

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Железнов Лев Михайлович
Должность: ректор
Дата подписания: 18.05.2018
Уникальный программный ключ:
7f036de85c233e341493b4c0e48bb3a18c939f51

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «ОБЩАЯ И МЕДИЦИНСКАЯ БИОФИЗИКА»

Специальность	30.05.01 Медицинская биохимия
Направленность (профиль) ОПОП	Медицинская биохимия
Форма обучения	Очная
Срок освоения ОПОП	6 лет
Кафедра	Физики и медицинской информатики

Рабочая программа дисциплины разработана на основе:

- 1) ФГОС ВО специальности 30.05.01 Медицинская биохимия, утвержденного Министерством образования и науки РФ 13.08.2020 г., приказ № 998.
- 2) Учебного плана по специальности 30.05.01 Медицинская биохимия, одобренного ученым советом ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России 30.04.2021 г., протокол № 4.
- 3) Профессионального стандарта «Врач-биохимик», утвержденного Министерством труда и социальной защиты РФ 04.08.2017 г., приказ № 613н.

Рабочая программа дисциплины одобрена:

Кафедрой физики и медицинской информатики
Заведующий кафедрой

«05» мая 2021 г. (протокол № 6)
/А.В. Шатров/

Ученым советом педиатрического факультета
Председатель совета факультета

«19» мая 2021 г. (протокол № 3/1)
/ Е.С. Прокопьев/

Центральным методическим советом
Председатель ЦМС

«20» мая 2021 г. (протокол № 6)
/Е.Н. Касаткин/

Разработчики:

Старший преподаватель кафедры физики и
медицинской информатики

/О.Л. Короткова/

ОГЛАВЛЕНИЕ

Раздел 1. Перечень планируемых результатов обучения дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП	4
1.1. Цель изучения дисциплины	4
1.2. Задачи изучения дисциплины	4
1.3. Место дисциплины в структуре ОПОП	4
1.4. Объекты профессиональной деятельности	4
1.5. Типы задач профессиональной деятельности	4
1.6. Планируемые результаты освоения программы - компетенции выпускников, планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения программы	5
Раздел 2. Объем дисциплины и виды учебной работы	5
Раздел 3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)	6
3.1. Содержание разделов дисциплины	6
3.2. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами	7
3.3. Разделы дисциплины и виды занятий	7
3.4. Тематический план лекций	8
3.5. Тематический план практических занятий (семинаров)	10
3.6. Самостоятельная работа обучающегося	12
3.7. Лабораторный практикум	12
3.8. Примерная тематика курсовых проектов (работ), контрольных работ	13
Раздел 4. Перечень учебно-методического и материально-технического обеспечения дисциплины (модуля)	13
4.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины	13
4.1.1. Основная литература	13
4.1.2. Дополнительная литература	13
4.2. Нормативная база	14
4.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	14
4.4. Перечень информационных технологий, используемых для осуществления образовательного процесса по дисциплине, программного обеспечения и информационно-справочных систем	14
4.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине	14
Раздел 5. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины	15
5.1. Методика применения электронного обучения и дистанционных образовательных технологий при проведении занятий и на этапах текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине	17
Раздел 6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	20
Раздел 7. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	20
Раздел 8. Особенности учебно-методического обеспечения образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	21

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

1.1. Цель изучения дисциплины:

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

1.2. Задачи изучения дисциплины:

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

1.3. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Общая и медицинская биофизика» относится к блоку Б1. Дисциплины (модули) обязательной части.

Основные знания, необходимые для изучения дисциплины формируются при изучении дисциплин: Механика, электричество; Оптика, атомная физика; Математический анализ; Теория вероятности и математическая статистика; Информатика, медицинская информатика.

Является предшествующей для изучения дисциплины, прохождения практик: Производственная практика. Научно-исследовательская работа.

1.4. Объекты профессиональной деятельности

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

- физические лица (далее - пациенты);
- население;
- совокупность средств и технологий, предусмотренных при оказании диагностической помощи и направленных на создание условий для охраны здоровья граждан.

1.5. Типы задач профессиональной деятельности

Изучение данной дисциплины направлено на подготовку к решению задач профессиональной деятельности следующих типов: научно-исследовательский.

1.6. Планируемые результаты освоения программы - компетенции выпускников, планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения программы

Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование у выпускника следующих компетенций:

№ п/п	Результаты освоения ОПОП (индекс и содержание компетенции)	Индикатор достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)			Оценочные средства		№ раздела дисциплины, № семестра, в которых формируется компетенция
			Знать	Уметь	Владеть	для текущего контроля	для промежуточной аттестации	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	ИД УК 1.1. Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	Общие физические закономерности, принципы построения физической модели процесса.	Анализировать поставленную задачу и выявлять физические закономерности рассматриваемого процесса	Навыками анализа физического процесса и постановки эксперимента	Типовые задачи Отчеты по лабораторным работам Тестирование Реферат	Проверка практических навыков (решение типовых задач) Тестирование Собеседование	Разделы №№ 1-5 Семестр № № 5-7
2	ОПК-1. Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественно-научные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности	ИД ОПК 1.1. Использует естественно-научные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности	Физические законы и методы для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности	Решать типовые задачи с применением физических законов и методов и переносить известные методы на нетиповые задачи; выполнять экспериментальные работы, пользуясь инструкциями и руководствами.	Физической терминологией и аппаратом для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности	Типовые задачи Отчеты по лабораторным работам Тестирование Реферат	Проверка практических навыков (решение типовых задач) Тестирование Собеседование	Разделы №№ 1-5 Семестр № № 5-7

Раздел 2. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 11 зачетных единиц, 396 час.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры		
		№ 5	№ 6	№ 7
1	2	3	4	5
Контактная работа (всего)	240	72	60	108
в том числе:				
Лекции (Л)	72	20	18	34
Практические занятия (ПЗ)	168	52	42	74
Самостоятельная работа (всего)	120	36	30	54
в том числе:				
- Подготовка к занятиям	30	9	9	12

- Оформление отчетов по лабораторным работам		30	9	9	12
- Подготовка реферата		37	9	6	12
- Подготовка к тестированию		43	9	6	18
Вид промежуточной аттестации	экзамен	контактная работа	3		3
		самостоятельная работа	33		33
Общая трудоемкость (часы)		396	108	90	198
Зачетные единицы		11	3	2,5	5,5

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.	УК-1 ОПК-1	Молекулярная физика жидкой и твердой фаз. Биомеханика	<p><i>Лекции:</i> Акустика Физические методы использования звуковых и ультразвуковых методов исследования в клинике Основы строения и функционирования сердечно-сосудистой системы. Гидродинамика пульсового потока Свойства жидкостей Механические свойства твердых тел Основы физической кинетики</p> <p><i>Практические занятия:</i> Акустика. Физические методы использования звуковых и ультразвуковых методов исследования в клинике Основные законы гемодинамики. Энергетические характеристики функционирования сердечно-сосудистой системы Элементы биосопромата. Итоговое занятие по разделу Молекулярная физика жидкой и твердой фаз. Биомеханика</p>
2.	УК-1 ОПК-1	Термодинамика биологических систем. Биофизика клетки	<p><i>Лекции:</i> Первое начало термодинамики Второе начало термодинамики Строение и функции биологических мембран Явления переноса на клеточных мембранах. Пассивный транспорт веществ через мембрану. Активный транспорт веществ через мембрану. Мембранный потенциал.</p> <p><i>Практические занятия:</i> Явления переноса на клеточных мембранах. Мембранный потенциал. Итоговое занятие по разделу Термодинамика биологических систем. Биофизика клетки</p>
3.	УК-1 ОПК-1	Электробиофизика.	<p><i>Лекции:</i> Электрический и токовый диполь Диэлектрики и проводники в электрическом поле Электрография Магнитные свойства веществ Биофизика нервного импульса Переменный ток</p> <p><i>Практические занятия:</i> Электрография Магнитные свойства веществ</p>

			Электропроводность биологических тканей Итоговое занятие по разделу Электробиофизика.
4.	УК-1 ОПК-1	Оптика. Атомная и ядерная биофизика.	<i>Лекции:</i> Волновые и корпускулярные свойства света Зрительный анализатор Электронная оптика. ЯМР. Рентгеновское излучение. Взаимодействие радиоактивного излучения с веществом. Дозиметрия. <i>Практические занятия:</i> Волновая оптика Электронная оптика Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом. Итоговое занятие по разделу Оптика. Атомная и ядерная биофизика
5.	УК-1 ОПК-1	Первичные механизмы действия физических факторов на клетки и биологические ткани.	<i>Лекции:</i> Первичный механизм действия ультразвука на живые клетки и биологические ткани Первичный механизм действия оптического излучения на живые клетки и биологические ткани Первичный механизм действия электрических факторов на живые клетки и биологические ткани Первичный механизм действия магнитных факторов на живые клетки и биологические ткани Исторические аспекты применения физических факторов в диагностике. <i>Практические занятия:</i> Первичный механизм действия ультразвука на живые клетки и биологические ткани Первичный механизм действия электрических и магнитных факторов на живые клетки и биологические ткани Физические основы физиотерапии Итоговое занятие по разделу Первичные механизмы действия физических факторов на клетки и биологические ткани

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

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин				
		1	2	3	4	5
1	Производственная практика. Научно-исследовательская работа.	+	+	+	+	+

3.3. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	СРС	Всего часов
1	2	3	4	5	6
1	Молекулярная физика жидкой и твердой фаз. Биомеханика	16	48	27	91

2	Термодинамика биологических систем. Биофизика клетки		16	22	15	53
3	Электробиофизика.		14	40	36	90
4	Оптика. Атомная и ядерная биофизика.		14	36	27	77
5	Первичные механизмы действия физических факторов на клетки и биологические ткани.		12	22	15	49
Вид промежуточной аттестации:	экзамен	контактная работа				3
		самостоятельная работа				33
Итого:			72	168	120	396

3.4. Тематический план лекций

№ п/п	№ раздела дисциплины	Название тем лекций	Содержание лекций	Трудоемкость		
				5 сем	6 сем	7 сем
1	2	3	4	5	6	7
1.	1	Акустика	Слуховой анализатор. Связь физических характеристик звука и характеристик слухового ощущения.	2		
2.	1	Физические методы использования звуковых и ультразвуковых методов исследования в клинике	Звуковые методы исследования в клинике. Инфразвук, ультразвук и гиперзвук. Эффект Доплера. Использование УЗ в медицине.	2		
3.	1	Основы строения и функционирования сердечно-сосудистой системы.	Основные законы гемодинамики. Основы строения и функционирования сердечно-сосудистой системы. Физические методы исследования механических параметров сердечно-сосудистой системы.	2		
4.	1	Гидродинамика пульсового потока	Гидродинамика пульсового потока в эластичной трубе. Моделирование пульсовой волны.	2		
5.	1	Свойства жидкостей	Диффузия. Осмос. Поверхностное натяжение.	2		
6.	1	Механические свойства твердых тел	Элементы биосопротива. Пассивные и активные механические свойства мышечной ткани.	4		
7.	1	Основы физической кинетики	Фазовые переходы. Явления переноса.	2		
8.	2	Первое начало термодинамики	Предмет и терминология. Применение первого начала термодинамики к биологическим системам	2		
9.	2	Второе начало термодинамики	Второе начало термодинамики Энтропия и характеристические функции	2		
10.	2	Строение и функции биологических мембран	Функции мембран. Строение мембран. Модели мембран. Динамика и патология мембран.		2	
11.	2	Явления переноса на клеточных мембранах.	Электрохимический потенциал. Диффузия, электроперенос, электродиффузия.		2	
12.	2	Пассивный транспорт веществ через мембрану.	Виды и способы пассивного транспорта		4	

13.	2	Активный транспорт веществ через мембрану.	Виды и способы активного транспорта. Отличие активного транспорта от пассивного.		2	
14.	2	Мембранный потенциал.	Причины возникновения мембранного потенциала. Потенциал покоя. Пороговый потенциал. Потенциал возбуждения. Равновесный потенциал Нернста, Годмана-Ходжкина-Катца.		2	
15.	3	Электрический и токовый диполь	Понятие токового диполя. Мультиполь. Поле диполя. Диполь во внешнем поле. Токовый диполь.		2	
16.	3	Диэлектрики и проводники в электрическом поле	Поляризация веществ, помещенных в электрическое поле. Биологическая ткань в электрическое поле.		2	
17.	3	Электрография	Электрические поля, создаваемые живым организмом. Методика регистрации электрических полей. Задача электрографии. Теория Эйнтховена для ЭКГ.		2	
18.	3	Магнитные свойства веществ	Магнитная проницаемость. Вещество в магнитном поле. Геомагнитное поле. Магнитные поля, создаваемые живым организмом.			2
19.	3	Биофизика нервного импульса	Потенциал действия нейрона. Нейрокибернетика. Индуктивно-ёмкостная модель возбудимой ткани.			2
20.	3	Переменный ток	Особенности прохождения переменного электрического поля через биологическую ткань.			4
21.	4	Волновые и корпускулярные свойства света	Интерференция, дифракция, дисперсия, поляризация. Дуализм световых волн. Поглощение и рассеяние света.			2
22.	4	Зрительный анализатор	Элементы строения глаза. Оптические силы сред глаза. Угол зрения. Острота зрения. Очки.			2
23.	4	Электронная оптика. ЯМР.	Магнитная линза. Предел разрешения электронного микроскопа. ЯМР-спектрометр. Магниторезонансная томография.			2
24.	4	Рентгеновское излучение.	Свойства и виды рентгеновского излучения. Рентгеновская трубка. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Применение рентгеновского излучения в медицине.			4
25.	4	Взаимодействие радиоактивного излучения с веществом.	Виды радиоактивного излучения. Взаимодействие радиоактивного излучения с биологической тканью.			2
26.	4	Дозиметрия.	Дозы излучения и поглощения. Дозиметры. Защита от ионизирующего излучения.			2
27.	5	Первичный механизм действия ультразвука на живые клетки и биологические ткани	Природа ультразвука. Физические основы использования ультразвука в диагностике. Физические основы использования ультразвука в физиотерапии.			2
28.	5	Первичный механизм действия оптического излучения на живые клетки и биологические ткани	Природа и виды оптического излучения. Физические основы использования оптического излучения в диагностике. Физические основы использования оптического излучения в физиотерапии.			2

29.	5	Первичный механизм действия электрических факторов на живые клетки и биологические ткани	Первичный механизм действия на биологические ткани постоянного и переменного электрического поля. постоянного, импульсного и переменного электрического тока.			2
30.	5	Первичный механизм действия магнитных факторов на живые клетки и биологические ткани	Первичный механизм действия на биологические ткани постоянного и переменного магнитного поля.			2
31.	5	Исторические аспекты применения физических факторов в диагностике.	Физические закономерности, имеющие место при работе человеческого организма. Физические аспекты основных методов функциональной диагностики. Анализ влияния физических факторов на организм человека.			4
ИТОГО:				20	18	34

3.5. Тематический план практических занятий (семинаров)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Название тем практических занятий (семинаров)	Содержание практических (семинарских) занятий	Трудоемкость		
				5 сем	6 сем	7 сем
1	2	3	4	5	6	7
1.	1	Акустика. Физические методы использования звуковых и ультразвуковых методов исследования в клинике	Звуковые волны. Применение звуковых и ультразвуковых методов исследования в клинике <i>Практическая подготовка:</i> Решение типовых задач Лабораторная работа	8 В том числе на ПП – 6		
2.	1	Основные законы гемодинамики. Энергетические характеристики функционирования сердечно-сосудистой системы	Основные законы гемодинамики. Работа и мощность сердца <i>Практическая подготовка:</i> Решение типовых задач	16 В том числе на ПП – 12		
3.	1	Элементы биосопромата.	Физические свойства твердых тел. <i>Практическая подготовка:</i> Решение типовых задач Лабораторная работа	20 В том числе на ПП – 16		
4.	1	Итоговое занятие по разделу Молекулярная физика жидкой и твердой фаз. Биомеханика	Тестирование. <i>Практическая подготовка:</i> Решение типовых задач	4 В том числе на ПП – 3		
5.	2	Явления переноса на клеточных мембранах.	Первое и второе начало термодинамики в биологических системах <i>Практическая подготовка:</i> Решение типовых задач	4 В том числе на ПП – 2	12 В том числе на ПП – 8	
6.	2	Мембранный потенциал.	Электрохимический потенциал на клеточной мембране. Механизм возникновения биопотенциалов. Потенциал покоя и возбуждения. Пороговый потенциал <i>Практическая подготовка:</i> Решение типовых задач		4 В том числе на ПП – 2	

7.	2	Итоговое занятие по разделу Термодинамика биологических систем. Биофизика клетки	Тестирование. <i>Практическая подготовка:</i> Решение типовых задач		2 В том числе на ПП – 1	
8.	3	Электрография	Электрические поля, создаваемые живым организмом в процессе функционирования. Принцип регистрации электрических полей. ЭКГ, ЭЭГ, ЭМГ. <i>Практическая подготовка:</i> Решение типовых задач Лабораторная работа		10 В том числе на ПП – 8	
9.	3	Магнитные свойства веществ	Магнитные свойства биологических тканей. Биоманнитные поля. <i>Практическая подготовка:</i> Решение типовых задач		4 В том числе на ПП – 3	
10.	3	Электропроводность биологических тканей	Электропроводность биологических тканей для постоянного и переменного тока. Первичное действие эл. тока на биологические ткани. <i>Практическая подготовка:</i> Решение типовых задач Лабораторная работа		10 В том числе на ПП – 8	12 В том числе на ПП – 10
11.	3	Итоговое занятие по разделу Электробиофизика.	Тестирование. <i>Практическая подготовка:</i> Решение типовых задач			4 В том числе на ПП – 3
12.	4	Волновая оптика	Законы распространения света. Оптические приборы. <i>Практическая подготовка:</i> Решение типовых задач			12 В том числе на ПП – 10
13.	4	Электронная оптика	Излучение и поглощение света. Фотобиологические законы. <i>Практическая подготовка:</i> Решение типовых задач Лабораторная работа			10 В том числе на ПП – 8
14.	4	Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом.	Свойства ионизирующего излучения (ИИ). Взаимодействие ИИ с веществом. Характеристики поглощающих свойств вещества. <i>Практическая подготовка:</i> Решение типовых задач Лабораторная работа			10 В том числе на ПП – 8
15.	4	Итоговое занятие по разделу Оптика. Атомная и ядерная биофизика	Тестирование. <i>Практическая подготовка:</i> Решение типовых задач			4 В том числе на ПП – 3
16.	5	Первичный механизм действия ультразвука на живые клетки и биологические ткани	Механическое, тепловое и химическое действие УЗ на биологические ткани. <i>Практическая подготовка:</i>			4 В том числе на ПП

			Решение типовых задач Лабораторная работа			– 3
17.	5	Первичный механизм действия электрических и магнитных факторов на живые клетки и биологические ткани	Изменение ориентации, подвижности и поляризации биологических тканей под действием электромагнитных факторов. <i>Практическая подготовка:</i> Решение типовых задач Лабораторная работа			12 В том числе на ПП – 10
18.	5	Физические основы физиотерапии	Физиотерапевтическая и физиодиагностическая аппаратура. <i>Практическая подготовка:</i> Решение типовых задач Лабораторная работа			4 В том числе на ПП – 3
19.	5	Итоговое занятие по разделу Первичные механизмы действия физических факторов на клетки и биологические ткани	Тестирование. <i>Практическая подготовка:</i> Решение типовых задач			2 В том числе на ПП – 1
ИТОГО:				52	42	74

Лабораторные работы проводятся как часть практического занятия.

3.6. Самостоятельная работа обучающегося

№ п/п	№ семестра	Наименование раздела дисциплины	Виды СРС	Всего часов
1	2	3	4	5
1	3	Молекулярная физика жидкой и твердой фаз. Биомеханика	- Подготовка к занятиям - Оформление отчетов по лабораторным работам - Подготовка реферата - Подготовка к тестированию	27
2		Термодинамика биологических систем. Биофизика клетки	- Подготовка к занятиям - Оформление отчетов по лабораторным работам - Подготовка реферата - Подготовка к тестированию	9
Итого часов в семестре:				36
3	4	Термодинамика биологических систем. Биофизика клетки	- Подготовка к занятиям - Оформление отчетов по лабораторным работам - Подготовка реферата - Подготовка к тестированию	6
4		Электробиофизика.	- Подготовка к занятиям - Оформление отчетов по лабораторным работам - Подготовка реферата - Подготовка к тестированию	24
Итого часов в семестре:				30
5	4	Электробиофизика.	- Подготовка к занятиям - Оформление отчетов по лабораторным работам - Подготовка реферата - Подготовка к тестированию	12
6	5	Оптика. Атомная и ядерная биофизика.	- Подготовка к занятиям - Оформление отчетов по лабораторным работам - Подготовка реферата - Подготовка к тестированию	27
7		Первичные механизмы	- Подготовка к занятиям	15

	действия физических факторов на клетки и биологические ткани.	- Оформление отчетов по лабораторным работам - Подготовка реферата - Подготовка к тестированию	
Итого часов в семестре:			54
Всего часов на самостоятельную работу:			120

3.7. Лабораторный практикум – учебным планом не предусмотрен.

3.8. Примерная тематика курсовых проектов (работ), контрольных работ – учебным планом не предусмотрены.

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

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

4.2.1. Основная литература

№ п/п	Наименование	Автор(ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров в библиотеке	Наличие в ЭБС
1	2	3	4	5	6
1	Физика с элементами биофизики	Эйдельман Е. Д.	М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013	15	Консультант студента www.studmedlib.ru
2	Медицинская и биологическая физика	А.Н. Ремизов	Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2016, 2018.	270	Консультант студента www.studmedlib.ru
3	Медицинская и биологическая физика	А.Н. Ремизов	Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2013	-	Консультант студента www.studmedlib.ru

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 www.studmedlib.ru
2	Медицинская и биологическая физика	А. Н. Ремизов, А. Г. Максина, А. Я. Потапенко	Москва: Дрофа, 2010.	48	
3	Физика: современный курс	В.А. Никеров	Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016.	[Электронный ресурс].	Университетская библиотека онлайн http://www.biblioclub.ru
4	Руководство к практическим занятиям по медицинской и	Луценко Е.В., Короткова О.Л.	Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2017	40	«ЭБС Кировского ГМУ». http://elib.kirov-gmu.ru/ .

	биологической физике: учебно-методическое пособие				
5	Медицинская и биологическая физика. Курс лекций с задачами	В.Н. Федорова, Е.В. Фаустов	2010, Москва: ГЭОТАР-Медиа		Консультант студента www.studmedlib.ru
6	Физика и биофизика: учебник	В.Ф. Антонов и др.	2008,2013 Москва: ГЭОТАР-Медиа	5	Консультант студента www.studmedlib.ru

4.2. Нормативная база – не имеется

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

- http://www.all-fizika.com/article/index.php?id_article=343 – Биофизика. Медицинская физика. Прикладная и теоретическая физика.
- <http://prezentacija.biz/prezentacii-po-fizike/prezentacii-po-biofizike/> - презентации по физике и биофизике.

