

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Железнов Лев Михайлович

Должность: ректор

Дата подписания: 17.06.2018

Уникальный программный идентификатор:

7f036de85c233e341493b4c0e48bb3a18c959f31

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

УТВЕРЖДАЮ

И.о. ректора Л.М. Железнов

« 27 » июня 2018 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«Физика, математика»**

Специальность 31.05.03 Стоматология

Направленность (профиль) ОПОП - Стоматология

Форма обучения очная

Срок освоения ОПОП 5 лет

Кафедра физики и медицинской информатики

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана на основе:

- 1) ФГОС ВО по специальности 31.05.03 Стоматология, утвержденного Министерством образования и науки РФ «09» февраля 2016 г., приказ № 96.
- 2) Учебного плана по специальности 31.05.03 Стоматология, одобренного ученым советом ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России « 27» июня 2018 г. протокол № 5.

Рабочая программа дисциплины (модуля) одобрена:

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

Заведующий кафедрой А.В. Шатров

Ученым советом стоматологического факультета « 27» июня 2018 г. (протокол № 7)

Председатель ученого совета факультета С.Н. Громова

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

Председатель ЦМС Е.Н. Касаткин

**Разработчик:**

Доцент кафедры физики и медицинской информатики Г.П. Шишкин

**Рецензенты:**

Зав. кафедрой патофизиологии ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, д.м.н., профессор Спицин А.П.

Доцент кафедры физики и методики обучения физике ФГБОУ ВО ВятГУ, к.ф.-м.н. Кантор П.Я.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Раздел 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП	4
1.1. Цель изучения дисциплины (модуля)	4
1.2. Задачи изучения дисциплины (модуля)	4
1.3. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП	4
1.4. Объекты профессиональной деятельности	4
1.5. Виды профессиональной деятельности	4
1.6. Формируемые компетенции выпускника	5
Раздел 2. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы	6
Раздел 3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)	6
3.1. Содержание разделов дисциплины (модуля)	6
3.2. Разделы дисциплины (модуля) и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами	8
3.3. Разделы дисциплины (модуля) и виды занятий	8
3.4. Тематический план лекций	8
3.5. Тематический план практических занятий (семинаров)	9
3.6. Самостоятельная работа обучающегося	11
3.7. Лабораторный практикум	11
3.8. Примерная тематика курсовых проектов (работ), контрольных работ	12
Раздел 4. Перечень учебно-методического и материально-технического обеспечения дисциплины (модуля)	12
4.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)	12
4.2. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)	13
4.2.1. Основная литература	13
4.2.2. Дополнительная литература	13
4.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)	14
4.4. Перечень информационных технологий, используемых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю), программного обеспечения и информационно-справочных систем	14
4.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)	15
Раздел 5. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины (модуля)	16
Раздел 6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)	17
Раздел 7. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)	18

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

### **1.1. Цель изучения дисциплины**

- Способствовать овладению студентами-медиками математическим аппаратом, необходимым для решения теоретических и практических задач, развитие у студентов способности самостоятельного изучения математической литературы и умения выражать математическим языком естественнонаучные и клинические задачи.
- 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.

### **1.2. Задачи изучения дисциплины (модуля)**

- участие в решении отдельных научно-исследовательских и научно-прикладных задач в области здравоохранения и медицинских наук по диагностике, лечению, медицинской реабилитации и профилактике;
- способствовать приобретению студентами методологической направленности, существенной для решения проблем доказательной медицины;
- способствовать формированию у студентов логического мышления, умения точно формулировать задачу, способность вычленять главное и второстепенное, умения делать выводы на основании полученных результатов измерений;
- способствовать формированию умения делать выводы на основании полученных результатов измерений;
- способствовать изучению разделов прикладной физики, в которых рассматриваются принципы работы и возможности медицинской техники, применяемой при диагностике и лечении (медицинская физика);
- способствовать изучению элементов биофизики: физические явления в биологических системах, физические свойства этих систем, физико-химические основы процессов жизнедеятельности;
- способствовать формированию навыков изучения научной литературы;
- способствовать изучению студентами техники безопасности при работе с медицинским оборудованием.

### **1.3. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП:**

Дисциплина «Физика, математика» относится к блоку Б1. Дисциплины базовой части.

Основные знания, необходимые для изучения дисциплины, формируются при изучении курса физики в общеобразовательной школе, колледже, лицее.

Является предшествующей для изучения дисциплины «Медицинская и биологическая физика».

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

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших рабочую программу дисциплины (модуля), являются: физические лица (пациенты); население; совокупность средств и технологий, предусмотренных при оказании стоматологической помощи и направленных на создание условий для охраны здоровья граждан.

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

Изучение данной дисциплины направлено на подготовку к следующим видам профессиональной деятельности: научно-исследовательская.

## 1.6. Формируемые компетенции выпускника

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

№ п/п	Номер/индекс компетенции	Результаты освоения ОПОП (содержание компетенции)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине			Оценочные средства	
			Знать	Уметь	Владеть	Для текущего контроля	Для промежуточной аттестации
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	ОК-1	способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	З2. Основные методы сбора и анализа информации; способы формализации цели и методы ее достижения.	У2. Анализировать, обобщать и воспринимать информацию; ставить цель и формулировать задачи по её достижению.	В2. Культурой мышления; навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения.	Собеседование, решение задач	контрольная работа, тестирование
2.	ОПК-7	готовностью к использованию основных физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий, и методов при решении профессиональных задач	З4. Универсальность характера законов логики математических рассуждений, их применимость во всех областях человеческой деятельности. Вероятностный характер различных процессов окружающего мира. Возможность построения математической модели для описания процессов окружающего мира. Основные физические закономерности, описывающие протекание процессов в биологических объектах и тканях. Первичное физическое действие основных физических факторов на биологические объекты, в том числе при физиотерапии.	У4. Решать типовые задачи с использованием основных свойств функций и основ дифференциального и интегрального исчисления. Решать типовые задачи на основные физические законы и ситуационные задачи, связанные с физическими процессами в биологических объектах и тканях и работой медицинской аппаратуры. Оценивать величину физических факторов, воздействующих на организм.	В4. Математической и физической терминологией. Математическим и физическим аппаратом для обработки, анализа и интерпретации полученных экспериментальных данных. Навыками работы со справочной и инструктивной литературой.	Собеседование, решение задач	контрольная работа, тестирование

## Раздел 2. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		№ 1
1	2	3
Контактная работа (всего)	72	72
в том числе:		
Лекции (Л)	20	20
Практические занятия (ПЗ)	26	26
Семинары (С)		
Лабораторные занятия (ЛР)	26	26
Самостоятельная работа (всего)	36	36
В том числе:		
- подготовка к контрольной работе	12	12
- подготовка к занятиям	12	12
- подготовка к текущему контролю, промежуточной аттестации	12	12
Вид промежуточной аттестации	зачет	зачет
Общая трудоемкость (часы)	108	108
Зачетные единицы	3	3

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

#### 3.1. Содержание разделов дисциплины (модуля)

№ п/п	Код компетенции	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание раздела
1	2	3	4
1.	ОК-1 ОПК-7	Дифференциальное и интегральное исчисление функций одной и нескольких переменных. Дифференциальные уравнения.	<i>Содержание раздела полностью соответствует лекционным и практическим занятиям. Лаб.работ нет.</i> Функция. Производная функции. Дифференциал функции. Правила дифференцирования. Производные и дифференциалы высших порядков. Производная по времени, скорость, ускорение. Функции нескольких переменных. Частные производные, полный дифференциал. Применение полного дифференциала для вычисления погрешностей измерений. Первообразная. Неопределенный интеграл. Методы интегрирования. Формула Ньютона - Лейбница. Понятие дифференциального уравнения. Общее и частное решение. Задачи из естествознания, приводящие к дифференциальным уравнениям.
2.	ОК-1 ОПК-7	Основы теории вероятностей и математической статистики. Обработка результатов эксперимента.	<i>Содержание раздела полностью соответствует лекционным и практическим занятиям.</i> Основные понятия теории вероятностей: испытание, исход, случайное событие, вероятность, случайная величина. Способы определения вероятности. Теоремы сложения и умножения вероятностей. Вероятность появления хотя бы одного события. Формула полной вероятности и формула Байеса. Вероятность повторных событий. Формула Бернулли и формула Пуассона. Распределение случайных величин. Числовые характеристики. Математическое ожидание и дисперсия. Частные виды законов распределения. Нормальное распределение случайной величины. Генеральная и выборочная совокупности. Распределение частот. Эмпирическая функция распределения. Полигон и гистограмма. Обработка результатов эксперимента. <i>Лабораторное занятие: 1) Изучение методов измерения физических величин</i>

3	ОК-1 ОПК-7	Гидро- и гемодинамика.	<p><i>Содержание раздела полностью соответствует лекционным и практическим занятиям.</i></p> <p>Особенности молекулярного строения жидкостей. Поверхностное натяжение. Смачиваемость. Капиллярные явления. Идеальная и реальная жидкость. Формула Ньютона, ньютоновские и неньютоновские жидкости. Плотность и вязкость жидкости. Методы определения вязкости жидкостей.</p> <p>Стационарный поток, ламинарное и турбулентное течения. Уравнения движения идеальной жидкости. Формула Пуазейля. Число Рейнольдса. Гидравлическое сопротивление.</p> <p><i>Лабораторное занятие: 1).Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости 2) Определение динамической вязкости жидкости</i></p>
4	ОК-1 ОПК-7	Электричество и магнетизм. Электроизмерительные приборы.	<p><i>Содержание раздела полностью соответствует лекционным и практическим занятиям.</i></p> <p>Электрическое поле и его характеристики. