием, материалом

**24. Защита материалом от ионизирующего излучения означает, что**

- 1) различные материалы по-разному поглощают различные виды излучений
- 2) при помещении радиоактивного препарата в различные материалы его активность уменьшается
- 3) при помещении радиоактивного препарата в различные материалы гамма – постоянная данного радионуклида уменьшается

**Ответы**

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.
2	3	1	3	1	3	4	5	1	2	4	3	1	5	3	3	2	3	3	2	2	3	3	1

**Тестовые задания 2-го уровня (компетенции ОК-5, ОПК-5, ПК-13):**

Установите соответствие

- |  |   |
|--|---|
| 1. 1) Электрический диполь                   | а) система из нескольких электрических зарядов;                           |
| 2) Мультиполь                                | б) двухполюсная система из истока и стока тока;                           |
| 3) Токовый диполь                            | в) система из двух равных по величине и противоположных по знаку зарядов. |
| 2. 1) Первое отведение                       | а) левая рука – левая нога;   |
| 2) Второе отведение                          | б) левая рука – правая рука;  |
| 3) Третье отведение                          | в) правая рука – левая нога.  |
| 3. 1) Дипольный момент электрического диполя | а) $\frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \frac{p \cos\alpha}{r^2}$ ;          |
| 2) Дипольный момент токового диполя          | б) $q \cdot l$ ;  |
| 3) Потенциал электрического диполя           | в) $I \cdot l$ .  |
| 4. 1) Электромиограмма                       | а) зависимость от времени электрической активности сердца;                |
| 2) Электроэнцефалограмма                     | б) зависимость от времени электрической активности мышц;                  |
| 3) Электрокардиограмма                       | в) зависимость от времени электрической активности мозга.                 |
| 5. Блоки электрокардиографа:                 | Функциональное назначение:  |
| 1) Усилитель                                 | а) преобразование электрического сигнала в механическое движение пера;    |
| 2) Электроды                                 | б) снятие разности потенциалов;   |
| 3) Лентопротяжный механизм                   | в) усиление биоэлектрических сигналов;                                    |
| 4) Электромеханический преобразователь       | г) равномерное перемещение бумаги.  |

**Тестовые задания 3 уровня (компетенции ОК-5, ОПК-5, ПК-13):**

1. Вода в капиллярной трубке диаметром 0,4 мм поднялась на высоту 7,2 мм, а желчь в трубке диаметром 0,5 мм - на высоту 3,73 см. Во сколько раз коэффициент поверхностного натяжения воды больше, чем желчи, если плотности этих жидкостей примерно одинаковы? (ответ: 1,5 раза, 2 раза, 4 раза).
2. Жизненная ёмкость лёгких у взрослого человека около 4 л. Какова масса наполняющего их воздуха? (ответ:  $1 \cdot 10^{-3}$  кг,  $5,16 \cdot 10^{-3}$  кг,  $5,16 \cdot 10^{-3}$  г).
3. При процедуре вытяжения бедренная кость с наружным диаметром 30 мм и толщиной стенок 4 мм удлинилась на 0,53 мм, когда к ней была приложена нагрузка 9 кН. Определить первоначальную длину бедренной кости, если модуль Юнга костной ткани равен  $22,5 \cdot 10^3$  кПа. (ответ: 33 см, 40 см, 43 см).
4. Известно, что расстояние наилучшего зрения для нормального глаза равно 25 см. Ученик при проверке зрения хорошо различал предмет, удалённый от глаза на расстояние 20 см. Какой оптической силы следует выписать и какой недостаток зрения у ученика? (ответ: - 1 дптр, близорукость, - 1 дптр, дальнозоркость, -2 дптр, близорукость).
5. В области наибольшей чувствительности глаза при дневном свете порогу зрительного ощущения соответствует мощность света  $4 \cdot 10^{-17}$  Вт. Какое количество фотонов в 1с поглощается при этом? (ответ: 90 фотонов, 101 фотон, 111 фотонов).
6. Определить количество теплоты. Выделяемое за 45 мин организмом человека, имеющего массу 50 кг, если известно, что человеческое тело массой 1 кг излучает в секунду 1,6 Дж энергии. (ответ: 200 кДж, 217 кДж, 216 кДж).
7. Несущая частота передатчика телеэлектрокардиографа, служащего для дистанционной регистрации электрокардиограммы человека, равна 145,5 МГц. На какой длине волны работает радиопередатчик? (ответ: 2,1 мм, 2,3 мм, 3 м).

8. Для исследования обмена веществ и скорости кровотока используется радионуклид натрия (натрий-24). Определить его период полураспада, если через 30 ч активность его составляет 25 % от прежней. (ответ: 11 ч., 15 ч., 23 ч.).
9. Какой из согревающих предметов, имеющих одинаковую температуру и массу, отдаст больше теплоты при остывании до одной и той же температуры: мешочек с песком или грелка с водой? (ответ: мешочек с песком, так как удельная теплоёмкость воды почти в 5 раз больше, чем песка грелка с водой, так как удельная теплоёмкость воды почти в 5 раз больше, чем песка).
10. Нормальная температура человека в подмышечной впадине  $36,8^{\circ}\text{C}$ , а в лёгких –  $32^{\circ}\text{C}$ . Чем объясняется более низкая температура лёгких? (ответ: в лёгких происходит обильное испарение воды, в лёгких много воздуха).
11. Источником ультрафиолетовых лучей, применяемых в медицине для лечебных целей, служит ртутно-кварцевая лампа, дающая наиболее интенсивное излучение на волне 365 нм. Какой энергией обладают излучаемые фотоны? (ответ:  $11 \cdot 10^{-22}$  Дж,  $18 \cdot 10^{-22}$  Дж,  $0,018$  Дж).

#### **Критерии оценки:**

- «зачтено» - не менее 71% правильных ответов;
- «не зачтено» - 70% и менее правильных ответов.

