

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Железнов Лев Михайлович  
Должность: ректор  
Дата подписания: 24.06.2022 18:28:29  
Уникальный программный идентификатор:  
7f036de85c233e341493b4c0e48bb3a18c939f31

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

УТВЕРЖДАЮ  
И.о. ректора Л.М. Железнов  
«27» июня 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«МЕДИЦИНСКАЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ФИЗИКА»**

Специальность 31.05.01 Лечебное дело

Направленность (профиль) ОПОП - Лечебное дело

Форма обучения очная

Срок освоения ОПОП 6 лет

Кафедра физики и медицинской информатики

Рабочая программа дисциплины разработана на основе:

- 1) ФГОС ВО по специальности 31.05.01 Лечебное дело, утвержденного Министерством образования и науки РФ «09» февраля 2016 г. приказ № 95
- 2) Учебного плана по специальности 31.05.01 Лечебное дело, одобренного ученым советом ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России «27» июня 2018 г. протокол № 5.

Рабочая программа дисциплины одобрена:

Кафедрой физики и медицинской информатики «27» июня 2018 г. (протокол № 1)

Заведующий кафедрой А.В. Шатров

Ученым советом лечебного факультета «27» июня 2018 г. (протокол № 6)

Председатель Ученого совета факультета И.А. Частоедова

Центральным методическим советом «27» июня 2018 г. (протокол №1)

Председатель ЦМС Е.Н. Касаткин

**Разработчик:**

Старший преподаватель кафедры физики  
и медицинской информатики О.Л. Короткова

**Рецензенты**

Заведующий кафедрой гигиены Кировского ГМУ,  
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	6
Раздел 3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)	6
3.1. Содержание разделов дисциплины (модуля)	6
3.2. Разделы дисциплины (модуля) и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами	7
3.3. Разделы дисциплины (модуля) и виды занятий	7
3.4. Тематический план лекций	7
3.5. Тематический план практических занятий (семинаров)	8
3.6. Самостоятельная работа обучающегося	10
3.7. Лабораторный практикум	10
3.8. Примерная тематика курсовых проектов (работ), контрольных работ	10
Раздел 4. Перечень учебно-методического и материально-технического обеспечения дисциплины (модуля)	11
4.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)	11
4.2. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)	11
4.2.1. Основная литература	11
4.2.2. Дополнительная литература	11
4.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)	12
4.4. Перечень информационных технологий, используемых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю), программного обеспечения и информационно-справочных систем	12
4.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)	13
Раздел 5. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины (модуля)	14
Раздел 6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)	15
Раздел 7. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	16

## **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:**

- сформировать у студентов навыки участия в решении отдельных научно-исследовательских и научно-прикладных задач в области здравоохранения по диагностике, лечению, медицинской реабилитации и профилактике;
- способствовать формированию у студентов логического мышления, умения точно формулировать задачу, способность вычленять главное и второстепенное, умения делать выводы на основании полученных результатов измерений;
- сформировать навыки анализа научной литературы
- способствовать приобретению знаний по разделам 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;
- способствовать приобретению навыков по технике безопасности при работе с медицинским оборудованием.

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

Дисциплина «Медицинская и биологическая физика» относится к блоку Б1.В Дисциплины вариативной части, обязательные дисциплины.

Основные знания, необходимые для изучения дисциплины формируются при изучении дисциплин: «Физика, математика».

Является предшествующей для изучения дисциплин: Нормальная физиология, Патология физиология, клиническая патофизиология.

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

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

- физические лица (пациенты)
- население;
- совокупность средств и технологий, направленных на создание условий для охраны здоровья граждан.

### **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
1	ОК-1	способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	32. Основные методы сбора и анализа информации; способы формализации цели и методы ее достижения.	У2. Анализировать, обобщать и воспринимать информацию; ставить цель и формулировать задачи по её достижению.	В2. Культурой мышления; навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения.	Вопросы для обсуждения (собеседования), типовые и ситуационные задачи, проверочная работа, реферат, тесты текущего тестирования	Вопросы для собеседования, перечень практических умений, тест промежуточного тестирования
2	ОПК-7	готовностью к использованию основных физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий, и методов при решении профессиональных задач	36. 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.	У6. 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.	В6. Физической терминологией. Физическим аппаратом для обработки, анализа и интерпретации полученных экспериментальных данных.	Вопросы для обсуждения (собеседования), типовые и ситуационные задачи, проверочная работа, реферат, тесты текущего тестирования	Вопросы для собеседования, перечень практических умений, тест промежуточного тестирования

## Раздел 2. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 час.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		№ 3	№ 4
<b>1</b>	<b>2</b>		<b>3</b>
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>48</b>	<b>24</b>	<b>24</b>
в том числе:			
Лекции (Л)	14	6	8
Практические занятия (ПЗ)	34	18	16
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>24</b>	<b>12</b>	<b>12</b>
В том числе:			
- Подготовка к занятиям	6	3	3
- Оформление отчетов по экспериментальной части практических занятий.	6	3	3
- Реферат	6	6	-
- Подготовка к тестированию	6	-	6
Вид промежуточной аттестации	зачет	+	
	экзамен		
<b>Общая трудоемкость (часы)</b>	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
<b>Зачетные единицы</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</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-1, ОПК-7	Термодинамика. Явления переноса. Физика клеточных мембран.	<i>Лекции:</i> Физика клеточных мембран; Термодинамика. Явления переноса; Биопотенциалы <i>Практические занятия:</i> Биопотенциалы. Электропроводность биологических тканей для постоянного тока.
2.	ОК-1, ОПК-7	Электрические поля в биологических организмах	<i>Практические занятия:</i> Электрическое поле; Постоянный электрический ток; Магнитное поле; Физические основы ЭКГ; Гальванизация и электрофорез; Переменный электрический ток; Импеданс биологических тканей; Итоговое занятие по разделу «Электрические поля в биологических организмах»
3.	ОК-1, ОПК-7	Физические основы электромагнитной физиотерапии	<i>Лекции:</i> Действие на биологические ткани токами и электромагнитными полями; Действие на биологические ткани высокочастотными полями <i>Практические занятия:</i> Магнитные свойства вещества. Физические основы магнитотерапии; Переменный низкочастотный и импульсный токи; Низкочастотные электромагнитные воздействия в физиотерапии. Амплипульсотерапия; Высокочастотные электромагнитные воздействия в физиотерапии. УВЧ-терапия и ин-

			дуктотермия; Физические основы действия токов и полей на биологические ткани; Зачетное занятие.
4.	ОК-1, ОПК-7	Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом	<i>Лекции:</i> Рентгеновское излучение; Радиоактивное излучение <i>Практические занятия:</i> Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом; Изучение способности веществ поглощать ионизирующее излучение; Зачетное занятие.

### 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
1	Нормальная физиология	+	+	+	+
2	Патофизиология, клиническая патофизиология.	+	+	+	+

### 3.3. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	СРС	Всего часов
1	2	3	4	5	6
1	Термодинамика. Явления переноса. Физика клеточных мембран.	6	2	6	14
2	Электрические поля в биологических организмах	-	16	6	22
3	Физические основы электромагнитной физиотерапии	4	11	6	21
4	Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом	4	5	6	15
Вид промежуточной аттестации:		зачет		+	
		экзамен			
<b>Итого:</b>		<b>14</b>	<b>34</b>	<b>24</b>	<b>72</b>

### 3.4. Тематический план лекций

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика лекций	Содержание лекций	Трудоемкость (час)	
				3 сем.	4 сем.
1	2	3	4	5	6
1	1	Физика клеточных мембран	Функции и строение биологических мембран (БМ). Физические свойства БМ.	2	
2	1	Термодинамика. Явления переноса.	Законы термодинамики для биологических систем. Явления переноса через БМ.	2	
3	1	Биопотенциалы	Генерация электрических потенциалов на БМ. Мембранные потенциалы.	2	
4	3	Действие на биологические ткани	Электропроводность биологических тканей для постоянного и переменного		2

		токами и электромагнитными полями	токов. Импеданс биологических тканей. Эквивалентная схема. Характеристики импульсных токов. Особенности частотного раздражения тканей импульсными и переменными токами.		
5	3	Действие на биологические ткани высокочастотными полями	Механизм выделения тепла в биологических тканях при воздействии высокочастотными электрическим и магнитным полями. УВЧ-терапия и индуктотермия.		2
6	4	Рентгеновское излучение	Строение рентгеновской трубки. Тормозное и характеристическое рентгеновское излучение. взаимодействие рентгеновского излучения с биологическими тканями.		2
7	4	Радиоактивное излучение	Основные законы радиоактивного распада. Механизм $\alpha$ -, $\beta$ - и $\gamma$ -излучения. Их свойства и характеристики. Дозиметрия. Биологическое действие ионизирующего излучения. Защита от ионизирующего излучения. Использование радиоактивного излучения в медицине.		2
<b>Итого:</b>				<b>6</b>	<b>8</b>

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

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Содержание практических занятий	Трудоемкость (час.)	
				3 сем.	4 сем.
1	2	3	4	5	6
1	2	Электрическое поле	Техника безопасности при работе с электрическим током. Свойства и характеристики электрического поля. Решение задач по теме занятия.	2	
2	2	Постоянный электрический ток	Законы электрического тока. Решение задач по теме занятия.	2	
3	1	Биопотенциалы. Электропроводность биологических тканей для постоянного тока	Применение законов электрического поля и тока для биологических тканей. Биопотенциалы. Решение задач по теме занятия.	2	
4	2	Магнитное поле	Свойства и характеристики магнитного поля. Применение законов магнитного поля для биологических тканей. Решение задач по теме занятия.	2	
5	2	Физические основы ЭКГ	Теория Эйнтховена. Эксперимент: Снятие и количественный анализ ЭКГ	2	
6	2	Гальванизация и электрофорез	Первичное действие постоянного тока на биологические ткани.	2	



			Эксперимент: Принцип работы аппарата для гальванизации и электрофореза «Поток»; измерение подвижности ионов; измерение пороговой плотности тока.		
7	2	Переменный электрический ток	Законы переменного электрического тока. Применение этих законов для описания процессов в биологических тканях.	2	
8	2	Импеданс биологических тканей	Эквивалентная схема. Векторная диаграмма эквивалентной схемы. Дисперсия сопротивлений. Эксперимент: Измерение импеданса биологической ткани.	2	
9	2	Итоговое занятие по разделу «Электрические поля в биологических организмах»	Проверочная работа № 1. Текущее тестирование.	2	
10	3	Магнитные свойства вещества. Физические основы магнитотерапии.	Диа-, пара- и ферромагнетики. Причины образования магнитных полей в биологических организмах. Первичное действие постоянного магнитного поля на биологические ткани. Эксперимент: Исследование формы магнитного поля аппарата «Полюс-1».		2
11	3	Переменный низкочастотный и импульсный токи.	Электрический импульс, импульсный ток. Модулированные токи. Решение задач по теме занятия.		2
12	3	Низкочастотные электромагнитные воздействия в физиотерапии. Амплипульсотерапия.	Первичное действие низкочастотного, импульсного и модулированного токов на биологические ткани. Эксперимент: Исследование формы импульсного тока аппаратов «Амплипульс» и «Дарсонваль».		2
13	3	Высокочастотные электромагнитные воздействия в физиотерапии. УВЧ-терапия и индуктотермия.	Первичное действие высокочастотных электромагнитных факторов на биологические ткани. Эксперимент: Исследование характера нагревания дистиллированной воды и физраствора аппаратами «ИКТ» и «УВЧ»		2
14	3	Физические основы действия токов и полей на биологические ткани	Первичное (физическое) и вторичное (физиологическое) действие электромагнитных факторов на биологические ткани.		2
15	4	Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом	Понятие ионизирующего излучения (ИИ). Закономерности ИИ. Действие ИИ на биологические ткани. Решение задач по теме занятия.		2
16	4	Изучение способ-	Взаимодействие ИИ с веществом. Экс-		2

		ности веществ поглощать ионизирующее излучение	перимент: Проверка закона Малюса, исследование нагрузок в поляризованном свете, определение концентрации раствора сахара при помощи поляризованного света. Проверочная работа № 2.		
17	3, 4	Зачетное занятие.	Промежуточное тестирование. Проверка практических умений. Собеседование.		2
<b>Итого:</b>				<b>18</b>	<b>16</b>

### 3.6. Самостоятельная работа обучающегося

№ п/п	№ семестра	Наименование раздела дисциплины	Виды СРС	Всего часов
1	2	3	4	5
1	3	Термодинамика. Явления переноса. Физика клеточных мембран.	- Подготовка к занятиям - Реферат - Подготовка к тестированию	6
2		Электрические поля в биологических организмах	- Подготовка к занятиям - Оформление отчетов по экспериментальной части практических занятий. - Реферат - Подготовка к тестированию	6
<b>Итого часов в семестре:</b>				<b>12</b>
3	4	Физические основы электромагнитной физиотерапии	- Подготовка к занятиям - Оформление отчетов по экспериментальной части практических занятий. - Реферат - Подготовка к тестированию	6
4		Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом	- Подготовка к занятиям - Оформление отчетов по экспериментальной части практических занятий. - Реферат - Подготовка к тестированию	6
<b>Итого часов в семестре:</b>				<b>12</b>
<b>Всего часов на самостоятельную работу:</b>				<b>24</b>

3.7. Лабораторный практикум – не предусмотрен учебным планом

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 к практическим занятиям по медицинской и биологической физике: учебно-методическое пособие/ Е.В.Луценко, О.Л.Короткова. – Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2018.

2. Сборник тестовых заданий для промежуточного и текущего тестирования

«Физика. Медицинская и биологическая физика. Вопросы тестового контроля: учебно-методическое пособие /Кудрявцев В.А., Короткова О.Л., Саввин В.Н., Шишкин Г.П. – Киров: ФГБОУ ВО Кировская ГМА Минздрава России, 2017»

### 3. Темы рефератов:

- Термодинамика биологических систем.
- Биофизические основы термического воздействия на биологические ткани.
- Транспорт веществ через эпителий.:
- Электронный парамагнитный резонанс и его применение в медицине.
- Ядерный магнитный резонанс и его применение в медицине.
- «Живое электричество» или история применения электрических методов исследования в физиологии и медицине.
- Перспективы нанотехнологий в медицине.

## 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	Медицинская и биологическая физика	А. Н. Ремизов, А. Г. Максина, А. Я. Потпенко	Москва: Дрофа, 2010.	48	
2	Медицинская и биологическая физика	А.Н. Ремизов	Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2016, 2018.	270	Консультант студента
3	Медицинская и биологическая физика	А.Н. Ремизов	Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2013	[Электронный ресурс].	Консультант студента
4	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	40	+

### 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
3	Физика. Медицинская и биологическая физика. Вопросы тестового контроля: учебно-методическое	Кудрявцев В.А., Короткова О.Л., Саввин В.Н., Шишкин Г.П	Киров: ФГБОУ ВО Кировская ГМА Минздрава России, 2017		+

	пособие				
2	Физика: современный курс	В.А. Никеров.	Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016.	[Электронный ресурс].	Университетская библиотека онлайн

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

1. <http://math66.ucoz.ru>
2. <http://www.fepo.ru>
3. <http://www.i-olymp.ru>
4. <http://www.pavlov-iv.ru>
5. Allmath.ru — вся математика в одном месте <http://www.allmath.ru>
6. Exponenta.ru: образовательный математический сайт <http://www.exponenta.ru>
7. Вся элементарная математика: Средняя математическая интернет-школа <http://www.bymath.net>
8. Графики функций <http://graphfunk.narod.ru>
9. Дидактические материалы по информатике и математике <http://comp-science.narod.ru>
10. Задачи по геометрии: информационно-поисковая система <http://zadachi.mccme.ru>
11. Интернет-проект «Задачи» <http://www.problems.ru>
12. Математика on-line: справочная информация в помощь студенту <http://www.mathem.h1.ru>
13. Математика в помощь школьнику и студенту (тесты по математике online) <http://www.mathtest.ru>
14. Решебник.Ru: Высшая математика и эконометрика — задачи, решения <http://www.reshebnik.ru>
15. Сайт элементарной математики Дмитрия Гущина <http://www.mathnet.spb.ru>

#### 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 демонстраций опытов и экспериментальных работ.
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 12.07.2018, лицензии 685В-МУ\05\2018 (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 05.05.2016г.