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

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. 150-249 Node 1 year Educational Renewal License, срок использования с 29.04.2021 до 24.08.2022 г., номер лицензии 280E-210429-102703-540-3202,
8. Автоматизированная система тестирования Indigo Договор № Д53783/2 от 02.11.2015 (срок действия бессрочный, 1 год технической поддержки),

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 (модуля) используются следующие специальные помещения:

Наименование специализированных помещений	Номер кабинета, адрес	Оборудование, технические средства обучения, размещенные в специализированных помещениях
аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций	1-411 г. Киров, ул. Карла Маркса, д.137, Здание учебного корпуса №1	Специализированная учебная мебель (стол и стул преподавателя, столы и стулья ученические)/ 1 компьютер с выходом в Интернет; проектор, экран, звукоусилительная аппаратура, демонстрационные телевизоры
учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа	Каб. № 522а, 523, 525 г. Киров, ул. К. Маркса, 112, 3 корпус	Специализированная учебная мебель (стол и стул преподавателя, столы и стулья ученические). 1 компьютер с выходом в Интернет; проектор, экран, звукоусилительная аппаратура, демонстрационные телевизоры
учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Каб. № 522а, 523, 525 г. Киров, ул. К. Маркса, 3 корпус	аппарат «Амплипульс-5»; аппарат для низкочастотной магнитотерапии «Полус – 1», «Магнитер» аппарат для индуктотермии «ИКВ-4»; аппарат для местной дарсонвализации «Искра –1»; установка для изучения импеданса живой биологической ткани; аппарат УВЧ-80 с приставкой для индуктотермии; электрокардиографы; звуковые генераторы; аудиометры; аппараты ультразвуковой терапии; компьютеры с локальной сетью; рефрактометры; оптические скамьи; спектрофотометр СФ-46;
учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций	№ 522а, 523, 525 г. Киров, ул. К. Маркса, 3 корпус	Специализированная учебная мебель (стол и стул преподавателя, столы и стулья ученические), доска для ведения записей маркерами., 1 компьютер, демонстрационный телевизор, информационные стенды
учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации	1-307, 1-404 г. Киров, ул. Карла Маркса, д.137, Здание учебного корпуса №1 3-414 г. Киров, ул. Карла Маркса, д.112, Здание учебного корпуса № 3	Специализированная учебная мебель (стол и стул преподавателя, столы и стулья ученические); доска для ведения записей маркерами; информационные стенды. Компьютерные классы по 14 индивидуальных рабочих мест с возможностью выхода в Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду вуза
помещения для самостоятельной работы	Каб. № 516, г. Киров, ул. К. Маркса, 3 корпус	Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью выхода в Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду вуза, ПК для работы с нормативно-правовой документацией, в т.ч. электронной базой "Консультант студента»

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

Раздел 5. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

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

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

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

При изучении учебной дисциплины обучающимся необходимо освоить практические умения по решению типовых задач, измерению физических величин и работе с приборами и установками в соответствии с предлагаемыми инструкциями.

При проведении учебных занятий кафедра обеспечивает развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (путем проведения интерактивных лекций, групповых дискуссий, 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. Рекомендуются при изучении всех тем дисциплины. На лекциях излагаются темы дисциплины, предусмотренные рабочей программой, акцентируется внимание на наиболее принципиальных и сложных вопросах дисциплины, устанавливаются вопросы для самостоятельной проработки. Конспект лекций является базой при подготовке к практическим занятиям, к экзамену, а также для самостоятельной работы.

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

Практические занятия:

Практические занятия по дисциплине проводятся с целью приобретения практических навыков в области анализа физических (механических и оптических) процессов, происходящих в живом биологическом организме и применения физических факторов в медицине.

Практические занятия проводятся в виде собеседований, обсуждений, решения типовых задач, тестовых заданий, выполнения эксперимента.

Выполнение практической работы обучающиеся производят как в устном, так и в письменном виде.

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:

- Акустика. Физические методы использования звуковых и ультразвуковых методов исследования в клинике
- Основные законы гемодинамики. Энергетические характеристики функционирования сердечно-сосудистой системы
- Элементы биосопромата.
- Явления переноса на клеточных мембранах.
- Мембранный потенциал.
- Электрография
- Магнитные свойства веществ
- Электропроводность биологических тканей
- Волновая оптика
- Электронная оптика
- Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом.
- Итоговое занятие по теме Оптика. Атомная и ядерная биофизика
- Первичный механизм действия ультразвука на живые клетки и биологические ткани

- Первичный механизм действия электрических и магнитных факторов на живые клетки и биологические ткани
- Физические основы физиотерапии
 - практикум по решению задач по темам:
 - Явления переноса на клеточных мембранах.
 - Мембранный потенциал.
 - Магнитные свойства веществ
 - Волновая оптика
 - практические занятия с проведением лабораторных работ по темам:
 - Акустика. Физические методы использования звуковых и ультразвуковых методов исследования в клинике
 - Основные законы гемодинамики. Энергетические характеристики функционирования сердечно-сосудистой системы
 - Элементы биосопромата.
 - Электрография
 - Электропроводность биологических тканей
 - Электронная оптика
 - Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом.
 - Первичный механизм действия ультразвука на живые клетки и биологические ткани
 - Первичный механизм действия электрических и магнитных факторов на живые клетки и биологические ткани
 - Физические основы физиотерапии
 - итоговые занятия проводятся в форме письменной работы (решение задач) и текущего тестирования (на бумажном носителе или в компьютерном классе).

Самостоятельная работа:

Самостоятельная работа студентов подразумевает подготовку по всем разделам дисциплины и включает подготовку к занятиям, оформление отчетов лабораторного эксперимента, подготовку реферата, подготовку к тестированию.

Работа с учебной литературой рассматривается как вид учебной работы по дисциплине выполняется в пределах часов, отводимых на её изучение (в разделе СРС). Каждый обучающийся обеспечен доступом к библиотечным фондам университета и кафедры. Во время изучения дисциплины обучающиеся (под контролем преподавателя) самостоятельно проводят работу с дополнительной информацией, готовятся к собеседованию на семинаре. Эта работа способствует формированию навыков использования учебной и научной литературы, глобальных информационных ресурсов, способствует формированию логического мышления. Работа обучающегося в группе формирует чувство коллективизма и коммуникабельность.

Исходный уровень знаний обучающихся определяется тестированием и/или собеседованием.

Текущий контроль освоения дисциплины проводится в форме решения типовых задач, тестового контроля, защиты отчетов по лабораторным работам и реферата.

В конце изучения дисциплины проводится промежуточная аттестация с использованием тестового контроля, проверки практических навыков (решение типовых задач), собеседования.

5.1. Методика применения электронного обучения и дистанционных образовательных технологий при проведении занятий и на этапах текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Применение электронного обучения и дистанционных образовательных технологий по дисциплине осуществляется в соответствии с «Порядком реализации электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России», введенным в действие 01.11.2017, приказ № 476-ОД.

Дистанционное обучение реализуется в электронно-информационной образовательной среде Университета, включающей электронные информационные и образовательные ресурсы,

информационные и телекоммуникационные технологии, технологические средства, и обеспечивающей освоение обучающимися программы в полном объеме независимо от места нахождения.

Электронное обучение (ЭО) – организация образовательной деятельности с применением содержащейся в базах данных и используемой при реализации образовательных программ информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий, технических средств, а также информационно-телекоммуникационных сетей, обеспечивающих передачу по линиям связи указанной информации, взаимодействие обучающихся и преподавателя.

Дистанционные образовательные технологии (ДОТ) – образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и преподавателя. Дистанционное обучение – это одна из форм обучения.

При использовании ЭО и ДОТ каждый обучающийся обеспечивается доступом к средствам электронного обучения и основному информационному ресурсу в объеме часов учебного плана, необходимых для освоения программы.

В практике применения дистанционного обучения по дисциплине используются методики синхронного и асинхронного обучения.

Методика синхронного дистанционного обучения предусматривает общение обучающегося и преподавателя в режиме реального времени – on-line общение. Используются следующие технологии on-line: вебинары (или видеоконференции), аудиоконференции, чаты.

Методика асинхронного дистанционного обучения применяется, когда невозможно общение между преподавателем и обучающимся в реальном времени – так называемое off-line общение, общение в режиме с отложенным ответом. Используются следующие технологии off-line: электронная почта, рассылки, форумы.

Наибольшая эффективность при дистанционном обучении достигается при использовании смешанных методик дистанционного обучения, при этом подразумевается, что программа обучения строится как из элементов синхронной, так и из элементов асинхронной методики обучения.

Учебный процесс с использованием дистанционных образовательных технологий осуществляется посредством:

- размещения учебного материала на образовательном сайте Университета;
- сопровождения электронного обучения;
- организации и проведения консультаций в режиме «on-line» и «off-line»;
- организации обратной связи с обучающимися в режиме «on-line» и «off-line»;
- обеспечения методической помощи обучающимся через взаимодействие участников учебного процесса с использованием всех доступных современных телекоммуникационных средств, одобренных локальными нормативными актами;
- организации самостоятельной работы обучающихся путем обеспечения удаленного доступа к образовательным ресурсам (ЭБС, материалам, размещенным на образовательном сайте);
- контроля достижения запланированных результатов обучения по дисциплине обучающимися в режиме «on-line» и «off-line»;
- идентификации личности обучающегося.

Реализация программы в электронной форме начинается с проведения организационной встречи с обучающимися посредством видеоконференции (вебинара).

При этом преподаватель информирует обучающихся о технических требованиях к оборудованию и каналам связи, осуществляет предварительную проверку связи с обучающимися, создание и настройку вебинара. Преподаватель также сверяет предварительный список обучающихся с фактически присутствующими, информирует их о режиме занятий, особенностях образовательного процесса, правилах внутреннего распорядка, графике учебного процесса.

После проведения установочного вебинара учебный процесс может быть реализован асинхронно (обучающийся осваивает учебный материал в любое удобное для него время и общается с преподавателем с использованием средств телекоммуникаций в режиме отложенного времени) или синхронно (проведение учебных мероприятий и общение обучающегося с преподавателем в режиме реального времени).

Преподаватель самостоятельно определяет порядок оказания учебно-методической помощи обучающимся, в том числе в форме индивидуальных консультаций, оказываемых дистанционно с использованием информационных и телекоммуникационных технологий.

При дистанционном обучении важным аспектом является общение между участниками учебного процесса, обязательные консультации преподавателя. При этом общение между обучающимися и преподавателем происходит удаленно, посредством средств телекоммуникаций.

В содержание консультаций входят:

- разъяснение обучающимся общей технологии применения элементов ЭО и ДОТ, приемов и способов работы с предоставленными им учебно-методическими материалами, принципов самоорганизации учебного процесса;
- советы и рекомендации по изучению программы дисциплины и подготовке к промежуточной аттестации;
- анализ поступивших вопросов, ответы на вопросы обучающихся;
- разработка отдельных рекомендаций по изучению частей (разделов, тем) дисциплины, по подготовке к текущей и промежуточной аттестации.

Также осуществляются индивидуальные консультации обучающихся в ходе выполнения ими письменных работ.

Обязательным компонентом системы дистанционного обучения по дисциплине является электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК), который включает электронные аналоги печатных учебных изданий (учебников), самостоятельные электронные учебные издания (учебники), дидактические материалы для подготовки к занятиям, текущему контролю и промежуточной аттестации, аудио- и видеоматериалы, другие специализированные компоненты (текстовые, звуковые, мультимедийные). ЭУМК обеспечивает в соответствии с программой организацию обучения, самостоятельной работы обучающихся, тренинги путем предоставления обучающимся необходимых учебных материалов, специально разработанных для реализации электронного обучения, контроль знаний. ЭУМК размещается в электронно-библиотечных системах и на образовательном сайте Университета.

Используемые виды учебной работы по дисциплине при применении ЭО и ДОТ:

№ n/n	Виды занятий/работ	Виды учебной работы обучающихся	
		Контактная работа (on-line u off-line)	Самостоятельная работа
1	Лекции	- веб-лекции (вебинары) - видеолекции - лекции-презентации	- работа с архивами проведенных занятий - работа с опорными конспектами лекций - выполнение контрольных заданий
2	Практические, семинарские занятия	- видеоконференции - вебинары - семинары в чате - видеодоклады - семинары-форумы - веб-тренинги - видеозащита работ	- работа с архивами проведенных занятий - самостоятельное изучение учебных и методических материалов - решение тестовых заданий и ситуационных задач - работа по планам занятий - самостоятельное выполнение заданий и отправка их на проверку преподавателю - выполнение тематических рефератов.

3	Консультации (групповые и индивидуальные)	- видеоконсультации - веб-консультации - консультации в чате	- консультации-форумы (или консультации в чате) - консультации посредством образовательного сайта
4	Проверочные и самостоятельные работы.	- видеозащиты выполненных работ (групповые и индивидуальные) - тестирование	- работа с архивами проведенных занятий - самостоятельное изучение учебных и методических материалов - решение тестовых заданий и ситуационных задач - выполнение проверочных и самостоятельных работ

При реализации программы или ее частей с применением электронного обучения и дистанционных технологий кафедра ведет учет и хранение результатов освоения обучающимися дисциплины на бумажном носителе и (или) в электронно-цифровой форме (на образовательном сайте, в системе INDIGO).

Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся по учебной дисциплине с применением ЭО и ДОТ осуществляется посредством собеседования (on-line), компьютерного тестирования или выполнения письменных работ (on-line или off-line).

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

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

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

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

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

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

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

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

Раздел 7. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся 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.

Раздел 8. Особенности учебно-методического обеспечения образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

8.1. Выбор методов обучения

Выбор методов обучения осуществляется, исходя из их доступности для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Выбор методов обучения определяется содержанием обучения, уровнем профессиональной подготовки педагогов, методического и материально-технического обеспечения, особенностями восприятия учебной информации обучающихся-инвалидов и обучающихся с ограниченными возможностями здоровья. В образовательном процессе используются социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими обучающимися, создании комфортного психологического климата в группе.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная работа. Под индивидуальной работой подразумеваются две формы взаимодействия с преподавателем: индивидуальная учебная работа (консультации), т.е. дополнительное разъяснение учебного материала и углубленное изучение материала с теми обучающимися, которые в этом заинтересованы, и индивидуальная воспитательная работа. Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.

8.2. Обеспечение обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья печатными и электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья

Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом того, чтобы предоставлять этот материал в различных формах так, чтобы инвалиды с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения – аудиально (например, с использованием программ-синтезаторов речи) или с помощью тифлоинформационных устройств.

Учебно-методические материалы, в том числе для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

<i>Категории обучающихся</i>	<i>Формы</i>
С нарушением слуха	- в печатной форме - в форме электронного документа
С нарушением зрения	- в печатной форме увеличенным шрифтом - в форме электронного документа - в форме аудиофайла
С ограничением двигательных функций	- в печатной форме - в форме электронного документа - в форме аудиофайла

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

8.3. Проведение текущего контроля и промежуточной аттестации с учетом особенностей нозологий инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся созданы оценочные средства, адаптированные для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных результатов обучения и уровень сформированности компетенций, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Форма проведения текущего контроля и промежуточной аттестации для обучающихся - инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). При необходимости обучающемуся-инвалиду предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на этапе промежуточной аттестации.

Для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены следующие оценочные средства:

<i>Категории обучающихся</i>	<i>Виды оценочных средств</i>	<i>Формы контроля и оценки результатов обучения</i>
С нарушением слуха	Тест	преимущественно письменная проверка
С нарушением зрения	Собеседование	преимущественно устная проверка (индивидуально)
С ограничением двигательных функций	решение дистанционных тестов, контрольные вопросы	организация контроля с помощью электронной оболочки MOODLE, письменная проверка

8.4. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

1) для инвалидов и лиц с ОВЗ по зрению:

- обеспечение доступа обучающегося, являющегося слепым и использующего собаку-поводыря, к зданию Университета;
- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;
- наличие альтернативной версии официального сайта Университета в сети «Интернет» для обучающихся, являющихся слепыми или слабовидящими;
- размещение аудиторных занятий преимущественно в аудиториях, расположенных на первых этажах корпусов Университета;
- размещение в доступных для обучающихся, являющихся слепыми или слабовидящими, местах и в адаптированной форме (с учетом их особых потребностей) справочной информации о расписании учебных занятий, которая выполняется крупным рельефно-контрастным шрифтом на белом или желтом фоне и дублируется шрифтом Брайля;
- предоставление доступа к учебно-методическим материалам, выполненным в альтернативных форматах печатных материалов или аудиофайлов;
- наличие электронных луп, видеоувеличителей, программ не визуального доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных для обучающихся с нарушениями зрения формах;
- предоставление возможности прохождения промежуточной аттестации с применением специальных средств.

2) для инвалидов и лиц с ОВЗ по слуху:

- присутствие сурдопереводчика (при необходимости), оказывающего обучающемуся необходимую помощь при проведении аудиторных занятий, прохождении промежуточной аттестации;
- дублирование звуковой справочной информации о расписании учебных занятий визуальной (установка мониторов с возможностью трансляции субтитров);
- наличие звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств, компьютерной техники, аудиотехники (акустические усилители и колонки), видеотехники (мультимедийный

проектор, телевизор), электронная доска, документ-камера, мультимедийная система, видеоматериалы.

3) для инвалидов и лиц с ОВЗ, имеющих ограничения двигательных функций:

- обеспечение доступа обучающегося, имеющего нарушения опорно-двигательного аппарата, в здание Университета;

- организация проведения аудиторных занятий в аудиториях, расположенных только на первых этажах корпусов Университета;

- размещение в доступных для обучающихся, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, местах и в адаптированной форме (с учетом их особых потребностей) справочной информации о расписании учебных занятий, которая располагается на уровне, удобном для восприятия такого обучающегося;

- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь при проведении аудиторных занятий, прохождении промежуточной аттестации;

- наличие компьютерной техники, адаптированной для инвалидов со специальным программным обеспечением, альтернативных устройств ввода информации и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата формах;

4) для инвалидов и лиц с ОВЗ с другими нарушениями или со сложными дефектами - определяется индивидуально, с учетом медицинских показаний и ИПРА.

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

Кафедра физики и медицинской информатики

Приложение А к рабочей программе дисциплины

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

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

Раздел 1. Молекулярная физика жидкой и твердой фаз. Биомеханика

Тема 1.1. Акустика. Физические методы использования звуковых и ультразвуковых методов исследования в клинике

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

Задачи:

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

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

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

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

Самостоятельная аудиторная работа студентов

1. Ответить на вопросы по теме занятия

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

2. Практическая подготовка

2.1. Задачи для решения под руководством преподавателя

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

При какой частоте внешней силы будет наблюдаться резонанс?

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

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

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

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

2.3. Задачи для индивидуальной работы

5. Две машины движутся навстречу друг другу со скоростями $\nu_1 = 20м/с$ и $\nu_2 = 10м/с$. Первая машина дает сигнал с частотой $\nu = 800 Гц$. Какой частоты сигнал услышит водитель второй машины: 1) до встречи машин; 2) после встречи машин?

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

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

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

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

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

2.4. Выполнение лабораторной работы. «Снятие спектральной характеристики уха на пороге слышимости»

- Наденьте наушники и включите генератор в цепь.
- Установите на шкале генератора частоту $1000 Гц$.
- Регулятором уровня интенсивности установите отчетливо слышимый ухом тон.
- Плавно уменьшая интенсивность, добейтесь пороговой громкости едва различимого, но хорошо узнаваемого тона.
- Напряжение U_0 при частоте $1000 Гц$ на пороге слышимости $E = 0$ занесите в таблицу 1.
- По формуле (1) оцените значение интенсивности $L_{дБ}$ для частоты $1000 Гц$ и занесите в таблицу 1.

1.

$\nu, Гц$	125	200	500	800	1000	2000	3000	5000	8000
U, [В] лев.ухо									
U, [В] пр.ухо									
L _{дБ} лев.ухо									
L _{дБ}									

пр.ухо									
Лдб ср. стат.		25	10		0	-10		0	8

7. Аналогичные измерения напряжения и вычисления $L_{дб}$ провести для частоты 125, 200, 500, 800, 1000, 2000, 3000, 5000, 8000 Гц.
 8. Данные измерений и вычислений занесите в таблицу 1.
 9. Повторите действия заданий (2 - 8) для другого уха.
 10. По данным таблицы постройте аудиограммы для правого и левого уха.
- Сравнить полученные данные со среднестатистическими, представленными в таблице.

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов

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

2) Ответить на вопросы для самоконтроля и для собеседования:

1. Что изучает акустика?
2. Одинакова ли скорость звука в газах, жидкостях и твердых телах?
3. Звуковые волны продольные или поперечные?
4. Объясните механизм образования звуковой волны?
5. Что называется тоном? чистым тоном? шумом?
6. Как оценить уровень интенсивности механической (звуковой) волны?
7. Назовите субъективные характеристики слуховых ощущений? Каким объективным характеристикам они соответствуют? Что такое порог слышимости?
8. В каком частотном диапазоне человеческое ухо наиболее чувствительно?
9. Сформулируйте закон Вебера-Фехнера.
10. Что такое аудиометрия? аудиограмма?
11. Что можно определить по кривой равной громкости?
12. Какие методы относятся к звуковым методам исследования в клинике?
13. Опишите строение органа слуха человека.
14. Чем заканчивается наружный слуховой проход?
15. Назовите теории восприятия звука? чем они отличаются друг от друга?
16. Как определяется волновое сопротивление?
17. Явление на границе раздела двух сред? От чего зависит проникновение звуковой волны из одной среды в другую?
18. Устройство органа слуха. Назначение отдельных частей.
19. Что такое уровень громкости? Приведите единицы измерения уровня громкости.
20. Для каких частот справедлива телефонная теория Резерфорда?
21. Резонансная теория Гельмгольца, её достоинства и недостатки.
22. Приведите современную теорию восприятия звука.
23. Что называют ультразвуком?
24. На основе каких явлений работают ультразвуковые излучатели?
25. Что лежит в основе ультразвуковой диагностики?
26. Что такое ультразвуковая локация (УЗ-локация)?
27. Какие действия оказывает УЗ на биологические объекты?
28. Что такое кавитация, условия её возникновения?
29. Что является первичным механизмом ультразвуковой терапии?
30. Что называется инфразвуком?

3) Проверить свои знания с использованием тестового контроля.

1. Акустика изучает
 - 1) упругие колебания и волны
 - 2) электромагнитные волны
 - 3) волны на поверхности жидкости.
2. Колебательное движение – это

- 1) повторяющиеся отклонения физического тела или параметра его состояния то в одну, то в другую сторону от положения равновесия
- 2) отклонения физического тела или параметра его состояния от положения равновесия
- 3) повторяющееся изменение положения тела в пространстве.

3. Резонанс – это явление

- 1) достижения максимальной амплитуды колебаний для заданных собственной частоте и коэффициенте затухания колебательной системы
- 2) незначительного увеличения амплитуды колебаний при стремлении частоты вынуждающей силы к бесконечности
- 3) достижения минимальной амплитуды колебаний для заданных собственной частоте и коэффициенте затухания колебательной системы.

4. При волновом движении осуществляется

- 1) перенос энергии без переноса вещества
- 2) перенос энергии и перенос вещества
- 3) перенос вещества без переноса энергии.

5. Какими факторами определяется громкость звука?

- 1) порогом слышимости
- 2) порогом болевых ощущений
- 3) интенсивностью, частотой
- 4) спектром звука.

6. Громкость звука зависит

- 1) от свойств среды, в которой распространяется звук
- 2) от начальной интенсивности на пороге слышимости
- 3) от интенсивности и частоты звуковой волны.

7. Высота звука зависит

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

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

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

9. Тембру звука, как субъективной характеристике звука соответствует

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

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

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

11. Основное назначение среднего уха

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

12. Звуковоспринимающим органом является

- 1) улитка
- 2) вестибулярный аппарат

- 3) среднее ухо
- 4) наружное ухо.

13. К звуковым методам исследования в клинике нельзя отнести

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

14. Инфразвуком называют механические волны с частотой

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

15. Ультразвук - это

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

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

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

17. Что является первичным механизмом ультразвуковой терапии?

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

18. В основе ультразвуковой диагностики лежит следующее явление

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

19. Ультразвуковая локация (УЗ-локация) это

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

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

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

4) Решить типовые задачи.

- Разрыв барабанной перепонки наступает при уровне интенсивности звука $L_0=150\text{дБ}$. Определите интенсивность, амплитудное значение звукового давления и амплитуду смещения частиц в волне для звука частотой $\nu = 1\text{кГц}$, при которых может наступить разрыв барабанной перепонки.
- Два звука частотой $\nu = 1\text{кГц}$ отличаются по громкости на 1 фон. Во сколько раз отличаются их интенсивности.

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

5) Оформить отчет по лабораторной работе.

6) Написать реферат

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

Рекомендуемая литература:

Основная литература

- Эйдельман Е. Д.. Физика с элементами биофизики. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013
- А.Н. Ремизов. Медицинская и биологическая физика. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2016, 2018.

Дополнительная литература

- А.Н. Ремизов, А.Г. Максина. Медицинская и биологическая физика: сборник задач. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2014
- А. Н. Ремизов, А. Г. Максина, А. Я. Потпенко. Медицинская и биологическая физика. - Москва: Дрофа, 2010.
- В.А. Никеров. Физика: современный курс. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016.
- Руководство к практическим занятиям по медицинской и биологической физике: учебно-методическое пособие/ Луценко Е.В., Короткова О.Л. - Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2018
- В.Н. Федорова, Е.В. Фаустов Медицинская и биологическая физика. Курс лекций с задачами. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2008
- В.Ф. Антонов и др. Физика и биофизика: учебник. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2009.

Раздел 1. Молекулярная физика жидкой и твердой фаз. Биомеханика

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

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

Задачи:

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

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

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

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

Самостоятельная аудиторная работа студентов

1. Ответить на вопросы по теме занятия

- 1) Жидкость и её основные характеристики.
- 2) Уравнение неразрывности струи
- 3) Уравнение Бернулли
- 4) Уравнение Ньютона.
- 5) Формула Пуазейля

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

2. Практическая подготовка

2.1. Задачи для решения под руководством преподавателя

1. Определить скорость оседания эритроцитов в плазме крови (в мм/ч) исходя из предположения, что они имеют форму шариков диаметром 7 мкм и не склеиваются между собой.
2. Карманный ингалятор В-169 при распылении позволяет получить аэрозоль с частицами диаметром 3 мкм. Определить работу, необходимую для превращения 1 г оливкового масла в аэрозоль при температуре 20° С.
3. В горизонтально расположенный капилляр набирается 0,3 мл крови так, что образуется столбик длиной 12 см. Вытечет ли кровь из капилляра, если его поставить вертикально? Сколько крови останется в капилляре?

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

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

2.3. Задачи для индивидуальной работы

5. У человека в покое величина кровотока на 100 г мышц руки равна в среднем 2,5 мл в минуту. Определить количество капилляров в тканях мышц, считая, что длина каждого из них составляет 0,3 мм, а диаметр 10 мкм. Разность давлений на концах капилляров принято равной 33,3 гПа.
6. При нормальной частоте сокращений сердца полный круговорот крови происходит за 60сек. Считая объем крови равным 5л, определить общее сопротивление кровотоку. Перепад давления в сердце принять равным 13,3кПа.
7. Определите максимальное количество крови, которое может пройти через аорту в 1 с, чтобы течение сохранялось ламинарным. Диаметр аорты $D=2\text{см}$, вязкости крови $5\text{мПа}\cdot\text{с}$.
8. Определить работу сердца человека в покое при одном сокращении и его мощность, если среднее давление, при котором кровь выбрасывается в аорту левым желудочком, равно 133,3 гПа, ударный объем 60 мл, скорость крови в аорте 0,5 м/с. Работа правого желудочка составляет примерно 0,2 работы левого желудочка, а время их сокращения 0,3 с.
9. Скорость пульсовой волны в артериях составляет 8 м/с. Чему равен модуль упругости этих сосудов, если известно, что отношение радиуса просвета к толщине стенки сосуда равно 6, а плотность сосудистой стенки равна $1,15\text{г}/\text{см}^3$.

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов

- 1) Ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия с использованием конспектов лекций и/или рекомендуемой учебной литературы.
- 2) Ответить на вопросы для самоконтроля и для собеседования:

1. Объясните с точки зрения молекулярно-кинетической теории следующие свойства жидкости: текучесть и вязкость.
2. Какие режимы течения жидкости существуют?
3. Объясните возникновение силы внутреннего трения.
4. Напишите уравнение Ньютона для течения вязкой жидкости.
5. Что такое ньютоновская и неньютоновская жидкость?
6. Как зависит вязкость жидкости от температуры (объяснить)?
7. Какие причины влияют на характер течения жидкости?
8. Как зависит гидравлическое сопротивление при течении реальной жидкости от изменения площади поперечного сечения и разветвления трубы?
9. Запишите формулу Пуазейля, проведите её анализ.
10. Какие силы возникают при движении тела в вязкой среде?
11. Выведите формулу для определения вязкости по методу Стокса.
12. Какое значение имеет определение вязкости биологических жидкостей в медицине?
13. Каковы причины возникновения поверхностного натяжения жидкостей?
14. Почему в невесомости шарообразную форму принимают жидкости даже большей массы, чем капля?
15. Что характеризует коэффициент поверхностного натяжения жидкости?
16. Как зависит коэффициент поверхностного натяжения от температуры и какова причина этой зависимости?
17. Какое значение имеет изучение поверхностного натяжения для медицины?
18. Что такое газовая эмболия, при каких условиях она возникает?
19. Что изучает гемодинамика?
20. В чем состоит задача гемодинамики?
21. Какие основные части можно выделить в сердечно-сосудистой системе?
22. Почему скорость крови в капиллярах намного меньше скорости тока в артериях?
23. Как изменяется давление в сосудах при течении крови?
24. Объясните механизм образования пульсовой волны? Почему пульсовая волна носит затухающий характер?
25. Для каких целей применяется моделирование сердечно-сосудистой системы?
26. Изложите основные положения модели О.Франка и электрической модели.
27. Дайте физическое обоснование метода измерения артериального давления.
28. Вычислите работу и мощность сердца.
29. Как, используя законы гидродинамики можно оценить причина, приводящие к изменению кровяного давления?
30. Каков механизм возникновения газовой эмболии?

3) Проверить свои знания с использованием тестового контроля.

1. Для внутреннего строения жидкостей характерен
 - 1) ближний порядок частиц
 - 2) дальний порядок частиц
 - 3) неупорядоченное положение частиц.
2. Существование поверхностного натяжения объясняется:
 - 1) наличием сил межмолекулярного взаимодействия
 - 2) хаотическим движением молекул жидкости
 - 3) текучестью жидкости
 - 4) наличием сил тяжести, действующих на жидкость.
3. Поверхностное натяжение определяется:
 - 1) работой, затраченной на перемещение единицы объема текущей жидкости
 - 2) полной внутренней энергией жидкости
 - 3) изменением внутренней энергии жидкости
 - 4) работой, затраченной на создание единичной поверхности жидкости
 - 5) давления, оказываемого на свободную поверхность жидкости.
4. Сила поверхностного натяжения направлена:

- 1) по касательной к стенкам сосуда, в котором находится жидкость.
- 2) по касательной к поверхности жидкости
- 3) перпендикулярно стенкам сосуда, в котором находится жидкость
- 4) перпендикулярно к поверхности жидкости.

5. Жидкость является смачивающей твердое тело, если силы притяжения между молекулами самой жидкости

- 1) больше, чем силы притяжения между молекулами твердого тела и жидкости
- 2) меньше, чем силы притяжения между молекулами твердого тела и жидкости
- 3) равны силам притяжения между молекулами твердого тела и жидкости
- 4) не равны силам притяжения между молекулами твердого тела и жидкости.

6. Высота поднятия смачивающей жидкости в капилляре определяется:

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

7. В уравнении неразрывности струи постоянной является величина

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

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

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

9. При ламинарном течении:

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

10. Гемодинамика изучает законы движения

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

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

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

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

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

13. Давление крови измеряется в

- 1) миллиметрах кровяного столба
- 2) миллиметрах воздушного столба

- 3) миллиметрах ртутного столба
- 4) Паскалях.

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

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

15. Давление в крупных венах

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

16. В кровеносной системе падение давления

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

17. Максимальный показатель измеренного давления соответствует:

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

18. Минимальный показатель измеренного давления соответствует:

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

19. Пульсовая волна образуется за счет

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

20. Сердце совершает работу, которая расходуется на

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

4) Решить типовые задачи.

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

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

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

5) Написать реферат

- Первичный механизм действия аэроионов.

Рекомендуемая литература:

Основная литература

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

Дополнительная литература

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

Раздел 1. Молекулярная физика жидкой и твердой фаз. Биомеханика

Тема 1.3. Элементы биосопромата

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

Задачи:

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

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

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

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

Самостоятельная аудиторная работа студентов

1. Ответить на вопросы по теме занятия

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

2. Практическая подготовка

2.1. Задачи для решения под руководством преподавателя

1. Чему равен эффективный модуль упругости стенки грудной аорты, если отношение радиуса просвета сосуда к толщине его стенки равно 5? Известно, что при изменении давления внутри аорты от 13,3 до 16 кПа площадь поперечного сечения сосуда увеличивается с 6,16 до 6,2 см².
2. На сколько увеличится энергия поверхностного слоя мыльной пленки при увеличении площади ее поверхности на 40 см²?

2.2. Выполнение лабораторной работы.

Выполнить лабораторную работу «Определение вязких свойств жидкости»

Задание 1: измерить вязкость жидкости с помощью вискозиметра Оствальда.

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

Тема 1. 4. Ход работы.

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

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

Таблица 1.

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

Тема 1. 29.

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

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

Порядок выполнения работы:

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

$$\eta = \bar{\eta} \pm \Delta\eta .$$
10. Сравните результаты измерений вязкости глицерина в двух опытах.

Таблица 2.

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

2.3. Задачи для индивидуальной работы

- Скорость пульсовой волны в артериях составляет 8 м/с. Чему равен модуль упругости этих сосудов, если известно, что отношение радиуса просвета к толщине стенки сосуда равно 6, а плотность сосудистой стенки равна 1,15 г/см³.
- Каково гидравлическое сопротивление кровеносного сосуда длиной 0,12 м и радиусом 0,1 мм?

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

Раздел 1. Тема 1.4., задания №№ 9, 10

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов

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

2) Ответить на вопросы для самоконтроля и для подготовки к собеседованию:

- Объясните возникновение силы внутреннего трения.
- Напишите уравнение Ньютона для течения вязкой жидкости.
- Как зависит вязкость жидкости от температуры?
- Что такое ньютоновские и неньютоновские жидкости?
- Запишите формулу Пуазейля, проанализируйте ее.
- Выведите формулу для определения вязкости вискозиметром.
- Какие силы возникают при движении тела в вязкой среде?
- Выведите формулу для определения вязкости по методу Стокса.
- Назовите единицы измерения вязкости.
- Какое значение имеет определение вязкости биологических жидкостей в медицине?

3) Проверить свои знания с использованием тестового контроля.

- Как изменяется при плавлении твердого тела его температура?
А. Не изменяется Б. Увеличивается. В. Уменьшается.
- Удельная теплота плавления льда равна $3,4 \times 10^5 \text{ Дж/кг}$. Это означает, что:
А. Для плавления 1 кг льда требуется $3,4 \times 10^5 \text{ Дж}$ теплоты.
Б. Для плавления $3,4 \times 10^5 \text{ кг}$ льда требуется 1 Дж теплоты.
В. При плавлении 1 кг льда выделяется $3,4 \times 10^5 \text{ Дж}$ теплоты.
- Что называется аморфным телом?
А. Твердое тело, состоящее из беспорядочно сросшихся кристаллов.
Б. Твердое тело, для которого характерно неупорядоченное расположение частиц в пространстве.
В. Тело, не имеющее постоянной формы и объема, но имеющее упорядоченное расположение атомов.
- Что называется анизотропией кристаллов?
А. Зависимость физических свойств монокристаллов от направления.
Б. Независимость физических свойств монокристаллов от направления.
В. Независимость физических свойств поликристаллов от направления.
- Какая деформация называется упругой?
А. Деформация, которая не исчезает после прекращения действия внешних сил.

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

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

4) Оформить отчет по лабораторной работе.

5) Написать реферат

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

Рекомендуемая литература:

Основная литература

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

Дополнительная литература

- А.Н. Ремизов, А.Г. Максина. Медицинская и биологическая физика: сборник задач. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2014
- А. Н. Ремизов, А. Г. Максина, А. Я. Потпенко. Медицинская и биологическая физика. - Москва: Дрофа, 2010.
- В.А. Никеров. Физика: современный курс. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016.
- Руководство к практическим занятиям по медицинской и биологической физике: учебно-методическое пособие/ Луценко Е.В., Короткова О.Л. - Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2018
- В.Н. Федорова, Е.В. Фаустов Медицинская и биологическая физика. Курс лекций с задачами. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2008
- В.Ф. Антонов и др. Физика и биофизика: учебник. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2009.

Раздел 1. Молекулярная физика жидкой и твердой фаз. Биомеханика

Тема 1.4. Итоговое занятие по разделу Молекулярная физика жидкой и твердой фаз. Биомеханика

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

Задачи:

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

Студент должен знать Основные понятия, термины, законы биомеханики.

Студент должен уметь	Решать типовые задачи и задачи прикладного характера
Студент должен владеть	Методами и приемами решения типовых задач по данной теме. Навыками работы со справочной и инструктивной литературой.

Самостоятельная аудиторная работа студентов

1. Пройти тестирование по теме «Молекулярная физика жидкой и твердой фаз. Биомеханика» в системе Indigo

2. Практическая подготовка

Выполнить задания работы (решение типовых задач).

1. Дифференциальное уравнение гармонических колебаний имеет вид $0,25 \frac{d^2 x}{dt^2} + 0,16x = 0$.

Запишите решение этих колебаний при амплитуде $A=20\text{см}$

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

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

4. Найдите объемную скорость кровотока в аорте, если радиус просвета аорты 1,75 см, а линейная скорость крови в ней составляет 0,5 м/с

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов

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

2) Проверить свои знания с использованием тестового контроля.

Провести тренировочное тестирование в системе Indigo.

3) Решить типовые задачи.

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

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

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

4. Определить работу сердца человека в покое и его мощность при одном сокращении, если среднее давление, при котором кровь выбрасывается в аорту левым желудочком, равно 133,3 гПа. Ударный объем 60 мл, скорость крови в аорте 0,5 м/с. Работа правого желудочка составляет примерно 20% работы левого желудочка, а время их сокращения 0,3с.

Рекомендуемая литература:

Основная литература

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

Дополнительная литература

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

- Руководство к практическим занятиям по медицинской и биологической физике: учебно-методическое пособие/ Луценко Е.В., Короткова О.Л. - Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2018
- В.Н. Федорова, Е.В. Фаустов Медицинская и биологическая физика. Курс лекций с задачами. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2008
- В.Ф. Антонов и др. Физика и биофизика: учебник. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2009.

Раздел 2. Термодинамика биологических систем. Биофизика клетки

Тема 2. 1. Явления переноса на клеточных мембранах.

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

Задачи:

Рассмотреть и освоить основные понятия и законы по указанной теме

Сформировать шаблоны подхода к рассмотрению вопросов

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

Студент должен знать Основные понятия и законы термодинамики

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

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

Самостоятельная аудиторная работа студентов

1. Ответить на вопросы по теме занятия

Живая клетка как основа строения животных и растений.

Биологические мембраны.

Роль биологических мембран в существовании живой системы.

Структура, свойства.

Физические свойства БМ.

Физическое состояние и фазовые переходы липидов в мембранах.

Модельные липидные мембраны.

Явления переноса.

Пассивный и активный транспорт. Движущие силы транспортных систем.

2. Практическая подготовка

2.1. Задачи для решения под руководством преподавателя

Концентрация ионов (ммоль/л) на внешней стороне клеточной мембраны в мышце лягушки имеет следующее значение: $Na = 125$, $K = 2,5$, $Cl = 120$. Определить концентрацию ионов (в случае пассивного транспорта) на внутренней стороне клеточной мембраны, если разность потенциалов на мембране составляет -94 мВ.

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

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

2.3. Задачи для индивидуальной работы

Определить толщину липидной части мембраны если известно, что удельная емкость мембраны $C_{уд} \approx 0,5 \times 10^{-2}$ Ф/м².

Какое количество ионов должно выйти из клетки, чтобы создать разность потенциалов -90 мВ? Считать, что радиус клетки $r = 10$ мкм, удельная емкость мембраны $C_{уд} \approx 10^{-2}$ Ф/м².

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

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов

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

2) Ответить на вопросы для самоконтроля и для собеседования:

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

3) Проверить свои знания с использованием тестового контроля.

1. Основу структуры биологических мембран составляют

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

2. Агрегатное состояние биологической мембраны

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

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

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

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

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

5. Диффузия – самопроизвольный процесс переноса частиц вещества

- а) из области большей концентрации в область меньшей концентрации *
- б) из одной точки пространства в другую под действием градиента потенциала
- в) из области меньшей концентрации в область большей концентрации

6. Плотность потока диффузии незаряженных частиц через мембрану

- а) не зависит от её проницаемости и определяется только разностью потенциалов и концентраций вещества по обе стороны мембраны
- б) зависит от проницаемости и величины разности потенциалов на клеточной мембране
- в) зависит от её проницаемости и определяется разностью концентраций вещества по обе стороны мембраны *

7. Облегченная диффузия веществ через мембрану

- а) происходит с участием молекул-переносчиков *
- б) происходит с затратой энергии
- в) происходит за счет градиента давления

8. Активный транспорт ионов осуществляется за счет

- а) энергии гидролиза макроэргических связей АТФ *
- б) процессов диффузии ионов через мембраны
- в) переноса ионов через мембрану с участием молекул-переносчиков
- г) латеральной диффузии молекул в мембране
- д) электродиффузии ионов

9. За счёт активного транспорта на клеточной мембране поддерживается

- а) неравновесное состояние *
- б) равновесное состояние
- в) состояние неустойчивого равновесия

10. В состоянии покоя внутренняя поверхность мембраны относительно внешней

- а) имеет отрицательный потенциал *
- б) имеет положительный потенциал
- в) электронейтральна

11. В состоянии возбуждения внутренняя поверхность мембраны относительно внешней

- а) имеет отрицательный потенциал
- б) имеет положительный потенциал *
- в) электронейтральна

4) Решить типовые задачи.

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

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

5) Написать реферат

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

Рекомендуемая литература:

Основная литература

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

Дополнительная литература

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

Раздел 2. Термодинамика биологических систем. Биофизика клетки

Тема 2.2. Мембранный потенциал.

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

Задачи:

Рассмотреть и освоить основные понятия и законы по указанной теме

Сформировать шаблоны подхода к рассмотрению вопросов

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

- | | |
|-------------------------------|---|
| Студент должен знать | Основные понятия и законы термодинамики |
| Студент должен уметь | Применять законы термодинамики к биологическим системам.
Уметь решать типовые задачи |
| Студент должен владеть | Методами и приемами решения типовых задач по данной теме.
Навыками работы со справочной и инструктивной литературой. |

Самостоятельная аудиторная работа студентов

1. Ответить на вопросы по теме занятия

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

2. Практическая подготовка

2.1. Задачи для решения под руководством преподавателя

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

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

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

2.3. Задачи для индивидуальной работы

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

Какое количество ионов должно выйти из клетки, чтобы создать разность потенциалов –90мВ? Считать, что радиус клетки $r = 10$ мкм, удельная емкость мембраны Суд $\approx 10^{-2}$ Ф/м².

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов

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

2) Ответить на вопросы для самоконтроля и для собеседования:

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

11. Как распространяется потенциал действия по поверхности возбудимой клетки? Что такое «локальные токи»?

12. Дайте понятие активной среды, чем она отличается от диссипативной?

3) Проверить свои знания с использованием тестового контроля

1. В состоянии покоя внутренняя поверхность мембраны относительно внешней

- а) имеет отрицательный потенциал *
- б) имеет положительный потенциал
- в) электронейтральна

2. В состоянии возбуждения внутренняя поверхность мембраны относительно внешней

- а) имеет отрицательный потенциал
- б) имеет положительный потенциал *
- в) электронейтральна

3. Основной вклад в формирование мембранного потенциала покоя вносят ионы

- а) водорода, кальция и хлора
- б) натрия, калия и хлора *
- в) натрия, кальция и хлора

4. Выражение $\varphi_m = -\frac{RT}{F} \ln \frac{P_K [K^+]_{вн} + P_{Na} [Na^+]_{вн} + P_{Cl} [Cl^-]_{нар}}{P_K [K^+]_{нар} + P_{Na} [Na^+]_{нар} + P_{Cl} [Cl^-]_{вн}}$ представляет собой

- а) уравнение Нернста-Планка
- б) уравнение Томаса
- в) уравнение Теорелла
- г) уравнение Гольдмана-Ходжкина-Катца *

5. В мембране развивается потенциал действия, если по какой-то причине мембранный потенциал превысит:

- а) потенциал покоя
- б) потенциал реверсии
- в) потенциал действия
- г) пороговый потенциал *
- д) мембранный потенциал

6. Возникновение потенциала действия связано с увеличением проницаемости мембраны

- а) для ионов калия и хлора
- б) для ионов натрия и связанной с этим избыточной диффузией их из клетки в межклеточную среду
- в) для ионов натрия и связанной с этим избыточной диффузией их внутрь клетки *

Рекомендуемая литература:

Основная литература

- Эйдельман Е. Д.. Физика с элементами биофизики. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013
- А.Н. Ремизов. Медицинская и биологическая физика. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2016, 2018.

Дополнительная литература

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

Раздел 2. Термодинамика биологических систем. Биофизика клетки

Тема 2.2. Итоговое занятие по разделу Термодинамика биологических систем. Биофизика клетки

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

Задачи:

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

Студент должен знать Основные понятия, термины, законы биомеханики.

Студент должен уметь Решать типовые задачи и задачи прикладного характера

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

Самостоятельная аудиторная работа студентов

1. Выполнить задания теста текущего контроля (по индивидуальному варианту).

Провести текущее тестирование в системе Indigo.

2. Практическая подготовка

Примерный вариант задач для решения:

1. Определить потенциал покоя клетки при температуре 20°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°C .
3. Среднее значение концентрации ионов K^+ , Na^+ , Cl^- в аксоплазме гигантского аксона кальмара соответственно равны 410; 49; 40 моль/м³, а в морской воде 10; 460; 540 моль/м³. Вычислить потенциал Нернста для каждого из этих ионов при температуре 27°C , указывая соответствующий знак.

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. Основу структуры биологических мембран составляют
 - а) слой белков
 - б) углеводы
 - в) двойной слой фосфолипидов *
 - г) аминокислоты
 - д) двойная спираль ДНК
2. Агрегатное состояние биологической мембраны
 - а) жидкость
 - б) твердое тело
 - в) жидкий кристалл *
 - г) аморфное твердое тело
3. С электрической точки зрения биологическую мембрану с внутри- и внеклеточной жидкостью можно рассматривать как
 - а) конденсатор *
 - б) катушка индуктивности
 - в) резистор
 - г) диод
 - д) транзистор

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

- д) мембранный потенциал
15. Возникновение потенциала действия связано с увеличением проницаемости мембраны
- а) для ионов калия и хлора
 - б) для ионов натрия и связанной с этим избыточной диффузией их из клетки в межклеточную среду
 - в) для ионов натрия и связанной с этим избыточной диффузией их внутрь клетки *

Провести тренировочное тестирование в системе Indigo.

Рекомендуемая литература:

Основная литература

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

Дополнительная литература

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

Раздел 3. Электробиофизика.

Тема 3.1. Электрография

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

Задачи:

Рассмотреть и освоить основные понятия и законы по указанной теме

Сформировать шаблоны подхода к рассмотрению вопросов общей электростатики и электрографии. Закрепить устойчивую воспроизводимость положительных результатов при рассмотрении прикладных вопросов и решении новых задач

Студент должен знать	Основные понятия и законы общей электростатики и электрографии.
Студент должен уметь	Применять законы общей электростатики и электрографии к биологическим системам. Уметь решать типовые задачи
Студент должен владеть	Методами и приемами решения типовых задач по данной теме. Навыками работы со справочной и инструктивной литературой.

Самостоятельная аудиторная работа студентов

1. Ответить на вопросы по теме занятия

1. Условие возникновения электрического поля. Дано графическое представление эл. поля.
2. Основные характеристики электрического поля (напряжённость, потенциал).
3. Графическое изображение электрических полей.
4. Принцип суперпозиции электрических полей.
5. Проводники и диэлектрики в электрическом поле.
6. Электростатический диполь, его основные характеристики.
7. Диполь во внешнем электрическом поле (однородном и неоднородном).Мультиполи.
8. Электрическое поле диполя. Потенциал поля диполя. Разность потенциалов поля, создаваемого диполем.

9. Определение направления дипольного момента. Диполь в центре равностороннего треугольника.

10. Токовый диполь, его сходство и различие с электростатическим

2. Практическая подготовка

2.1. Задачи для решения 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. 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: $\varepsilon_r = 80, r = 1\text{ м}$.

2.2. Задание для групповой работы. Выполнить лабораторную работу «Физические параметры ЭКГ»

Задание: Провести обработку электрокардиограммы.

Приборы и принадлежности: Электрокардиограф.

Тема 1. 61. 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. $U=h/S$
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 (τ): $\tau=L/v$.
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	$v, \text{ мм/с}$
--------------------	-------------------

	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.

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов

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

2) Ответить на вопросы для самоконтроля и для собеседования:

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

3) Решить типовые задачи.

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.

4) Оформить отчет по лабораторной работе.

5) Написать реферат

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

Рекомендуемая литература:

Основная литература

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

Дополнительная литература

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

Раздел 3. Электробиофизика.

Тема 3. 2. Магнитные свойства веществ

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

Задачи:

Рассмотреть и освоить основные понятия и законы по указанной теме

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

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

- | | |
|-------------------------------|---|
| Студент должен знать | Основные понятия и законы магнетизма биологических тканей |
| Студент должен уметь | Применять законы магнетизма для анализа магнитных свойств биологических тканей.
Уметь решать типовые задачи |
| Студент должен владеть | Методами и приемами решения типовых задач по данной теме.
Навыками работы со справочной и инструктивной литературой. |

Самостоятельная аудиторная работа студентов

1. Ответить на вопросы по теме занятия

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

2. Практическая подготовка

2.1. Задачи для решения под руководством преподавателя

1. По двум параллельным прямолинейным длинным проводникам текут в противоположных направлениях токи силой 5А и 10А. Расстояние между токами 10см. Найти напряженность и индукцию магнитного поля в точке А, лежащей посередине между проводниками, и в точке В справа от второго проводника на расстоянии 2см от него.
2. По тонкой катушке течет ток силой 7А, радиус витков 10см. При каком числе витков напряженность магнитного поля в центре катушки будет равна 245А/м²? Считать катушку плоской.

2.2. Задачи для самостоятельной работы (с проверкой у доски)

1. В однородном магнитном поле расположен виток, площадь которого равна 50см^2 . Перпендикуляр к плоскости витка составляет с направлением магнитного поля угол 60° . Индукция магнитного поля 2Тл . Вычислите магнитный поток, пронизывающий контур.
2. По катушке длиной 20см и диаметром 3см , имеющей 400 витков, течет ток силой 2а . найти индуктивность катушки и магнитный поток, пронизывающий сечение катушки.
3. За 5мс в соленоиде, содержащем 500 витков провода, магнитный поток равномерно убывает с 7 до 3мВб . Найти ЭДС индукции в проводнике.
4. Определите энергию магнитного поля в катушке, если длина её 50см , площадь поперечного сечения 20см^2 , а число витков равно 1000 . По катушке течет ток силой 2А . Относительная магнитная проницаемость железного сердечника при этой силе тока 150 .
5. Определите магнитный момент соленоида при токе $0,3\text{А}$, если число витков 500 , а площадь витка 20см^2 .
6. Определите работу при перемещении на 50 см проводника длиной 20см , по которому течет ток 10А , в однородном магнитном поле с индукцией $0,7\text{Тл}$.
7. Проволочное кольцо радиусом 3см находится в однородном магнитном поле напряженностью 10^5А/м . Плоскость кольца составляет угол 30° с линиями напряженности. Вычислите магнитный поток, пронизывающий кольцо. Окружающая среда – воздух.
8. 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 10см^2 и длину 40см .

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов

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

2) Ответить на вопросы для самоконтроля и для собеседования:

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

3) Проверить свои знания с использованием тестового контроля.

1. Как взаимодействуют два параллельных проводника, если электрический ток в них протекает в одном направлении:
 - а) проводники притягиваются +
 - б) сила взаимодействия равна нулю
 - в) проводники отталкиваются
2. О чем свидетельствует опыт Эрстеда:
 - а) об отклонении магнитной стрелки около проводника с током
 - б) о существовании вокруг проводника с током магнитного поля +
 - в) о влиянии проводника с током на магнитную стрелку
3. Какая физическая величина имеет единицу 1 тесла :
 - а) взаимная индукция
 - б) магнитный поток
 - в) магнитная индукция +
4. Магнитные линии имеют начало и конец:
 - а) нет +

- б) да
 в) время от времени
5. Как изменится период обращения заряженной частицы в однородном магнитном поле при уменьшении ее скорости в 2 раза? Изменением массы частицы пренебречь:
- а) уменьшится в 2 раза
 б) увеличится в 2 раза
 в) не изменится +
6. Однородное магнитное поле – поле, в любой точке которого сила действия на заряд одинакова по модулю и одинакова по направлению:
- а) да
 б) нет +
 в) периодически
7. Магнитный поток через замкнутый виток, помещенный в однородное магнитное поле, зависит:
- а) от размера витка
 б) от расстояния между вектором магнитной индукции и нормалью к контуру
 в) от модуля магнитной индукции +
8. Магнитный поток через замкнутый виток, помещенный в однородное магнитное поле, зависит:
- а) от угла между вектором магнитной индукции и нормалью к контуру +
 б) от размера витка
 в) от расстояния между вектором магнитной индукции и нормалью к контуру
9. Магнитный поток через замкнутый виток, помещенный в однородное магнитное поле, зависит:
- а) от размера витка
 б) от расстояния между вектором магнитной индукции и нормалью к контуру
 в) от площади витка +
10. В пространстве, где находится электрон, создается электрическое и магнитное поля:
- а) да
 б) нет +
 в) зависит от условий
11. В каком случае вокруг движущегося электрона возникает магнитное поле:
1. Электрон движется равномерно и прямолинейно
 2. Электрон движется равномерно по окружности
 3. Электрон движется равноускоренно прямолинейно
- а) только 1
 б) 2 и 3
 в) все варианты верны +
 г) нет верного ответа
12. Девочка качается на качелях, держа в руках постоянный магнит. Магнитное поле обнаружится независимо от того, качели неподвижны или качаются:
- а) нет
 б) да +
 в) только когда качаются качели
13. Вокруг каких зарядов, неподвижных или движущихся, существует электрическое поле:
- а) электрическое поле существует вокруг всех зарядов +
 б) магнитное поле существует вокруг неподвижных
 в) электрическое поле существует вокруг движущихся
14. Вокруг каких зарядов, неподвижных или движущихся, существует магнитное поле:
- а) электрическое поле существует вокруг движущихся
 б) магнитное поле существует вокруг неподвижных
 в) магнитное поле существует вокруг движущихся +
15. Что служит источником магнитного поля:
- а) электрический ток +
 б) электрический заряд
 в) проводник, который включается в цепь

16. Магнитная линия магнитного поля:

- а) линия, по которой движутся железные опилки
- б) линия, вдоль которой устанавливаются в магнитном поле оси магнитных стрелочек +
- в) линия, которая показывает действие магнитного поля на магнитные стрелочки

17. Какова форма магнитных линий магнитного поля прямого проводника с током:

- а) замкнутые кривые вокруг проводника
- б) радиальные линии, отходящие от проводника как от центра
- в) concentрические окружности, охватывающие проводник +

18. Какое направление принято за направление магнитной линии магнитного поля:

- а) направление, которое указывает южный полюс магнитной стрелки
- б) направление, которое указывает северный полюс магнитной стрелки +
- в) направление, в котором устанавливается ось магнитной стрелки

19. Что нужно сделать, чтобы магнитная стрелка, расположенная на магнитной линии магнитного поля прямого проводника с током, повернулась на 180° :

- а) отклонить проводник от вертикального положения
- б) отключить проводник от источника тока
- в) изменить направление электрического тока в проводнике на противоположное +

20. Магнитное поле создаётся электрическим током или заряженными частицами, так ли это:

- а) да
- б) нет +
- в) периодически

21. Взаимодействие проводников с током объясняется явлением электромагнитной индукции, верно ли утверждение:

- а) нет +
- б) да
- в) отчасти

22. За направление вектора магнитной индукции принято направление от ... полюса к ... полюсу внутри магнита

- а) северного полюса к южному
- б) южного полюса к северному +
- в) не имеет значения

23. У поверхности Земли магнитная стрелка не всегда показывает направление таких линий планеты:

- а) ровных
- б) электрических
- в) магнитных +

24. Вектор магнитной индукции всегда ориентирован ... току:

- а) параллельно
- б) перпендикулярно +
- в) он не ориентирован току никак

25. Однородное магнитное поле – это поле, в любой точке которого сила действия на заряд одинакова по модулю и одинакова по направлению, так ли это:

- а) да
- б) отчасти
- в) нет +

26. Магнитное поле – вихревое, т.к. векторные линии поля всегда:

- а) разомкнуты
- б) замкнуты +
- в) параллельны

27. В тех областях пространства, где магнитное поле более сильное, магнитные линии изображают дальше друг от друга, верно ли утверждение:

- а) нет +

б) да

в) отчасти

28. Силовое поле, действующее на движущиеся электрические заряды и на тела, обладающие магнитным моментом, независимо от состояния их движения:

а) ионическое поле

б) электрическое поле

в) магнитное поле +

29. Основной силовой характеристикой магнитного поля является:

а) вектор магнитной индукции +

б) вектор электро индукции

в) вектор физической индукции

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

а) электрическим моментом

б) магнитным моментом +

в) электрическими волнами

4) Решить типовые задачи.

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

5) Написать реферат

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

Рекомендуемая литература:

Основная литература

- Эйдельман Е. Д.. Физика с элементами биофизики. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013
- 2016, 2018.

Дополнительная литература

- А.Н. Ремизов, А.Г. Максина. Медицинская и биологическая физика: сборник задач. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2014
- А. Н. Ремизов, А. Г. Максина, А. Я. Потпенко. Медицинская и биологическая физика. - Москва: Дрофа, 2010.
- А.Н. Ремизов. Медицинская и биологическая физика. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 201,, В.А. Никеров. Физика: современный курс. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016.
- Руководство к практическим занятиям по медицинской и биологической физике: учебно-методическое пособие/ Луценко Е.В., Короткова О.Л. - Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2018
- В.Н. Федорова, Е.В. Фаустов Медицинская и биологическая физика. Курс лекций с задачами. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2008
- В.Ф. Антонов и др. Физика и биофизика: учебник. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2009.

Раздел 3. Электробиофизика.

Тема 3.3. Электропроводность биологических тканей

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

Задачи:

Рассмотреть и освоить основные понятия и законы по указанной теме

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

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

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

Студент должен уметь Применять законы общей электродинамики для анализа электропроводности биологических тканей.

Уметь решать типовые задачи

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

Самостоятельная аудиторная работа студентов

1. Ответить на вопросы по теме занятия

1. Что такое электрический ток?
2. Дайте определение характеристикам электрического тока.
3. Сформулируйте закон Ома для участка цепи.
4. Какова природа электрического сопротивления? От чего зависит электрическое сопротивление проводника?
5. Объясните механизм теплового действия электрического тока.
6. Поясните закон Джоуля – Ленца.
7. Переменный электрический ток:
 - определение,
 - закон изменения силы тока и напряжения,
 - амплитудное и действующее значение тока, связь между ними.
8. Виды сопротивления в цепи переменного тока:
 - активное сопротивление: природа, от чего зависит, векторная диаграмма для тока и напряжения;
 - реактивное (емкостное) сопротивление: зависимость от частоты, векторная диаграмма для тока и напряжения;
 - реактивное (индуктивное) сопротивление: зависимость от частоты, векторная диаграмма для тока и напряжения;
 - полное сопротивление (импеданс), расчет величины импеданса при последовательном соединении разных сопротивлений.
9. Виды сопротивлений в биологической ткани при прохождении электрического тока:
 - Чем обусловлены емкостные свойства биотканей?
 - Чем обусловлены резистивные свойства биотканей?
10. Дайте описание эквивалентной электрической схемы биологической ткани. Дайте обоснование основным элементам эквивалентной схемы.
11. Как объяснить вид частотной зависимости импеданса биологической ткани?
12. Чем отличается импульсный ток от постоянного тока?
13. Какими параметрами описывается импульс?
14. Какой формы бывают импульсы?
15. Дайте понятие таких характеристик импульсного тока как скважность, частота, период и длительность импульса.
16. Почему при действии импульсного тока в тканях организма происходят изменения формы импульсов по сравнению с формой импульсов приложенного напряжения?
17. Что такое модуляция импульсного тока?

2. Практическая подготовка

2.1. Задачи для решения под руководством преподавателя

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

2.2.1. Задачи для самостоятельной работы (с проверкой у доски)

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

2.2.2. Задания для групповой работы. Выполнить лабораторную работу «Электропроводность тканей для электрического тока»

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.

Подвижность ионов u может быть вычислена:

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

Средняя скорость движения ионов может быть определена по формуле:

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

$$E = \frac{U}{d}, \text{ где}$$

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

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

другом,

U – напряжение на аппарате,

t – время процесса.

Получаем в итоге формулу для определения u :

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

Порядок выполнения работы

1. Соберите лабораторную установку согласно рис.:

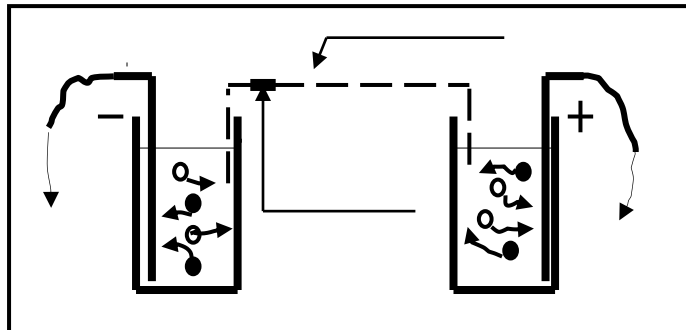


Рис. Схема установки для определения подвижности ионов

2. Погрузите электроды от аппарата для гальванизации в стаканы с электролитом (раствор NaCl).
3. Ленту из фильтровальной бумаги длиной 15см и шириной 2,5см смочите электролитом из стакана и поместите между стаканами, погрузив концы в электролит.
4. На полоску фильтрованной бумаги размером 2×20 мм, положенную на чистое стекло, пипеткой нанесите раствор KMnO_4 , затем пинцетом положите ее поперек ленты, ближе к кювете с отрицательным электродом.
5. Зажимами типа “крокодильчиков“ подсоедините вольтметр с пределом измерения до “100В“ к электродным проводникам на выходе аппарата.
6. Установите регулятор тока на нуль (крайнее левое положение), а переключатель диапазонов тока на “50”. Включите аппарат.
7. Регулятором тока установите напряжение на электродах равным 50 -70В.
8. Запишите напряжение (U) и с помощью секундомера в течение 15 - 20 минут фиксируйте время процесса.
9. Измерьте длину ленты фильтровальной бумаги от уровня электролита в одном стакане до уровня в другом (S).
10. Измерьте расстояние от края полоски до конца распространения ионов (граница цвета) (d).
11. Занесите исходные данные в таблицу 3.

Тема 2. 2. Таблица 3

Тема 2. 3. , В	$U \pm \Delta U$	Тема 2. 4. м	d	Тема 2. 5. , м	Тема 2. 6. с
Тема 2. 7.		Тема 2. 8.		Тема 2. 9.	Тема 2. 10.

12. Вычислить значение подвижности ионов MnO_4^- - u , используя формулу (5).
13. Оцените значение погрешности - Δu как погрешности косвенно измеренной величины.
14. Результат представьте в виде:

$$\text{Тема 2. 11. } u = (u \pm \Delta u), \frac{\text{м}^2}{\text{с} \cdot \text{В}}$$

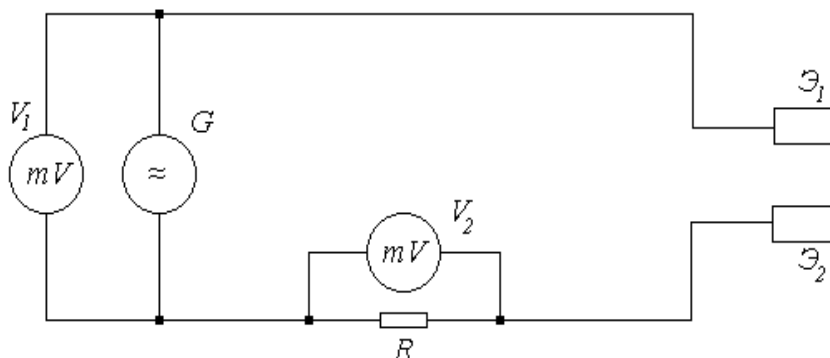
Тема 2. 12. Задание 2. Измерить импеданс участка кожи предплечья для различных частот переменного тока.

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

Тема 1. 62. **Описание метода и схемы опыта**

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

Тема 2. 13.



Тема 2. 14. Рис. 3. Электрическая схема для измерения импеданса биологической ткани

3. Формула для оценки импеданса Z вычисляется следующим образом:

- По закону Ома сила тока в цепи:

$$\text{Тема 2. 15. } I = \frac{U}{R + Z}, \quad (7)$$

Тема 2. 16. где U – напряжение на выходе генератора;

Тема 2. 17. R – сопротивление резистора;

Тема 2. 18. Z – импеданс живой ткани.

Тема 2. 19. Из (7) получаем: $Z = \frac{U}{I} - R$. (8)

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

$$\text{Тема 2. 20. } I = \frac{U_i}{R}, \quad (9)$$

Тема 2. 21. где U_i - падение напряжения на резисторе.

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

$$\text{Тема 2. 22. } Z = \frac{UR}{U_i} - R = R\left(\frac{U}{U_i} - 1\right). \quad (10)$$

Тема 1. 63. **Порядок выполнения работы**

1. Определите величину сопротивления R постоянного резистора при помощи мультиметра (в режиме омметра).
2. Укрепите электроды на предплечье на расстоянии 10см друг от друга, подложив под них прокладки, смоченные физраствором. На протяжении всего опыта положение электродов не изменяйте.
3. Определите при помощи мультиметра величину сопротивления участка кожи предплечья постоянному току Z_0 .
4. Переключите мультиметр в режим измерения переменного напряжения.
5. Авометр (тестер) переключите в режим измерения переменного напряжения, выбрав предел измерения таким образом, чтобы было удобно измерять напряжения порядка 0,2-0,4В.
6. Соберите схему измерения импеданса участка кожи предплечья (рис. 3).
7. Покажите собранную схему преподавателю.
8. Включите схему в сеть и установите напряжение на выходе генератора равное 300мВ.

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

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

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

Таблица 1

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

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

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

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

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

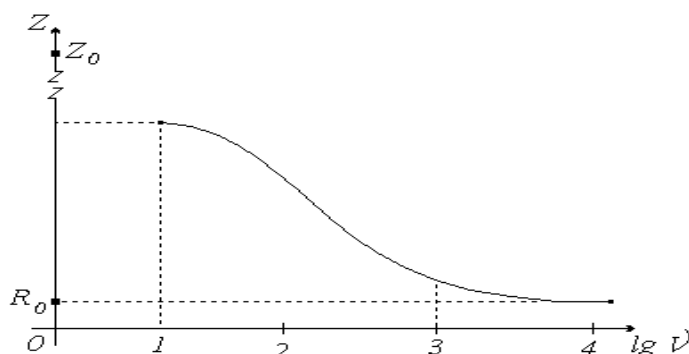


Рис.4. Зависимость импеданса от частоты переменного тока

Тема 2. 23.

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов

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

2) Ответить на вопросы для самоконтроля и для собеседования:

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

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

3) Проверить свои знания с использованием тестового контроля.

Переменным электрическим током называется электрический ток:

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

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

a) **из омического сопротивления***

- b) из емкостного сопротивления
- c) из индуктивного сопротивления

Импеданс живой биологической ткани на переменном токе:

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

Импеданс неживой биологической ткани на переменном токе является:

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

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

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

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

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

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

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

Импедансом цепи переменного тока называется:

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

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

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

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

- a) сила тока и напряжение совпадают по фазе
- b) сила тока и напряжение отличаются по фазе на 90° *
- c) мощность не зависит от разности фаз силы тока и напряжения

Из частотной зависимости импеданса живой биологической ткани возможно:

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

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

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

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

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

Носителями тока в металлах являются:

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

Носителями тока в полупроводниках являются:

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

Носителями тока в электролитах являются:

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

Проводимость биологических тканей является:

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

Раздражающее действие оказывает:

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

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

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

Раздражающее действие на организм человека оказывает:

- a) переменный ток высокой частоты
- b) постоянный ток
- c) ток низкой частоты*
- d) все перечисленные виды токов

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

- a) амплитудное значение силы тока
- b) мгновенное значение силы тока*
- c) эффективное значение силы тока

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

- a) ёмкости и индуктивности
- b) ёмкости и омического сопротивления*
- c) омического сопротивления и индуктивности

В электрофизиотерапии применяются:

- a) исключительно переменные токи высокой частоты
- b) исключительно постоянные токи
- c) исключительно импульсные токи
- d) все перечисленные виды токов*

Какие вещества имеют только электронный тип проводимости?

- a) металлы*
- b) полупроводники
- c) электролиты?

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

- a) сопротивление участка цепи*
- b) электропроводность
- c) удельное сопротивление
- d) удельная электропроводность

Явление электролиза наблюдается при прохождении тока:

- a) в металлических проводниках
- b) в проводниках второго рода*
- c) в полупроводниках

С увеличением температуры сопротивление металлов:

- a) увеличивается по линейному закону*
- b) уменьшается по линейному закону
- c) увеличивается по нелинейному закону
- d) уменьшается по нелинейному закону

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

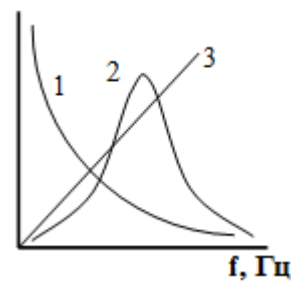
- a) $I_1 = I_2 = I_3$
- b) $U_1 = U_2 = U_3$
- c) $\frac{U_1}{R_1} = \frac{U_2}{R_2} = \frac{U_3}{R_3} ?$

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

- a) $I_1 = I_2 = I_3$
- b) $U_1 = U_2 = U_3$
- c) $I_1 \cdot R_1 = I_2 \cdot R_2 = I_3 \cdot R_3 ?$

Какая из приведенных кривых отображает зависимость индуктивного сопротивления от частоты?

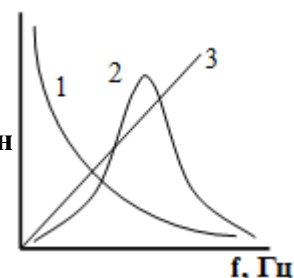
- a) первая



- b) вторая
- c) третья?*

Какая из приведенных кривых отображает зависимость ёмкостного сопротивления от частоты?

- a) первая*
- b) вторая
- c) третья?



на $\pi/2$,

Сила тока в цепи переменного синусоидального тока опережает н если электрическая цепь состоит из:

- a) омического сопротивления
- b) индуктивного сопротивления
- c) ёмкостного сопротивления*

Полное сопротивление катушки индуктивности с ростом частоты переменного тока:

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

Ёмкость конденсатора с ростом частоты переменного тока:

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

Биологическая ткань имеет максимальное сопротивление:

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

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

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

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

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

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

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

Индуктивность катушки с ростом частоты переменного тока:

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

Ёмкостное сопротивление конденсатора с ростом частоты переменного тока:

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

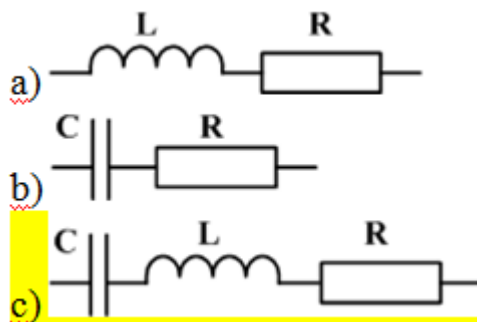
Сопротивление биологической ткани с ростом частоты:

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

Активное сопротивление катушки индуктивности с ростом частоты переменного тока:

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

Явление резонанса на переменном синусоидальном токе наблюдается в цепи:



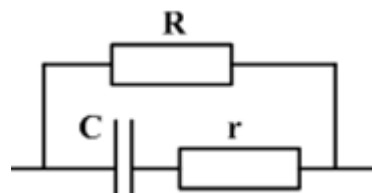
Максимальное значение переменного синусоидального тока в приведённой цепи будет при линейной частоте f , равной:



- a) LC
- b) $1/LC$
- c) $1/\sqrt{LC}$
- d) $1/2\pi\sqrt{LC}$ *

Сопротивление данной цепи на постоянном токе равно:

- a) R^*
- b) $R + r$
- c) $R + C$
- d) $R + r + C$

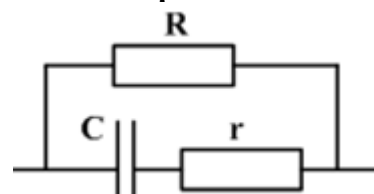


Эквивалентная цепь биологической ткани состоит из:

- a) активных сопротивлений
- b) сопротивлений и емкости*
- c) сопротивлений и индуктивности

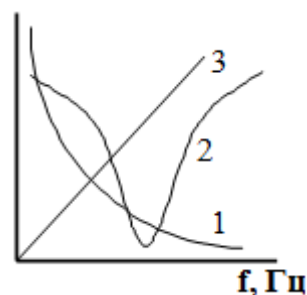
Сопротивление данной цепи на переменном ВЧ токе высокой частоты равно:

- a) R
- b) $R \cdot r / (R + r)^*$
- c) r



Какая кривая отображает частотную зависимость импеданса последовательной RLC – цепи?

- a) первая
- b) вторая
- c) третья*



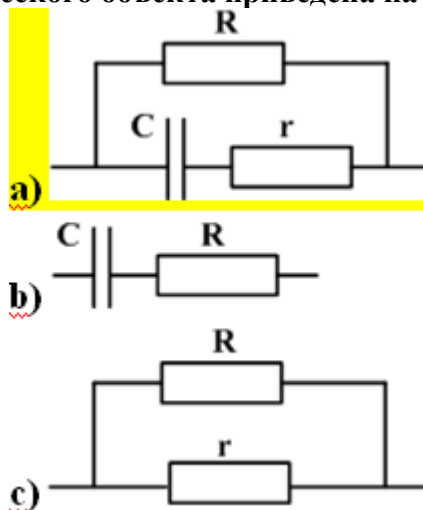
Для соединённых последовательно сопротивления R , индуктивности L и ёмкости C величина, определяемая формулой

$$1/\sqrt{LC}$$

является:

- a) реактивным сопротивлением
- b) резонансной линейной частотой f
- c) круговой резонансной частотой ω^*

Эквивалентная схема биологического объекта приведена на схеме:



4) Решить типовые задачи.

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.

5) Оформить отчет по лабораторной работе.

Рекомендуемая литература:

Основная литература

- Эйдельман Е. Д.. Физика с элементами биофизики. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013
- А.Н. Ремизов. Медицинская и биологическая физика. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2016, 2018.

Дополнительная литература

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

- В.Ф. Антонов и др. Физика и биофизика: учебник. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2009.

Раздел 3. Электробиофизика.

Тема 3.4. Итоговое занятие по разделу Электробиофизика.

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

Задачи:

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

Студент должен знать Основные понятия, термины, законы электродинамики.

Студент должен уметь Решать типовые задачи и задачи прикладного характера

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

Самостоятельная аудиторная работа студентов

1. Выполнить задания теста текущего контроля (по индивидуальному варианту).

Провести текущее тестирование в системе Indigo.

Примеры тестов

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

- а) от угла между вектором магнитной индукции и нормалью к контуру +
 - б) от размера витка
 - в) от расстояния между вектором магнитной индукции и нормалью к контуру
9. Магнитный поток через замкнутый виток, помещенный в однородное магнитное поле, зависит:
- а) от размера витка
 - б) от расстояния между вектором магнитной индукции и нормалью к контуру
 - в) от площади витка +
10. В пространстве, где находится электрон, создается электрическое и магнитное поля:
- а) да
 - б) нет +
 - в) зависит от условий

2. Практическая подготовка

Выполнить задания (решение типовых ситуационных задач).

Пример варианта:

Задание 1. Среднее значение концентрации ионов K^+ , Na^+ , Cl^- в аксоплазме гигантского аксона кальмара соответственно равны 410; 49; 40 моль/ m^3 , а в морской воде 10; 460; 540 моль/ m^3 .

Вычислить потенциал Нернста для каждого из этих ионов при температуре $27^\circ C$, указывая соответствующий знак.

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

Задание 3. Сопротивление ткани постоянному току в цепи между электродами при гальванизации 2000Ом при площади $100cm^2$ плотности тока $0,1mA/cm^2$ Определить напряжение, которое обеспечивать аппарат гальванизации.

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

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов

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

2) Ответить на вопросы для самоконтроля и для собеседования:

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

3) Проверить свои знания с использованием тестового контроля.

Провести тренировочное тестирование в системе Indigo.

4) Решить типовые задачи.

Пример варианта проверочной работы

Задание 1. Среднее значение концентрации ионов K^+ , Na^+ , Cl^- в аксоплазме гигантского аксона кальмара соответственно равны 410; 49; 40 моль/ m^3 , а в морской воде 10; 460; 540 моль/ m^3 .

Вычислить потенциал Нернста для каждого из этих ионов при температуре 27°C , указывая соответствующий знак.

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

Задание 3. Сопротивление ткани постоянному току в цепи между электродами при гальванизации 2000Ом при площади 100см^2 плотности тока $0,1\text{мА}/\text{см}^2$ Определите напряжение, которое обеспечивать аппарат гальванизации.

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

Рекомендуемая литература:

Основная литература

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

Дополнительная литература

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

Раздел 4. Оптика. Атомная и ядерная биофизика.

Тема 4.1. Волновая оптика

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

Задачи:

Рассмотреть и освоить основные понятия и законы по указанной теме

Сформировать шаблоны подхода к рассмотрению вопросов оптики и атомной физики

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

Студент должен знать Основные понятия и законы оптики и атомной физики

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

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

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

Навыками работы со справочной и инструктивной литературой.

Самостоятельная аудиторная работа студентов

1. Ответить на вопросы по теме занятия

1. Объясните природу света.
2. В чем отличие поляризованного света от естественного.
3. Напишите и поясните закон Малюса.
4. Напишите и поясните закон Брюстера.

5. Какое вещество является оптически активным? От чего и как зависит угол поворота оптически активным веществом?
6. Объясните причину поглощения света веществом.
7. Напишите и поясните законы поглощения света: закон Бугера и Бугера-Ламберта-Бера.

2. Практическая подготовка

2.1. Задачи для решения под руководством преподавателя

1. Два поляризатора расположены так, что угол между их главными плоскостями составляет $\varphi = 60^\circ$. Во сколько раз уменьшится интенсивность естественного света при прохождении его: 1) через один поляризатор; 2) через оба поляризатора? При прохождении каждого из поляризаторов потери на отражение и поглощение составляют 5%.
2. Угол преломления луча в жидкости $n=35^0$. Определите показатель преломления жидкости, если известно, что отраженный луч максимально поляризован.
3. Определите толщину кварцевой пластинки, для которой угол поворота плоскости поляризации света с длиной волны $\lambda=500$ нм равен $\alpha=48^0$. Постоянная вращения кварца для этой длины волны $\alpha_0=30^0/\text{мм}$.
4. В 4%-ном растворе вещества в прозрачном растворителе интенсивность света на глубине $l_1 = 20\text{мм}$ ослабляется в два раза. Во сколько раз ослабляется интенсивность света на глубине $l_2 = 30\text{мм}$ в 8%-ном растворе того же вещества?

2.2. Задачи для индивидуальной работы

1. Чему равен угол между главными плоскостями поляризатора и анализатора, если интенсивность естественного света, прошедшего через эти призмы, уменьшилась в 4 раза? Поглощением света пренебречь.
2. Во сколько раз ослабляется естественный свет, проходя через два поляризатора, главные плоскости которых составляют угол $\varphi=30^0$, если в каждом из поляризаторов на отражение и поглощение теряется 10% падающего на него светового потока?
3. Между скрещенными поляризаторами поместили пластинку кварца толщиной $l=3$ мм, в результате чего поле зрения стало максимально светлым.
4. Определите постоянную вращения используемого в опыте кварца для монохроматического света.
5. Определите угол поворота плоскости колебания светового луча для мочи больного диабетом при концентрации сахара $c=0,05$ г/см³. Длина трубки $l=20$ см, удельное вращение сахара для используемого света $[\alpha_0]=6,67$ (град·см²/г).
6. Раствор сахара, налитый в трубку длиной $l=20$ см и помещенный между поляризатором и анализатором, поворачивает плоскость поляризации света ($\lambda=0,5$ мкм) на $\alpha=30^0$. Найдите (в граммах на кубический сантиметр) концентрацию сахара в растворе, если удельное вращение сахара для этой длины волны $[\alpha_0]=6,67$ (град·см²/г).

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов

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

2) Проверить свои знания с использованием тестового контроля.

1. Аккомодацией называют приспособление глаз к
 - 1) четкому видению предметов различных размеров
 - 2) четкому видению различно удаленных предметов
 - 3) видению различно освещенных предметов
 - 4) восприятию различных оттенков одного цвета
2. Световоспринимающий аппарат глаза включает в себя
 - 1) склеру и сетчатку
 - 2) роговицу, хрусталик и сетчатку
 - 3) сетчатку
 - 4) хрусталик.

3. Одной из важнейших характеристик микроскопа как оптического прибора является предел разрешения, который зависит
- 1) от длины тубуса микроскопа и фокусного расстояния окуляра
 - 2) от длины волны света и расстояния наилучшего зрения
 - 3) от длины волны света и числовой апертуры.
4. Какое явление ограничивает возможность уменьшать предел разрешения оптического микроскопа?
- 1) интерференция света
 - 2) дифракция света
 - 3) поляризация света
 - 4) абсорбция света веществом.
5. С помощью поляризационного микроскопа исследуют
- 1) изотропные прозрачные вещества
 - 2) анизотропные прозрачные вещества
 - 3) флуоресцирующие соединения.
6. При прохождении света через вещество
- 1) его интенсивность возрастает из-за вторичного излучения молекул (атомов)
 - 2) его интенсивность остается постоянной
 - 3) его интенсивность уменьшается из-за поглощения и рассеяния его молекулами (атомами) вещества.
 - 4) возникают электромагнитные волны другого диапазона.
7. В основе спектрального анализа лежит
- 1) оценка интенсивности света, поглощенного веществом
 - 2) оценка интенсивности света, излучаемой веществом
 - 3) исследование радиоактивного излучения
 - 4) изучение спектров излучения и поглощения света веществом.
8. Энергия излучаемого фотона равна
- 1) разности энергии начального и конечного стационарных энергетических состояний
 - 2) разности энергии при торможении атома
 - 3) энергии связи электрона с ядром атома
 - 4) энергии ковалентной связи атомов в молекуле.
9. Излучение и поглощение света атомами и молекулами происходит
- 1) если они находятся в движении
 - 2) при переходе из одного стационарного энергетического состояния в другое
 - 3) при образовании новых атомов
 - 4) при движении электронов по электронным орбитам.
10. В основе эндоскопии лежит
- 1) закон преломления света на границе двух сред
 - 2) закон полного внутреннего отражения от границы двух диэлектриков
 - 3) применение оптических приборов - линз
 - 4) применение зеркал.
11. Оптически активное вещество:
- 1) превращает естественный свет в поляризованный
 - 2) раздваивает луч поляризованного света на два луча
 - 3) поворачивает плоскость поляризации поляризованного света
 - 4) пропускает половину интенсивности падающего света.
12. Двойное лучепреломление это:
- 1) слияние двух лучей при прохождении через некоторые кристаллы
 - 2) раздвоение естественного луча света на два естественных луча при прохождении через вещество
 - 3) раздвоение поляризованного света при прохождении через вещество
 - 4) раздвоение естественного света при прохождении через некоторые кристаллы на два плоскополяризованных луча.

13. Плоскополяризованный свет это:

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

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

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

15. Для изучения молекулярной структуры веществ используется анализ спектров испускания и поглощения атомов и молекул. Спектр – это

- 1) зависимость интенсивности поглощения излучения от толщины слоя вещества
- 2) зависимость длины волны излучения от интенсивности поглощенного света
- 3) зависимость интенсивности поглощения или излучения от длины волны или частоты.

16. Оптическая плотность вещества (раствора)

- 1) мера ослабления интенсивности света прозрачными веществами
- 2) мера ослабления интенсивности света прозрачными веществами или отражения непрозрачными веществами
- 3) мера отражения света непрозрачными веществами
- 4) мера рассеяния света прозрачными веществами

17. Если главные плоскости поляризатора и анализатора взаимно перпендикулярны, то интенсивность прошедшего через них света

- 1) уменьшается в 2 раза
- 2) увеличивается в 2 раза
- 3) не изменяется
- 4) равна 0.

18. Закон Брюстера определяет условия

- 1) при которых отраженный от границы двух диэлектриков луч будет полностью поляризован
- 2) при которых прошедший через границу двух диэлектриков луч будет полностью поляризован
- 3) отражения падающего луча поляризованного света от границы двух диэлектриков
- 4) преломления луча поляризованного света на границы двух диэлектриков

19. Показатель преломления вещества показывает

- 1) во сколько раз изменяется частота и скорость света, прошедшего из вакуума (воздуха) в вещество
- 2) во сколько раз изменяется длина волны и скорость света, прошедшего из вакуума (воздуха) в вещество
- 3) во сколько раз изменяется угол преломления света, прошедшего из вакуума (воздуха) в вещество по сравнению с углом падения
- 4) во сколько раз оптическая плотность вещества больше оптической плотности воздуха

20. Поляриметры предназначены для определения

- 1) длины волны поляризованного света
- 2) показателя преломления оптически активных веществ
- 3) положения плоскости поляризации поляризованного света
- 4) концентрации оптически активных веществ в растворах.

3) Решить типовые задачи.

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

2. Оптическая плотность раствора $D = 0,08$. Найдите его коэффициент пропускания.
3. При прохождении монохроматического света через слой вещества толщиной 15 см интенсивность убывает в 4 раза. Определите показатель рассеяния, если показатель поглощения $\chi' = 0,025 \text{ см}^{-1}$.

5) Написать реферат

- Билюминесценция.
- Применение лазера в медицине.

Рекомендуемая литература:

Основная литература

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

Дополнительная литература

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

Раздел 4. Оптика. Атомная и ядерная биофизика.

Тема 4.2. Электронная оптика

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

Задачи:

Рассмотреть и освоить основные понятия и законы по указанной теме

Сформировать шаблоны подхода к рассмотрению вопросов оптики и атомной физики

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

Студент должен знать	Основные понятия и законы оптики и атомной физики
Студент должен уметь	Применять законы оптики и атомной физики к биологическим системам. Уметь решать типовые задачи
Студент должен владеть	Методами и приемами решения типовых задач по данной теме. Навыками работы со справочной и инструктивной литературой.

Самостоятельная аудиторная работа студентов

1. Ответить на вопросы по теме занятия

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

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

2. Практическая подготовка

2.1. Задачи для решения под руководством преподавателя

1. При прохождении света с длиной волны λ_1 через слой вещества его интенсивность уменьшается вследствие поглощения в четыре раза. Интенсивность света с длиной волны λ_2 по той же причине ослабляется в три раза. Найдите толщину слоя вещества и показатель поглощения для света с длиной волны λ_2 , если для света с длиной волны λ_1 он равен $K_1 = 0,02 \text{ см}^{-1}$.

2.2. Задачи для самостоятельной работы (с проверкой у доски)

2. В 4%-ном растворе вещества в прозрачном растворителе интенсивность света на глубине $l_1 = 20 \text{ мм}$ ослабляется в два раза. Во сколько раз ослабляется интенсивность света на глубине $l_2 = 30 \text{ мм}$ в 85-ном растворе того же вещества?
3. Коэффициент пропускания раствора $\tau = 0,3$. Чему равна его оптическая плотность?
4. При прохождении света через слой раствора поглощается $1/3$ первоначальной световой энергии. Определите коэффициент пропускания и оптическую плотность раствора.

Тема 1. 64.

Тема 1. 65. 2.3. Выполнить лабораторную работу «Основы колориметрии»

Тема 1. 66. Порядок выполнения измерений при помощи фотоэлектрического колориметра

1. Подготовить прибор к работе.

- ◆ установить переключатель прибора в положение «внутренний гальванометр»;
- ◆ проверить настройку стрелки микроамперметра на нулевое деление шкалы и при необходимости скорректировать

2. Включить прибор в сеть. Включить лампу и дать прогреться в течение 15 минут.

3. Настройка на нуль. Выбрать цветной светофильтр, требующиеся для колориметрических измерений и подключить фильтр перед правым тубусом линзы. Заложить в правую шахту кювету, наполненную растворителем. Полностью открыть обе ирисовые диафрагмы и переставить потенциометр на диапазон «2-3». Нулевую установку стрелки выполнять уменьшением правой, а по мере необходимости также и левой ирисовой диафрагм.

4. Настройка на «100». Кратковременно закрыть затемняющую заслонку (маленький барашек на правой стороне прибора). Повторить несколько раз настройки на «0» и «100».

5. Измерение. Заложить в правую шахту кювету, наполненную исследуемым раствором. Совершить отсчёт отклонения стрелки (см. **метод измерения по отклонению стрелки**). После каждого измерения промывать кювету растворителем (дистиллированной водой).

Тема 1. 67. Задания:

1. Произвести калибровку ФЭК по растворам известной концентрации. Результаты измерений занести в таблицу и построить градуировочный график.
2. Определить при помощи ФЭК экстинкцию неизвестного раствора. По графику найти его концентрацию. Сделать необходимые построения на чертеже.

Определение концентрации раствора с помощью ФЭК.

Тема 1. 68. Концентрация раствора С, %	Известные растворы					Неизвестный раствор
Коэффициент пропускания τ						
Экстинкция (оптическая плотность) D						

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов

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

2) Ответить на вопросы для самоконтроля и для собеседования:

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

3) Проверить свои знания с использованием тестового контроля.

1. Вылет электронов из вещества под действием падающего на него излучения называется
 - А) внешним фотоэффектом; Б) внутренним фотоэффектом;
 - В) диффузия; Г) конденсация.
2. Какое из перечисленных излучений не вызывает внешний фотоэффект?
 1. инфракрасное; 2. ультрафиолетовое;
 - А) только 1; Б) только 2; В) и 1 и 2; Г) ни 1 ни 2.
3. Фотоэффект бывает..А) внутренним; Б) внешним;
 - В) и внешним и внутренним; Г) вакуумным.
4. Фотоэффект наблюдается..А) в отсутствие взаимодействия света и вещества;
 - Б) только при взаимодействии света и вещества;
 - В) и при взаимодействии света с веществом, и при отсутствии такого взаимодействия;
 - г) при взаимодействии двух излучений.
5. Кинетическая энергия фотоэлектронов
 - А) прямо пропорциональна длине волны;
 - В) прямо пропорциональна частоте света;
 - Г) прямо пропорциональна интенсивности света;
 - Д) обратно пропорциональна частоте и интенсивности света.
6. Фотоэффект - это
 - А) физическая величина; Б) физическое явление;
 - В) свойство химического тела; Г) химический процесс.
7. Внешний фотоэффект не наблюдается если
 - А) энергия фотоэлектронов света больше работы выхода электронов из вещества;
 - Б) энергия фотонов света меньше работы выхода электронов из вещества;
 - В) мощность излучения меньше 100Вт;

- Г) красная граница смещена в область ультрафиолета.
8. Энергия фотона
- А) не зависит от длины волны света;
 Б) не связана с длиной волны света;
 В) зависит от длины волны;
 Г) не зависит от частоты света.
9. Законы фотоэффекта открыл
- А) Н.Бор; Б) М.Складовская-Кюри;
 В) А.Столетов; Г) А.Ампер.
10. Число электронов, выбиваемых светом с поверхности металла в единицу времени
- А) прямо пропорционально интенсивности светового потока;
 Б) обратно пропорционально интенсивности светового потока;
 В) не зависит от интенсивности светового потока;
 Г) среди ответов нет правильного.
11. Наибольшая длина волны (или минимальная частота излучения), при которой еще можно наблюдать фотоэффект, называется
- А) фиолетовой границей фотоэффекта;
 Б) красной границей фотоэффекта;
 В) зелёной границей фотоэффекта;
 Г) среди ответов нет правильного.
12. Минимальная работа, которую должен совершить электрон за счёт своей кинетической энергии для того, чтобы выйти из металла, называют
- А) работа выхода; Б) диффузия;
 В) электролиз; Г) среди ответов нет правильного.
13. Генерация свободных носителей зарядов в полупроводнике, происходящая вследствие облучения полупроводника, называется
- А) внешним фотоэффектом; Б) внутренним фотоэффектом;
 В) электролиз; Г) газовый разряд.
14. Эксперимент по измерению давления света провёл
- А) А.Попов; Б) П.Лебедев; В) А.Столетов; Г) М.Фарадей.
15. При измерении давления света, возникли трудности:
- 1-невозможность выкачать из сосуда весь воздух;
 2-неодинаковый нагрев сторон кружков.
- А) только 1; Б) только 2; В) и 1 и 2; Г) ни 1 ни 2.
16. Действием множества ударов потока квантов света, бомбардирующих облучаемую поверхность, объясняется
- А) давление света; Б) реакция деления ядра;
 В) кристаллизация; Г) газовый разряд.
17. Какой из перечисленных примеров, не является следствием химического действия света
- А) фотосинтез; Б) выгорание тканей;
 В) пигментация кожи; Г) повышение температуры вещества.
18. Выражение "Каждый фотон имеет свой импульс, попадая на тело, они передают свой импульс. Т.е импульс тела будет равен импульсу поглощённых фотонов. Поэтому покоящееся тело приходит в движение" объясняет причину
- А) давления света; В) плавления;
 Б) термоядерной реакции Г) испарения.
19. Выражение " Энергия порции света идёт на совершение работы выхода и на сообщение электрону кинетической энергии" описывает
- А) уравнение Клапейрона - Менделеева;
 Б) уравнение Эйнштейна для фотоэффекта;
 В) закон Кулона;
 Г) закон Ома для замкнутой цепи.
20. Световую частицу называют

1. фотоном;
 2. квантом электромагнитного излучения.
- А) только 1; Б) только 2; В) и 1 и 2; Г) ни 1 ни 2.