### **3.2. Примерные вопросы к экзамену, критерии оценки (компетенции ОК-5, ОПК-5, ПК-13)**

1. Физика и медицина. Задачи биофизики. Физические процессы в организме. Физические методы диагностики и лечения.
2. Эффект Доплера и использование в медицине.
3. Частотный диапазон механических волн. Физические характеристики звука, характеристики слухового ощущения, связь между ними. Закон Вебера-Фехнера. Аудиометрия.
4. Энергетическая характеристика звука. Поглощение и отражение звуковых волн. Прохождение звуковых волн через границу двух сред.
5. Физические основы восприятия звука. Теории восприятия звука.
6. Ультразвук и его характеристики. Особенности распространения ультразвука в однородной и неоднородной среде. Применение ультразвука с диагностической целью.
7. Биофизические основы действия ультразвука на клетки и ткани организма. Применение ультразвука с лечебной целью.
8. Особенности молекулярного строения жидкостей. Поверхностное натяжение. Способы измерения поверхностного натяжения жидкости (капельный, отрыв кольца), их математическое обоснование.
9. Смачивание и не смачивание. Капиллярные явления.
10. Жидкости идеальные и реальные. Уравнение неразрывности струи. Формула Бернулли для течения идеальной жидкости и ее следствия.
11. Движение вязкой жидкости. Уравнение Ньютона. Уравнение Пуазейля. Гидродинамическое сопротивление. Число Рейнольдса.
12. Способы измерения вязкости жидкости (Стокса и Оствальда), их математическое обоснование.
13. Пульсовая волна. Физические основы измерения кровяного давления в гемодинамической системе.
14. Анализ системы кровообращения человека на основании законов гидродинамики. Модели кровообращения (гидродинамическая, электрическая). Работа и мощность сердца.
15. Строение и функции биологических мембран. Физические свойства биологических мембран.
16. Модельные мембраны. Использование модельных мембран для изучения строения и некоторых свойств фосфолипидов.
17. Явления переноса. Изменение свободной энергии как движущая сила пассивного переноса. Физический смысл электрохимического потенциала.
18. Пассивный перенос. Виды и способы пассивного переноса.

19. Активный транспорт. Транспортные системы мембран.
20. Биопотенциалы. Механизм формирования биопотенциалов на клеточной мембране. Равновесный потенциал Нернста.
21. Потенциал покоя. Потенциал возбуждения. Роль ионов натрия и калия в формировании потенциала действия. Пороговый потенциал.
22. Электростатическое поле и его характеристики (напряженность, потенциал). Графическое изображение электрических полей. Принцип суперпозиции электрических полей.
23. Электростатический диполь. Диполь в электрическом поле. Потенциал поля диполя.
24. Разность потенциалов поля, создаваемого диполем. Диполь в центре равностороннего треугольника. Мультиполи.
25. Токовый диполь, его отличие и сходство с электростатическим диполем. Механизм формирования дипольного момента сердца при его возбуждении.
26. Задача ЭКГ. Основные положения теории Эйнтховена. Связь элементов кардиограммы с процессами возбуждения, происходящими с сердце.
27. Автоволновые процессы. Характеристика активной среды. Автоволны и их основные характеристики. Примеры автоволновых процессов в организме.
28. Модель активной среды, постулаты  $\tau$ -модели Винера – Розенблюта. Основные свойства автоволн в активных средах.
29. Сравнение характеристик автоволн в однородных и неоднородных средах. Циркуляция волн возбуждения в кольцевой активной среде (однородной и неоднородной).
30. Механизм зарождения ревербератора в активной среде (с отверстием или зоной пониженной возбудимости).
31. Ревербератор в активной среде. Характеристики и условия возникновения ревербератора при распространении автоволн в активных средах.
32. Обосновать в рамках  $\tau$ -модели механизм возникновения трансформации ритма при распространении автоволн в неоднородных средах.
33. Свойства ревербераторов (источник автоволн; время жизни ревербератора; частота волн; определение размера ревербератора как обоснование риска возникновения фибрилляции).
34. Диэлектрики, проводники и электролиты во внешнем электрическом поле, характеристика и виды поляризации. Биологическая ткань во внешнем электрическом поле.
35. Биологическая ткань как проводящая структура. Механизм формирования ЭДС поляризации биологической ткани. Зависимость электропроводности биологической ткани от времени для постоянного тока.
36. Электропроводность биологических тканей. Первичное действие постоянного тока на биологическую ткань. Гальванизация. Лечебный электрофорез.
37. Электрическая емкость. Заряд и разряд конденсатора. Энергия заряженного конденсатора.
38. Переменный электрический ток. Электрические цепи переменного тока, содержащие активное, емкостное, индуктивное сопротивления в различных сочетаниях. (Проиллюстрировать на векторных диаграммах).
39. Полное сопротивление в цепи переменного тока. Сдвиг фаз между током и напряжением (построить векторную диаграмму). Резонанс напряжений. Резонансная частота.
40. Проводимость биологических тканей для переменного тока. Анализ эквивалентной электрической схемы. (Построить векторную диаграмму).
41. Импеданс. Дисперсионная кривая. Диагностика при помощи импеданса.
42. Импульсный ток. Характеристики импульса и импульсного тока. Особенности действия импульсного тока на биологические ткани.
43. Раздражающее действие импульсного тока на биологическую ткань. Аккомодация.
44. Нагревание проводников высокочастотным током. Физические основы диатермии и электрохирургии.
45. Нагревания проводников и диэлектриков в переменном электрическом поле. УВЧ - терапия. (Провести анализ для живой ткани).
46. Нагревания проводников в переменном магнитном поле. Индуктотермия.

47. Свет естественный и поляризованный. Способы получения поляризованного света. Закон Брюстера. Закон Малюса.
48. Вращение плоскости поляризации оптически активными веществами в поляризованном свете. Физические основы методов использования поляризованного света в биологии и медицине.
49. Излучение и поглощение света атомами и молекулами. Закон Бугера. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Оптическая плотность. Спектры поглощения. Физические основы спектрального анализа.
50. Поглощение и рассеивание света (рассмотреть на основании закона Бугера и закона Релея).
51. Взаимодействие света с веществом. Законы фотохимии. Основные типы фотохимических реакций и их стадии. Спектр действия.
52. Фотобиологические процессы. Биофизические основы зрительной рецепции.
53. Люминесценция. Виды люминесценции. Закон Стокса. Антистоксовое излучение. Применение люминесценции в биологии и медицине.
54. Тормозное рентгеновское излучение. Устройство рентгеновской трубки. Зависимость спектра рентгеновского излучения от напряжения на рентгеновской трубке, температуры катода, материала антикатада. Характеристическое рентгеновское излучение, механизмы его получения.
55. Физические характеристики рентгеновского излучения. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Линейный и массовый коэффициент поглощения.
56. Физические основы применения рентгеновского излучения в медицине (рентгенодиагностика, рентгенотерапия, рентгеновская томография).
57. Радиоактивность естественная и искусственная. Виды радиоактивного распада. Закон радиоактивного распада. Активность радиоактивного препарата.
58. Природа ионизирующей радиации. Первичное действие ионизирующей радиации на биологическую ткань. Радиоллиз воды. Кислородный эффект в радиобиологических явлениях. Концепция риска в радиобиологии.
59. Природный фон радиоактивности. Детекторы ионизирующего излучения. Использование радионуклидов и нейтронного излучения в медицине.
60. Основы дозиметрии. Доза и мощность дозы. Количественная оценка биологического действия ионизирующего излучения на организм. Защита от ионизирующего излучения.

### **Критерии оценки:**

Оценки **«отлично»** заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «отлично» выставляется обучающимся, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.

Оценки **«хорошо»** заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка «хорошо» выставляется обучающимся, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

Оценки **«удовлетворительно»** заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется обучающимся, допустившим погрешности

в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение в образовательной организации высшего образования и приступить к изучению последующих дисциплин.

### 3.3. Типовые ситуационные задачи, критерии оценки (компетенции ОПК-5, ПК-13):

1. Два заряда, находясь в воздухе на расстоянии 0,05 м, действуют друг на друга с силой  $1,2 \cdot 10^{-4}$  Н, а в некоторой непроводящей жидкости на расстоянии 0,12 м с силой  $1,5 \cdot 10^{-5}$  Н. Какова диэлектрическая проницаемость жидкости?
2. Два заряда  $q_1 = +3 \cdot 10^{-7}$  Кл и  $q_2 = -2 \cdot 10^{-7}$  Кл находятся в вакууме на расстоянии 0,2 м друг от друга. Определите напряженность поля в точке С, расположенной на линии, соединяющей заряды, на расстоянии 0,05 м вправо от заряда  $q_2$ .
3. В поле точечного заряда  $10^{-7}$  Кл две точки расположены на расстоянии 0,15 и 0,2 м от заряда. Найдите разность потенциалов этих точек.
4. На больничном оборудовании в условиях, благоприятных для образования статического электричества, разность потенциалов редко превышает 10–15 кВ. Сможет ли произойти искровой разряд между стойкой металлической тележки и водопроводной трубой, если расстояние между ними окажется равным 0,8 см?  $E_{\text{разр}} = 30$  кВ/см.
5. Между параллельными заряженными пластинами, расположенными горизонтально, удерживается в равновесии пылинка массой  $10^{-12}$  кг с зарядом  $-5 \cdot 10^{-16}$  Кл. Определите разность потенциалов между пластинами, если расстояние между ними  $10^{-2}$  м.
6. На шаре сосредоточен заряд  $6 \cdot 10^{-8}$  Кл, а потенциал его 18 кВ. Найдите радиус шара, если он находится в вакууме.
7. Как показывают измерения, для большинства клеток ёмкость  $1 \text{ см}^2$  их мембраны равна 1 мкФ. Определить заряд  $1 \text{ см}^2$ , обеспечивающий при такой ёмкости разность потенциалов на мембране 1 мВ. Сколько молей однозарядных ионов должно пройти при этом через  $1 \text{ см}^2$  мембраны?
8. Заряд в  $1,3 \cdot 10^{-9}$  Кл в керосине на расстоянии 0,005 м притягивает к себе второй заряд с силой  $2 \cdot 10^{-4}$  Н. Найдите величину второго заряда. Диэлектрическая проницаемость керосина равна 2.
9. В некоторой точке поля на заряд  $5 \cdot 10^{-9}$  Кл действует сила  $3 \cdot 10^{-4}$  Н. Найдите напряженность поля в этой точке и определите величину заряда, создающего поле, если точка удалена от него на 0,1 м.
10. Поле образовано зарядом  $17 \cdot 10^{-9}$  Кл. Какую работу надо совершить, чтобы одноименный заряд  $4 \cdot 10^{-9}$  Кл перенести из точки, удаленной от первого заряда на 0,5 м, в точку, удаленную от того же заряда на 0,05 м?
11. Определите количество электронов, образующих заряд пылинки массой  $5 \cdot 10^{-12}$  кг, если она находится в равновесии в электрическом поле, созданном двумя заряженными пластинами. Разность потенциалов между пластинами 3000 В, а расстояние между ними 0,02 м. Заряд электрона равен  $1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл.
12. Определите толщину диэлектрика конденсатора, емкость которого 1400 пФ, площадь перекрывающих друг друга пластин  $1,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$ . Диэлектрик — слюда ( $\epsilon = 6$ ).
13. На пластины плоского конденсатора, расстояние между которыми  $l = 3 \text{ см}$ , подано напряжение  $U = 1 \text{ кВ}$ . Пространство между пластинами заполнено кровью. Найдите поверхностную плотность связанных зарядов. Диэлектрическая проницаемость крови смотри в справочных таблицах.
14. Через поперечное сечение проводника каждую секунду протекает 6 триллионов свободных электронов. Определить величину тока в проводнике.