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 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 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 кафедры 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 лекций. На лекциях излагаются тем дисциплины, предусмотренных 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, зачету, 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:

Электрическое поле

Постоянный электрический ток

Биопотенциалы. Электропроводность биологических тканей для постоянного тока

Магнитное поле

Физические основы действия токов и полей на биологические ткани

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

Электрическое поле

Постоянный электрический ток

Биопотенциалы. Электропроводность биологических тканей для постоянного тока

Магнитное поле

Переменный электрический ток

Магнитное поле.

Переменный низкочастотный и импульсный токи.

Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом

#### - практические занятия с проведением эксперимента по темам:

Физические основы ЭКГ

Гальванизация и электрофорез

Импеданс биологических тканей

Магнитные свойства вещества. Физические основы магнитотерапии

Низкочастотные электромагнитные воздействия в физиотерапии. Амплипульсотерапия.

Высокочастотные электромагнитные воздействия в физиотерапии. УВЧ-терапия и индуктотермия.

Изучение способности веществ поглощать ионизирующее излучение

#### - конференция по темам:

Физические основы действия токов и полей на биологические ткани

### **Самостоятельная работа**

Самостоятельная работа студентов подразумевает подготовку по всем разделам дисциплины «Медицинская и биологическая физика» и включает подготовку к занятиям, написание ре-

фератов, отчетов по экспериментальной части практических занятий, подготовку к тестированию.

Работа с учебной литературой рассматривается как вид учебной работы по дисциплине и выполняется в пределах часов, отводимых на её изучение (в разделе СРС). Ориентиром для изучения по содержанию и объему материала служат вопросы для собеседования по темам занятий и вопросы промежуточного собеседования. 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 устного опроса в ходе занятий (собеседования), решения типовых и ситуационных задач, тестового контроля, выполнения проверочных работ, рефератов.

В конце изучения дисциплины проводится промежуточная аттестация с использованием тестового контроля, проверки практических умений, 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, целесобразное 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 зачет. На зачете 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 по 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 критерий 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.



**Приложение А к рабочей программе дисциплины**

**Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины  
«Медицинская и биологическая физика»**

Специальность 31.05.01 Лечебное дело  
Направленность (профиль) ОПОП – Лечебное дело  
(очная форма обучения)

**Раздел 1. Термодинамика. Явления переноса. Физика клеточных мембран.**

**Тема 1.1. Биопотенциалы. Электропроводность биологических тканей для постоянного тока**

**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 транспорта веществ и поляризации тканей.

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

**Обучающийся должен знать:** Основные закономерности термодинамических процессов в биологических тканях; строение и функции биологических мембран.

**Обучающийся должен уметь:** Объяснять процессы, происходящие в веществе и биологической ткани на основе транспорта веществ через мембраны клеток и мембранные потенциалы.

**Обучающийся должен владеть:** Математической и физической терминологией. Математическим и физическим аппаратом для обработки, анализа и интерпретации полученных экспериментальных данных. 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 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 Нерста?

**2. Практическая работа на занятии**

**2.1. Выполнение практических заданий (решение задач) под руководством преподавателя:**

1. В электрическом поле точечного заряда  $0,3\text{нКл}$  на расстоянии  $1\text{м}$  от него находится диполь с дипольным моментом  $2 \cdot 10^{-28}$  (Кл·м). Найдите максимальный момент силы, действующий на диполь в вакууме.
2. Найдите потенциал поля, созданного диполем в точке А, удаленной на расстояние  $r = 0,5\text{м}$  в направлении под углом  $\alpha = 30^\circ$  относительно электрического момента  $p$  диполя. Среда-вода. Диполь образован зарядами  $q = 2 \cdot 10^{-7}$  Кл, расположенными на расстоянии  $l = 0,5\text{см}$ .
3. Определить потенциал покоя клетки при температуре  $20^\circ\text{C}$ , если отношение концентраций ионов калия в клетке и окружающей среде равно 10:1.

**2.2. Самостоятельная групповая работа с контролем (проверкой) выполнения задания:**

4. Потенциал покоя скелетной мышцы равен 88 мВ. Определить отношение концентраций ионов ка-

лия внутри мышечного волокна и во внешней среде. Температуру тела человека считать равной  $37^{\circ}\text{C}$ .

5. Рассчитайте потенциал покоя гигантского аксона кальмара, если известно, что концентрация ионов натрия снаружи равна  $440\text{ мМ}$ , а внутри его  $49\text{ мМ}$  (температура равна  $20^{\circ}\text{C}$ ).

### 2.3. Индивидуальная самостоятельная работа (отработка практических навыков):

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.
3. Определите равновесный мембранный потенциал, создаваемый на бислойной липидной мембране ионами калия при температуре  $20^{\circ}\text{C}$ , если концентрация калия с одной стороны мембраны равна  $10^{-3}\text{ М}$ , а с другой –  $10^{-5}\text{ М}$ .

1.

### 2.4. Решение ситуационных задач:

4. Определите время, в течение которого устанавливается равновесная концентрация эритрола в клетке, если объем клетки  $70\text{ мкм}^3$ , коэффициент проницаемости  $13\text{ мкм/с}$ , а площадь поверхности мембраны клетки  $43\text{ мкм}^2$ .

### **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

1. Что такое электрический ток, условия необходимые для его существования?
2. Закон Ома для участка цепи.
3. Закон Ома для полной цепи.
4. Закон Джоуля-Ленца.
5. Свойства биологической ткани как электропроводящей среды.
6. Чем объясняется нарушение закона Ома при прохождении постоянного тока через биологическую ткань?
7. С чем связывают первичное действие постоянного тока?
8. Почему у анода и катода возбудимость клетки разная?

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

*1. Основу структуры биологических мембран составляют:*

- 1). слой белков
- 2). углеводы
- 3). двойной слой фосфолипидов \*
- 4). аминокислоты
- 5). двойная спираль ДНК.

*2. Современное представление о строении биологических мембран – это*

- 1). жидкомозаичная модель Никольсона и Синджера \*
- 2). «бутербродная модель»
- 3). монослой фосфолипидов.

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

- 1). конденсатор \*
- 2). катушка индуктивности
- 3). резистор
- 4). диод
- 5). транзистор.

4. Диффузия – самопроизвольный процесс переноса частиц вещества
- 1). из области большей концентрации в область меньшей концентрации \*
  - 2). из одной точки пространства в другую под действием градиента потенциала
  - 3). из области меньшей концентрации в область большей концентрации
5. Облегченная диффузия веществ через мембрану
- 1). происходит с участием молекул-переносчиков \*
  - 2). происходит с затратой энергии
  - 3). происходит за счет градиента давления
6. Активный транспорт ионов осуществляется за счет:
- 1). энергии гидролиза макроэргических связей АТФ \*
  - 2). процессов диффузии ионов через мембраны
  - 3). переноса ионов через мембрану с участием молекул-переносчиков
  - 4). латеральной диффузии молекул в мембране
  - 5). электродиффузии ионов.
7. Основной вклад в формирование мембранного потенциала покоя вносят ионы
- 1). водорода, кальция и хлора
  - 2). натрия, калия и хлора \*
  - 3). натрия, кальция и хлора.
8. Перенос вещества через клеточную мембрану может происходить без затраты энергии клетки (пассивный транспорт) и за счет энергии, выделяемой в клетке молекулами АТФ (активный транспорт). Диффузия молекул и ионов против электрохимического градиента
- 1). относится к пассивному транспорту
  - 2). относится к активному транспорту\*
  - 3). в клетках не происходит.
9. Какой знак имеет разность потенциалов между внутренней и наружной поверхностями клеточных мембран в состоянии покоя?
- 1). положительный
  - 2). отрицательный\*
  - 3). разность потенциалов равна нулю.
10. Какие ионы вносят вклад в создание потенциала покоя клеточных мембран?
- 1). ионы  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$
  - 2). ионы  $\text{K}^+$  и  $\text{Cl}^-$
  - 3). ионы  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  и  $\text{Cl}^-$
  - 4). ионы  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$  и  $\text{Ca}^{2+}$ .\*
11. В состоянии возбуждения внутренняя поверхность мембраны относительно внешней
- 1). имеет отрицательный потенциал
  - 2). имеет положительный потенциал \*
  - 3). электронейтральна.
12. Какое трансмембранное перераспределение ионов  $\text{K}^+$  и  $\text{Na}^+$  характерно для начального момента развития потенциала действия?
- 1). активное проникновение ионов  $\text{K}^+$  внутрь клетки
  - 2). активное проникновение ионов  $\text{Na}^+$  внутрь клетки\*
  - 3). активный выброс ионов  $\text{K}^+$  из клетки
  - 4). активный выброс ионов  $\text{Na}^+$  из клетки.
13. Какой знак имеет разность потенциалов между внутренней и наружной поверхностями клеточных мембран в состоянии возбуждения?
- 1). положительный\*
  - 2). отрицательный
  - 3). разность потенциалов равна нулю.
14. Биопотенциалами называют
- 1). импульсы, возникающие при возбуждении в нервных тканях
  - 2). импульсы, возникающие при возбуждении в мышечных тканях
  - 3). разность потенциалов между любыми точками живой биологической ткани\*
  - 4). разность потенциалов между наружной и внутренней поверхностями клеточной мембраны.
15. Наличие в биологических мембранах емкостных свойств подтверждается тем, что
- 1). сила тока опережает по фазе приложенное напряжение\*
  - 2). сила тока отстает по фазе от приложенного напряжения
  - 3). сила тока совпадает по фазе с приложенным напряжением.

#### 4) Выполнить практические задания:

1. Определить потенциал покоя клетки при температуре  $20^{\circ}\text{C}$ , если отношение концентраций ионов калия в клетке и окружающей среде равно 10:1.
2. Потенциал покоя скелетной мышцы равен 88 мВ. Определить отношение концентраций ионов калия внутри мышечного волокна и во внешней среде. Температуру тела человека считать равной  $37^{\circ}\text{C}$ .
3. Рассчитайте потенциал покоя гигантского аксона кальмара, если известно, что концентрация ионов натрия снаружи равна 440 мМ, а внутри его 49 мМ (температура равна  $20^{\circ}\text{C}$ ).

#### 5) Написать реферат:

- Термодинамика биологических систем.
- Биофизические основы термического воздействия на биологические ткани.
- Транспорт веществ через эпителий.

2.

#### **Рекомендуемая литература**

##### **Основная литература**

- 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", 2013, 2016, 2018.
- Луценко Е.В., Короткова О.Л.. Руководство к практическим занятиям по медицинской и биологической физике: учебно-методическое пособие. - Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2018

##### **Дополнительная литература**

- А.Н. Ремизов, А.Г. Максина Медицинская и биологическая физика: сборник задач. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2014
- Физика. Медицинская и биологическая физика. Вопросы тестового контроля: учебно-методическое пособие/Кудрявцев В.А., Короткова О.Л., Саввин В.Н., Шишкин Г.П. - Киров: ФГБОУ ВО Кировская ГМА Минздрава России, 2017
- В.А. Никеров. Физика: современный курс. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016.

## **Раздел 2. Электрические и магнитные поля в биологических организмах**

### **Тема 2.1: Электрическое поле**

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

**Задачи:** Освоить следующие вопросы: Поле, созданное диполем. Диполь во внешнем поле. Поляризация биологических тканей. Физические основы ЭКГ. Биопотенциалы. Токовый диполь. Физические основы ЭКГ.

**Обучающийся должен знать:** Основные закономерности теории электростатического поля и его характеристики. Процессы поляризации веществ в электрическом поле; Особенности поведения и поляризации биологической ткани в электрическом поле; Физические основы ЭКГ.

**Обучающийся должен уметь:** Объяснять процессы, происходящие в веществе и биологической ткани под действием постоянного электрического поля; Строить электрическое поле сердечного диполя.

**Обучающийся должен владеть:** Математической и физической терминологией. Математическим и физическим аппаратом для обработки, анализа и интерпретации полученных экспериментальных данных. Навыками работы со справочной и инструктивной литературой.

### **Самостоятельная аудиторная работа студентов**

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

1. Электростатическое поле и его силовая характеристика - напряженность. Принцип суперпозиции электрических полей.
2. Графическое представление электрических полей с помощью линий напряженности.
3. Энергетическая характеристика электрического поля – потенциал. Принцип суперпозиции для потенциала.
4. Электрическая емкость. Плоский конденсатор.

5. Диэлектрик в электрическом поле. Механизмы поляризации диэлектрика.

## **2. Практическая работа на занятии**

### **2.1. Выполнение практических заданий (решение задач) под руководством преподавателя:**

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. 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.

### **2.2. Самостоятельная групповая работа с контролем (проверкой) выполнения задания:**

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  $q_2$ .

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.

### **2.3. Индивидуальная самостоятельная работа (отработка практических навыков):**

1. 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?

2. 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.

## **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**

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

### **3) Выполнить практические задания:**

1. 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.
2. 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.
3. 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?
4. Определите толщину диэлектрика конденсатора, емкость которого 1400 пФ, площадь перекрывающих друг друга пластин  $1,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$ . Диэлектрик — слюда ( $\epsilon = 6$ ).
5. На пластины плоского конденсатора, расстояние между которыми  $l = 3$  см, подано напряжение  $U = 1$  кВ. Пространство между пластинами заполнено кровью. Найдите поверхностную плотность связанных зарядов. Диэлектрическая проницаемость крови смотри в справочных таблицах.

## **Рекомендуемая литература**

### **Основная литература**

- 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", 2013, 2016, 2018.
- Луценко Е.В., Короткова О.Л.. Руководство к практическим занятиям по медицинской и биологической физике: учебно-методическое пособие. - Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2018

#### **Дополнительная литература**

- А.Н. Ремизов, А.Г. Максина Медицинская и биологическая физика: сборник задач. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2014
- Физика. Медицинская и биологическая физика. Вопросы тестового контроля: учебно-методическое пособие/Кудрявцев В.А., Короткова О.Л., Саввин В.Н., Шишкин Г.П. - Киров: ФГБОУ ВО Кировская ГМА Минздрава России, 2017
- В.А. Никеров. Физика: современный курс. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016.

## **Раздел 2. Электрические и магнитные поля в биологических организмах**

### **Тема 2.2: Постоянный электрический ток.**

**Цель:** Изучить: Законы постоянного тока. Электропроводность диэлектриков и электролитов. Электропроводность биологических тканей и жидкостей при постоянном токе.

Освоить физические основы гальванизации и электрофореза.

#### **Задачи:**

- повышение уровня теоретической подготовки студентов;
- умение использовать статистические методы для обработки и анализа данных медико-биологических исследований;
- понимание смысла физических явлений, происходящих в живом организме;
- умение разобраться в принципах работы и устройстве физических приборов и аппаратов, применяемых в современной медицине;
- обучение студентов технике безопасности при работе с медицинским оборудованием.

**Обучающийся должен знать:** Характеристики электрического тока. Законы постоянного тока. Особенности электропроводности биологических тканей для постоянного тока. Способы применения основных закономерностей электродинамики для решения практических задач.

**Обучающийся должен уметь:** Объяснять процессы, происходящие в веществе и биологической ткани под действием постоянного тока; Рассчитывать элементы электрических цепей; Проводить лабораторный эксперимент.

**Обучающийся должен владеть:** Математической и физической терминологией. Математическим и физическим аппаратом для обработки, анализа и интерпретации полученных экспериментальных данных. 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. Практическая работа на занятии**

##### **2.1. Выполнение практических заданий (решение задач) 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. ЭДС батарейки карманного фонарика равна 3,7 В, внутреннее сопротивление 1,5 Ом. Батарейка за-

мкнута на сопротивление 11,7 Ом. Каково напряжение на зажимах батарейки?

### 2.2. Самостоятельная групповая работа с контролем (проверкой) выполнения задания:

4. 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.
5. При сухой коже сопротивление между ладонями рук может достигать значения  $R=10^5$  Ом, а при влажных ладонях это сопротивление существенно меньше ( $R=1000$  Ом). Оцените ток, который пройдет через тело человека при контакте с электросетью напряжением  $U=220$  В. Сравните этот ток со значениями порогов ощутимого и неотпускающего токов, если частота тока равна  $\nu=50$  Гц.

### 2.3. Индивидуальная самостоятельная работа (отработка практических навыков):

6. Между двумя электродами, к которым приложено постоянное напряжение  $U=36$  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  $l_1=0,3$  мм, толщина внутренней ткани  $l_2=9,4$  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  $1000$  Ом/см<sup>2</sup>, а при возбуждении снижается до  $25$  Ом/см<sup>2</sup>. Во сколько раз при этом увеличивается проводимость мембраны?

### 2.4. Решение ситуационных задач:

8. Ионофорез применяется для введения лекарственных веществ в тело человека. Определить, какое количество ионов йода будет введено больному за 10 мин при плотности тока  $0,05$  мА/см<sup>2</sup> с электрода площадью  $5$  см<sup>2</sup>.
9. 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?
10. Мощность, потребляемая аппаратом гальванизации АГН-1, равна 35 Вт. Определить КПД аппарата, если максимальное напряжение в терапевтической цепи при сопротивлении 500 Ом составляет 50 В.

### **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

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.

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

1. В СИ единицей потенциала является:

- 1)  $1 \Phi$
- 2)  $1 A$
- 3)  $1 B$
- 4)  $1 Дж$

2. В СИ единица емкости называется:

- 1) *Фарад*
- 2) *Ампер*
- 3) *Тесла*
- 4) *Генри*

3. Среди перечисленных ниже единиц физических величин выберите наименование единицы сопротивления в СИ:

- 1) *Вольт*
- 2) *Ом*

3) *Тесла*

4) *Ватт*

4. Единица электродвижущей силы  $E$  в СИ называется:

1) *Ньютон*

2) *Вольт*

3) *Джоуль*

4) *Ватт*

5. Единицей работы тока в СИ является:

1) *1 Н*

2) *1 А*

3) *1 Дж*

4) *1 Вт*

6. Как называется единица индукции магнитного поля в СИ?

1) *Тесла*

2) *Вебер*

3) *Генри*

4) *Ватт*

7. Среди перечисленных ниже единиц физических величин выберите наименование единицы индуктивности СИ:

1) *Тесла*

2) *Вебер*

3) *Генри*

4) *Ватт*

8. Единицей мощности тока в СИ является:

1) *1 Н*

2) *1 А*

3) *1 Дж*

4) *1 Вт*

9. Выберите единицу измерения электрической постоянной:

1)  *$\Phi \cdot м$*

2) *Н/Кл*

3) *м/Φ*

4) *Кл/(В·м)*

10. Единицей диэлектрической проницаемости в СИ является:

1) *1 Н*

2) *1 А*

3) *1 Φ*

4) *безразмерная величина*

1. По какой из приведенных ниже формул можно рассчитать в СИ модуль напряженности электростатического поля точечного заряда  $q$ , находящегося в однородном изотропном диэлектрике?



$$E = Fq$$



$$E = kq/r$$



$$E = q/(4\pi\epsilon\epsilon_0 r)$$



$$E = q/(\epsilon\epsilon_0 S)$$

2. По какой из приведенных ниже формул можно рассчитать в СИ потенциал электростатического поля точечного заряда  $q$ , находящегося в однородном изотропном диэлектрике?



$$\Phi = q/(4\pi\epsilon_0 r)$$



$$\Phi = kq/r^2$$



$$\Phi = q/(4\pi\epsilon\epsilon_0 r)$$



$$\Phi = E(d_1 - d_2)$$

3. Емкость батареи, состоящей из двух конденсаторов, соединенных параллельно, определяется по фор-



муле:

$C = C_1 + C_2$

$C = C_1 - C_2$

$C = C_1 C_2 / (C_1 + C_2)$

$C = (C_1 + C_2) / 2$

4. Емкость плоского конденсатора, пространство между обкладками которого заполнено диэлектриком с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$ , в СИ определяется по формуле:

$C = 2q/U$

$C = \epsilon \epsilon_0 S / d$

$C = \epsilon S / d$

$C = \epsilon S / 2d$

5. По какой из приведенных ниже формул можно рассчитать плотность энергии электростатического поля  $w$  заряженного конденсатора?

$w = q^2 / (2\epsilon \epsilon_0 S^2)$

$w = 2qE/S$

$w = \epsilon \epsilon_0 E^2 / 2$

$w = E^2 / (2\epsilon \epsilon_0)$

6. По какой из приведенных ниже формул можно рассчитать удельное сопротивление металлического проводника  $\rho$  при температуре  $t$ , если его сопротивление при температуре  $0^\circ\text{C}$  равно  $\rho_0$ ?

$\rho = \rho_0(1 - \alpha t)$

$\rho = \rho_0(1 + \alpha t)$

$\rho = \rho_0 / (1 + \alpha t)$

$\rho = \rho_0 / (1 + \alpha t^2)$

7. Какая из приведенных ниже формул является математическим выражением закона Ома для однородного участка цепи?

$I = U/R$

$I = E/(R + r)$

$I = (\Delta\Phi + E)/(R + r)$

$I = E/r$

8. По какой из приведенных ниже формул можно рассчитать тепловую мощность тока  $P$  на внешнем участке цепи?

$P = A/\Delta t$

$P = UI$

$P = I^2 R$

$P = IE - I^2 R$

9. По какой из приведенных ниже формул можно рассчитать модуль силы Ампера  $F$ ?

$F = qE$

$F = qvB \sin \alpha$

$F = IB \sin \alpha$

$F = kq_1 q_2 / r^2$

10. По какой из приведенных ниже формул можно рассчитать модуль индукции магнитного поля  $B$  длинного прямолинейного проводника с током  $I$ , который находится в вакууме?

- $B = \mu_0 I / r$
- $B = \mu_0 I / (2\pi r)$
- $B = \mu_0 I / (2\pi r)$
- $B = \mu_0 I / (\pi r)$

#### 4) Выполнить практические задания:

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 (произошёл «пробой на корпус»). Найдите напряжение, которое будет на теле человека, и протекающий через него ток, если:
  - а) аппарат не заземлён;
  - б) аппарат заземлён 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  $R = 500\text{Ом}$ .

#### 5) Написать реферат

- «Живое электричество» или история применения электрических методов исследования в физиологии и медицине.

### Рекомендуемая литература

#### Основная литература

- 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", 2013, 2016, 2018.
- Луценко Е.В., Короткова О.Л.. Руководство к практическим занятиям по медицинской и биологической физике: учебно-методическое пособие. - Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2018

#### Дополнительная литература

- А.Н. Ремизов, А.Г. Максина Медицинская и биологическая физика: сборник задач. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2014
- Физика. Медицинская и биологическая физика. Вопросы тестового контроля: учебно-методическое пособие/Кудрявцев В.А., Короткова О.Л., Саввин В.Н., Шишкин Г.П. - Киров: ФГБОУ ВО Кировская ГМА Минздрава России, 2017
- В.А. Никеров. Физика: современный курс. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016.

## Раздел 2. Электрические и магнитные поля в биологических организмах

### Тема 2.3. Магнитное поле

**Цель:** Способствовать изучению основных свойств и характеристик магнитных полей.

Познакомиться с физическими основами воздействия на биологические объекты постоянного и низкочастотного магнитного поля.

#### Задачи:

1. Рассмотреть основные свойства магнитных полей.
2. Изучить основные характеристики магнитных полей и влияние на них параметров среды.
3. овладеть методами решения типовых задач по данной теме.

#### Обучающийся должен знать:

1. до изучения темы: Определение и свойства магнитного поля. Характеристики магнитного поля.

2. после изучения темы: Способы применения основных закономерностей магнитных полей для решения

практических задач.

**Обучающийся должен уметь:**

1. Объяснять процессы, происходящие в веществе и биологической ткани под действием постоянного и переменного магнитного поля;
2. Применять основные закономерности магнитных полей для решения практических задач.

**Обучающийся должен владеть:** Математической и физической терминологией. Математическим и физическим аппаратом для обработки, анализа и интерпретации полученных экспериментальных данных. 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?
6. Что называется магнитным потоком?
7. В чем заключается явление магнитной индукции? Сформулируйте закон электромагнитной индукции.

#### 2. Практическая работа на занятии

##### 2.1. Выполнение практических заданий (решение задач) 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. Самостоятельная групповая работа с контролем (проверкой) выполнения задания:

3. Определите магнитный момент соленоида при токе 0,3А, если число витков 500, а площадь витка 20см<sup>2</sup>.
4. Определите работу при перемещении на 50 см проводника длиной 20см, по которому течет ток 10А, в однородном магнитном поле с индукцией 0,7Тл.

##### 2.3. Индивидуальная самостоятельная работа (отработка практических навыков):

5. Проволочное кольцо радиусом 3см находится в однородном магнитном поле напряженностью 10<sup>5</sup>А/м. Плоскость кольца составляет угол 30° с линиями напряженности. Вычислите магнитный поток, пронизывающий кольцо. Окружающая среда – воздух.
6. 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.

##### 2.4.Решение ситуационных задач:

7. 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?
8. Какова энергия магнитного поля в катушке длиной 50см, имеющей 1000 витков диаметром 20см, если по ней протекает ток силой 2мА? Найдите объемную плотность энергии.

### Самостоятельная внеаудиторная работа студентов

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

1. Что такое магнитное поле?
2. Назовите источники магнитного поля.

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

### 3) Выполнить практические задания:

1. По катушке длиной 20см и диаметром 3см, имеющей 400 витков, течет ток силой 2а. найти индуктивность катушки и магнитный поток, пронизывающий сечение катушки.
2. За 5мс в соленоиде, содержащем 500 витков провода, магнитный поток равномерно убывает с 7 до 3мВб. Найти ЭДС индукции в проводнике.
3. 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.

### 4) Написать реферат

- Геомагнитное поле Земли
- Влияние магнитных полей на биологические ткани
- Влияние магнитного поля Солнца на жизнь на Земле.
- Ядерный магнитный резонанс и его применение в медицине.

## Рекомендуемая литература

### Основная литература

- 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", 2013, 2016, 2018.
- Луценко Е.В., Короткова О.Л.. Руководство к практическим занятиям по медицинской и биологической физике: учебно-методическое пособие. - Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2018

### Дополнительная литература

- А.Н. Ремизов, А.Г. Максина Медицинская и биологическая физика: сборник задач. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2014
- Физика. Медицинская и биологическая физика. Вопросы тестового контроля: учебно-методическое пособие/Кудрявцев В.А., Короткова О.Л., Саввин В.Н., Шишкин Г.П. - Киров: ФГБОУ ВО Кировская ГМА Минздрава России, 2017
- В.А. Никеров. Физика: современный курс. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016.

## Раздел 2. Электрические и магнитные поля в биологических организмах

### Тема 2.4. Физические основы ЭКГ

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

**Задачи:** Освоить следующие вопросы: Поле, созданное диполем. Диполь во внешнем поле. Поляризация биологических тканей. Биопотенциалы. Токовый диполь. Физические основы ЭКГ

**Обучающийся должен знать** Основные закономерности теории электростатического поля и его характеристики. Процессы поляризации веществ в электрическом поле; Особенности поведения и поляризации биологической ткани в электрическом поле; Физические основы ЭКГ.

**Обучающийся должен уметь** Объяснять процессы, происходящие в веществе и биологической ткани под действием постоянного электрического поля; Строить электрическое поле сердечного диполя.

**Обучающийся должен владеть** Математической и физической терминологией. Математическим и физическим аппаратом для обработки, анализа и интерпретации полученных экспериментальных данных. Навыками работы со справочной и инструктивной литературой.

### Самостоятельная аудиторная работа студентов

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

1. Что называется электрокардиографией?
2. Задачи ЭКГ.
3. Механизм формирования ЭКГ в стандартных отведениях.
4. Физические характеристики электрокардиограммы.
5. Как определить длительность сердечного цикла, сердечный (систолический) индекс, частоту сердечных сокращений?
6. Графический метод определения оси сердца.
7. Аналитический метод определения оси сердца.
8. Почему при снятии ЭКГ необходимо заземлять регистрирующий прибор?
9. Почему перед снятием ЭКГ необходимо проводить калибровку прибора?
10. Порядок работы при снятии ЭКГ.
11. Принцип работы кардиомонитора и электрокардиографа?

#### 2. Практическая работа на занятии

##### 2.1. Выполнение практических заданий (решение задач) под руководством преподавателя:

1. 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. Самостоятельная групповая работа:

**Задание:** Провести обработку электрокардиограммы.

**Приборы и принадлежности:** Электрокардиограф.

#### 12. 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 чувствительности 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.
 
$$U = h/S \quad (6)$$
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	τ, 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. Индивидуальная самостоятельная работа (отработка практических навыков):

4. 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 (сравните с задачей 1).

### 2.4. Решение ситуационных задач:

3. 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

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

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

#### **1. Во время фазы деполяризации**

- 1) заряд мембраны снижается до 0
- 2) положительный заряд на внутренней стороне мембраны меняется на отрицательный
- 3) увеличивается отрицательный заряд на внутренней стороне мембраны
- 4) заряд на мембране изменяется, но к концу этой фазы восстанавливается на уровне покоя
- 5) отрицательный заряд на внутренней стороне мембраны меняется на положительный

#### **2. Во время фазы реполяризации**

- 1) заряд мембраны снижается до 0

- 2)положительный заряд на внутренней стороне мембраны меняется на отрицательный
- 3)увеличивается отрицательный заряд на внутренней стороне мембраны
- 4)заряд на мембране изменяется, но к концу этой фазы восстанавливается на уровне покоя
- 5)отрицательный заряд на внутренней стороне мембраны меняется на положительный
- 6)происходит восстановление исходного мембранного потенциала покоя.

### 3.Во время фазы инверсии

- 1)заряд мембраны снижается до 0
- 2)положительный заряд на внутренней стороне мембраны меняется на отрицательный
- 3)увеличивается отрицательный заряд на внутренней стороне мембраны
- 4)заряд на мембране изменяется, но к концу этой фазы восстанавливается на уровне покоя
- 5)отрицательный заряд на внутренней стороне мембраны меняется на положительный
- 6)происходит восстановление исходного мембранного потенциала покоя.

### 4.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
- 4)пропорциональна проекции вектора дипольного момента сердца на ось отведения (сторону треугольника Эйнтховена)
- 5)нет правильного ответа

### 5.Разность потенциалов в вершинах треугольника Эйнтховена пропорциональна (указать неверное)

- 1)дипольному моменту
- 2)проекции вектора дипольного момента на сторону треугольника Эйнтховена

### 6.Согласно теории Эйнтховена, разность потенциалов, регистрируемая в каждом из отведений ЭКГ, меняется во времени вследствие

- 1)изменения момента электростатического диполя
- 2)изменения момента токового диполя
- 3)изменения положения диполя
- 4)изменения направления и величины вектора дипольного момента токового диполя сердца

### 7.Нормальная частота сердечных сокращений лежит в пределах

- 1)60 - 120 Гц
- 2)1 – 2 Гц

### 8.Максимальный градиент потенциала электрического поля имеет место

- 1)вдоль эквипотенциалей
- 2)вдоль линий напряжённости
- 3)перпендикулярно силовым линиям

### 9.Определите минимальное число отведений (с учётом полярности) в которых нужно измерить разность потенциалов, чтобы определить положение диполя?

- 1)одно
- 2)два
- 3)три
- 4)четыре

### 10.Если в треугольнике Эйнтховена $U_{AB}=0$ , то

- 1) $U_{AC} = U_{BC}$
- 2) $U_{AC} > U_{BC}$
- 3) $U_{AC} < U_{BC}$

### 11.Максимальное значение ЭКГ принимает в тот момент, когда вектор дипольного момента располагается

- 1)параллельно линии отведения
- 2)перпендикулярно линии отведения
- 3)под углом  $60^\circ$
- 4)под углом  $45^\circ$

### 12.Минимальное значение ЭКГ принимает в тот момент, когда вектор дипольного момента располагается

- 1)параллельно линии отведения
- 2)перпендикулярно линии отведения
- 3)под углом  $60^\circ$

4) под углом  $45^\circ$

4) Написать реферат

- Методы электрографии, применяемые в клинических исследованиях
- История электрографии

**Рекомендуемая литература**

**Основная литература**

- 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", 2013, 2016, 2018.
- Луценко Е.В., Короткова О.Л.. Руководство к практическим занятиям по медицинской и биологической физике: учебно-методическое пособие. - Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2018

**Дополнительная литература**

- А.Н. Ремизов, А.Г. Максина Медицинская и биологическая физика: сборник задач. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2014
- Физика. Медицинская и биологическая физика. Вопросы тестового контроля: учебно-методическое пособие/Кудрявцев В.А., Короткова О.Л., Саввин В.Н., Шишкин Г.П. - Киров: ФГБОУ ВО Кировская ГМА Минздрава России, 2017
- В.А. Никеров. Физика: современный курс. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К<sup>о</sup>», 2016.

**Раздел 2. Электрические и магнитные поля в биологических организмах**

**Тема 2.5. Гальванизация и электрофорез**

**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 алгоритмы подхода к рассмотрению изучаемых вопросов

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

**Обучающийся должен знать** Основные понятия, определения, закономерности явлений, изучаемых в данной теме

Алгоритмы решения типовых ситуационных задач.

**Обучающийся должен уметь** Решать типовые ситуационные задачи по рассмотренным алгоритмам.

Пользоваться инструкциями для описания практической работы с лабораторной и медицинской аппаратурой.

**Обучающийся должен владеть** Навыками самостоятельной работы с учебной и инструктивной литературой.

Навыками изложения изучаемого материала в письменной и устной форме.

**Самостоятельная аудиторная работа студентов**

**1. Ответить на вопросы по теме занятия:**

1. Что такое электрический ток? Какой ток называется постоянным, а какой переменным?
2. Опишите первичное действие постоянного тока на биологическую ткань.
3. Что называется подвижностью ионов? От чего она зависит?
4. Что такое поляризация диэлектрика? Опишите механизмы электронной, ориентационной, ионной, макроструктурной и электролитической поляризации.
5. Какие физико-химические действия лежат в основе *физиологической реакции на организм* постоянного тока?
6. Объясните изменение возбудимости клеток в анодной и катодной области. Почему катод можно назвать активным электродом?
7. Охарактеризуйте ток при гальванизации.
8. Что называется электрофорезом? Объясните правило ввода ионов с электродов.
9. Опишите функции блоков в блок-схеме аппарата «Поток-1».
10. Дайте обоснование последовательности выпрямления тока аппаратом «Поток-1».



## **2. Практическая работа на занятии**

### **2.1. Выполнение практических заданий (решение задач) под руководством преподавателя:**

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.

### **2.2. Самостоятельная групповая работа с контролем (проверкой) выполнения задания:**

**Задание 1.** Изучить подвижность ионов  $MnO_4^-$ .

**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  $KMnO_4$ , фильтровальная бумага, ножницы, предметное стекло, пинцет, провода, электроды.

### **2.3. Решение ситуационных задач:**

1. 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.
2. Напряжение сети, питающей медицинский аппарат, равно  $U = 220В$ . Человек находится на земле (на полу) и касается корпуса аппарата. Сопротивление тела человека равно  $R_{тч} = 1000Ом$ . Сопротивление между проводником и человеком (через землю) равно  $R_{пр} = 5кОм$ . 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: а), аппарат не заземлён; б) аппарат заземлён и сопротивление заземления равно  $R_3 = 4Ом$ . Сопоставьте полученные данные со значениями порога ощутимого тока и порога неотпускающего тока.

### **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
  - Что такое электрический ток, условия необходимые для его существования?
  - Закон Ома для участка цепи.
  - Закон Ома для полной цепи.
  - Закон Джоуля-Ленца.
  - Свойства биологической ткани как электропроводящей среды.
  - Чем объясняется нарушение закона Ома при прохождении постоянного тока через биологическую ткань?
  - С чем связывают первичное действие постоянного тока?
  - Почему у анода и катода возбудимость клетки разная?
  - Для чего необходимо иметь сведения о подвижности различных ионов? От чего она зависит? Как ее можно изменить?
  - Какие процессы происходят в организме при пропускании постоянного тока?
  - Каковы меры безопасности?
  - Какое влияние оказывает прохождение постоянного тока на возбудимость клеток и почему?
  - Какова реакция клетки на локальные изменения мембранного потенциала?
  - Что происходит при лечебном электрофорезе?
  - Как устроен аппарат для гальванизации? Объяснить назначение отдельных элементов его принципиальной схемы.
  - Как устроен полупроводниковый диод и каким свойством он обладает?
  - Каким свойством обладает выпрямитель, собранный по мостовой схеме?
  - Каким свойством обладает сглаживающий фильтр, содержащий конденсаторы?
  - Что такое подвижность иона, от чего она зависит и как ее определить?
- 3) Проверить свои знания с использованием тестового контроля :
  1. 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

**2.Терапевтический метод, в котором воздействием на человека фактором является постоянный электрический ток, называется**

- 1) методом индуктотермии
- 2) методом УВЧ – терапии
- 3) методом диатермии
- 4) методом гальванизации

**3.В электрофизиотерапии применяются**

- 1) переменные токи высокой частоты
- 2) постоянные токи
- 3) импульсные токи и переменные токи низкой частоты
- 4) все перечисленные виды токов

**4.Раздражающее действие на организм человека оказывает**

- 1) переменный ток высокой частоты
- 2) постоянный ток
- 3) ток низкой частоты
- 4) все перечисленные виды токов

**5.Проводимость биологических тканей является**

- 1) электронной
- 2) дырочной
- 3) ионной
- 4) электронно-дырочной

**Рекомендуемая литература**

**Основная литература**

- 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", 2013, 2016, 2018.
- Луценко Е.В., Короткова О.Л.. Руководство к практическим занятиям по медицинской и биологической физике: учебно-методическое пособие. - Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2018

**Дополнительная литература**

- А.Н. Ремизов, А.Г. Максина Медицинская и биологическая физика: сборник задач. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2014
- Физика. Медицинская и биологическая физика. Вопросы тестового контроля: учебно-методическое пособие/Кудрявцев В.А., Короткова О.Л., Саввин В.Н., Шишкин Г.П. - Киров: ФГБОУ ВО Кировская ГМА Минздрава России, 2017
- В.А. Никеров. Физика: современный курс. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016.

**Раздел 2. Электрические и магнитные поля в биологических организмах**

**Тема 2.6. Переменный электрический ток.**

**Тема 2.7. Импеданс 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 алгоритмы подхода к рассмотрению изучаемых вопросов

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

**Обучающийся должен знать** Основные понятия, определения, закономерности явлений, изучаемых в данной теме

Алгоритмы решения типовых ситуационных задач.

**Обучающийся** Решать типовые ситуационные задачи по рассмотренным алгоритмам.

<b>должен уметь</b>	Пользоваться инструкциями для описания практической работы с лабораторной и медицинской аппаратурой.
<b>Обучающийся</b>	Навыками самостоятельной работы с учебной и инструктивной литературой.
<b>должен владеть</b>	Навыками изложения изучаемого материала в письменной и устной форме.

### Самостоятельная аудиторная работа студентов

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

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.

#### 2. Практическая работа на занятии

##### 2.1. Выполнение практических заданий (решение задач) под руководством преподавателя:

1. Мгновенное значение напряжения синусоидального тока для фазы  $\pi/6$  равно 150В. Каковы амплитудное и эффективное значения напряжения?
2. 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.
3. 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. Самостоятельная групповая работа с контролем (проверкой) выполнения задания:

8. **Задание.** 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.

##### 2.3. Индивидуальная самостоятельная работа (отработка практических навыков):

4. 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?
5. 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  $60^\circ$ .

##### 2.4. Решение ситуационных задач:

1. 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?

2. 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.

### 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

- 1) Переменный электрический ток:
  - a. определение,
  - b. закон изменения силы тока и напряжения,
  - c. амплитудное и действующее значение тока, связь между ними.
- 2) 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.
- 3) Виды сопротивлений в биологической ткани при прохождении электрического тока:
  - a. Чем обусловлены емкостные свойства биотканей?
  - b. Чем обусловлены резистивные свойства биотканей?
- 4) Дайте описание эквивалентной электрической схемы биологической ткани. Дайте обоснование основным элементам эквивалентной схемы.
- 5) Как объяснить вид частотной зависимости импеданса биологической ткани?
- 6) Чем отличается импульсный ток от постоянного тока?
- 7) Какими параметрами описывается импульс?
- 8) Какой формы бывают импульсы?
- 9) Дайте понятие таких характеристик импульсного тока как скважность, частота, период и длительность импульса.
- 10) Почему при действии импульсного тока в тканях организма происходят изменения формы импульсов по сравнению с формой импульсов приложенного напряжения?
- 11) Что такое модуляция импульсного тока?

3) Проверить свои знания с использованием тестового контроля :

**1.Импедансом называется**

- 1)зависимость сопротивления цепи от частоты переменного тока
- 2)активное сопротивление цепи
- 3)реактивное сопротивление цепи
- 4)полное сопротивление цепи
- 5)нет правильного ответа

**2.Импеданс живой биологической ткани**

- 1)это омическое (активное) сопротивление
- 2)это ёмкостное сопротивление
- 3)это индуктивное сопротивление
- 4)имеет омическую и ёмкостную составляющие сопротивления
- 5)имеет омическую и индуктивную составляющие сопротивления
- 6)имеет индуктивную и емкостную составляющие

**3.Импеданс неживой биологической ткани это**

- 1)это только омическое (активное) сопротивление
- 2)это только ёмкостное сопротивление
- 3)это только индуктивное сопротивление
- 4)правильного ответа нет

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

- 1)компьютерной томографии
- 2)реографии
- 3)электрографии
- 4)УЗИ – диагностики
- 5)рентгенографии

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

- 1)мёртвые

- 2) живые
- 3) правильного ответа нет

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

- 1) погибли
- 2) не погибли
- 3) правильного ответа нет

**7. Из частотной зависимости импеданса живой биологической ткани возможно**

- 1) нахождение только сопротивления межклеточной жидкости
- 2) нахождение только суммарного сопротивления цитоплазм клеток биоткани
- 3) нахождение только суммарной ёмкости мембран клеток
- 4) нахождение всех параметров эквивалентной электрической цепи

4) Выполнить практические задания:

- Конденсатор ёмкостью 25 пФ, заряжённый до разности потенциалов 20 В, разряжается через проводник сопротивлением 1 Ом и индуктивностью 4 мкГн. Найдите коэффициент затухания и амплитуду тока в цепи.
- Активное сопротивление терапевтического контура аппарата УВЧ-терапии равно  $5 \cdot 10^3$  Ом, индуктивность составляет 27 мкГн, а частота 40 МГц. Определите ёмкость конденсатора, коэффициент затухания и период колебаний в контуре.
- Колебательный контур аппарата для терапевтической диатермии состоит из катушки индуктивности и конденсатора ёмкостью 30 пФ. Определите индуктивность катушки, если частота генератора равна 1 МГц.

5) Написать реферат

Использование импеданса в диагностических целях.

**Рекомендуемая литература**

**Основная литература**

- 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", 2013, 2016, 2018.
- Луценко Е. В., Короткова О. Л.. Руководство к практическим занятиям по медицинской и биологической физике: учебно-методическое пособие. - Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2018

**Дополнительная литература**

- А. Н. Ремизов, А. Г. Максина. Медицинская и биологическая физика: сборник задач. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2014
- Физика. Медицинская и биологическая физика. Вопросы тестового контроля: учебно-методическое пособие / Кудрявцев В. А., Короткова О. Л., Саввин В. Н., Шишкин Г. П. - Киров: ФГБОУ ВО Кировская ГМА Минздрава России, 2017
- В. А. Никеров. Физика: современный курс. - Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016.

**Раздел 2. Электрические и магнитные поля в биологических организмах**

**Тема 2.8. Итоговое занятие по разделу «Электрические и магнитные поля в биологических организмах»**

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

**Задачи:**

Выявить уровень сформированности знаний, умений и владений по указанной теме с последующим практическим применением. прикладных вопросов и решении новых задач

**Обучающийся должен знать** Основные понятия, определения, закономерности явлений, изучаемых в данной теме

Алгоритмы решения типовых ситуационных задач.

**Обучающийся должен уметь** Решать типовые ситуационные задачи по рассмотренным алгоритмам.

Пользоваться инструкциями для описания практической работы с лабораторной и

	медицинской аппаратурой.
<b>Обучающийся</b>	Навыками самостоятельной работы с учебной и инструктивной литературой.
<b>должен владеть</b>	Навыками изложения изучаемого материала в письменной и устной форме.

### Самостоятельная аудиторная работа студентов

#### 2. Практическая работа на занятии

2.1. Индивидуальная самостоятельная работа (проверка практических навыков – решения типовых задач): проверочная работа № 1.

Примерный вариант работы:

- 1) Какой из двух конденсаторов и во сколько раз обладает большей энергией, если для первого конденсатора  $C_1 = 4$  мкФ,  $U_1 = 10$  В, а для второго  $C_2 = 10$  мкФ,  $U_2 = 4$  В?
- 2) 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.
- 3) По катушке длиной  $20$  см и диаметром  $3$  см, имеющей  $400$  витков, течет ток силой  $2$  а. Найти индуктивность катушки и магнитный поток, пронизывающий сечение катушки.

### Самостоятельная внеаудиторная работа студентов

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

2. Выполнить практические задания. Пример проверочной работы:

- 1) На шаре сосредоточен заряд  $6 \cdot 10^{-8}$  Кл, а потенциал его  $18$  кВ. Найдите радиус шара, если он находится в вакууме.
- 2) 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: последовательно.
- 3) В проводнике с длиной активной части  $8$  см сила тока равна  $50$  А. Какую работу совершает магнитное поле с индукцией  $20$  мТл при перемещении проводника на  $10$  см перпендикулярно линиям индукции?

#### Рекомендуемая литература

##### Основная литература

- 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", 2013, 2016, 2018.
- Луценко Е.В., Короткова О.Л.. Руководство к практическим занятиям по медицинской и биологической физике: учебно-методическое пособие. - Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2018

##### Дополнительная литература

- А.Н. Ремизов, А.Г. Максина Медицинская и биологическая физика: сборник задач. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2014
- Физика. Медицинская и биологическая физика. Вопросы тестового контроля: учебно-методическое пособие/Кудрявцев В.А., Короткова О.Л., Саввин В.Н., Шишкин Г.П. - Киров: ФГБОУ ВО Кировская ГМА Минздрава России, 2017
- В.А. Никеров. Физика: современный курс. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016.

### Раздел 3. Физические основы электромагнитной физиотерапии

#### Тема 3.1. Магнитные свойства вещества. Физические основы магнитотерапии.

**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 алгоритмы подхода к рассмотрению изучаемых вопросов

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

<b>Обучающийся</b>	Основные понятия, определения, закономерности явлений, изучаемых в данной теме
<b>должен знать</b>	Алгоритмы решения типовых ситуационных задач.

<b>Обучающийся должен уметь</b>	Решать типовые ситуационные задачи по рассмотренным алгоритмам. Пользоваться инструкциями для описания практической работы с лабораторной и медицинской аппаратурой.
<b>Обучающийся должен владеть</b>	Навыками самостоятельной работы с учебной и инструктивной литературой. Навыками изложения изучаемого материала в письменной и устной форме.

### Самостоятельная аудиторная работа студентов

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

- 1 Дайте описание магнитного поля как вида материи.
- 2 Что характеризует напряженность магнитного поля и магнитная индукция? Какие у них единицы измерения? Какова отличительная особенность этих характеристик?
- 3 Как магнитные поля изображаются графически?
- 4 Назовите силы, действующие в магнитном поле. Как оценивается их величина и направление?
- 5 Чем обусловлены магнитные свойства тел? Магнитные моменты атомов и молекул как геометрическая сумма магнитных моментов электронов (орбитальных и спиновых).
- 6 В чем заключается явление электромагнитной индукции?
- 7 Дайте определение магнитного потока и сформулируйте закон электромагнитной индукции.
- 9.

#### 2. Практическая работа на занятии

##### 2.1. Выполнение практических заданий (решение задач) под руководством преподавателя:

Какова энергия магнитного поля в катушке длиной 50см, имеющей 1000 витков диаметром 20см, если по ней протекает ток силой 2мА? Найдите объемную плотность энергии.

##### 2.2. Самостоятельная групповая работа с контролем (проверкой) выполнения задания:

*Задание 1: Исследовать распределение индукции переменного магнитного поля вблизи разных поверхностей индукторов разных форм.*

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

##### 2.3. Индивидуальная самостоятельная работа (отработка практических навыков):

- 1) По катушке длиной 20см и диаметром 3см, имеющей 400 витков, течет ток силой 2а. найти индуктивность катушки и магнитный поток, пронизывающий сечение катушки.
- 2) За 5мс в соленоиде, содержащем 500 витков провода, магнитный поток равномерно убывает с 7 до 3мВб. Найти ЭДС индукции в проводнике.
- 3) 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.

##### 2.4.Решение ситуационных задач:

10. Вычислить значение индукции магнитного поля (в мТл) в точке середины между 2 индукторами с U-образным сердечником. Если они расположены на расстоянии 10 см и 15 см. Рассмотреть варианты сонаправленного направления полюсов и противоположного. (для решения используйте данные рис.4,а)). Вычисления выполните для интенсивности разной величины(используется таблица1) и формы тока.

### 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

- 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. Магнитным полем называется**

- 1) одна из составляющих электромагнитного поля, посредством которой взаимодействуют неподвижные электрические заряды
- 2) вид материи, посредством которого взаимодействуют тела, обладающие массой
- 3) одна из составляющих электромагнитного поля, посредством которой взаимодействуют движущиеся электрические заряды
- 4) правильного ответа нет

#### **2. Электромагнитным полем называется**

- 1) вид материи, посредством которого взаимодействуют электрические заряды
- 2) пространство, в котором действуют силы и выполняются законы инерции
- 3) вид материи, посредством которого взаимодействуют тела, обладающие массой

#### **3. Ткани организма в основном содержат вещества**

- 1) диамагнетики
- 2) парамагнетики
- 3) ферромагнетики
- 4) все три вида магнетиков в равных соотношениях
- 5) не являющиеся магнетиками

### 4. Написать реферат

История применения магнитов и магнитного поля в медицине

#### **Рекомендуемая литература**

##### **Основная литература**

- 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", 2013, 2016, 2018.
- Луценко Е. В., Короткова О. Л.. Руководство к практическим занятиям по медицинской и биологической физике: учебно-методическое пособие. - Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2018

##### **Дополнительная литература**

- А. Н. Ремизов, А. Г. Максина. Медицинская и биологическая физика: сборник задач. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2014
- Физика. Медицинская и биологическая физика. Вопросы тестового контроля: учебно-методическое пособие/Кудрявцев В. А., Короткова О. Л., Саввин В. Н., Шишкин Г. П. - Киров: ФГБОУ ВО Кировская ГМА Минздрава России, 2017
- В. А. Никеров. Физика: современный курс. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016.

### **Раздел 3. Физические основы электромагнитной физиотерапии**

#### **Тема 3.2. Переменный низкочастотный и импульсный токи.**

#### **Тема 3.3. Низкочастотные электромагнитные воздействия в физиотерапии. Амплипульсотерапия.**

**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 алгоритмы подхода к рассмотрению изучаемых вопросов

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

**Обучающийся должен знать** Основные понятия, определения, закономерности явлений, изучаемых в данной теме

Алгоритмы решения типовых ситуационных задач.

**Обучающийся** Решать типовые ситуационные задачи по рассмотренным алгоритмам.



должен уметь	Пользоваться инструкциями для описания практической работы с лабораторной и медицинской аппаратурой.
Обучающийся	Навыками самостоятельной работы с учебной и инструктивной литературой.
должен владеть	Навыками изложения изучаемого материала в письменной и устной форме.

### Самостоятельная аудиторная работа студентов

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

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).

#### 2. Практическая работа на занятии

##### 2.1. Выполнение практических заданий (решение задач) под руководством преподавателя:

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

##### 2.2. Самостоятельная групповая работа с контролем (проверкой) выполнения задания:

**Задание 1:** изучить форму выходных сигналов на аппарате «Амплипульс-5»

**Приборы:** аппарат «Амплипульс-5», осциллограф, соединительные провода.

**Задание 2.** Используя RC-эквивалентную схему, измерить мощность, выделяемую в биологической ткани при прохождении тока.

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

**Задание 3.** По полученным данным рассчитать элементы эквивалентной схемы.

**Задание 4:** Изучить форму и структуру импульсного тока, на аппарате для дарсонвализации «Искра-1».

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

##### 2.3. Индивидуальная самостоятельная работа (отработка практических навыков):

- 1) 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.
- 2) Определить среднюю скорость (мВ/с) нарастания зубца Т на электро-кардиограмме, если за 25 мс напряжение изменилось от 0,13 до 0,27 мВ.

##### 2.4.Решение ситуационных задач:

1. 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?

### 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

1. Переменный электрический ток:
  - a. определение,
  - b. закон изменения силы тока и напряжения,
  - c. амплитудное и действующее значение тока, связь между ними.
2. 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.
3. Виды сопротивлений в биологической ткани при прохождении электрического тока:
  - a. Чем обусловлены емкостные свойства биотканей?
  - b. Чем обусловлены резистивные свойства биотканей?
4. Дайте описание эквивалентной электрической схемы биологической ткани. Дайте обоснование основным элементам эквивалентной схемы.
5. Как объяснить вид частотной зависимости импеданса биологической ткани?
6. Чем отличается импульсный ток от постоянного тока?
7. Какими параметрами описывается импульс?
8. Какой формы бывают импульсы?
9. Дайте понятие таких характеристик импульсного тока как скважность, частота, период и длительность импульса.
10. Почему при действии импульсного тока в тканях организма происходят изменения формы импульсов по сравнению с формой импульсов приложенного напряжения?
11. Что такое модуляция импульсного тока?

3.Написать реферат

Виды импульсных токов, используемых в импульсной терапии.

#### **Рекомендуемая литература**

##### **Основная литература**

- 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", 2013, 2016, 2018.
- Луценко Е.В., Короткова О.Л.. Руководство к практическим занятиям по медицинской и биологической физике: учебно-методическое пособие. - Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2018

##### **Дополнительная литература**

- А.Н. Ремизов, А.Г. Максина Медицинская и биологическая физика: сборник задач. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2014
- Физика. Медицинская и биологическая физика. Вопросы тестового контроля: учебно-методическое пособие/Кудрявцев В.А., Короткова О.Л., Саввин В.Н., Шишкин Г.П. - Киров: ФГБОУ ВО Кировская ГМА Минздрава России, 2017
- В.А. Никеров. Физика: современный курс. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016.

### **Раздел 3. Физические основы электромагнитной физиотерапии**

#### **Тема 3.4. Высокочастотные электромагнитные воздействия в физиотерапии. УВЧ-терапия и индуктотермия.**

**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 алгоритмы подхода к рассмотрению изучаемых вопросов

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

**Обучающийся должен знать** Основные понятия, определения, закономерности явлений, изучаемых в данной теме

Алгоритмы решения типовых ситуационных задач.

**Обучающийся должен уметь** Решать типовые ситуационные задачи по рассмотренным алгоритмам.

Пользоваться инструкциями для описания практической работы с лабораторной и медицинской аппаратурой.

**Обучающийся должен владеть** Навыками самостоятельной работы с учебной и инструктивной литературой.

Навыками изложения изучаемого материала в письменной и устной форме.

### Самостоятельная аудиторная работа студентов

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

1. Опишите механизм теплового действия на биологическую ткань переменного тока высокой частоты.
2. Дайте обоснование, в каких тканях должен быть наибольший тепловой эффект при использовании переменного тока высокой частоты.
3. Опишите механизм теплового действия на биологическую ткань переменного электрического поля УВЧ диапазона.
4. Дайте обоснование в каких тканях наблюдается тепловой эффект при использовании переменного электрического поля УВЧ диапазона.
5. Опишите механизм теплового действия на биологическую ткань переменного магнитного поля высокой частоты.
6. Дайте обоснование в каких тканях должен быть наибольший тепловой эффект при использовании переменного магнитного поля высокой частоты.

#### 2. Практическая работа на занятии

##### 2.1. Выполнение практических заданий (решение задач) под руководством преподавателя:

1. Колебательный контур аппарата для терапевтической диатермии состоит из катушки индуктивности и конденсатора ёмкостью 300 пФ. Определить индуктивность катушки, если частота генератора 1 МГц.
2. Терапевтический контур аппарата УВЧ, работающего на частоте 40,68 МГц, состоит из катушки индуктивностью 0,17 мкГн и конденсатора переменной ёмкостью на 10-80 пФ, зашунтированного конденсатором на 48 пФ. При какой ёмкости переменного конденсатора терапевтический контур будет настроен в резонанс с анодным? В каких пределах может изменяться собственная частота терапевтического контура?
3. Терапевтический контур аппарата индуктотермии содержит плоскую катушку индуктивности состоящую из двух витков радиусом 7 см. Определить максимальную индукцию магнитного поля, создаваемого в центре этой катушки, если максимальный ток в контуре 1 А.

##### 2.2. Самостоятельная групповая работа с контролем (проверкой) выполнения задания:

**Задание 1.** 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.

**Задание 2.** 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.

### 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

1. Закон Джоуля-Ленца.
2. Можно ли аппараты для низкочастотной электротерапии применять для прогревания биологических тканей (ответ обосновать с использованием соответствующих законов).
3. Определение переменного тока, уравнение переменного тока.
4. Как связаны между собой амплитудные и эффективные значения тока и напряжения?
5. В каких случаях в цепи переменного тока может возникнуть сдвиг фаз между током и напряжением?

6. Полное сопротивление цепи переменного тока.
7. Обобщенный закон Ома для цепи переменного тока.
8. Как на основании данных цепи переменного тока определить сдвиг фаз между током и напряжением?
9. Что такое резонанс напряжений и токов? Условие его возникновения.
10. Что представляет собой простейший колебательный контур? От чего зависит частота собственных колебаний колебательного контура?
11. В чем сущность явления резонанса электромагнитных колебаний? Когда он наступает?
12. Объяснить принцип действия генератора электрических колебаний.
13. Каково назначение терапевтического контура?
14. Каково условие резонанса колебательного контура генератора и терапевтического контура?
15. Магнитное поле как вид материи. Условия его существования.
16. Действие магнитного поля на движущийся заряд.
17. Вихревые токи.
18. Вывод уравнения тепловыделения при индуктотермии.
19. Вывод уравнения тепловыделения при УВЧ-терапии.
20. Каковы меры безопасности при работе с аппаратами УВЧ и ИКВ?

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

**1. Первичным действием на организм человека переменным током высокой частоты является эффект**

- 1) тепловой
- 2) поляризионный
- 3) раздражающий
- 4) все перечисленные эффекты

**2. Эквивалентной электрической схемой живой биологической ткани является электрическая схема, содержащая**

- 1) ёмкость и индуктивность
- 2) ёмкость и омические сопротивления
- 3) омическое сопротивление и индуктивность

**3. В электрофизиотерапии применяются**

- 1) переменные токи высокой частоты
- 2) постоянные токи
- 3) импульсные токи и переменные токи низкой частоты
- 4) все перечисленные виды токов

**4. Эквивалентная цепь биологической ткани состоит из**

- 1) активных сопротивлений
- 2) активных сопротивлений и емкости
- 3) активных сопротивлений и индуктивности

**5. При помещении объекта между электродами в аппарате УВЧ-терапии**

- 1) нарушается амплитудное условие генерации
- 2) изменяется собственная частота контура пациента (терапевтического контура)
- 3) изменяется собственная частота колебаний колебательного контура генератора

**6. Изменение собственной частоты терапевтического контура при помещении объекта между электродами в аппарате УВЧ-терапии связано**

- 1) с изменением индуктивности терапевтического контура
- 2) изменением площади обкладок терапевтического контура
- 3) с изменением диэлектрических свойств среды между обкладками терапевтического контура
- 4) изменением частоты УВЧ генератора

**7. Изменение собственной частоты терапевтического контура при помещении объекта между электродами в аппарате УВЧ-терапии связано**

- 1) с изменением индуктивности терапевтического контура
- 2) изменением площади обкладок терапевтического контура
- 3) с изменением электрической ёмкости терапевтического контура
- 4) изменением частоты УВЧ генератора

**8. Импульсные колебания прямоугольной формы, создаваемые мультивибратором, могут использоваться для целей**

- 1) терапии

- 2)диагностики
- 3)терапии и диагностики
- 4)импульсы такой формы не используются в медицине

**9.Генераторы синусоидальных электромагнитных колебаний составляют основу**

- 1)аппаратов для гальванизации
- 2)аппаратов для УВЧ – терапии
- 3)аппаратов для электрофореза

**10.Усилитель является одной из основных составных частей**

- 1)аппарата УВЧ-терапии
- 2)электроэнцефалографа
- 3)аппарата для гальванизации
- 4)генератора синусоидальных колебаний

**11.Простейшая функциональная схема прибора медицинской диагностики состоит из последовательности устройств**

- 1)генератор → преобразователь → усилитель
- 2)устройство съёма → электронный усилитель → устройство отображения информации
- 3)электронный усилитель → датчик → самописец

**12.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

**13.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

**14.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

**15.При СМВ 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

**16.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

**17.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

**18.Применение метода диатермии эффективнее для прогрева**

- 1)тканей, обладающих диэлектрическими свойствами
- 2)хорошо проводящих электрический ток тканей организма человека
- 3)плохо проводящих ток тканей организма человека
- 4)метод универсален, применяется и в первом, и во втором случаях

**19.Применение метода индуктотермии эффективно для прогрева**

- 1)только тканей, обладающих диэлектрическими свойствами

- 2) только проводящих электрический ток тканей организма
- 3) метод универсален, применяется и в первом, и во втором случаях

**20. Контур пациента в аппаратах УВЧ - терапии и индуктотермии**

- 1) подключен непосредственно к анодной цепи генератора
- 2) имеет индуктивную связь с колебательным контуром генератора
- 3) включен в цепь смещения лампы генератора

**21. Контур пациента в аппаратах для УВЧ-терапии при проведении процедуры подстраивается**

- 1) под частоту колебательного контура генератора
- 2) так, чтобы выполнялось амплитудное условие генерации
- 3) так, чтобы выполнялось фазовое условие генерации

**22. Частота колебаний терапевтического контура УВЧ – аппарата определяется**

- 1) ёмкостью конденсатора и индуктивностью катушки терапевтического контура
- 2) глубиной положительной обратной связи в генераторе УВЧ колебаний
- 3) тепловым эффектом при проведении терапевтической процедуры

**23. Собственную частоту колебаний терапевтического контура УВЧ – аппарата можно вычислить по формуле (где: L – индуктивность, C - ёмкость конденсатора):**

1)  $f = L \cdot C$

2)  $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

3)  $f = \frac{\sqrt{LC}}{2\pi}$

**24. Терапевтический метод, в котором воздействующим на человека фактором является переменное ультравысокочастотное электрическое поле, называется**

- 1) методом индуктотермии
- 2) методом УВЧ – терапии
- 3) методом диатермии
- 4) методом электростимуляции

**25. Терапевтический метод, в котором воздействующим на человека фактором является переменное высокочастотное магнитное поле, называется**

- 1) методом индуктотермии
- 2) методом УВЧ – терапии
- 3) методом диатермии
- 4) методом магниторезонансной диагностики

**26. Терапевтический метод, в котором воздействующим на человека фактором является переменный высокочастотный электрический ток, называется**

- 1) методом индуктотермии
- 2) методом УВЧ – терапии
- 3) методом диатермии
- 4) методом гальванизации

**27. Терапевтический метод, в котором воздействующим на человека фактором является постоянный электрический ток, называется**

- 1) методом индуктотермии
- 2) методом УВЧ – терапии
- 3) методом диатермии
- 4) методом гальванизации

**Рекомендуемая литература**

**Основная литература**

- 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", 2013, 2016, 2018.
- Луценко Е.В., Короткова О.Л.. Руководство к практическим занятиям по медицинской и биологической физике: учебно-методическое пособие. - Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2018

## Дополнительная литература

- А.Н. Ремизов, А.Г. Максина Медицинская и биологическая физика: сборник задач. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2014
- Физика. Медицинская и биологическая физика. Вопросы тестового контроля: учебно-методическое пособие/Кудрявцев В.А., Короткова О.Л., Саввин В.Н., Шишкин Г.П. - Киров: ФГБОУ ВО Кировская ГМА Минздрава России, 2017
- В.А. Никеров. Физика: современный курс. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К<sup>о</sup>», 2016.