4) Решить типовые задачи.

• Какова концентрация раствора, если одинаковая освещенность фотометрических полей была получена при толщине $l_1 = 8\text{мм}$ у эталонного 3%-ного раствора и $l_2 = 24\text{мм}$ - у исследуемого раствора?

• Оптическая плотность раствора $D = 0,08$. Найдите его коэффициент пропускания.

• При прохождении монохроматического света через слой вещества толщиной 15см его интенсивность убывает в 4 раза. Определите показатель рассеяния, если показатель поглощения $\chi' = 0,025\text{ см}^{-1}$.

5) Оформить отчет по лабораторной работе.

Рекомендуемая литература:

Основная литература

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

Дополнительная литература

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

Раздел 4. Оптика. Атомная и ядерная биофизика.

Тема 4.3. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом.

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

Задачи:

Рассмотреть и освоить основные понятия и законы по указанной теме

Сформировать шаблоны подхода к рассмотрению вопросов оптики и атомной физики

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

Студент должен знать Основные понятия и законы оптики и атомной физики

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

Уметь решать типовые задачи

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

Навыками работы со справочной и инструктивной литературой.

Самостоятельная аудиторная работа студентов

1. Ответить на вопросы по теме занятия

1. Как получается рентгеновское излучение на рентгеновской трубке.
2. Напишите схемы радиоактивных α -, β - 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 подготовка

2.1. Задачи для решения под руководством преподавателя

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

2.2. Задания для групповой работы. Выполнить лабораторную работу «Определение поглощающих свойств вещества»

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

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

Порядок выполнения работы

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

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

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

Таблица 1

Измерение интенсивности	Число импульсов			Толщина пластины L, м	Плотность вещества ρ , кг/м ³	χ , м ⁻¹	μ , м ² /кг
	За 3 мин.	За 1 мин.	За 1 мин. без фона				
Фоновое			-	-	-	-	-

излучение							
От источника бета-излучения				-	-	-	-
После прохождения через вещество							
Алюминий							
Сталь							
Титан							
...							

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

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

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

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

Порядок выполнения работы

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

Таблица 2.

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

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов

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

2) Ответить на вопросы для самоконтроля и для собеседования:

1. Что называется радиоактивностью?
2. Дайте характеристику разным видам радиоактивного излучения.

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

3) Проверить свои знания с использованием тестового контроля.

По своей физической природе рентгеновское излучение представляет собой:

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

Характеристическое и тормозное рентгеновские излучения различаются:

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

Характеристическое рентгеновское излучение имеет:

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

Тормозное рентгеновское излучение имеет:

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

Методы рентгеновской диагностики основываются на явлениях:

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

Наименее вредным для человека являются методы диагностики:

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

При массовой диспансеризации населения применяется:

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

Какое излучение обладает наибольшей ионизирующей способностью?

- a) видимый свет
- b) ультрафиолетовое излучение
- c) рентгеновское излучение
- d) **γ – излучение?**

Анодное напряжение рентгеновской трубки составляет:

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

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

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

Частота рентгеновского излучения зависит от:

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

Какое из излучений относится к радиоактивным?

- a) видимый свет
- b) ультрафиолетовое излучение
- c) рентгеновское излучение
- d) γ – излучение?

Какое из излучений является наиболее вредным для человека?

- a) видимый свет
- b) ультрафиолетовое излучение
- c) рентгеновское излучение
- d) γ – излучение?

Какие из указанных ниже элементарных частиц не относятся к нуклонам?

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

Изотопами называются химические элементы, атомы которых имеют одинаковое число:

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

Количество протонов в ядре атома равно:

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

Какое число нейтронов входит в состав ядра химического элемента



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

Какая из элементарных частиц X является протоном?

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

Масса ядра:

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

Какое из радиоактивных излучений не отклоняется магнитным полем?

- a) α - излучение
- b) β - излучение
- c) γ – излучение?

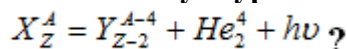
α - излучением при радиоактивном распаде является поток:

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

γ - излучение при радиоактивном распаде является:

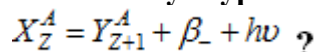
- a) потоком электронов
- b) потоком нейтронов
- c) потоком коротковолнового электромагнитного излучения
- d) потоком протонов

Какой вид радиоактивного распада соответствует уравнению



- a) α - распад
- b) β_+ - распад
- c) β_- - распад?

Какой вид радиоактивного распада соответствует уравнению



- a) α - распад
- b) β_+ - распад
- c) β_- - распад?

Какое из выражений соответствует закону радиоактивного распада?

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

Активность радиоактивного вещества со временем:

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

Любой из видов радиоактивного распада сопровождается:

- a) α - излучением
- b) β - излучением
- c) γ - излучением

Радиоактивное излучение, представляющее собой поток электронов, называется:

- a) α - излучением
- b) β - излучением
- c) γ - излучением

Радиоактивное излучение, представляющее собой поток ядер гелия, называется:

- a) α - излучением
- b) β - излучением
- c) γ - излучением

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

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

Какое из утверждений правильно?

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

4) Решить типовые задачи.

1. Средняя мощность экспозиционной дозы облучения в рентгеновском кабинете равна $6,45 \cdot 10^{-12}$ Кл/(кг·с). Врач находится в течение дня 5 ч в этом кабинете. Какова его доза облучения за 6 рабочих дней.

2. На каком расстоянии от препарата $^{60}\text{Co}_{27}$ активностью 200 мКи необходимо находиться, чтобы доза за 6-часовой рабочий день не превышала допустимую? Ионизационная постоянная кобальта $13,5 \text{ Р} \cdot \text{см}^2 / (\text{ч} \cdot \text{мКи})$.

5) Оформить отчет по лабораторной работе.

6) Написать реферат

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

Рекомендуемая литература:

Основная литература

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

Дополнительная литература

- А.Н. Ремизов, А.Г. Максина. Медицинская и биологическая физика: сборник задач. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2014
- В.А. Никеров. Физика: современный курс. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016.
- Руководство к практическим занятиям по медицинской и биологической физике: учебно-методическое пособие/ Луценко Е.В., Короткова О.Л. - Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2018
- В.Н. Федорова, Е.В. Фаустов Медицинская и биологическая физика. Курс лекций с задачами. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2008
- В.Ф. Антонов и др. Физика и биофизика: учебник. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2009.
- А. Н. Ремизов, А. Г. Максина, А. Я. Потпенко. Медицинская и биологическая физика. - Москва: Дрофа, 2010.

Раздел 4. Оптика. Атомная и ядерная биофизика.

Тема 4.4. Итоговое занятие по разделу Оптика. Атомная и ядерная биофизика

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

Задачи:

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

Студент должен знать Основные понятия, термины, законы биомеханики.

Студент должен уметь Решать типовые задачи и задачи прикладного характера

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

Самостоятельная аудиторная работа студентов

1. Выполнить задания теста текущего контроля (по индивидуальному варианту).

Провести текущее тестирование в системе Indigo.

Примеры тестов

1. Наибольшая длина волны (или минимальная частота излучения), при которой еще можно наблюдать фотоэффект, называется

- А) фиолетовой границей фотоэффекта;
- Б) красной границей фотоэффекта;
- В) зелёной границей фотоэффекта;

- Г) среди ответов нет правильного.
2. Минимальная работа, которую должен совершить электрон за счёт своей кинетической энергии для того, чтобы выйти из металла, называют
 - А) работа выхода; Б) диффузия;
 - В) электролиз; Г) среди ответов нет правильного.
 3. Генерация свободных носителей зарядов в полупроводнике, происходящая вследствие облучения полупроводника, называется
 - А) внешним фотоэффектом; Б) внутренним фотоэффектом;
 - В) электролиз; Г) газовый разряд.
 4. Эксперимент по измерению давления света провёл
 - А) А.Попов; Б) П.Лебедев; В) А.Столетов; Г) М.Фарадей.
 5. При измерении давления света, возникли трудности: 1-невозможность выкачать из сосуда весь воздух; 2-неодинаковый нагрев сторон кружков.
 - А) только 1; Б) только 2; В) и 1 и 2; Г) ни 1 ни 2.
 6. Действием множества ударов потока квантов света, бомбардирующей облучаемую поверхность, объясняется
 - А) давление света; Б) реакция деления ядра;
 - В) кристаллизация; Г) газовый разряд.
 7. Какой из перечисленных примеров, не является следствием химического действия света
 - А) фотосинтез; Б) выгорание тканей;
 - В) пигментация кожи; Г) повышение температуры вещества.
 8. Выражение "Каждый фотон имеет свой импульс, попадая на тело, они передают свой импульс. Т.е импульс тела будет равен импульсу поглощённых фотонов. Поэтому покоящееся тело приходит в движение" объясняет причину
 - А) давления света; В) плавления;
 - Б) термоядерной реакции Г) испарения.
 9. Выражение " Энергия порции света идёт на совершение работы выхода и на сообщение электрону кинетической энергии" описывает
 - А) уравнение Клапейрона - Менделеева;
 - Б) уравнение Эйнштейна для фотоэффекта;
 - В) закон Кулона;
 - Г) закон Ома для замкнутой цепи.
 10. Световую частицу называют: 1..фотоном; 2.квантом электромагнитного излучения.
 - А) только 1; Б) только 2; В) и 1 и 2; Г) ни 1 ни 2.

2. Практическая подготовка

Выполнить задания (решение типовых задач – проверка практических навыков).

Пример варианта

Определите угол поворота плоскости колебания светового луча для мочи больного диабетом при концентрации сахара $c=0,05$ г/см³. Длина трубки $l=20$ см, удельное вращение сахара для используемого света $[\alpha_0]=6.67$ (град·см²/г).

Задание 1. Какова концентрация раствора, если одинаковая освещенность фотометрических полей была получена при толщине $l_1 = 8$ мм у эталонного 3%-ного раствора и $l_2 = 24$ мм - у исследуемого раствора?

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

Задание 3. В $m = 10$ г ткани поглощается 10^9 α -частиц с энергией около $E= 5$ МэВ. Найдите поглощенную и эквивалентную дозы. Коэффициент качества k для α -частиц равен 20.

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов

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

2) Проверить свои знания с использованием тестового контроля.

Провести тренировочное тестирование в системе Indigo.

3) Решить типовые задачи.

Задание 1. Определите угол поворота плоскости колебания светового луча для мочи больного диабетом при концентрации сахара $c=0,05$ г/см³. Длина трубки $l=20$ см, удельное вращение сахара для используемого света $[\alpha_0]=6.67$ (град·см²/г).

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

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

Задание 4. Мощность экспозиционной дозы γ -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 γ -излучения воздухом не учитывать.

Рекомендуемая литература:

Основная литература

- Эйдельман Е. Д.. Физика с элементами биофизики. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013
- А.Н. Ремизов. Медицинская и биологическая физика. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2016, 2018.

Дополнительная литература

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

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

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

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

Задачи:

Рассмотреть и освоить основные понятия и законы по указанной теме

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

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

Студент должен знать Основные понятия и законы биофизики.

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

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

Самостоятельная аудиторная работа студентов

1. Ответить на вопросы по теме занятия.

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

2. Практическая подготовка

2.1. По итогам обсуждения теоретического материала заполнить таблицу действия физического фактора на человека.

2.2. Задачи для решения под руководством преподавателя

1. Как изменяется скорость движения эритроцитов в кровеносном русле у пациентов со сфероцитозом, если доплеровский сдвиг частот в 1,3 раза меньше по сравнению с нормой?
2. (2.89)* Две машины движутся навстречу друг другу со скоростями $v_1 = 20 \text{ м/с}$ и $v_2 = 10 \text{ м/с}$. Первая машина дает сигнал с частотой $\nu = 800 \text{ Гц}$. Какой частоты сигнал услышит водитель второй машины: 1) до встречи машин; 2) после встречи машин?
3. (2.90) Одинаковой ли высоты будет звук в случаях: 1) источник звука движется навстречу неподвижному наблюдателю со скоростью $v_1 = 40 \text{ м/с}$; 2) наблюдатель движется навстречу неподвижному источнику звука с той же скоростью? Частота звука $\nu = 600 \text{ Гц}$.

2.3. Задания для групповой работы: Выполнить лабораторную работу «Физические основы действия УЗ на вещество»

Задание: изучение физических свойств и способов применения ультразвука.

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

Порядок работы:

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

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов

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

2) Ответить на вопросы для самоконтроля и для собеседования:

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

3) Проверить свои знания с использованием тестового контроля.

Провести тренировочное тестирование в системе Indigo.

4) Решить типовые задачи.

- При диагностировании патологического изменения в тканях организма ультразвуковым методом отраженный сигнал был принят через $5 \cdot 10^{-5}$ с после излучения. На какой глубине в тканях была обнаружена неоднородность?
- Доплеровский сдвиг частоты при отражении механической волны от движущихся эритроцитов равен 50Гц, частота генератора равна 100кГц. Определите скорость движения крови в кровеносном сосуде.

5) Оформить отчет по лабораторной работе.

6) Написать реферат

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

Рекомендуемая литература:

Основная литература

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

Дополнительная литература

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

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

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

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

Задачи:

Рассмотреть и освоить основные понятия и законы по указанной теме

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

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

Студент должен знать Основные понятия и законы биофизики.

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

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

Самостоятельная аудиторная работа студентов

1. Ответить на вопросы по теме занятия.

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

2. Практическая подготовка

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

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

2.2. Задачи для индивидуального решения

1. Аппарат “Электросон” дает импульсы напряжения постоянной полярности прямоугольной формы с периодом 0,4с и скважностью 200. Определить длительность импульса.
2. Для диагностики работоспособности мышц у пациента врач подает от аппарата КЭД – 5М прямоугольный импульсный (тетанирующий) ток со скважностью, равной 5. Определить время фактического действия тока, если аппарат был включен в течение 2 мин.
3. В аппарате “Электросон” при частоте 25 Гц длительность импульса равна 1 мс. Определить скважность и паузу после каждого импульса.
4. Определить среднюю скорость (мВ/с) нарастания зубца Т на электрокардиограмме, если за 25 мс напряжение изменилось от 0,13 до 0,27 мВ.
5. Миллиамперметр аппарата «Амплипульс» показывает 40мА. Вычислить среднеквадратическое значение силы тока, проходящего по пациенту, если минимальная и максимальная амплитуды модулированных импульсов относятся как 1:4. Какая мощность при этом выделяется на сопротивлении в 620 кОм?

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

7. Терапевтический контур аппарата УВЧ, работающего на частоте 40,68 МГц, 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?

2.3. Выполнить лабораторную работу «Анализ действия на биологические ткани высокочастотными электрическими и магнитными полями»

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.

Порядок выполнения работы

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

Таблица 1

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

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.

Порядок выполнения работы

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

Таблица 2

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

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

2) Ответить на вопросы для самоконтроля и для собеседования:

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

3) Проверить свои знания с использованием тестового контроля.

Провести тренировочное тестирование в системе Indigo.

4) Решить типовые задачи.

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

5) Оформить отчет по лабораторной работе.

Рекомендуемая литература:

Основная литература

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

Дополнительная литература

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

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

Тема 5.3. Физические основы физиотерапии

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

Задачи:

Рассмотреть и освоить основные понятия и законы по указанной теме

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

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

Студент должен знать Основные понятия и законы биофизики.

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

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

Самостоятельная аудиторная работа студентов

1. Ответить на вопросы по теме занятия.

1. Электробезопасность медицинской аппаратуры и техника безопасности при работе с электрическим током.
3. Процессы, протекающие в живых тканях под действием постоянного электрического тока (направление движения ионов, изменение полярности мембран, возбуждение и торможение клеток).
4. Почему при действии импульсного тока в тканях организма происходят изменения формы импульсов по сравнению с формой импульсов приложенного напряжения?
5. Влияние частоты переменного тока на процессы, протекающие в тканях. Почему с повышением частоты переменного тока раздражающее действие его на биологические ткани снижается?
6. Почему при равенстве напряжений постоянного тока эффективному напряжению переменного тока, последний оказывает более сильное воздействие на человека?
7. Что такое амплитудная модуляция тока? Как модулированный ток проходит через биологические ткани?
8. Как оценить тепловой эффект при непосредственном пропускании высокочастотного переменного тока через ткани? (Вывод и анализ формулы).
9. Дать объяснение механизма нагревания тканей: проводников и диэлектриков – под действием высокочастотного электрического поля. Как оценить тепловой эффект.
10. Как оценить тепловой эффект при индуктотермии и от чего он зависит?
11. Почему при индуктотермии и УВЧ-терапии мы можем говорить о действии только магнитным переменным или только электрическим переменным полем?
12. Особенности воздействия на организм электромагнитными волнами.

2. Практическая подготовка

2.1. Решение типовых задач (индивидуальная работа)

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

2.2. Задания для групповой работы: выполнить лабораторную работу

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

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

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

4. Измерьте на экране осциллографа эти величины также при модуляции 50%, 75% и 100% (данные занесите в таблицу 1).

Таблица 1

Глубина модуляции, М, % (по прибору)	50	75	100
Значения коэффициента модуляции – m			
I – среднее квадратичное значение тока, мА			
U – среднее квадратичное значение напряжения, В			
Мощность, Вт			

5. Вычислите среднее квадратичное значение тока пациента по формуле: $I = I_m \sqrt{1 + \frac{m^2}{2}}$,

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

6. Вычислите среднее квадратичное значение напряжения в цепи пациента по формуле:

$$U = U_m \sqrt{1 + \frac{m^2}{2}}$$

где U_m – показания вольтметра, m – коэффициент модуляции.

7. Для каждого значения модулирующей частоты тока вычислить мощность, выделяемую в цепи, по формуле: $P = U * I * \cos\phi$, где ϕ – угол сдвига по фазе между током и напряжением принять равным 57° , полученные данные занести в таблицу 1.

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

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

1. Включите аппарат «Искра-1».
2. Регулятор управления мощностью установите в положение требуемой интенсивности (слабое свечение электрода свидетельствует о правильной работе аппарата).
3. Поднести электрод к входу включенного осциллографа, добейтесь на экране получения устойчивого изображения импульса.
4. При помощи осциллографа измерьте частоту и амплитуду импульсов в импульсном токе.
5. Уменьшая цену деления по оси t (время), получите развертку тока в импульсе. Определите период и частоту тока в импульсе.
6. Результат наблюдений представьте в виде рисунка с указанием временных и амплитудных характеристик импульсного тока.
7. Оцените возможный тепловой эффект при воздействии на биологическую ткань, считая ток $\approx 20\mu\text{A}$, а сопротивление 1500Ω .

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

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

Порядок выполнения работы

1. Вставить индуктор в индуктородержатели;
2. Установить переключатели режима в положение:
 - «Интенсивность» – 4;
 - «Форма тока» – переменный;
 - «Режим» – непрерывный;
3. Включить аппарат «Полюс-1»;

4. Зондом исследовать изменение индукции магнитного поля вблизи поверхности разных форм: *цилиндрического, прямоугольного и полостного*.
5. Дайте обоснование: какие поверхности у индукторов разных форм можно использовать как рабочие.

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов

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

2) Ответить на вопросы для самоконтроля и для собеседования:

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

3) Оформить отчет по лабораторной работе.

Рекомендуемая литература:

Основная литература

- Эйдельман Е. Д.. Физика с элементами биофизики. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013

- А.Н. Ремизов. Медицинская и биологическая физика. - Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2011, 2016, 2018.

Дополнительная литература

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

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

Тема 5.4. Итоговое занятие по разделу Первичные механизмы действия физических факторов на клетки и биологические ткани

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

Задачи:

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

Студент должен знать Основные понятия, термины, законы биомеханики.

Студент должен уметь Решать типовые задачи и задачи прикладного характера

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

Самостоятельная аудиторная работа студентов

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

Примеры тестовых заданий

1. Поляризацией вещества в электрическом поле называют явление, обусловленное упорядочением в этом веществе связанных электрических зарядов, которые ориентируются так,

- а) что образуемое ими дополнительное электрическое поле направлено в сторону, противоположную внешнему полю;*
- б) что образуемое ими дополнительное электрическое поле направлено в ту же сторону, что и внешнее поле;
- в) их положительные и отрицательные заряды чередуются;
- г) их положительные и отрицательные заряды взаимно компенсируются.

2. Поляризация в диэлектрике

- а) возможна только при наличии в нем молекул-диполей;
- б) связана с существованием или образованием в нем под действием электрического поля электрических диполей;*
- в) возможна только в том случае, если он имеет кристаллическую структуру;
- г) возможна только в том случае, если он имеет свободные заряды.

3. Для поворота дипольных молекул в направлении вектора напряженности

требуется совершить работу, поэтому

- a) энергия внешнего поля увеличивается и при поляризации диэлектрик охлаждается;
- b) часть энергии внешнего поля при поляризации теряется, а диэлектрик охлаждается;
- c) энергия внешнего поля увеличивается и при поляризации диэлектрик нагревается;
- d) часть энергии внешнего поля при поляризации теряется, а диэлектрик нагревается.*

4. Электронной поляризацией диэлектрика называется

- a) смещение электронов под действием внешнего эл. поля;
- b) смещение электронных оболочек нейтральных молекул под действием внешнего эл. поля;*
- c) смещение нейтральных молекул под действием внешнего эл. поля;
- d) смещение электронов с электронных оболочек под действием внешнего эл. поля.

5. Наличие макроструктурной поляризации объясняется тем, что под действием внешнего эл. поля

- a) движутся только ионы внутриклеточной жидкости;
- b) движение ионов ограничивается избирательной проницаемостью мембран;*
- c) движутся только ионы межклеточной жидкости;
- d) движение ионов ускоряется за счет проницаемости мембран.

6. Электрический ток представляет собой

- a) колебательное движение заряженных частиц под действием электрического поля;
- b) направленное движение заряженных частиц под действием магнитного поля;
- c) направленное движение заряженных частиц под действием электрического поля;*
- d) упорядоченное движение заряженных частиц под действием электрического поля.

7. Прохождение постоянного электрического тока по биологическим тканям сопровождается

- a) движением свободных ионов и поляризацией диэлектриков;*
- b) перераспределением свободных ионов и поляризацией диэлектриков;
- c) перераспределением биологических жидкостей и поляризацией диэлектриков;
- d) перераспределением свободных ионов и поляризацией проводников.

8. При наложении электродов на поверхность кожи ощущается жжение, т.к.

- a) при прохождении электрического тока электроды нагреваются;
- b) при прохождении эл. тока возникает магнитное поле;
- c) в результате вторичных реакций на электродах образуются такие вещества, как HCl и NaOH;*
- d) в результате вторичных реакций на электродах образуются такие вещества, как NaCl и H₂O.

9. Гальванизацией называют метод лечения слабым постоянным током, который вызывает

- a) нагревание внутренних органов;
- b) изменение обменных и функциональных свойств внутренних органов;*
- c) раздражение клеток внутренних органов;
- d) проникновение лекарственных веществ через кожу и слизистые оболочки. внешнего эл. поля.

10. Тепловой эффект при гальванизации ничтожен, т.к.

- a) при терапевтических воздействиях применяют токи малой плотности;*
- b) биологические ткани не нагреваются;
- c) между электродом и поверхностью кожи накладывается влажная прокладка;
- d) биологическая ткань имеет малое сопротивление постоянному току.

11. Лечебный электрофорез - метод терапевтического воздействия, основанный на

- a) введении лекарственных веществ через кожу и слизистые оболочки под действием внешнего

магнитного поля;

- b) введении лекарственных веществ через кожу и слизистые оболочки под действием внешнего электрического поля;*
- c) нагревании кожи и слизистых оболочек под действием внешнего электрического поля;
- d) введении лекарственных веществ через кожу и слизистые оболочки за счет поляризации биологических тканей.

12. Раздражение живой ткани происходит при действии

- a) любого тока;
- b) постоянного тока;
- c) переменного тока;
- d) импульсного тока.*

13. Зависимость величины порогового тока и напряжения от времени их действия выражается формулами Вейса:

- a) $I_{\Pi} = a + t$, $U_n = A + T$, где A , a - эмпирические константы;
- b) $I_{\Pi} = \frac{a}{t} + b$, $U_n = \frac{A}{t} + B$, где A , B , a , b - эмпирические константы;*
- c) $I_n = at + b$, $U_n = At + B$, где A , B , a , b - эмпирические константы;
- d) $I_{\Pi} = \frac{a}{bt}$, $U_n = \frac{A}{Bt}$, где A , B , a , b - эмпирические константы.

14. Закон Дюбуа – Раймона: раздражающее действие тока обусловлено

- a) скоростью перемещения ионов тканевых электролитов;
- b) скоростью поляризации дипольных молекул тканевых электролитов;
- c) ускорением при перемещении ионов тканевых электролитов;*
- d) ускорением при перемещении молекул тканей-диэлектриков.

15. В биологических объектах величина полного сопротивления переменному эл. току определяется

- a) индуктивностью и емкостью;
- b) активным сопротивлением и индуктивностью;
- c) активным сопротивлением и емкостью;*
- d) активным сопротивлением, емкостью и индуктивностью.

16. Эквивалентная электрическая схема - это цепь, моделирующая изменение электрического сопротивления биологических тканей при прохождении переменного тока. Она состоит из

- a) резисторов и конденсаторов, соединенных последовательно;
- b) резисторов и конденсаторов, соединенных параллельно;
- c) конденсатора и резистора в одной параллельной ветви и второго конденсатора в другой ветви;
- d) конденсатора и резистора в одной параллельной ветви и второго резистора в другой ветви.*

17. С увеличением частоты переменного тока полное сопротивление биологической ткани

- a) уменьшается;*
- b) увеличивается;
- c) не меняется;
- d) становится равным нулю.

18. Интенсивность нагрева - это количество теплоты, выделяющейся

- a) за единицу времени в организме человека;

- b) за единицу времени в единице объема ткани;*
- c) в единице массы ткани;
- d) за время нагрева биологической ткани.

19. Для нагревания биологических тканей используется

- a) любой ток;
- b) постоянный ток;
- c) переменный ток;*
- d) импульсный ток.

20. Интенсивность нагрева проводника переменным высокочастотным током

- a) пропорциональна квадрату плотности тока и обратно - пропорциональна удельному сопротивлению проводника: $q = j^2 / \rho$;*
- b) пропорциональна квадрату плотности тока и удельному сопротивлению проводника: $q = j^2 \rho$;
- c) пропорциональна плотности тока и обратно - пропорциональна квадрату удельного сопротивления проводника: $q = j / \rho^2$;
- d) пропорциональна квадрату плотности тока и удельного сопротивления проводника: $q = (j\rho)^2$.

21. Повышение внутренней энергии вещества, его нагрев происходит тем более интенсивно,

- a) больше скорость колебательного движения частиц, т.е. чем больше амплитуда электромагнитного поля;
- b) чем меньше расход энергии на колебание электромагнитного поля;
- c) чем больше скорость колебательного движения частиц, т.е. чем больше частота электромагнитного поля;*
- d) чем меньше частота электромагнитного поля.

22. В переменном электрическом поле УВЧ диапазона сильнее нагреваются

- a) ткани-диэлектрики;*
- b) жировая ткань;
- c) ткани-электролиты;
- d) биологические жидкости.

23. Переменное магнитное поле можно получить

- a) между пластинами конденсатора, на которое подается переменное напряжение;
- b) внутри катушки индуктивности, по которой проходит переменный ток;*
- c) пластинами конденсатора, на которое подается постоянное напряжение;
- d) внутри катушки индуктивности, по которой проходит постоянный ток.

24. В высокочастотном магнитном поле сильнее нагреваются

- a) ткани-диэлектрики;
- b) жировая ткань;
- c) ткани-электролиты;*
- d) биологические жидкости.

25. Глубина проникновения электромагнитного поля в ткани

- a) не зависит от его частоты;
- b) зависит от частоты: чем больше частота, тем меньше проникающая способность электромагнитных волн;
- c) зависит от частоты, чем больше частота, тем больше проникающая способность электромагнитных волн;*
- d) не зависит от вида ткани.

2. Практическая подготовка

2.1. Выполнить задания (решение типовых ситуационных задач).

Пример варианта:

1. 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. Определите энергию магнитного поля в катушке, если длина её 50см, площадь поперечного сечения 20см^2 , а число витков равно 1000. По катушке течет ток силой 2А. Относительная магнитная проницаемость железного сердечника при этой силе тока 150.
3. Аппарат “Электросон” дает импульсы напряжения постоянной полярности прямоугольной формы с периодом 0,4с и скважностью 200. Определить длительность импульса.
4. Для диагностики работоспособности мышц у пациента врач подает от аппарата КЭД – 5М тетанирующий ток со скважностью, равной 5. Определить время фактического действия тока, если аппарат был включен в течение 2 мин.
5. В аппарате “Электросон” при частоте 25 Гц длительность импульса равна 1 мс. Определить скважность и паузу после каждого импульса.
6. Определить среднюю скорость (мВ/с) нарастания зубца Т на электрокардиограмме, если за 25 мс напряжение изменилось от 0,13 до 0,27 мВ.

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов

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

2) Проверить свои знания с использованием тестового контроля.

Провести тренировочное тестирование к итоговому тестированию в системе Indigo.

Рекомендуемая литература:

Основная литература

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

Дополнительная литература

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

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

Кафедра физики и медицинской информатики
Приложение Б к рабочей программе дисциплины

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА
для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся
по дисциплине
«ОБЩАЯ И МЕДИЦИНСКАЯ БИОФИЗИКА»

Специальность 30.05.01. Медицинская биохимия
Направленность (профиль) ОПОП - Медицинская биохимия
Форма обучения: очная

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

Показатели оценивания	Критерии и шкалы оценивания				Оценочное средство	
	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично	для текущего контроля	для промежуточной аттестации
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий						
ИД УК 1.1. Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними						
Знать	Не знает или фрагментарно знает общие физические закономерности, принципы построения физической модели процесса.	Частично знает общие физические закономерности, принципы построения физической модели процесса, допускает существенные ошибки.	Знает общие физические закономерности, принципы построения физической модели процесса, но может допускать несущественные ошибки.	Знает общие физические закономерности, принципы построения физической модели процесса.	Типовые задачи Отчеты по лабораторным работам Тестирование Реферат	Проверка практических навыков (решение типовых задач) Тестирование Собеседование
Уметь	Не умеет анализировать поставленную задачу и выявлять физические закономерности рассматриваемого процесса, допускает существенные ошибки, которые не может исправить самостоятельно	Частично умеет анализировать поставленную задачу и выявлять физические закономерности рассматриваемого процесса, допускает существенные ошибки.	Умеет анализировать поставленную задачу и выявлять физические закономерности рассматриваемого процесса, но может допускать несущественные погрешности	Умеет анализировать поставленную задачу и выявлять физические закономерности рассматриваемого процесса, переносить типовые методы решения на инновационные	Типовые задачи Отчеты по лабораторным работам Тестирование Реферат	Проверка практических навыков (решение типовых задач) Тестирование Собеседование

Владеть	Не владеет навыками анализа физического процесса и постановки эксперимента	Частично владеет навыками анализа физического процесса и постановки эксперимента и/или допускает существенные ошибки.	Владеет навыками анализа физического процесса и постановки эксперимента, но может допускать несущественные погрешности	Владеет навыками анализа физического процесса и постановки эксперимента	Типовые задачи Отчеты по лабораторным работам Тестирование Реферат	Проверка практических навыков (решение типовых задач) Тестирование Собеседование
ОПК-1. Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности						
ИД ОПК 1.1. Использует естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности						
Знать	Не знает физические законы и методы для постановки и решения стандартных профессиональной деятельности и/или допускает существенные ошибки.	Фрагментарно знает физические законы и методы для постановки и решения стандартных задач профессиональной деятельности и/или допускает существенные ошибки.	Знает физические законы и методы для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности, но может допускать несущественные ошибки.	Знает физические законы и методы для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности	Типовые задачи Отчеты по лабораторным работам Тестирование Реферат	Проверка практических навыков (решение типовых задач) Тестирование Собеседование
Уметь	Не умеет решать типовые задачи с применением физических законов и методов, не может переносить известные методы на нетиповые задачи; выполнять экспериментальные работы, пользуясь инструкциями и руководствами, допускает существенные ошибки.	Частично умеет решать типовые задачи с применением физических законов и методов; выполнять экспериментальные работы, пользуясь инструкциями и руководствами, но может допускать существенные ошибки.	Умеет решать типовые задачи с применением физических законов и методов и переносить известные методы на нетиповые задачи; выполнять экспериментальные работы, пользуясь инструкциями и руководствами, но может допускать несущественные ошибки.	Умеет решать типовые задачи с применением физических законов и методов и переносить известные методы на нетиповые задачи; выполнять экспериментальные работы, пользуясь инструкциями и руководствами.	Типовые задачи Отчеты по лабораторным работам Тестирование Реферат	Проверка практических навыков (решение типовых задач) Тестирование Собеседование
Владеть	Не владеет физической терминологией и аппаратом для постановки и решения стандартных задач профессиональной деятельности и/или допускает существенные ошибки, которые не может	Частично владеет физической терминологией и аппаратом для постановки и решения стандартных задач профессиональной деятельности, но может допускать существенные ошибки.	Владеет физической терминологией и аппаратом для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности, но может допускать несущественные	Владеет физической терминологией и аппаратом для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности	Типовые задачи Отчеты по лабораторным работам Тестирование Реферат	Проверка практических навыков (решение типовых задач) Тестирование Собеседование

	исправить самостоятельно.		ошибки.			
--	---------------------------	--	---------	--	--	--

2. Типовые контрольные задания и иные материалы

2.1. Примерный комплект типовых заданий для оценки сформированности компетенций, критерии оценки

<i>Код компетенции</i>	<i>Комплект заданий для оценки сформированности компетенций</i>
УК-1	<p>Примерные вопросы к собеседованию на экзамене (вопросы 1, 14-17, 25, 27-33, 58, полный перечень вопросов – см. п. 2.2):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Физика и медицина. Задачи биофизики. Физические процессы в организме. Физические методы диагностики и лечения. 2. Автоволновые процессы. Характеристика активной среды. Автоволны и их основные характеристики. Примеры автоволновых процессов в организме. 3. Модель активной среды, постулаты τ-модели Винера – Розенблюта. Основные свойства автоволн в активных средах. 4. Сравнение характеристик автоволн в однородных и неоднородных средах. Циркуляция волн возбуждения в кольцевой активной среде (однородной и неоднородной). 5. Механизм зарождения ревербератора в активной среде (с отверстием или зоной пониженной возбудимости). 6. Ревербератор в активной среде. Характеристики и условия возникновения ревербератора при распространении автоволн в активных средах. 7. Обосновать в рамках τ-модели механизм возникновения трансформации ритма при распространении автоволн в неоднородных средах. 8. Свойства ревербераторов (источник автоволн; время жизни ревербератора; частота волн; определение размера ревербератора как обоснование риска возникновения фибрилляции).
	<p>Примеры тестовых заданий (разноуровневые) для текущего контроля и промежуточной аттестации</p> <p>I уровень:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Согласно теории Эйнтховена, электрической моделью сердца является <ol style="list-style-type: none"> 1) электрический диполь 2) токовый диполь* 3) уединённый положительный электрический заряд 4) другая система электрических зарядов 2. Биологическая мембрана хорошо проницаема для <ol style="list-style-type: none"> 1) ионов* 2) водорастворимых веществ 3) воды* 4) оснований и кислот 3. Согласно теории электрической активности сердца (Эйнтховена) при записи ЭКГ, возникающая разность потенциалов на поверхности тела человека <ol style="list-style-type: none"> 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 4. Непрямое действие ионизирующей радиации <ol style="list-style-type: none"> 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*

5. Методы рентгеновской диагностики основываются на явлениях

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

2 уровень:

Установите соответствие

1.
 - 1) Электрический диполь
 - 2) Мультиполь
 - 3) Токовый диполь
 2.
 - 1) Первое отведение
 - 2) Второе отведение
 - 3) Третье отведение
 3.
 - 1) Дипольный момент электрического диполя
 - 2) Дипольный момент токового диполя
 - 3) Потенциал электрического диполя
 4.
 - 1) Электромиограмма
 - 2) Электроэнцефалограмма
 - 3) Электрокардиограмма
 5. Блоки электрокардиографа:
 - 1) Усилитель
 - 2) Электроды
 - 3) Лентопротяжный механизм
 - 4) Электромеханический преобразователь
- а) система из нескольких электрических зарядов;
 б) двухполюсная система из истока и стока тока;
 в) система из двух равных по величине и противоположных по знаку зарядов.
- а) левая рука – левая нога;
 б) левая рука – правая рука;
 в) правая рука – левая нога.
- а) $\frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \frac{p \cos \alpha}{r^2}$;
 б) $q \cdot l$;
 в) $I \cdot l$.
- а) зависимость от времени электрической активности сердца;
 б) зависимость от времени электрической активности мышц;
 в) зависимость от времени электрической активности мозга.
- Функциональное назначение:
 а) преобразование электрического сигнала в механическое движение пера;
 б) снятие разности потенциалов;
 в) усиление биоэлектрических сигналов;
 г) равномерное перемещение бумаги.

3 уровень:

Задача 1. Для исследования обмена веществ и скорости кровотока используется радионуклид натрия (натрий-24). *Вопрос 1.* Определить его период полураспада, если через 30 ч активность его составляет 25 % от прежней. (ответ: 11 ч., 15 ч., 23 ч.)

Вопрос 2. Чему равна постоянная распада для этого элемента? (ответ: 0,046; 4,6; 0,02)

Задача 2. Источником ультрафиолетовых лучей, применяемых в медицине для лечебных целей, служит ртутно- кварцевая лампа, дающая наиболее интенсивное излучение на волне 365 нм. *Вопрос 1.* Какой энергией обладают излучаемые фотоны? (ответ: $24 \cdot 10^{-43}$ Дж, $55 \cdot 10^{-20}$ Дж, 0,05 Дж). *Вопрос 2.* Какой частоте соответствует данное излучение? (ответ: $1,22 \cdot 10^{-15}$ Гц, $0,8 \cdot 10^{15}$ Гц, 110 Гц)

Задача 3. Наблюдая под микроскопом движение эритроцитов в капилляре, можно измерить скорость течения крови 0,5 мм/с. Средняя скорость тока крови в аорте составляет 40 см/с. *Вопрос 1.* На основании этих данных определите, во сколько раз сумма поперечных сечений всех функционирующих капилляров больше сечения аорты. (*800; 400; 1000; 80). *Вопрос 2.* Если средний диаметр капилляра равен 5 мкм, то чему равна объемная скорость кровотока в капилляре?

(* $9,8 \cdot 10^{(-15)}$ м³/с; $9,8 \cdot 10^3$ м³/с; $9,8 \cdot 10^{(-15)}$ л/с; $9,8$ л/с)

Примерные типовые задачи для проверки практических навыков

1. 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 $R_3 = 4\text{Ом}$.
4. Сопоставьте полученные данные со значениями порога ощутимого тока и порога неотпускающего тока.
5. Найдите значение максимального тока при действии дефибриллятора, если он был заряжен до напряжения $U = 5\text{кВ}$, а сопротивление участка тела равно $R = 500\text{Ом}$.
6. Сопротивление ткани постоянному току в цепи между электродами при гальванизации 2000Ом при площади 100см^2 плотности тока $0,1\text{мА/см}^2$ Определить напряжение, которое обеспечивает аппарат для гальванизации.

Примерные задания к отчетам по лабораторным работам:

Требования к оформлению отчета по лабораторной работе:

1. Отчет по лабораторной работе должен быть выполнен на отдельном листе (листа).
2. Графики выполняются на отдельной странице карандашом или в графическом редакторе.
3. Отчет выполняется по определенному шаблону:
 - Отчет о выполнении лабораторной работы [Название работы]
 - Выполнил: [ФИО студента, № группы]
 - Цель работы
 - Краткая теория [ответы на вопросы входного контроля]
 - Практическая часть
 - Задание №1.
 - Оборудование
 - Описание метода
 - Результаты измерений
 - Обработка данных
 - Графики
 - Выводы
4. Отчет по работе выполняется дома и сдается не позднее следующего занятия.

Примерные задания для написания (и защиты) рефератов:**Темы рефератов:**

1. Биофизика вкуса.
2. Биофизика обоняния.
3. Биофизика внешнего дыхания.
4. Биoluminescence.
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.

	<p>11. Первичный механизм действия электрических факторов на живые клетки и биологические ткани.</p> <p>12. Первичный механизм действия магнитных факторов на живые клетки и биологические ткани.</p>
<p>ОПК-1</p>	<p>Примерные вопросы к собеседованию на экзамене (Вопросы 2-13, 18-24, 26, 34-57, 59, 60, полный перечень вопросов – см. п. 2.2):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Электростатическое поле и его характеристики (напряженность, потенциал). Графическое изображение электрических полей. Принцип суперпозиции электрических полей. 2. Электростатический диполь. Диполь в электрическом поле. Потенциал поля диполя. 3. Разность потенциалов поля, создаваемого диполем. Диполь в центре равностороннего треугольника. Мультиполи. 4. Тормозное рентгеновское излучение. Устройство рентгеновской трубки. Зависимость спектра рентгеновского излучения от напряжения на рентгеновской трубке, температуры катода, материала антикатода. Характеристическое рентгеновское излучение, механизмы его получения. 5. Физические характеристики рентгеновского излучения. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Линейный и массовый коэффициент поглощения. 6. Физические основы применения рентгеновского излучения в медицине (рентгенодиагностика, рентгенотерапия, рентгеновская томография). 7. Радиоактивность естественная и искусственная. Виды радиоактивного распада. Закон радиоактивного распада. Активность радиоактивного препарата.
	<p>Примеры тестовых заданий (разноуровневые) для текущего контроля и промежуточной аттестации</p> <p><u>I уровень:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Первичным действием на организм человека переменным током высокой частоты является эффект <ol style="list-style-type: none"> 1) Тепловой* 2) поляризационный 3) раздражающий 4) все перечисленные эффекты 2. При УВЧ – терапии воздействующим на человека фактором является <ol style="list-style-type: none"> 1) электромагнитные волны 2) переменное электрическое поле* 3) переменное магнитное поле 4) переменный электрический ток 5) постоянный электрический ток 3. При диатермии воздействующим на человека фактором является <ol style="list-style-type: none"> 1) электромагнитные волны 2) переменное электрическое поле 3) переменное магнитное поле 4) высокочастотный переменный электрический ток* 5) постоянный электрический ток 4. Ультразвуком называются <ol style="list-style-type: none"> 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* 5. К субъективным характеристикам звука относятся

- 1) громкость, высота, тембр*
- 2) частота, интенсивность, акустический спектр
- 3) акустический спектр, акустическое давление, высота

6. 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

7. 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 уровень:

1. Установите соответствия

Звуковой метод ... основан на ...:

Аускультация = выслушивании звуков, возникающих внутри организма

Перкуссия = анализе звуков, возникающих при простукивании тела человека

Аудиометрия = построения кривой соответствия интенсивности звука частоте на пороге слышимости

Фонокардиография = записи звуков, возникающих при работе сердца

2. Установите соответствия:

Формула Стокса = характеризует силу сопротивления жидкости при падении в ней сферического тела

Число Рейнольдса = является критерием ламинарности течения жидкости

Формула Пуазейля = определяет объемную скорость течения реальной жидкости

3 уровень:

1. Задача. Жизненная ёмкость лёгких у взрослого человека около 4 л. *Вопрос 1.* Какова масса наполняющего их воздуха? (ответ: $1 \cdot 10^{-3}$ кг, $5,16 \cdot 10^{-3}$ кг, $5,16 \cdot 10^{-3}$ г). *Вопрос 2.*

Зависит ли эта масса от температуры воздуха и его влажности? (ответ: зависит, зависит; не зависит, зависит; зависит, не зависит; не зависит, не зависит).

2. Задача. Известно, что человеческое тело массой 1 кг излучает в секунду 1,6 Дж энергии. *Вопрос 1.* Определить количество теплоты, выделяемое за 45 мин организмом человека, имеющего массу 50 кг, (ответ: 500 кДж, 450 кДж, 216 кДж). *Вопрос 2.* На сколько градусов можно нагреть этим количеством теплоты 1 кг воды? (ответ: 51^0 , 100^0 , 5^0)

Задача 3. Несущая частота передатчика телеэлектрокардиографа, служащего для дистанционной регистрации электрокардиограммы человека, равна 145,5 МГц. *Вопрос 1.* На какой длине волны работает радиопередатчик? (ответ: 2,1 мм, 2,3 мм, 3 м).

Вопрос 2. Распространяется ли волна этой длины внутри тела человека? (Да, Нет)

Задача 4. Для исследования обмена веществ и скорости кровотока используется радионуклид натрия (натрий-24). *Вопрос 1.* Определить его период полураспада, если через 30 ч активность его составляет 25 % от прежней. (ответ: 11 ч., 15 ч., 23 ч.).

Вопрос 2. Изотоп какого элемента получится в конце цепочки распада?

Задача 5. Источником ультрафиолетовых лучей, применяемых в медицине для лечебных целей, служит ртутно- кварцевая лампа, дающая наиболее интенсивное излучение на волне 365 нм. *Вопрос 1.* Какою частоту имеют излучаемые волны?

Вопрос 2. Какой энергией обладают излучаемые фотоны? (ответ: $11 \cdot 10^{-22}$ Дж, $18 \cdot 10^{-22}$ Дж, 0,018 Дж).

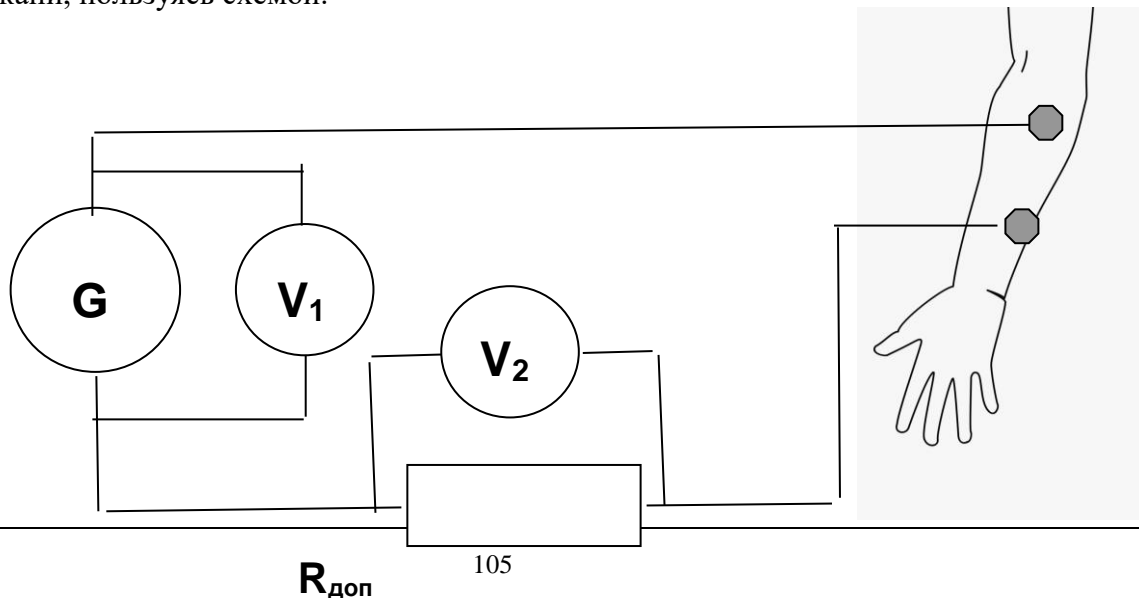
Примерные типовые задачи для проверки практических навыков

1. 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? $E_{\text{разр}}=30 \text{ кВ/см}$.
2. Между параллельными заряженными пластинами, расположенными горизонтально, удерживается в равновесии пылинка массой 10^{-12} кг с зарядом $-5 \cdot 10^{-16} \text{ Кл}$. Определите разность потенциалов между пластинами, если расстояние между ними 10^{-2} м .
3. На шаре сосредоточен заряд $6 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$, а потенциал его 18 кВ. Найдите радиус шара, если он находится в вакууме.
4. 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.
5. ЭДС батарейки карманного фонарика равна 3,7 В, внутреннее сопротивление 1,5 Ом. Батарейка замкнута на сопротивление 11,7 Ом. Каково напряжение на зажимах батарейки?
6. При сухой коже сопротивление между ладонями рук может достигать значения $R=10^5 \text{ Ом}$, а при влажных ладонях это сопротивление существенно меньше ($R=1000 \text{ Ом}$). Оцените ток, который пройдет через тело человека при контакте с электросетью напряжением $U=220 \text{ В}$. Сравните этот ток со значениями порогов ощутимого и неотпускающего токов, если частота тока равна $\nu=50 \text{ Гц}$.
7. 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.

Примерные задания к отчетам по лабораторным работам:

При выполнении лабораторного практикума студент должен самостоятельно разбираться со схемой и порядком проведения эксперимента, пользуясь руководством к лабораторной работе и инструкциями по работе медицинской аппаратуры и компьютерных программ.

Например: Собрать лабораторную установку для измерения импеданса биологической ткани, пользуясь схемой.



G – генератор переменного тока; $R_{\text{доп}}$ – постоянный резистор;
 V_1 – вольтметр для измерения выходного напряжения; V_2 – вольтметр для измерения напряжения на постоянном резисторе.

Примерные задания для написания (и защиты) рефератов:

1. Фотобиологические процессы.
2. Математическое моделирование биологических процессов.
3. Влияние электрического и магнитного поля Земли на биологические объекты.
4. Термодинамика биологических систем.
5. Биофизические основы термического воздействия на биологические ткани.
6. Транспорт веществ через эпителий.:
7. «Живое электричество» или история применения электрических методов исследования в физиологии и медицине.
8. Геомагнитное поле Земли
9. Влияние магнитных полей на биологические ткани
10. Влияние магнитного поля Солнца на жизнь на Земле.
11. Ядерный магнитный резонанс и его применение в медицине.
12. Методы электрографии, применяемые в клинических исследованиях
13. История электрографии. История применения магнитов и магнитного поля в медицине

Критерии оценки экзаменационного собеседования

Оценки «отлично» заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «отлично» выставляется обучающимся, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.

Оценки «хорошо» заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка «хорошо» выставляется обучающимся, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется обучающимся, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение в образовательной организации высшего образования и приступить к изучению последующих дисциплин.

Критерии оценки тестовых заданий:

«зачтено» - не менее 71 баллов правильных ответов;

«не зачтено» - 70 баллов и менее правильных ответов.

Критерии оценки практических навыков (решения типовых задач):

«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.

Критерии оценки отчетов по лабораторной работе:

«зачтено» - студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений, соблюдал требования безопасности труда; в представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и сделал выводы; правильно выполнил анализ погрешностей, ответил на контрольные вопросы по теории и практике выполнения работы.

«не зачтено» - работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильные выводы, в отчете были допущены ошибки принципиального для данной работы характера, которые повлияли на результат выполнения, отчет выполнен небрежно, без соблюдения формы, не ответил на контрольные вопросы по теории и практике выполнения работы.

Критерии оценки написания (и защиты) рефератов:

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.

2.2. Перечень вопросов для экзаменационного собеседования:

1. Физика и медицина. Задачи биофизики. Физические процессы в организме. Физические методы диагностики и лечения.
2. Эффект Доплера и использование в медицине.
3. Частотный диапазон механических волн. Физические характеристики звука, характеристики слухового ощущения, связь между ними. Закон Вебера-Фехнера. Аудиометрия.
4. Энергетическая характеристика звука. Поглощение и отражение звуковых волн. Прохождение звуковых волн через границу двух сред.

5. Физические основы восприятия звука. Теории восприятия звука.
6. Ультразвук и его характеристики. Особенности распространения ультразвука в однородной и неоднородной среде. Применение ультразвука с диагностической целью.
7. Биофизические основы действия ультразвука на клетки и ткани организма. Применение ультразвука с лечебной целью.
8. Особенности молекулярного строения жидкостей. Поверхностное натяжение. Способы измерения поверхностного натяжения жидкости (капельный, отрыв кольца), их математическое обоснование.
9. Смачивание и не смачивание. Капиллярные явления.
10. Жидкости идеальные и реальные. Уравнение неразрывности струи. Формула Бернулли для течения идеальной жидкости и ее следствия.
11. Движение вязкой жидкости. Уравнение Ньютона. Уравнение Пуазейля. Гидродинамическое сопротивление. Число Рейнольдса.
12. Способы измерения вязкости жидкости (Стокса и Оствальда), их математическое обоснование.
13. Пульсовая волна. Физические основы измерения кровяного давления в гемодинамической системе.
14. Анализ системы кровообращения человека на основании законов гидродинамики. Модели кровообращения (гидродинамическая, электрическая). Работа и мощность сердца.
15. Строение и функции биологических мембран. Физические свойства биологических мембран.
16. Модельные мембраны. Использование модельных мембран для изучения строения и некоторых свойств фосфолипидов.
17. Явления переноса. Изменение свободной энергии как движущая сила пассивного переноса. Физический смысл электрохимического потенциала.
18. Пассивный перенос. Виды и способы пассивного переноса.
19. Активный транспорт. Транспортные системы мембран.
20. Биопотенциалы. Механизм формирования биопотенциалов на клеточной мембране. Равновесный потенциал Нернста.
21. Потенциал покоя. Потенциал возбуждения. Роль ионов натрия и калия в формировании потенциала действия. Пороговый потенциал.
22. Электростатическое поле и его характеристики (напряженность, потенциал). Графическое изображение электрических полей. Принцип суперпозиции электрических полей.
23. Электростатический диполь. Диполь в электрическом поле. Потенциал поля диполя.
24. Разность потенциалов поля, создаваемого диполем. Диполь в центре равностороннего треугольника. Мультиполи.
25. Токовый диполь, его отличие и сходство с электростатическим диполем. Механизм формирования дипольного момента сердца при его возбуждении.
26. Задача ЭКГ. Основные положения теории Эйнтховена. Связь элементов кардиограммы с процессами возбуждения, происходящими с сердце.
27. Автоволновые процессы. Характеристика активной среды. Автоволны и их основные характеристики. Примеры автоволновых процессов в организме.
28. Модель активной среды, постулаты τ -модели Винера – Розенблюта. Основные свойства автоволн в активных средах.
29. Сравнение характеристик автоволн в однородных и неоднородных средах. Циркуляция волн возбуждения в кольцевой активной среде (однородной и неоднородной).
30. Механизм зарождения ревербератора в активной среде (с отверстием или зоной пониженной возбудимости).
31. Ревербератор в активной среде. Характеристики и условия возникновения ревербератора при распространении автоволн в активных средах.
32. Обосновать в рамках τ -модели механизм возникновения трансформации ритма при распространении автоволн в неоднородных средах.
33. Свойства ревербераторов (источник автоволн; время жизни ревербератора; частота волн; определение размера ревербератора как обоснование риска возникновения фибрилляции).
34. Диэлектрики, проводники и электролиты во внешнем электрическом поле, характеристика и виды поляризации. Биологическая ткань во внешнем электрическом поле.

35. Биологическая ткань как проводящая структура. Механизм формирования ЭДС поляризации биологической ткани. Зависимость электропроводности биологической ткани от времени для постоянного тока.
36. Электропроводность биологических тканей. Первичное действие постоянного тока на биологическую ткань. Гальванизация. Лечебный электрофорез.
37. Электрическая емкость. Заряд и разряд конденсатора. Энергия заряженного конденсатора.
38. Переменный электрический ток. Электрические цепи переменного тока, содержащие активное, емкостное, индуктивное сопротивления в различных сочетаниях. (Проиллюстрировать на векторных диаграммах).
39. Полное сопротивление в цепи переменного тока. Сдвиг фаз между током и напряжением (построить векторную диаграмму). Резонанс напряжений. Резонансная частота.
40. Проводимость биологических тканей для переменного тока. Анализ эквивалентной электрической схемы. (Построить векторную диаграмму).
41. Импеданс. Дисперсионная кривая. Диагностика при помощи импеданса.
42. Импульсный ток. Характеристики импульса и импульсного тока. Особенности действия импульсного тока на биологические ткани.
43. Раздражающее действие импульсного тока на биологическую ткань. Аккомодация.
44. Нагревание проводников высокочастотным током. Физические основы диатермии и электрохирургии.
45. Нагревания проводников и диэлектриков в переменном электрическом поле. УВЧ - терапия. (Провести анализ для живой ткани).
46. Нагревания проводников в переменном магнитном поле. Индуктотермия.
47. Свет естественный и поляризованный. Способы получения поляризованного света. Закон Брюстера. Закон Малюса.
48. Вращение плоскости поляризации оптически активными веществами в поляризованном свете. Физические основы методов использования поляризованного света в биологии и медицине.
49. Излучение и поглощение света атомами и молекулами. Закон Бугера. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Оптическая плотность. Спектры поглощения. Физические основы спектрального анализа.
50. Поглощение и рассеивание света (рассмотреть на основании закона Бугера и закона Релея).
51. Взаимодействие света с веществом. Законы фотохимии. Основные типы фотохимических реакций и их стадии. Спектр действия.
52. Фотобиологические процессы. Биофизические основы зрительной рецепции.
53. Люминесценция. Виды люминесценции. Закон Стокса. Антистоксовое излучение. Применение люминесценции в биологии и медицине.
54. Тормозное рентгеновское излучение. Устройство рентгеновской трубки. Зависимость спектра рентгеновского излучения от напряжения на рентгеновской трубке, температуры катода, материала антикатада. Характеристическое рентгеновское излучение, механизмы его получения.
55. Физические характеристики рентгеновского излучения. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Линейный и массовый коэффициент поглощения.
56. Физические основы применения рентгеновского излучения в медицине (рентгенодиагностика, рентгенотерапия, рентгеновская томография).
57. Радиоактивность естественная и искусственная. Виды радиоактивного распада. Закон радиоактивного распада. Активность радиоактивного препарата.
58. Природа ионизирующей радиации. Первичное действие ионизирующей радиации на биологическую ткань. Радиолиз воды. Кислородный эффект в радиобиологических явлениях. Концепция риска в радиобиологии.
59. Природный фон радиоактивности. Детекторы ионизирующего излучения. Использование радионуклидов и нейтронного излучения в медицине.
60. Основы дозиметрии. Доза и мощность дозы. Количественная оценка биологического действия ионизирующего излучения на организм. Защита от ионизирующего излучения.

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений,

навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

3.1. Методика проведения тестирования

Целью этапа промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), проводимой в форме тестирования, является оценка уровня усвоения обучающимися знаний, приобретения умений, навыков и сформированности компетенций в результате изучения учебной дисциплины (части дисциплины).

Локальные нормативные акты, регламентирующие проведение процедуры:

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

Субъекты, на которых 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.

Период проведения процедуры:

Процедура оценивания проводится по окончании изучения дисциплины (модуля) на последнем занятии. В случае проведения тестирования на компьютерах время и место проведения тестирования преподаватели кафедры согласуют с информационно-вычислительным центром и доводят до сведения обучающихся.

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

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

Требования к кадровому обеспечению проведения процедуры:

Процедуру проводит преподаватель, ведущий дисциплину (модуль).

Требования к банку оценочных средств:

До начала проведения процедуры преподавателем подготавливается необходимый банк тестовых заданий. Преподаватели кафедры разрабатывают задания для тестового этапа зачёта, утверждают их на заседании кафедры и передают в информационно-вычислительный центр в электронном виде вместе с копией рецензии. Минимальное количество тестов, составляющих фонд тестовых заданий, рассчитывают по формуле: трудоемкость дисциплины в з.е. умножить на 50.

Тесты включают в себя задания 3-х уровней:

- ТЗ 1 уровня (выбрать все правильные ответы)
- ТЗ 2 уровня (соответствие, последовательность)
- ТЗ 3 уровня (ситуационная задача)

Соотношение заданий разных уровней и присуждаемые баллы

	Вид промежуточной аттестации
	экзамен
Количество ТЗ 1 уровня (выбрать все правильные ответы)	30
Кол-во баллов за правильный ответ	1
Всего баллов	30
Количество ТЗ 2 уровня (соответствие, последовательность)	15
Кол-во баллов за правильный ответ	2
Всего баллов	30
Количество ТЗ 3 уровня (ситуационная задача)	5
Кол-во баллов за правильный ответ	8
Всего баллов	40
Всего тестовых заданий	50
Итого баллов	100
Мин. количество баллов для аттестации	71

Описание проведения процедуры:

Тестирование является обязательным этапом экзамена 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 предлагается выполнить 50 тестовых заданий разного уровня сложности на экзамене. Время, отводимое на тестирование, составляет не более полутора академических часов на экзамене.

Тестирование на компьютерах:

Для проведения тестирования используется программа INDIGO. Обучающемуся предлагается выполнить 50 тестовых заданий разного уровня сложности на экзамене. Время, отводимое на тестирование, составляет не более полутора академических часов на экзамене.

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 «неудовлетворительно».

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

3.2. Методика проведения устного собеседования

Целью процедуры промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в форме устного собеседования, является оценка уровня усвоения обучающимися знаний, приобретения умений, навыков и сформированности компетенций в результате изучения учебной дисциплины.

Локальные нормативные акты, регламентирующие проведение процедуры:

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

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.

Период проведения процедуры:

Процедура оценивания проводится по окончании изучения дисциплины (модуля) в соответствии с приказом о проведении промежуточной аттестации (если промежуточная аттестация проводится в форме экзамена). Деканатом факультета может быть составлен индивидуальный график прохождения промежуточной аттестации для обучающегося при наличии определенных обстоятельств.

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

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

Требования к кадровому обеспечению проведения процедуры:

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

Требования к банку оценочных средств:

До начала проведения процедуры преподавателем подготавливается необходимый банк оценочных материалов для оценки знаний, умений, навыков. Банк оценочных материалов включает

вопросы, как правило, открытого типа, перечень тем, выносимых на опрос, типовые задания. Из банка оценочных материалов формируются печатные бланки индивидуальных заданий (билеты). Количество вопросов, их вид (открытые или закрытые) в бланке индивидуального задания определяется преподавателем самостоятельно.

Описание проведения процедуры:

Каждому обучающемуся, принимающему участие в процедуре, преподавателем выдается бланк индивидуального задания. После получения бланка индивидуального задания и подготовки ответов обучающийся должен в меру имеющихся знаний, умений, навыков, сформированности компетенции дать устные развернутые ответы на поставленные в задании вопросы и задания в установленное преподавателем время. Продолжительность проведения процедуры определяется преподавателем самостоятельно, исходя из сложности индивидуальных заданий, количества вопросов, объема оцениваемого учебного материала, общей трудоемкости изучаемой дисциплины (модуля) и других факторов.

Собеседование может проводиться по вопросам билета и (или) по типовым(ым) задаче(ам). Результат собеседования определяется оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «не удовлетворительно».

В отдельных случаях после собеседования по основному билету студенту могут быть предложены дополнительные вопросы и (или) задачи для уточнения результирующей оценки.

Результаты процедуры:

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

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

3.3. Методика проверки практических навыков (решения типовых задач)

Целью процедуры текущей аттестации по дисциплине (модулю), проводимой в форме выполнения решения задач, является оценка уровня усвоения обучающимися знаний, приобретения умений, навыков и сформированности компетенций в результате изучения учебной дисциплины (части дисциплины), оценка способности обучающегося к научно-исследовательской деятельности.

Локальные нормативные акты, регламентирующие проведение процедуры:

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

Субъекты, на которые направлена процедура:

Процедура оценивания должна охватывать всех обучающихся, осваивающих дисциплину. В случае, если обучающийся не выполнил продемонстрировал умение решения задач, он считается имеющим академическую задолженность по практическим навыкам.

Период проведения процедуры:

Решение задач выполняется студентами на аудиторных занятиях.

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

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

Требования к кадровому обеспечению проведения процедуры:

Процедуру оценивания решения задач проводит преподаватель, ведущий дисциплину.

Требования к банку оценочных средств:

До начала проведения процедуры преподавателем подготавливается необходимый банк оценочных материалов для оценки знаний, умений, навыков. Банк оценочных материалов включает в себя перечень типовых и ситуационных задач и требования к выполнению и оформлению решения, алгоритмы решения.

Описание проведения процедуры:

Решение задач производится самостоятельно в индивидуальном порядке или малыми группами.

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.

3.4. Методика приёма отчетов лабораторных работ

Целью процедуры текущей аттестации по дисциплине, проводимой в форме приёма отчетов по лабораторным работам, является оценка уровня приобретения практических навыков и сформированности компетенций в результате изучения учебной дисциплины (части дисциплины), оценка способности обучающегося к научно-исследовательской деятельности.

Локальные нормативные акты, регламентирующие проведение процедуры:

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

Субъекты, на которые направлена процедура:

Процедура оценивания должна охватывать всех обучающихся, осваивающих дисциплину. В случае, если обучающийся не отчитался по итогам выполненной работы, он считается имеющим академическую задолженность по практическим навыкам.

Период проведения процедуры:

Лабораторные работы выполняются студентами на аудиторных занятиях как форма или часть практического занятия. Отчет по итогам выполнения работы выполняется студентом во время занятия или вне аудиторных занятий во время самостоятельной работы. Прием отчетов осуществляется во время практических занятий.

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

Для выполнения лабораторной работы во время аудиторных занятий студенты снабжаются обеспечиваются лабораторным оборудованием и методическими указаниями по выполнению работы и оформлению отчета.

Требования к кадровому обеспечению проведения процедуры:

Процедуру оценивания хода выполнения работы и отчета по её выполнению проводит преподаватель, ведущий дисциплину.

Требования к банку оценочных средств:

До начала проведения процедуры преподавателем подготавливается необходимый банк оценочных материалов для оценки знаний, умений, навыков. Банк оценочных материалов включает в перечень вопросов входного и выходного контроля и требования к выполнению и оформлению отчета.

Описание проведения процедуры:

Выполнение экспериментальной части лабораторной работы проводится малыми группами под руководством и контролем преподавателя, оформление отчета - самостоятельно в индивидуальном порядке или малыми группами.

Результаты процедуры:

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

3.5. Методика проведения защиты реферата

Целью процедуры текущей аттестации по дисциплине, проводимой в форме защиты реферата, является оценка уровня усвоения обучающимися знаний, приобретения умений, навыков и сформированности компетенций в результате изучения учебной дисциплины (части дисциплины), оценка способности обучающегося к научно-исследовательской деятельности.

Локальные нормативные акты, регламентирующие проведение процедуры:

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

Субъекты, на которые направлена процедура:

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

Период проведения процедуры:

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

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

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

Требования к кадровому обеспечению проведения процедуры:

Процедуру проводит преподаватель, ведущий дисциплину.

Требования к банку оценочных средств:

До начала проведения процедуры преподавателем подготавливается необходимый банк оценочных материалов для оценки знаний, умений, навыков. Банк оценочных материалов включает в себя примерные темы рефератов. Обучающийся выбирает самостоятельно тему реферата.

Требования к структуре и оформлению реферата:

- Реферат выполняется в печатном виде (шрифт Times New Roman (размер 12 или 14) или Arial (размер 10 или 12))
- Реферат обязательно содержит введение, основную часть, список источников и содержание. Содержание оформляется автоматически.

В основной части изложение теоретических положений обязательно сопровождается расчетными примерами.

Описание проведения процедуры:

Законченную работу студент сдает на кафедру в бумажном и электронном виде.

Основанием для допуска к защите реферата являются:

- выбор рекомендуемой темы реферата
- оформление реферата в соответствии с предъявляемыми требованиями;

Студент заранее готовит выступление на 5 - 7 минут, выбирая основные моменты в реферате. В выступлении следует отразить мотивы выбора темы, основное содержание, выводы и их обоснование. Подготовить мультимедийную презентацию, помогающую раскрыть основные положения работы.

Защита реферата проводится на занятии, соответствующем теме реферата.

Результаты процедуры:

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