15. При  $20^{\circ}\text{C}$  сопротивление медной проволоки электромагнита было  $1,2\ \text{Ом}$ , а после длительной работы под нагрузкой сопротивление обмотки оказалось равным  $1,5\ \text{Ом}$ . До какой температуры нагрелась обмотка ( $\alpha=0,004\ \text{K}^{-1}$ )?
16. Постоянный ток  $0,05\ \text{А}$  представляет опасность для жизни человека. Определить минимальную величину напряжения, при котором ток может достигнуть этого значения, если сопротивление тела человека в зависимости от условий изменяется от  $1000$  до  $100000\ \text{Ом}$ .
17. ЭДС батарейки карманного фонарика равна  $3,7\ \text{В}$ , внутреннее сопротивление  $1,5\ \text{Ом}$ . Батарея замкнута на сопротивление  $11,7\ \text{Ом}$ . Каково напряжение на зажимах батарейки?
18. При сухой коже сопротивление между ладонями рук может достигать значения  $R=10^5\ \text{Ом}$ , а при влажных ладонях это сопротивление существенно меньше ( $R=1000\ \text{Ом}$ ). Оцените ток, который пройдёт через тело человека при контакте с электросетью напряжением  $U=220\ \text{В}$ . Сравните этот ток со значениями порогов ощутимого и неотпускающего токов, если частота тока равна  $\nu=50\ \text{Гц}$ .
19. Между двумя электродами, к которым приложено постоянное напряжение  $U=36\ \text{В}$ , находится часть живой ткани. Условно можно считать, что ткань состоит из двух слоев живой кожи и мышц с кровеносными сосудами, толщина каждого слоя кожи  $l_1=0,3\ \text{мм}$ , толщина внутренней ткани  $l_2=9,4\ \text{мм}$ . Найдите плотность тока и падение напряжения в коже и в мышечной (сосудистой) ткани, рассматривая их как проводники.
20. Омическое сопротивление нервного волокна в состоянии покоя равно  $1000\ \text{Ом}/\text{см}^2$ , а при возбуждении снижается до  $25\ \text{Ом}/\text{см}^2$ . Во сколько раз при этом увеличивается проводимость мембраны?
21. Ионофорез применяется для введения лекарственных веществ в тело человека. Определить, какое количество ионов йода будет введено больному за  $10\ \text{мин}$  при плотности тока  $0,05\ \text{мА}/\text{см}^2$  с электрода площадью  $5\ \text{см}^2$ .
22. Два проводника сопротивлением  $10$  и  $23\ \text{Ом}$  включены в сеть напряжением  $100\ \text{В}$ . Какое количество теплоты выделится за  $1\ \text{с}$  в каждом проводнике, если их соединить: а) последовательно, б) параллельно?
23. Мощность, потребляемая аппаратом гальванизации АГН-1, равна  $35\ \text{Вт}$ . Определить КПД аппарата, если максимальное напряжение в терапевтической цепи при сопротивлении  $500\ \text{Ом}$  составляет  $50\ \text{В}$ .
24. При физиотерапевтической процедуре гальванизации на электроды подается напряжение  $15\ \text{В}$ . Какой плотности ток будет протекать через электрод площадью  $10\ \text{см}^2$ ? Сопротивление участка ткани, по которому проходит ток, можно считать равным  $5\ \text{кОм}$ .
25. Вольфрамовая нить электрической лампы при температуре  $2900^{\circ}\text{C}$  обладает сопротивлением  $260\ \text{Ом}$ . Определите ее сопротивление при температуре  $+20^{\circ}\text{C}$  ( $\alpha=0,0042\ \text{K}^{-1}$ ).
26. Цепь состоит из трех сопротивлений  $10$ ,  $20$  и  $30\ \text{Ом}$ , соединенных последовательно. Напряжение на первом сопротивлении  $20\ \text{В}$ . Определить напряжение на остальных сопротивлениях и на концах цепи.
27. Напряжение сети, питающей медицинский аппарат, равно  $U=220\ \text{В}$ . Человек находится на земле (на полу) и касается корпуса аппарата. Сопротивление тела человека равно  $R_{\text{тч}}=1000\ \text{Ом}$ . Сопротивление между проводником и человеком (через землю) равно  $R_{\text{пр}}=5\ \text{кОм}$ . В результате повреждения изоляции проводник соединился на корпус аппарата (произошёл «пробой на корпус»). Найдите напряжение, которое будет на теле человека, и протекающий через него ток, если:
28. а) аппарат не заземлён;
29. б) аппарат заземлён и сопротивление заземления равно  $R_3=40\ \text{Ом}$ .
30. Сопоставьте полученные данные со значениями порога ощутимого тока и порога неотпускающего тока.
31. Найдите значение максимального тока при действии дефибриллятора, если он был заряжен до напряжения  $U=5\ \text{кВ}$ , а сопротивление участка тела равно  $R=5000\ \text{Ом}$ .

32. Сопротивление ткани постоянному току в цепи между электродами при гальванизации  $2000\text{ Ом}$  при площади  $100\text{ см}^2$  плотности тока  $0,1\text{ мА/см}^2$  Определить напряжение, которое обеспечивает аппарат для гальванизации.
33. Найдите плотность тока в электролите, если концентрация ионов в нем  $n=10^5\text{ см}^{-3}$ , их подвижность  $b_+=4,5\cdot 10^{-4}\text{ см}^2\text{ (В}\cdot\text{с)}$ ,  $b_-=6,5\cdot 10^{-4}\text{ см}^2\text{ (В}\cdot\text{с)}$  и напряженность электрического поля  $E=10\text{ В/см}$ . Считая плотность тока всюду одинаковой, найдите силу тока, если площадь каждого электрода  $S=1\text{ дм}^2$ . Принять заряд иона равным заряду электрона.
34. Два проводника, сопротивление которых  $5$  и  $7\text{ Ом}$ , соединяют параллельно и подключают к источнику электрической энергии. В первом выделилось  $12,64\text{ Дж}$  энергии. Какое количество энергии выделилось во втором проводнике за это же время?
35. Электрический аппарат для перегонки воды потребляет от сети мощность  $2,5\text{ кВт}$ . Сколько дистиллированной воды получают при помощи этого аппарата в течение часа, если КПД его  $80\%$ , а температура воды, поступающей из водопровода,  $10^\circ\text{С}$ ?
36. По двум параллельным прямолинейным длинным проводникам текут в противоположных направлениях токи силой  $5\text{ А}$  и  $10\text{ А}$ . Расстояние между токами  $10\text{ см}$ . Найти напряженность и индукцию магнитного поля в точке А, лежащей посередине между проводниками, и в точке В справа от второго проводника на расстоянии  $2\text{ см}$  от него.
37. По тонкой катушке течет ток силой  $7\text{ А}$ , радиус витков  $10\text{ см}$ . При каком числе витков напряженность магнитного поля в центре катушки будет равна  $245\text{ А/м}^2$ ? Считать катушку плоской.
38. Определите магнитный момент соленоида при токе  $0,3\text{ А}$ , если число витков  $500$ , а площадь витка  $20\text{ см}^2$ .
39. Определите работу при перемещении на  $50\text{ см}$  проводника длиной  $20\text{ см}$ , по которому течет ток  $10\text{ А}$ , в однородном магнитном поле с индукцией  $0,7\text{ Тл}$ .
40. Проволочное кольцо радиусом  $3\text{ см}$  находится в однородном магнитном поле напряженностью  $10^5\text{ А/м}$ . Плоскость кольца составляет угол  $30^\circ$  с линиями напряженности. Вычислите магнитный поток, пронизывающий кольцо. Окружающая среда – воздух.
41. Определить индуктивность катушки электромагнита, если число витков ее обмотки равно  $1000$ , а стальной сердечник с магнитной проницаемостью  $6\cdot 10^{-4}\text{ Гн/м}$  имеет сечение  $10\text{ см}^2$  и длину  $40\text{ см}$ .
42. Катушка радиуса  $4\text{ см}$ , имеющая  $100$  витков, находится в магнитном поле. Чему равно среднее значение ЭДС индукции в этой катушке, если индукция магнитного поля увеличивается в течение  $0,4\text{ с}$  от  $0$  до  $1,2\text{ Тл}$ ?
43. Какова энергия магнитного поля в катушке длиной  $50\text{ см}$ , имеющей  $1000$  витков диаметром  $20\text{ см}$ , если по ней протекает ток силой  $2\text{ мА}$ ? Найдите объемную плотность энергии.
44. По двум длинным параллельным проводникам текут в противоположных направлениях токи, причем  $I_2=2I_1$ . Расстояние между проводниками  $5\text{ см}$ . определите положение точек, в которых напряженность магнитного поля равна нулю.
45. По двум одинаковым круговым виткам радиусом  $5\text{ см}$ , плоскости которых взаимно перпендикулярны, а центры совпадают, текут одинаковые токи силой  $2\text{ А}$ . Найти индукцию магнитного поля в центре витков.
46. Определите максимальный вращающий момент, действующий на квадратную рамку со стороной  $5\text{ см}$ , помещенную в однородное магнитное поле с индукцией  $0,5\text{ Тл}$ . По рамке течет ток  $1\text{ А}$ .
47. В проводнике с длиной активной части  $8\text{ см}$  сила тока равна  $50\text{ А}$ . Какую работу совершает магнитное поле с индукцией  $20\text{ мТл}$  при перемещении проводника на  $10\text{ см}$  перпендикулярно линиям индукции?
48. В однородном магнитном поле расположен виток, площадь которого равна  $50\text{ см}^2$ . Перпендикуляр к плоскости витка составляет с направлением магнитного поля угол  $60^\circ$ . Индукция магнитного поля  $2\text{ Тл}$ . Вычислите магнитный поток, пронизывающий контур.
49. По катушке длиной  $20\text{ см}$  и диаметром  $3\text{ см}$ , имеющей  $400$  витков, течет ток силой  $2\text{ а}$ . найти индуктивность катушки и магнитный поток, пронизывающий сечение катушки.

50. За 5мс в соленоиде, содержащем 500 витков провода, магнитный поток равномерно убывает с 7 до 3мВб. Найти ЭДС индукции в проводнике.
51. Определите энергию магнитного поля в катушке, если длина её 50см, площадь поперечного сечения 20см<sup>2</sup>, а число витков равно 1000. По катушке течет ток силой 2А. Относительная магнитная проницаемость железного сердечника при этой силе тока 150.
52. Мгновенное значение напряжения синусоидального тока для фазы  $\pi/6$  равно 150В. Каковы амплитудное и эффективное значения напряжения?
53. Найдите амплитудное значение тока в цепи, содержащей конденсатор ёмкостью 1мкФ. Напряжение в электрической цепи равно 250В, а активное сопротивление 2,5кОм. Конденсатор и резистор соединены последовательно. Частота равна 50Гц.
54. Конечность, на которую наложены электроды, имеет омическое сопротивление порядка 1кОм и емкость 0,02мкф. Определить проводимость такого участка, угол сдвига фаз между током и напряжением для частоты 50 Гц, считая, что омическое и емкостное сопротивления соединены последовательно.
55. Сдвиг фаз между током и напряжением при прохождении переменного тока частотой 25Гц через мышцу лягушки составил  $-35^\circ$ . Чему равна ёмкость конденсатора в эквивалентной схеме последовательно соединённых резистора и конденсатора, если активное сопротивление равно 0,5кОм?
56. Используя векторную диаграмму, определить угол сдвига фаз, омическое и индуктивное сопротивление в последовательной цепи переменного тока, если результирующий вектор импеданса равен 6Ом, вектор ёмкостного сопротивления 4Ом, а угол между ними  $60^\circ$ .
57. Аппарат “Электросон” дает импульсы напряжения постоянной полярности прямоугольной формы с периодом 0,4с и скважностью 200. Определить длительность импульса.
58. В аппарате “Электросон” при частоте 25 Гц длительность импульса равна 1 мс. Определить скважность и паузу после каждого импульса.
59. Конденсатор ёмкостью 25пФ, заряженный до разности потенциалов 20В, разряжается через проводник сопротивлением 1Ом и индуктивностью 4мкГн. Найдите коэффициент затухания и амплитуду тока в цепи.
60. Активное сопротивление терапевтического контура аппарата УВЧ-терапии равно  $5 \cdot 10^3$ Ом, индуктивность составляет 27мкГн, а частота 40МГц. Определите емкость конденсатора, коэффициент затухания и период колебаний в контуре.
61. Колебательный контур аппарата для терапевтической диатермии состоит из катушки индуктивности и конденсатора ёмкостью 30пФ. Определите индуктивность катушки, если частота генератора равна 1 МГц.
62. Сдвиг фаз между током и напряжением при прохождении переменного тока частотой 30Гц через мышцу кролика составляет  $-65^\circ$ . Чему равно сопротивление резистора в эквивалентной схеме последовательно соединённых конденсатора и резистора, если ёмкость конденсатора 3,6мкФ?
63. Найдите индуктивное сопротивление и угол сдвига фаз между током и напряжением в схеме, содержащей последовательно соединённые резистор и катушку индуктивности, если амплитудное значение тока равно 30мА, напряжение 300В, а активное сопротивление 1кОм. Нарисуйте векторную диаграмму.
64. Для диагностики работоспособности мышц у пациента врач подает от аппарата КЭД– 5М импульсный ток со скважностью, равной 5. Определить время фактического действия тока, если аппарат был включен в течение 2 мин.
65. Определить среднюю скорость (мВ/с) нарастания зубца Т на электро-кардиограмме, если за 25 мс напряжение изменилось от 0,13 до 0,27 мВ.
66. Определить скорость электронов, падающих на антикатод рентгеновской трубки, если минимальная длина волны в сплошном спектре рентгеновских лучей 0,01 нм.
67. Для определения чувствительности клеток к радиоактивному облучению в питательную среду, где они размножаются, вводили радиоактивный фосфор  $^{32}\text{P}_{15}$ , который после однократного распада превращался в атом серы  $^{32}\text{S}_{16}$ . Какому виду облучения подвергались клетки?

68. Счетчик Гейгера, установленный вблизи препарата радиоактивного изотопа серебра, при первом измерении регистрировал 5200  $\beta$  - частиц в минуту, а через сутки только 300. Определить период полураспада изотопа.
69. Сколько ядер урана  $^{238}_{92}\text{U}$  распалось в течение года, если первоначальная масса урана  $m=1$  г?
70. Бетонная плита толщиной 20 см уменьшает интенсивность узкого пучка  $\gamma$ -лучей кобальта  $^{60}\text{Co}_{27}$  в 16,5 раза. Определить линейный коэффициент ослабления и толщину слоя половинного ослабления для бетона.
71. Считая, что поглощение рентгеновского излучения не зависит от того, в каком соединении атом представлен в веществе, определите, во сколько раз массовый коэффициент ослабления кости ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ) больше массового коэффициента ослабления воды?
72. Для исследования щитовидной железы больному ввели 20 мл 10%-раствора глюкозы с радиоактивным йодом. Удельная активность йода в момент введения составляла 0,08 мкКи/мл. Найдите массу йода в растворе. Учтите, что каждая молекула глюкозы связывает один йод.
73. Телом массой  $m=60$  кг в течение  $t=6$  ч была поглощена энергия  $E = 1$  Дж. Найдите поглощенную дозу и мощность поглощенной дозы в единицах СИ и во внесистемных единицах.
74. Средняя мощность дозы в палате, где находятся больные, получившие лечебные дозы радиоактивных веществ, равна 5мкР/мин. Врач в течение 5-дневной рабочей недели ежедневно находится в палате в среднем 2 ч. Определить недельную дозу облучения врача, сравнить ее с предельно допустимой дозой, равной 0,1Р.
75. Мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения на расстоянии  $r=1$  м, от точечного источника составляет  $R = 2,15 \cdot 10^{-7}$  Кл/кг. Определите минимальное расстояние от источника, на котором можно ежедневно работать по 6 ч без защиты. Предельно допустимой эквивалентной дозой при профессиональном облучении считать  $5 \cdot 10^{-2}$  Дж/кг в течение года. Поглощение  $\gamma$ -излучения воздухом не учитывать.
76. Найдите границу тормозного рентгеновского излучения (частоту и длину волны) для напряженной  $U_1=2$  кВ и  $U_2=20$  кВ. Во сколько раз энергия фотонов этих излучений больше энергии фотона, соответствующего  $\lambda=760$  нм (красный цвет)?
77. Известно, что при облучении ядер атомов азота  $^{14}_7\text{N}$  потоком нейтронов может образоваться бор  $^{11}_5\text{B}$ , углерод  $^{14}_6\text{C}$  и литий  $^7_3\text{Li}$ . Какие частицы сопровождают такого рода превращения?
78. Во сколько раз уменьшится количество ядер радиоактивного цезия за 10 лет?
79. Радиоактивный углерод  $^{14}\text{C}_6$ , находящийся в теле человека, дает 2500 распадов в 1с. Определить его количество в граммах.
80. Вычислить толщину слоя половинного ослабления параллельного пучка  $\gamma$ -лучей для вольты, если линейный коэффициент ослабления равен  $0,047\text{см}^{-1}$ .
81. Для рентгенодиагностики мягких тканей применяют контрастные вещества. Например, желудок и кишечник заполняют кашеобразной массой сульфата бария  $\text{BaSO}_4$ . Сравните массовые коэффициенты ослабления сульфата бария и мягких тканей (воды).
82. В источнике минеральной воды активность радона составляет 1000Бк на 1л. Какое количество атомов радона попадет в организм пациента, выпившего стакан минеральной воды объемом 0,2 л?
83. В  $m = 10$  г ткани поглощается  $10^9$   $\alpha$ -частиц с энергией около  $E= 5$  МэВ. Найдите поглощенную и эквивалентную дозы. Коэффициент качества  $k$  для  $\alpha$ -частиц равен 20.
84. Средняя мощность экспозиционной дозы облучения в рентгеновском кабинете равна  $6,45 \cdot 10^{-12}$  Кл/(кг·с). Врач находится в течение дня 5 ч в этом кабинете. Какова его доза облучения за 6 рабочих дней.
85. На каком расстоянии от препарата  $^{60}\text{Co}_{27}$  активностью 200 мКи необходимо находиться, чтобы доза за 6-часовой рабочий день не превышала допустимую? Ионизационная постоянная кобальта  $13,5 \text{Р} \cdot \text{см}^2/(\text{ч} \cdot \text{мКи})$ .

**Критерии оценки:**

Оценки **«отлично»** заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «отлично» выставляется обучающимся, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.

Оценки **«хорошо»** заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка «хорошо» выставляется обучающимся, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

Оценки **«удовлетворительно»** заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется обучающимся, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение в образовательной организации высшего образования и приступить к изучению последующих дисциплин.

#### **3.4. Примеры тем рефератов, критерии оценки (компетенции ОК-5, ОПК-5, ПК-13):**

- Биофизика вкуса.
- Биофизика обоняния.
- Биофизика внешнего дыхания.
- Биолюминесценция.
- Применение лазера в медицине.
- Электростимуляция.
- Реография.
- Первичный механизм действия аэроионов.
- Первичный механизм действия ультразвука на живые клетки и биологические ткани.
- Первичный механизм действия оптического излучения на живые клетки и биологические ткани.
- Первичный механизм действия электрических факторов на живые клетки и биологические ткани.
- Первичный механизм действия магнитных факторов на живые клетки и биологические ткани.
- Фотобиологические процессы.
- Математическое моделирование биологических процессов.
- Влияние электрического и магнитного поля Земли на биологические объекты.

#### **Требования к структуре и оформлению реферата**

1. Реферат выполняется в печатном виде (шрифт Times New Roman (размер 12 или 14) или Arial (размер 10 или 12))
2. Реферат обязательно содержит введение, основную часть, список источников и содержание. Содержание оформляется автоматически.

3. В основной части изложение теоретических положений обязательно сопровождается расчетными примерами.

**Критерии оценки:**

**Оценка «отлично»** – работа полностью соответствует всем требованиям, предъявляемым к содержанию и оформлению реферата. Полностью раскрыта сущность поставленной проблемы, содержание точно соответствует теме реферата. Работа написана грамотно, логично, использована современная терминология. Обучающийся владеет навыками формирования системного подхода к анализу информации, использует полученные знания при интерпретации теоретических и практических аспектов, способен грамотно редактировать тексты профессионального содержания. В работе присутствуют авторская позиция, самостоятельность суждений.

**Оценка «хорошо»** – работа в целом соответствует требованиям, предъявляемым к содержанию и оформлению реферата. Раскрыта сущность поставленной проблемы, содержание соответствует теме реферата. Работа написана грамотно, литературным языком, использована современная терминология. Допущены неточности при анализе информации, при использовании полученных знаний для интерпретации теоретических и практических аспектов, имеются не критичные замечания к оформлению основных разделов работы. В работе обнаруживается самостоятельность суждений.

**Оценка «удовлетворительно»** – работа не полностью соответствует требованиям, предъявляемым к содержанию и оформлению реферата. Частично раскрыта сущность поставленной проблемы, содержание не полностью соответствует теме реферата. Допущены ошибки в стилистике изложения материала, при использовании современной терминологии. Обучающийся слабо владеет навыками анализа информации. В работе не сделаны выводы (заключение), не обнаруживается самостоятельность суждений.

**Оценка «неудовлетворительно»** – работа не соответствует требованиям, предъявляемым к содержанию и оформлению реферата. Допущены существенные ошибки в стилистике изложения материала. Обучающийся не владеет навыками анализа информации, а также терминологией и понятийным аппаратом проблемы. Тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.

**4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

**4.1. Методика проведения тестирования**

**Целью этапа** промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в форме тестирования, является оценка уровня усвоения обучающимися знаний, приобретения умений, навыков и сформированности компетенций в результате изучения учебной дисциплины (части дисциплины).

**Локальные нормативные акты, регламентирующие проведение процедуры:**

Проведение промежуточной аттестации обучающихся регламентируется Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, введенным в действие приказом от 29.02.2016 № 74-ОД.

**Субъекты, на которых направлена процедура:**

Процедура оценивания должна охватывать всех обучающихся, осваивающих дисциплину. В случае, если обучающийся не прошел процедуру без уважительных причин, то он считается имеющим академическую задолженность.

**Период проведения процедуры:**

Процедура оценивания проводится по окончании изучения дисциплины (модуля) на последнем занятии. В случае проведения тестирования на компьютерах время и место проведения тестирования преподаватели кафедры согласуют с информационно-вычислительным центром и доводят до сведения обучающихся.

**Требования к помещениям и материально-техническим средствам для проведения процедуры:**

Требования к аудитории для проведения процедуры и необходимость применения специализированных материально-технических средств определяются преподавателем.

**Требования к кадровому обеспечению проведения процедуры:**

Процедуру проводит преподаватель, ведущий дисциплину.

**Требования к банку оценочных средств:**

До начала проведения процедуры преподавателем подготавливается необходимый банк тестовых заданий. Преподаватели кафедры разрабатывают задания для тестового этапа зачёта, утверждают их на заседании кафедры и передают в информационно-вычислительный центр в электронном виде вместе с копией рецензии. Минимальное количество тестов, составляющих фонд тестовых заданий, рассчитывают по формуле: трудоемкость дисциплины в з.е. умножить на 50.

Тесты включают в себя задания 3-х уровней:

- ТЗ 1 уровня (выбрать все правильные ответы)
- ТЗ 2 уровня (соответствие, последовательность)
- ТЗ 3 уровня (ситуационная задача)

**Соотношение заданий разных уровней и присуждаемые баллы**

	Вид промежуточной аттестации
	экзамен
Количество ТЗ 1 уровня (выбрать все правильные ответы)	30
Кол-во баллов за правильный ответ	1
Всего баллов	<b>30</b>
Количество ТЗ 2 уровня (соответствие, последовательность)	15
Кол-во баллов за правильный ответ	2
Всего баллов	<b>30</b>
Количество ТЗ 3 уровня (ситуационная задача)	5
Кол-во баллов за правильный ответ	8
Всего баллов	<b>40</b>
Всего тестовых заданий	<b>50</b>
Итого баллов	<b>100</b>
Мин. количество баллов для аттестации	70

**Описание проведения процедуры:**

Тестирование является обязательным этапом зачета независимо от результатов текущего контроля успеваемости. Тестирование может проводиться на компьютере или на бумажном носителе.

Тестирование на бумажном носителе:

Каждому обучающемуся, принимающему участие в процедуре, преподавателем выдается бланк индивидуального задания. После получения бланка индивидуального задания обучающийся должен выбрать правильные ответы на тестовые задания в установленное преподавателем время.

Обучающемуся на экзамене предлагается выполнить 50 тестовых заданий разного уровня сложности. Время, отводимое на тестирование, составляет не более одного академического часа.

Тестирование на компьютерах:

Для проведения тестирования используется программа INDIGO. Обучающемуся предлагается выполнить 50 тестовых заданий разного уровня сложности на зачете. Время, отводимое на тестирование, составляет не более одного академического часа.

**Результаты процедуры:**

Результаты тестирования на компьютере или бумажном носителе имеют качественную оценку «зачтено» – «не зачтено». Оценки «зачтено» по результатам тестирования являются основанием для допуска обучающихся к собеседованию. При получении оценки «не зачтено» за тестирование обучающийся к собеседованию не допускается и по результатам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «не зачтено» или «неудовлетворительно».

Результаты проведения процедуры в обязательном порядке проставляются преподавателем в экзаменационной ведомости в соответствующую графу.

#### **4.2. Методика проведения устного собеседования**

**Целью процедуры** промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в форме устного собеседования, является оценка уровня усвоения обучающимися знаний, приобретения умений, навыков и сформированности компетенций в результате изучения учебной дисциплины.

**Локальные нормативные акты, регламентирующие проведение процедуры:**

Проведение промежуточной аттестации обучающихся регламентируется Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, введенным в действие приказом от 29.02.2016 № 74-ОД.

**Субъекты, на которые направлена процедура:**

Процедура оценивания должна охватывать всех обучающихся, осваивающих дисциплину (модуль). В случае, если обучающийся не проходил процедуру без уважительных причин, то он считается имеющим академическую задолженность.

**Период проведения процедуры:**

Процедура оценивания проводится по окончании изучения дисциплины (модуля) в соответствии с расписанием учебных занятий (если промежуточная аттестация проводится в форме зачета) либо в соответствии с приказом о проведении промежуточной аттестации (если промежуточная аттестация проводится в форме экзамена). Деканатом факультета может быть составлен индивидуальный график прохождения промежуточной аттестации для обучающегося при наличии определенных обстоятельств.

**Требования к помещениям и материально-техническим средствам для проведения процедуры:**

Требования к аудитории для проведения процедуры и необходимость применения специализированных материально-технических средств определяются преподавателем.

**Требования к кадровому обеспечению проведения процедуры:**

Процедуру проводит преподаватель, ведущий дисциплину (модуль), как правило, проводящий занятия лекционного типа.

**Требования к банку оценочных средств:**

До начала проведения процедуры преподавателем подготавливается необходимый банк оценочных материалов для оценки знаний, умений, навыков. Банк оценочных материалов включает вопросы, как правило, открытого типа, перечень тем, выносимых на опрос, типовые задания. Из банка оценочных материалов формируются печатные бланки индивидуальных заданий (билеты). Количество вопросов, их вид (открытые или закрытые) в бланке индивидуального задания определяется преподавателем самостоятельно.

**Описание проведения процедуры:**

Каждому обучающемуся, принимающему участие в процедуре, преподавателем выдается бланк индивидуального задания. После получения бланка индивидуального задания и подготовки ответов обучающийся должен в меру имеющихся знаний, умений, навыков, сформированности компетенции дать устные развернутые ответы на поставленные в задании вопросы и

задания в установленное преподавателем время. Продолжительность проведения процедуры определяется преподавателем самостоятельно, исходя из сложности индивидуальных заданий, количества вопросов, объема оцениваемого учебного материала, общей трудоемкости изучаемой дисциплины (модуля) и других факторов.

Собеседование может проводиться по вопросам билета и (или) по типовым(ым) задаче(ам). Результат собеседования определяется оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

#### **Результаты процедуры:**

Результаты проведения процедуры в обязательном порядке проставляются преподавателем в зачетные книжки обучающихся и экзаменационные ведомости и представляются в деканат факультета, за которым закреплена образовательная программа, либо в отдел подготовки кадров высшей квалификации.

По результатам проведения процедуры оценивания преподавателем делается вывод о результатах промежуточной аттестации по дисциплине.

### **4.3. Методика проверки решения типовых ситуационных задач**

**Целью процедуры** текущей аттестации по дисциплине (модулю), проводимой в форме выполнения решения задач, является оценка уровня усвоения обучающимися знаний, приобретения умений, навыков и сформированности компетенций в результате изучения учебной дисциплины(части дисциплины), оценка способности обучающегося к научно-исследовательской деятельности.

#### **Локальные нормативные акты, регламентирующие проведение процедуры:**

Проведение промежуточной аттестации обучающихся регламентируется Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, введенным в действие приказом от 08.02.2018 № 61-ОД.

#### **Субъекты, на которые направлена процедура:**

Процедура оценивания должна охватывать всех обучающихся, осваивающих дисциплину. В случае, если обучающийся не выполнил продемонстрировал умение решения задач, он считается имеющим академическую задолженность по практическим навыкам.

#### **Период проведения процедуры:**

Решение задач выполняется студентами на аудиторных занятиях.

#### **Требования к помещениям и материально-техническим средствам для проведения процедуры:**

Для решения задач во время аудиторных занятий студенты снабжаются справочной литературой, перечнем типовых и ситуационных задач

#### **Требования к кадровому обеспечению проведения процедуры:**

Процедуру оценивания решения задач проводит преподаватель, ведущий дисциплину.

#### **Требования к банку оценочных средств:**

До начала проведения процедуры преподавателем подготавливается необходимый банк оценочных материалов для оценки знаний, умений, навыков. Банк оценочных материалов включает в себя перечень типовых и ситуационных задач и требования к выполнению и оформлению решения, алгоритмы решения.

#### **Описание проведения процедуры:**

Решение задач производится самостоятельно в индивидуальном порядке или малыми группами. Проверка навыков решения типовых ситуационных задач может проводиться в форме проверочной работы по разделу (модулю) дисциплины по индивидуальным вариантам. Проверочная работа может проводиться как во время аудиторного занятия, так и во внеаудиторное время (домашняя проверочная работа).

#### **Результаты процедуры:**

Решение задач оценивается по 4-х балльной шкале: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «не удовлетворительно». Оценка за решение учитывается при проведении промежуточной аттестации на этапе проверки практических навыков.

### **4.4. Методика проведения защиты реферата**

**Целью процедуры** текущей аттестации по дисциплине, проводимой в форме защиты реферата, является оценка уровня усвоения обучающимися знаний, приобретения умений, навыков и сформированности компетенций в результате изучения учебной дисциплины (части дисциплины), оценка способности обучающегося к научно-исследовательской деятельности.

**Локальные нормативные акты, регламентирующие проведение процедуры:**

Проведение промежуточной аттестации обучающихся регламентируется Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, введенным в действие приказом от 08.02.2018 № 61-ОД.

**Субъекты, на которые направлена процедура:**

Процедура оценивания должна охватывать обучающихся, желающих углубленно осваивать дисциплину, по которой предусмотрено выполнение рефератов.

**Период проведения процедуры:**

Процедура оценивания проводится в соответствии с учебным планом и расписанием учебных занятий.

**Требования к помещениям и материально-техническим средствам для проведения процедуры:**

Требования к аудитории для проведения процедуры и необходимость применения специализированных материально-технических средств определяются преподавателем.

**Требования к кадровому обеспечению проведения процедуры:**

Процедуру проводит преподаватель, ведущий дисциплину.

**Требования к банку оценочных средств:**

До начала проведения процедуры преподавателем подготавливается необходимый банк оценочных материалов для оценки знаний, умений, навыков. Банк оценочных материалов включает в себя примерные темы рефератов. Обучающийся выбирает самостоятельно тему реферата.

**Описание проведения процедуры:**

Законченную работу студент сдает на кафедру в бумажном и электронном виде.

Основанием для допуска к защите реферата являются:

выбор рекомендуемой темы реферата

оформление реферата в соответствии с предъявляемыми требованиями;

Студент заранее готовит выступление на 5 - 7 минут, выбирая основные моменты в реферате. В выступлении следует отразить мотивы выбора темы, основное содержание, выводы и их обоснование. Подготовить мультимедийную презентацию, помогающую раскрыть основные положения работы.

Защита реферата проводится на занятии, соответствующем теме реферата.

**Результаты процедуры:**

Реферат оценивается по 4-х балльной шкале: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценка учитывается при сдаче практических навыков студента на промежуточной аттестации.