## Раздел 3. Физические основы электромагнитной физиотерапии

### Тема 3.5. Физические основы действия токов и полей на 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 алгоритмы подхода к рассмотрению изучаемых вопросов

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

**Обучающийся должен знать** Основные понятия, определения, закономерности явлений, изучаемых в данной теме

Алгоритмы решения типовых ситуационных задач.

**Обучающийся должен уметь** Решать типовые ситуационные задачи по рассмотренным алгоритмам.

Пользоваться инструкциями для описания практической работы с лабораторной и медицинской аппаратурой.

**Обучающийся должен владеть** Навыками самостоятельной работы с учебной и инструктивной литературой.

Навыками изложения изучаемого материала в письменной и устной форме.

### Самостоятельная аудиторная работа студентов

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

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

2. Понятие о первичном (физическом) и вторичном действии физических факторов на биологические ткани.

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 работа на занятии

##### 2.1. Выполнение практических заданий (решение задач) под руководством преподавателя:

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 прямо-

угольный импульсный (тетанирующий) ток со скважностью, равной 5. Определить время фактического действия тока, если аппарат был включен в течение 2 мин.

3) Колебательный контур аппарата для терапевтической диатермии состоит из катушки индуктивности и конденсатора емкостью 300 пФ. Определить индуктивность катушки, если частота генератора 1 МГц.

#### 2.2. Самостоятельная групповая работа с контролем (проверкой) выполнения задания:

1) В аппарате “Электросон” при частоте 25 Гц длительность импульса равна 1 мс. Определить скважность и паузу после каждого импульса.

2) Определить среднюю скорость (мВ/с) нарастания зубца Т на электрокардиограмме, если за 25 мс напряжение изменилось от 0,13 до 0,27 мВ.

3) 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?

#### 2.3. Индивидуальная самостоятельная работа (отработка практических навыков):

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			

#### 2.4. Решение ситуационных задач:

1) 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?

2) 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.

#### **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. Проводимость биологических тканей является**

- электронной
- дырочной
- ионной
- электронно-дырочной

##### **2. Раздражающее действие на организм человека оказывает**



- a. переменный ток высокой частоты
  - b. постоянный ток
  - c. постоянный ток в момент включения и выключения
- 3. Раздражающее действие на организм человека оказывает**
- a. переменный ток высокой частоты
  - b. постоянный ток
  - c. ток низкой частоты
  - d. все перечисленные виды токов
- 4. Первичным действием на организм человека переменным током высокой частоты является эффект**
- a. тепловой
  - b. поляризационный
  - c. раздражающий
  - d. все перечисленные эффекты
- 5. Эквивалентной электрической схемой живой биологической ткани является электрическая схема, содержащая**
- a. ёмкость и индуктивность
  - b. ёмкость и омические сопротивления
  - c. омическое сопротивление и индуктивность
- 6. В электрофизиотерапии применяются**
- a. переменные токи высокой частоты
  - b. постоянные токи
  - c. импульсные токи и переменные токи низкой частоты
  - d. все перечисленные виды токов
- 7. Эквивалентная цепь биологической ткани состоит из**
- a. активных сопротивлений
  - b. активных сопротивлений и емкости
  - c. активных сопротивлений и индуктивности
- 8. При помещении объекта между электродами в аппарате УВЧ-терапии**
- a. нарушается амплитудное условие генерации
  - b. изменяется собственная частота контура пациента(терапевтического контура)
  - c. изменяется собственная частота колебаний колебательного контура генератора
- 9. Изменение собственной частоты терапевтического контура при помещении объекта между электродами в аппарате УВЧ-терапии связано**
- a. с изменением индуктивности терапевтического контура
  - b. изменением площади обкладок терапевтического контура
  - c. с изменением диэлектрических свойств среды между обкладками терапевтического контура
  - d. изменением частоты УВЧ генератора
- 10. Изменение собственной частоты терапевтического контура при помещении объекта между электродами в аппарате УВЧ-терапии связано**
- a. с изменением индуктивности терапевтического контура
  - b. изменением площади обкладок терапевтического контура
  - c. с изменением электрической ёмкости терапевтического контура
  - d. изменением частоты УВЧ генератора
- 11. Импульсные колебания прямоугольной формы, создаваемые мультивибратором, могут использоваться для целей**
- a. терапии
  - b. диагностики
  - c. терапии и диагностики
  - d. импульсы такой формы не используются в медицине
- 12. Генераторы синусоидальных электромагнитных колебаний составляют основу**
- a. аппаратов для гальванизации
  - b. аппаратов для УВЧ – терапии
  - c. аппаратов для электрофореза
- 13. Усилитель является одной из основных составных частей**
- a. аппарата УВЧ-терапии
  - b. электроэнцефалографа

- c. аппарата для гальванизации
  - d. генератора синусоидальных колебаний
- 14. Простейшая функциональная схема прибора медицинской диагностики состоит из последовательности устройств**
- a. генератор → преобразователь → усилитель
  - b. устройство съёма → электронный усилитель → устройство отображения информации
  - c. электронный усилитель → датчик → самописец
- 15. При УВЧ – терапии воздействующим на человека фактором является**
- a. электромагнитные волны
  - b. переменное электрическое поле
  - c. переменное магнитное поле
  - d. переменный электрический ток
  - e. постоянный электрический ток
- 16. При диатермии воздействующим на человека фактором является**
- a. электромагнитные волны
  - b. переменное электрическое поле
  - c. переменное магнитное поле
  - d. высокочастотный переменный электрический ток
  - e. постоянный электрический ток
- 17. При индуктотермии воздействующим на человека фактором является**
- a. электромагнитные волны
  - b. высокочастотное переменное электрическое поле
  - c. переменное магнитное поле
  - d. переменный электрический ток
  - e. постоянный электрический ток
- 18. При СМВ и ДМВ – терапии воздействующим на человека фактором является**
- a. электромагнитные волны
  - b. переменное электрическое поле
  - c. переменное магнитное поле
  - d. переменный электрический ток
  - e. постоянный электрический ток
- 19. При гальванизации воздействующим на человека фактором является**
- a. электромагнитные волны
  - b. переменное электрическое поле
  - c. переменное магнитное поле
  - d. переменный электрический ток
  - e. постоянный электрический ток
- 20. Применение УВЧ – терапии на частотах, принятых в России, эффективно для прогрева**
- a. только тканей, обладающих диэлектрическими свойствами
  - b. только проводящих электрический ток тканей организма
  - c. проводящих тканей и тканей, обладающих диэлектрическими свойствами
- 21. Применение метода диатермии эффективнее для прогрева**
- a. тканей, обладающих диэлектрическими свойствами
  - b. хорошо проводящих электрический ток тканей организма человека
  - c. плохо проводящих ток тканей организма человека
  - d. метод универсален, применяется и в первом, и во втором случаях
- 22. Применение метода индуктотермии эффективно для прогрева**
- a. только тканей, обладающих диэлектрическими свойствами
  - b. только проводящих электрический ток тканей организма
  - c. метод универсален, применяется и в первом, и во втором случаях
- 23. Контур пациента в аппаратах УВЧ - терапии и индуктотермии**
- a. подключен непосредственно к анодной цепи генератора
  - b. имеет индуктивную связь с колебательным контуром генератора
  - c. включен в цепь смещения лампы генератора
- 24. Контур пациента в аппаратах для УВЧ-терапии при проведении процедуры подстраивается**
- a. под частоту колебательного контура генератора
  - b. так, чтобы выполнилось амплитудное условие генерации

- с. так, чтобы выполнилось фазовое условие генерации
- 25. Частота колебаний терапевтического контура УВЧ – аппарата определяется**
- ёмкостью конденсатора и индуктивностью катушки терапевтического контура
  - глубиной положительной обратной связи в генераторе УВЧ колебаний
  - тепловым эффектом при проведении терапевтической процедуры
- 26. Собственную частоту колебаний терапевтического контура УВЧ – аппарата можно вычислить по формуле (где: L – индуктивность, C - ёмкость конденсатора):**
- $f = L \cdot C$
  - $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$
  - $f = \frac{\sqrt{LC}}{2\pi}$
- 27. Терапевтический метод, в котором воздействующим на человека фактором является переменное ультравысокочастотное электрическое поле, называется**
- методом индуктотермии
  - методом УВЧ – терапии
  - методом диатермии
  - методом электростимуляции
- 28. Терапевтический метод, в котором воздействующим на человека фактором является переменное высокочастотное магнитное поле, называется**
- методом индуктотермии
  - методом УВЧ – терапии
  - методом диатермии
  - методом магниторезонансной диагностики
- 29. Терапевтический метод, в котором воздействующим на человека фактором является переменный высокочастотный электрический ток, называется**
- методом индуктотермии
  - методом УВЧ – терапии
  - методом диатермии
  - методом гальванизации
- 30. Терапевтический метод, в котором воздействующим на человека фактором является постоянный электрический ток, называется**
- методом индуктотермии
  - методом УВЧ – терапии
  - методом диатермии
  - методом гальванизации
- 31. Как определить жизнеспособность донорской почки?**
- определить угол сдвига фаз между током и напряжением
  - определить активную составляющую импеданса
  - исследовать дисперсию импеданса
- 32. Дополните определение: Реография - это диагностический метод, основанный на регистрации**
- постоянства импеданса тканей
  - дисперсии импеданса
  - изменения импеданса тканей, не связанных с сердечной деятельностью
  - изменений импеданса тканей связанное с сердечной деятельностью
- 33. При воздействии на пациента импульсами прямоугольной формы с "хронаксией" связывают понятием:**
- длительности импульса
  - порога возбуждения
  - болевого порога
  - периода колебаний
  - правильного ответа нет

**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.

#### 5. Написать реферат

- «Живое электричество» или история применения электрических методов исследования в физиологии и медицине.
- Перспективы нанотехнологий в медицине.

#### **Рекомендуемая литература**

##### **Основная литература**

- 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", 2013, 2016, 2018.
- Луценко Е.В., Короткова О.Л.. Руководство к практическим занятиям по медицинской и биологической физике: учебно-методическое пособие. - Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2018

##### **Дополнительная литература**

- А.Н. Ремизов, А.Г. Максина Медицинская и биологическая физика: сборник задач. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2014
- Физика. Медицинская и биологическая физика. Вопросы тестового контроля: учебно-методическое пособие/Кудрявцев В.А., Короткова О.Л., Саввин В.Н., Шишкин Г.П. - Киров: ФГБОУ ВО Кировская ГМА Минздрава России, 2017
- В.А. Никеров. Физика: современный курс. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016.

#### **Раздел 4. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом**

##### **Тема 4.1. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом**

##### **Тема 4.2. Изучение способности веществ поглощать ионизирующее излучение**

**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 алгоритмы подхода к рассмотрению изучаемых вопросов

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

**Обучающийся должен знать** Основные понятия, определения, закономерности явлений, изучаемых в данной теме

Алгоритмы решения типовых ситуационных задач.

**Обучающийся должен уметь** Решать типовые ситуационные задачи по рассмотренным алгоритмам.

Пользоваться инструкциями для описания практической работы с лабораторной и медицинской аппаратурой.

**Обучающийся должен владеть** Навыками самостоятельной работы с учебной и инструктивной литературой.

Навыками изложения изучаемого материала в письменной и устной форме.

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

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

1. Как получается рентгеновское излучение в 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 работа на занятии**

### **2.1. Выполнение практических заданий (решение задач) 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. 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?
3. 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.

### **2.2. Самостоятельная групповая работа с контролем (проверкой) выполнения задания:**

**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.

### **2.3. Индивидуальная самостоятельная работа (отработка практических навыков):**

4. Сколько ядер урана  $^{238}_{92}\text{U}$  распалось в течение года, если первоначальная масса урана  $m=1$  г?
5. 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.
6. 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?

### **2.4. Решение ситуационных задач:**

7. 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.
8. 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**

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?
9. Какова причина существования радиоактивного фона?

### **3. Проверить свои знания с использованием тестового контроля :**

#### **1. 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

**2. Методы рентгеновской диагностики основываются на явлениях**

- 1) отражения рентгеновского излучения
- 2) поглощения рентгеновского излучения
- 3) дифракции рентгеновского излучения
- 4) интерференции рентгеновских лучей

**3. Наиболее вредным для человека является**

- 1) рентгенография
- 2) рентгеноскопия
- 3) флюорография

**4. Какое излучение обладает наибольшей ионизирующей способностью?**

- 1) видимый свет
- 2) ультрафиолетовое излучение
- 3) рентгеновское излучение
- 4)  $\gamma$  – излучение

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

- 1)  $\alpha$  - излучение
- 2)  $\beta$  - излучение
- 3)  $\gamma$  – излучение

**6. 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

**7. 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

**8. Радиодиагностика – это:**

- 1) исследование поглощения радиоволн разными тканями и органами
- 2) использование радионуклидов для диагностических целей
- 3) облучение радиоволнами различных органов и тканей

**9. При лечении опухоли головного мозга была применена методика нейтронозахватывающей терапии. Больному внутриаартериально вводили соединение бора, избирательно накапливающееся в опухоли, а затем облучали последнюю нейтронами. При этом возникла наведенная радиоактивность по реакции  $B_5^{10} + n_0^1 \rightarrow Li_3^7 + X$ . Какое излучение действовало на опухоль?**

- 1)  $\alpha$ -частицы
- 2) электроны
- 3) позитроны
- 4)  $\gamma$ -излучение

**10. Мерой биологического действия ионизирующего излучения является**

- 1) поглощенная доза, измеряемая в Грехах или радах
- 2) экспозиционная доза, измеряемая в кулонах на килограмм или рентгенах
- 3) эквивалентная доза, измеряемая в зивертах или бэрах

**11. Основные виды защиты от ионизирующего излучения**

- 1) экранированием и химическими препаратами
- 2) кислородом
- 3) временем, расстоянием, материалом

**12. 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

#### 4.Выполнить практические задания:

9. 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.
1. Радиоактивный углерод  $^{14}\text{C}_6$ , находящийся в теле человека, дает 2500 распадов в 1с. Определить его количество в граммах.
2. Вычислить толщину слоя половинного ослабления параллельного пучка  $\gamma$ -лучей для волю, если линейный коэффициент ослабления равен  $0,047\text{см}^{-1}$ .
3. 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).
4. 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?

#### 5.Написать реферат

- Электронный парамагнитный резонанс и его применение в медицине.
- Ядерный магнитный резонанс и его применение в медицине.

#### **Рекомендуемая литература**

##### **Основная литература**

- 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", 2013, 2016, 2018.
- Луценко Е.В., Короткова О.Л.. Руководство к практическим занятиям по медицинской и биологической физике: учебно-методическое пособие. - Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2018

##### **Дополнительная литература**

- А.Н. Ремизов, А.Г. Максина Медицинская и биологическая физика: сборник задач. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2014
- Физика. Медицинская и биологическая физика. Вопросы тестового контроля: учебно-методическое пособие/Кудрявцев В.А., Короткова О.Л., Саввин В.Н., Шишкин Г.П. - Киров: ФГБОУ ВО Кировская ГМА Минздрава России, 2017
- В.А. Никеров. Физика: современный курс. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016.

#### **Раздел 4. Электрические и магнитные поля в биологических организмах**

##### **Тема 4.3. Зачетное занятие**

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

##### **Задачи:**

Выявить уровень сформированности знаний, умений и владений по указанной теме с последующим практическим применением. прикладных вопросов и решении новых задач

**Обучающийся должен знать** Основные понятия, определения, закономерности явлений, изучаемых в данной теме

Алгоритмы решения типовых ситуационных задач.

**Обучающийся должен уметь** Решать типовые ситуационные задачи по рассмотренным алгоритмам.

Пользоваться инструкциями для описания практической работы с лабораторной и медицинской аппаратурой.

**Обучающийся должен владеть** Навыками самостоятельной работы с учебной и инструктивной литературой.

Навыками изложения изучаемого материала в письменной и устной форме.

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

1. Собеседование
2. Тестирование
3. Прием практических навыков

Примерные задания представлены в приложении Б к рабочей программе

### Самостоятельная внеаудиторная работа студентов

1. Повторить материал по дисциплине с использованием конспектов лекций и/или рекомендуемой учебной литературы.

2. Подготовиться к зачетному занятию.

#### Рекомендуемая литература

##### Основная литература

- 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", 2013, 2016, 2018.
- Луценко Е.В., Короткова О.Л.. Руководство к практическим занятиям по медицинской и биологической физике: учебно-методическое пособие. - Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2018

##### Дополнительная литература

- А.Н. Ремизов, А.Г. Максина Медицинская и биологическая физика: сборник задач. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2014
- Физика. Медицинская и биологическая физика. Вопросы тестового контроля: учебно-методическое пособие/Кудрявцев В.А., Короткова О.Л., Саввин В.Н., Шишкин Г.П. - Киров: ФГБОУ ВО Кировская ГМА Минздрава России, 2017
- В.А. Никеров. Физика: современный курс. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016.

Составитель: Короткова О.Л.

Зав. кафедрой Шатров А.В.



**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  
дисциплине

**«Медицинская и биологическая физика»**

Специальность 31.05.01 Лечебное дело  
Направленность (профиль) ОПОП – Лечебное дело  
(очная форма обучения)

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

Код компетенции	Содержание компетенции	Результаты обучения			Разделы дисциплины, при освоении которых формируется компетенция	Номер семестра, в котором формируется компетенция
		<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>		
ОК-1	способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	З2. Основные методы сбора и анализа информации; способы формализации цели и методы ее достижения.	У2. Анализировать, обобщать и воспринимать информацию; ставить цель и формулировать задачи по её достижению.	В2. Культурой мышления; навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения.	Раздел 1. Термодинамика. Явления переноса. Физика клеточных мембран Раздел 2. Электрические поля в биологических организмах Раздел 3. Физические основы электромагнитной физиотерапии Раздел 4. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом	3,4 семестры
ОПК-7	готовностью к использованию основных физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий, и методов при решении профессиональных задач	З6. 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.	У6. 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.	В6. Физической терминологией. Физическим аппаратом для обработки, анализа и интерпретации полученных экспериментальных данных.	Раздел 1. Термодинамика. Явления переноса. Физика клеточных мембран Раздел 2. Электрические поля в биологических организмах Раздел 3. Физические основы электромагнитной физиотерапии Раздел 4. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом	3,4 семестры

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

Показатели оценивания	Критерии и шкалы оценивания				Оценочное средство	
	не зачтено	зачтено	зачтено	зачтено	для текущего контроля	для промежуточной аттестации
<b>ОК-1</b>						
Знать	Не знает основные методы сбора и анализа информации; способы формализации цели и методы ее достижения.	Не в полном объеме знает основные методы сбора и анализа информации; способы формализации цели и методы ее достижения, допускает несущественные ошибки	Знает основные методы сбора и анализа информации; способы формализации цели и методы ее достижения, допускает несущественные ошибки	Знает основные методы сбора и анализа информации; способы формализации цели и методы ее достижения	Вопросы для обсуждения (собеседования), реферат, тесты текущего тестирования	собеседование, тестирование
Уметь	Не умеет анализировать, обобщать и воспринимать информацию; ставить цель и формулировать задачи по её достижению	Не в полном объеме умеет анализировать, обобщать и воспринимать информацию, допускает не существенные ошибки	Умеет анализировать, обобщать и воспринимать информацию; ставить цель и формулировать задачи по её достижению, допускает несущественные ошибки	Умеет анализировать, обобщать и воспринимать информацию; ставить цель и формулировать задачи по её достижению.	Вопросы для обсуждения (собеседования), типовые и ситуационные задачи, проверочная работа, реферат, тесты текущего тестирования	собеседование, тестирование
Владеть	Не владеет культурой мышления; навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения.	Не в полном объеме владеет культурой мышления; навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения, допускает не существенные ошибки	Владеет культурой мышления; навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения, допускает несущественные ошибки	Владеет культурой мышления; навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения.	Вопросы для обсуждения (собеседования), типовые и ситуационные задачи, проверочная работа, реферат, тесты	собеседование, тестирование
<b>ОПК-7</b>						
Знать	Не знает основные физические закономерности, описывающие протекание процессов в биологических объектах и тканях. Первичное физическое действие	Не в полном объеме знает основные физические закономерности, описывающие протекание процессов в биологических объектах и тканях. Первич-	Знает основные физические закономерности, описывающие протекание процессов в биологических объектах и тканях. Первичное физическое	Знает основные физические закономерности, описывающие протекание процессов в биологических объектах и тканях. Первичное физическое дей-	Вопросы для обсуждения, реферат, тесты текущего тестирования	собеседование, тестирование

	основных физических факторов на биологические объекты, в том числе при физиотерапии	ное физическое действие основных физических факторов на биологические объекты, в том числе при физиотерапии, допускает существенные ошибки	действие основных физических факторов на биологические объекты, в том числе при физиотерапии, допускает несущественные ошибки	ствие основных физических факторов на биологические объекты, в том числе при физиотерапии		
Уметь	Не умеет 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.	Не в полном объеме умеет 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, допускает существенные ошибки	Умеет 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, допускает несущественные ошибки	Умеет 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	Вопросы для обсуждения, типовые и ситуационные задачи, проверочная работа, реферат, тесты	собеседование, тестирование
Владеть	Не владеет физической терминологией. Физическим аппаратом для обработки, анализа и интерпретации полученных экспериментальных данных	Не в полном объеме владеет физической терминологией. Физическим аппаратом для обработки, анализа и интерпретации полученных экспериментальных данных, допускает существенные ошибки	Владеет физической терминологией. Физическим аппаратом для обработки, анализа и интерпретации полученных экспериментальных данных, допускает несущественные ошибки	Владеет физической терминологией. Физическим аппаратом для обработки, анализа и интерпретации полученных экспериментальных данных	Вопросы для обсуждения типовые и ситуационные задачи, проверочная работа, реферат, тесты	собеседование, тестирование

### **3. Типовые контрольные задания и иные материалы**

#### **3.1. Примерные тестовые задания для текущего и промежуточного тестирования, критерии оценки**

**Тестовые задания 1 уровня (компетенции ОК-1, ОПК-7):**

##### **1. Звук - это**

- 5) колебания с частотой от 16 Гц и выше
- б) механические колебания, распространяющиеся в упругих средах, воспринимаемые человеческим ухом
- 7) колебания частиц воздуха, распространяющихся в форме поперечной волны
- 8) гармоническое колебание
- 9) ангармоническое колебание

##### **2. Ультразвук называют**

- 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, действующий 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 яв-**

ляется эффект

- 1) тепловой
- 2) поляризационный
- 3) раздражающий
- 4) все перечисленные эффекты

**10. При УВЧ – терапии воздействием 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 воздействием 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 воздействием 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 СВВ и ДМВ – терапии воздействием 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 воздействием 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. Наименее 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 Грехах 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-1, ОПК-7):**

**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-1, ОПК-7):

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, дальновзоркость, -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. Вопросы для зачета и собеседования по текущему контролю, критерии оценки (компетенции ОК-1, ОПК-7)**

1. Дайте определение основным характеристикам электрического поля.
2. Что называется электростатическим диполем? Как называется его характеристика?
3. Что называется токовым диполем? Дайте сравнительную характеристику токового и электростатического диполей.
4. Напишите и поясните формулу для потенциала поля, созданного электростатическим и токовым диполями.
5. Напишите и поясните формулу для разности потенциалов, создаваемой токовым диполем в проводящей среде.
6. Почему сердце можно рассматривать как токовый диполь?
7. Опишите формирование мембранного потенциала покоя.
8. Опишите формирование потенциала действия.
9. Как распространяется возбуждение в сердечной мышце?
10. Сформулируйте основные положения теории Эйнтховена.
11. Что называется электрокардиографией? Задачи ЭКГ.
12. Объясните принцип формирования ЭКГ в отведениях.
11. Какой ток называется переменным?
12. Назовите основные сопротивления в цепи переменного тока. Как они зависят от частоты?
13. Что такое импеданс биологической ткани?
14. Чем обусловлены емкостные свойства биотканей?
15. Чем обусловлены резистивные свойства биотканей?
16. Как объяснить вид частотной зависимости импеданса биологической ткани?
17. Дайте описание эквивалентной электрической схемы биологической ткани.
18. Дайте обоснование основным элементам эквивалентной схемы.
19. На чем основан диагностический метод реография. Дайте обоснование применению реографии для исследования кровенаполнения разных органов и тканей.
7. Что называется коэффициентом поляризации? Обоснуйте применение коэффициента поляризации для оценки жизнеспособности биологической ткани.
8. Чем отличается состояние клетки в покое и возбуждении?
9. Дайте определение понятиям: частотное раздражение, возбудимость, пороговый потенциал, порог раздражения.
10. Опишите следующие законы раздражения возбудимых тканей:
  - а. 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).
11. Что называется электрическим импульсом? Импульсным током? Назовите основные характеристики импульса и импульсного тока.
  12. Дайте объяснение влияния амплитуды импульса, длительности импульса и формы импульса на достижение порогового потенциала.
  13. 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).
  14. Дайте описание магнитного поля как вида материи.
  15. Что характеризует напряженность магнитного поля и магнитная индукция? Какие у них единицы измерения? Какова отличительная особенность этих характеристик?
  16. Как магнитные поля изображаются графически?
  17. Назовите силы, действующие в магнитном поле. Как оценивается их величина и направление?
  18. Чем обусловлены магнитные свойства тел? Магнитные моменты атомов и молекул как геометрическая сумма магнитных моментов электронов (орбитальных и спиновых).
  19. В чем заключается явление электромагнитной индукции?
  20. Дайте определение магнитного потока и сформулируйте закон электромагнитной индукции.
  21. Опишите механизм теплового действия на биологическую ткань переменного тока высокой частоты.
  22. Дайте обоснование, в каких тканях должен быть наибольший тепловой эффект при использовании переменного тока высокой частоты.
  23. Опишите механизм теплового действия на биологическую ткань переменного электрического поля УВЧ диапазона.
  24. Дайте обоснование в каких тканях наблюдается тепловой эффект при использовании переменного электрического поля УВЧ диапазона.
  25. Опишите механизм теплового действия на биологическую ткань переменного магнитного поля высокой частоты.
  26. Дайте обоснование в каких тканях должен быть наибольший тепловой эффект при использовании переменного магнитного поля высокой частоты.
  27. Электростатическое поле и его силовая характеристика - напряженность. Принцип суперпозиции электрических полей.
  28. Графическое представление электрических полей с помощью линий напряженности.
  29. Энергетическая характеристика электрического поля – потенциал. Принцип суперпозиции для потенциала.
  30. Электрическая емкость. Плоский конденсатор.
  31. Диэлектрик в электрическом поле. Механизмы поляризации диэлектрика.
  32. Что такое электрический ток?
  33. Дайте определение характеристикам электрического тока.
  34. Сформулируйте закон Ома для участка цепи.
  35. Какова природа электрического сопротивления? От чего зависит электрическое сопротивление проводника?
  36. Объясните механизм теплового действия электрического тока.
  37. Поясните закон Джоуля –Ленца.
  38. Что называется электростатическим диполем. Опишите основную характеристику электростатического диполя.
  39. Как вычислить потенциал диполя в некоторой точке поля?

40. Как вычислить разность потенциалов между точками в поле, создаваемое диполем? (точки находятся от диполя на одинаковом расстоянии)
41. Как формируется потенциал на клеточной мембране в состоянии покоя?
42. Как оценить мембранный потенциал, используя формулу Гольдмана-Ходжкина - Катца? формулу Нернста?
43. Назовите источники магнитного поля.
44. Как изменяют магнитное поле магнетики разного типа. В чем причина возникновения собственных полей в веществе?
45. Дайте определение силовым характеристикам магнитного поля: вектор магнитной индукции ( $\vec{B}$ ) и напряженность магнитного поля ( $\vec{H}$ ). Как они связаны между собой?
46. Как для графического представления магнитных полей получают линии магнитной индукции?
47. Дайте определение силе Ампера и силе Лоренца? Чему они равны и как можно определить их направление?
48. Что называется магнитным потоком?
49. В чем заключается явление магнитной индукции? Сформулируйте закон электромагнитной индукции.

### Критерии оценки:

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся если он обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, усвоил основную и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой; усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала; владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении ситуационных заданий, безошибочно ответил на основной и дополнительные вопросы на зачете.

Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся если он обнаружил пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки при ответе на основной и дополнительные вопросы; не может продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании образовательной организации без дополнительных занятий по дисциплине.

### 3.3. Типовые и ситуационные задачи для контроля, критерии оценки (ОК-1, ОПК-7)

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 -15кВ. Сможет ли произойти искровой разряд между стойкой металлической тележки и водопроводной трубой, если расстояние между ними окажется равным 0,8см?  $E_{разр}=30кВ/см$ .
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  $1см^2$  их мембраны равна 1 мкФ. Определить заряд  $1см^2$ , 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  $1,4 \cdot 10^{-3}$  м<sup>2</sup>. 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 Ом, а после длительной работы под нагрузкой сопротивление обмотки оказалось равным 1,5 Ом. До какой температуры нагрелась обмотка ( $\alpha = 0,004\text{ К}^{-1}$ )?

16. Постоянный ток 0,05 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 Ом.

17. ЭДС батарейки карманного фонарика равна 3,7 В, внутреннее сопротивление 1,5 Ом. Батарея замкнута на сопротивление 11,7 Ом. Каково напряжение на зажимах батарейки?

18. При сухой коже сопротивление между ладонями рук может достигать значения  $R = 10^5$  Ом, а при влажных ладонях это сопротивление существенно меньше ( $R = 1000$  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  $\nu = 50$  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  $1000\text{ Ом/см}^2$ , а при возбуждении снижается до  $25\text{ Ом/см}^2$ . 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 мин при плотности тока  $0,05\text{ мА/см}^2$  с электрода площадью  $5\text{ см}^2$ .

22. 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?

23. Мощность, потребляемая аппаратом гальванизации АГН-1, равна 35Вт. Определить КПД аппарата, если максимальное напряжение в терапевтической цепи при сопротивлении 500Ом составляет 50В.
24. 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.
25. Вольфрамовая нить электрической лампы при температуре 2900°С обладает сопротивлением 260 Ом. Определите ее сопротивление при температуре +20°С ( $\alpha=0,0042\text{K}^{-1}$ ).
26. Цепь состоит из трех сопротивлений 10, 20 и 30 Ом, соединенных последовательно. Напряжение на первом сопротивлении 20 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  $R_3=4\text{Ом}$ .
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  $R=500\text{Ом}$ .
32. 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.
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 Ом, соединяют параллельно и подключают к источнику электрической энергии. В первом выделилось 12,64 Дж энергии. Какое количество энергии выделилось во втором проводнике за это же время?
35. Электрический аппарат для перегонки воды потребляет от сети мощность 2,5кВт. Сколько дистиллированной воды получают при помощи этого аппарата в течение часа, если КПД его 80 %, а температура воды, поступающей из водопровода, 10°С?
36. 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.
37. 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.
38. Определите магнитный момент соленоида при токе 0,3А, если число витков 500, а площадь витка 20см<sup>2</sup>.
39. Определите работу при перемещении на 50 см проводника длиной 20см, по которому течет ток 10А, в однородном магнитном поле с индукцией 0,7Тл.
40. Проволочное кольцо радиусом 3см находится в однородном магнитном поле напряженностью 10<sup>5</sup>А/м. Плоскость кольца составляет угол 30° 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 40см.
42. 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?
43. Какова энергия магнитного поля в катушке длиной 50см, имеющей 1000 витков диаметром 20см, если по ней протекает ток силой 2мА? Найдите объемную плотность энергии.
44. По двум длинным параллельным проводникам текут в противоположных направлениях токи, причем  $I_2=2I_1$ . Расстояние между проводниками 5см. определите положение точек, в которых напряженность магнитного поля равна нулю.
45. По двум одинаковым круговым виткам радиусом 5см, плоскости которых взаимно перпендикулярны, а центры совпадают, текут одинаковые токи силой 2А. Найти индукцию магнитного поля в центре витков.
46. Определите максимальный вращающий момент, действующий на квадратную рамку со стороной 5см, помещенную в однородное магнитное поле с индукцией 0,5Тл. По рамке течет ток 1А.
47. В проводнике с длиной активной части 8см сила тока равна 50А. Какую работу совершает магнитное поле с индукцией 20мТл при перемещении проводника на 10см 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 2Тл. Вычислите магнитный поток, пронизывающий контур.
49. По катушке длиной 20см и диаметром 3см, имеющей 400 витков, течет ток силой 2а. 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  $20 \text{см}^2$ , 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 25 пФ, заряженный до разности потенциалов 20 В, разряжается через проводник сопротивлением 1 Ом и индуктивностью 4 мкГн. Найдите коэффициент затухания и амплитуду тока в цепи.
60. Активное сопротивление терапевтического контура аппарата УВЧ-терапии равно  $5 \cdot 10^3$  Ом, индуктивность составляет 27 мкГн, а частота 40 МГц. Определите ёмкость конденсатора, коэффициент затухания и период колебаний в контуре.
61. Колебательный контур аппарата для терапевтической диатермии состоит из катушки индуктивности и конденсатора ёмкостью 30 пФ. Определите индуктивность катушки, если частота генератора равна 1 МГц.
62. Сдвиг фаз между током и напряжением при прохождении переменного тока частотой 30 Гц через мышцу кролика составляет  $-65^\circ$ . Чему равно сопротивление резистора в эквивалентной схеме последовательно соединённых конденсатора и резистора, если ёмкость конденсатора 3,6 мкФ?
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 30 мА, напряжение 300 В, а активное сопротивление 1 кОм. Нарисуйте векторную диаграмму.
64. Для диагностики работоспособности мышц у пациента врач подает от аппарата КЭД– 5 М 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 5 мкР/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 0,1 Р.
75. 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.

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  ${}^{14}_7N$  потоком нейтронов может образоваться бор  ${}^{11}_5B$ , углерод  ${}^{14}_6C$  и литий  ${}^7_3Li$ . Какие частицы сопровождают такого рода превращения?
78. Во сколько раз уменьшится количество ядер радиоактивного цезия за 10 лет?
79. Радиоактивный углерод  ${}^{14}C_6$ , 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 воды, 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  $BaSO_4$ . 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  ${}^{60}Co_{27}$  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:

Типовые задачи для текущего контроля выдаются на практических занятиях и решаются под контролем преподавателя. Аналогичные задачи выдаются для внеаудиторной работы. СМ. Руководство к практическим занятиям по медицинской и биологической физике: учебно-методическое пособие / Е.В. Луценко, О.Л. Короткова. – Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2018. – 101 с.

Учебно-методическое пособие содержит компетентностно-ориентированные методические указания для подготовки к практическим занятиям по медицинской и биологической физике, предназначенные для студентов, обучающихся по специальностям 31.05.01 Лечебное дело, 31.05.02 Педиатрия, 31.05.03 Стоматология.

- «зачтено» - обучающийся решил задачу в соответствии с алгоритмом, дал полные и точные ответы на все вопросы задачи, представил комплексную оценку предложенной ситуации, сделал выводы, привел дополнительные аргументы, продемонстрировал знание теоретического материала с учетом междисциплинарных связей, нормативно-правовых актов; предложил альтернативные варианты решения проблемы;

- «не зачтено» - обучающийся не смог логично сформулировать ответы на вопросы задачи, сделать выводы, привести дополнительные примеры на основе принципа межпредметных связей, продемонстрировал неверную оценку ситуации.

### 3.4. Примерная тематика проверочных работ, критерии оценки (компетенции ОК-1, ОПК-7)

Проверка практических навыков – решение типовых ситуационных работ может проводиться по завершению изучения раздела дисциплины в виде письменной проверочной работы.

### Проверочная работа № 1 по разделу «Электрические и магнитные поля в биологических организмах»



Примерный вариант:

1. На шаре сосредоточен заряд  $6 \cdot 10^{-8}$  Кл, а потенциал его 18 кВ. Найдите радиус шара, если он находится в вакууме.
2. 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: последовательно.
3. В проводнике с длиной активной части 8 см сила тока равна 50 А. Какую работу совершает магнитное поле с индукцией 20 мТл при перемещении проводника на 10 см перпендикулярно линиям индукции?

## Проверочная работа № 2 по разделам «Физические основы электромагнитной физиотерапии» и «Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом»

Примерный вариант:

1. 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.
2. Терапевтический контур аппарата индуктотермии содержит плоскую катушку индуктивности состоящую из двух витков радиусом 7 см. Определить максимальную индукцию магнитного поля, создаваемого в центре этой катушки, если максимальный ток в контуре 1 А.
3. 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

### 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.

**или**

- «**зачтено**» - обучающийся решил все задачи в соответствии с алгоритмом, дал полные и точные ответы на все вопросы задачи, представил комплексную оценку предложенной ситуации, сделал выводы, привел дополнительные аргументы, продемонстрировал знание теоретического материала с учетом междисциплинарных связей, нормативно-правовых актов; предложил альтернативные варианты решения проблемы;

- «**не зачтено**» - обучающийся не смог логично сформулировать ответы на вопросы задачи/задач, сделать выводы, привести дополнительные примеры на основе принципа межпредметных связей, продемонстрировал неверную оценку ситуации.

### **3.5. Примеры тем рефератов, критерии оценки (компетенции ОК-1, ОПК-7):**

1. Биофизика вкуса.
2. Биофизика обоняния.
3. Биофизика внешнего дыхания.
4. Биолюминесценция.
5. Применение лазера в медицине.
6. Электростимуляция.
7. Реография.
8. Первичный механизм действия аэроионов.
9. Первичный механизм действия ультразвука на живые клетки и биологические ткани.
10. Первичный механизм действия оптического излучения на живые клетки и биологические ткани.
11. Первичный механизм действия электрических факторов на живые клетки и биологические ткани.
12. Первичный механизм действия магнитных факторов на живые клетки и биологические ткани.
13. Фотобиологические процессы.
14. Математическое моделирование биологических процессов.
15. Влияние электрического и магнитного поля Земли на биологические объекты.
16. Термодинамика биологических систем.
17. Биофизические основы термического воздействия на биологические ткани.
18. Транспорт веществ через эпителий.:
19. «Живое электричество» или история применения электрических методов исследования в физиологии и медицине.
20. Геомагнитное поле Земли
21. Влияние магнитных полей на биологические ткани
22. Влияние магнитного поля Солнца на жизнь на Земле.
23. Ядерный магнитный резонанс и его применение в медицине.
24. Методы электрографии, применяемые в клинических исследованиях
25. История электрографии\_История применения магнитов и магнитного поля в медицине

#### **Требования к структуре и оформлению реферата**

1. Реферат выполняется в печатном виде (шрифт Times New Roman (размер 12 или 14) или Ariel (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 про-

блемы, 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 некритичные 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**

1 **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).

##### **2 Локальные нормативные акты, регламентирующие проведение процедуры:**

3 Проведение промежуточной аттестации обучающихся регламентируется Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, введенным в действие приказом от 08.02.2018 № 61-ОД.

##### **4 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.

##### **5 Период проведения процедуры:**

6 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.

7 **Требования к помещениям и материально-техническим средствам для проведения процедуры:**

8 Требования к аудитории для проведения процедуры и необходимость применения специализированных материально-технических средств определяются преподавателем.

##### **9 Требования к кадровому обеспечению проведения процедуры:**

Процедуру проводит преподаватель, ведущий дисциплину (модуль).

##### **10 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**

	<b>Вид промежуточной аттестации</b>
	зачет
Количество ТЗ 1 уровня (выбрать все правильные ответы)	18
Кол-во баллов за правильный ответ	2
<b>Всего баллов</b>	<b>36</b>
Количество ТЗ 2 уровня (соответствие, последовательность)	8
Кол-во баллов за правильный ответ	4
<b>Всего баллов</b>	<b>32</b>
Количество ТЗ 3 уровня (ситуационная задача)	4
Кол-во баллов за правильный ответ	8
<b>Всего баллов</b>	<b>32</b>
<b>Всего тестовых заданий</b>	<b>30</b>
<b>Итого баллов</b>	<b>100</b>
<b>Мин. количество баллов для аттестации</b>	<b>70</b>

#### **11 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 зачете предлагается выполнить 30 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 30 тестовых заданий разного уровня сложности на зачете. Время, отводимое на тестирование, составляет не более одного академического часа.

#### **12 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».

13 Результаты проведения процедуры в обязательном порядке проставляются преподавателем в зачетные ведомости в соответствующую графу.

14

#### **4.2. Методика проведения устного собеседования**

15 **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.

#### **16 Локальные нормативные акты, регламентирующие проведение процедуры:**

17 Проведение промежуточной аттестации обучающихся регламентируется Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, введенным в действие приказом от 08.02.2018 № 61-ОД.

#### **18 Субъекты, на которые направлена процедура:**

Процедура оценивания должна охватывать всех обучающихся, осваивающих дисциплину (модуль). В случае, если обучающийся не прошел процедуру без уважительных причин, то он считается имеющим академическую задолженность.

#### **19 Период проведения процедуры:**

20 Процедура оценивания проводится по окончании изучения дисциплины (модуля) в соответствии с расписанием учебных занятий (если промежуточная аттестация проводится в форме зачета). Деканатом факультета может быть составлен индивидуальный график прохождения промежуточной аттестации для обучающегося при наличии определенных обстоятельств.

#### **21 Требования к помещениям и материально-техническим средствам для проведения процедуры:**

22 Требования к аудитории для проведения процедуры и необходимость применения специализированных материально-технических средств определяются преподавателем.

#### **23 Требования к кадровому обеспечению проведения процедуры:**

Процедуру проводит преподаватель, ведущий дисциплину (модуль), как правило, проводящий занятия лекционного типа.

#### **24 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.

#### **25 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:

на зачете оценками «зачтено» и «незачтено».

#### **26 Результаты процедуры:**

27 Результаты проведения процедуры в обязательном порядке проставляются преподавателем в зачетные книжки обучающихся и зачетные ведомости и представляются в деканат факультета, за которым закреплена образовательная программа, либо в отдел подготовки кадров высшей квалификации.

28 По результатам проведения процедуры оценивания преподавателем делается вывод о результатах промежуточной аттестации по дисциплине.

#### **4.3. Методика проверки решения типовых и ситуационных задач**

29 **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.

30 **Локальные нормативные акты, регламентирующие проведение процедуры:**

31 Проведение промежуточной аттестации обучающихся регламентируется Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, введенным в действие приказом от 08.02.2018 № 61-ОД.

32 **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.

33 **Период проведения процедуры:**

34 Решение задач выполняется студентами на аудиторных занятиях.

35 **Требования к помещениям и материально-техническим средствам для проведения процедуры:**

36 Для решения задач во время аудиторных занятий студенты снабжаются справочной литературой, перечнем типовых и ситуационных задач

37 **Требования к кадровому обеспечению проведения процедуры:**

Процедуру оценивания решения задач проводит преподаватель, ведущий дисциплину.

38 **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.

39 **Описание проведения процедуры:**

Решение задач производится самостоятельно в индивидуальном порядке или малыми группами.

40 **Результаты процедуры:**

Решение задач оценивается по 2-х балльной шкале: «зачтено», «не зачтено». Оценка за решение учитывается при проведении промежуточной аттестации на этапе проверки практических навыков.

#### **4.4. Методика проведения и оценки проверочной работы**

41 **Целью процедуры** текущей аттестации по дисциплине (модулю), проводимой в форме выполнения проверочной работы, 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.

42 **Локальные нормативные акты, регламентирующие проведение процедуры:**

43 Проведение промежуточной аттестации обучающихся регламентируется Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, введенным в действие приказом от 08.02.2018 № 61-ОД.

44 **Субъекты, на которые направлена процедура:**

Процедура оценивания должна охватывать всех обучающихся, осваивающих дисциплину, по которой предусмотрено выполнение контрольной работы. В случае, если обучающийся не выполнил проверочную работу, то он считается имеющим академическую задолженность.

**45 Период проведения процедуры:**

46 Проверочная работа выполняется студентами во время аудиторных занятий в соответствии с тематическим графиком практических занятий по данной дисциплине.

**47 Требования к помещениям и материально-техническим средствам для проведения процедуры:**

48 Проверочная работа выполняется студентами во время аудиторных занятий. При необходимости студент может воспользоваться справочными материалами.

**49 Требования к кадровому обеспечению проведения процедуры:**

Процедуру оценивания проверочной работы проводит преподаватель, ведущий дисциплину.

**50 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 варианты проверочной работы и требования к ее выполнению и оформлению. Обучающийся выполняет вариант работы, предназначенный для него в соответствии с требованиями. В случае выполнения студентом не своего варианта, работа не засчитывается и возвращается студенту для исправления.

**51 Описание проведения процедуры:**

Законченную работу студент сдает преподавателю в бумажном виде.

Проверочная работа подлежит проверке и рецензированию.

**52 Результаты процедуры:**

Проверочная работа оценивается по 2-х балльной шкале: «зачтено», «не зачтено» или по 4-х балльной шкале: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», критерии оценивания каждой работы предъявляются обучающимся заранее.

Оценка за проверочную работу учитывается при проведении промежуточной аттестации на этапе проверки практических навыков.

#### **4.5. Методика проведения защиты реферата**

53 **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.

**54 Локальные нормативные акты, регламентирующие проведение процедуры:**

55 Проведение промежуточной аттестации обучающихся регламентируется Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, введенным в действие приказом от 08.02.2018 № 61-ОД.

**56 Субъекты, на которые направлена процедура:**

Процедура оценивания должна охватывать обучающихся, желающих углубленно осваивать дисциплину, по которой предусмотрено выполнение рефератов.

**57 Период проведения процедуры:**

58 Процедура оценивания проводится в соответствии с учебным планом и расписанием учебных занятий.

**59 Требования к помещениям и материально-техническим средствам для проведения процедуры:**

60 Требования к аудитории для проведения процедуры и необходимость применения специализированных материально-технических средств определяются преподавателем.

**61 Требования к кадровому обеспечению проведения процедуры:**

Процедуру проводит преподаватель, ведущий дисциплину.

**62 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.

#### **63 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.

#### **64 Результаты процедуры:**

Реферат оценивается по 4-х балльной шкале: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценка учитывается при сдаче практических навыков студента на промежуточной аттестации.

### **4.6. Методика проведения приема практических навыков**

Оценка уровня освоения практических умений и навыков осуществляется на основании положительных результатов текущего контроля

Составитель: Короткова О.Л.

Зав. кафедрой Шатров А.В.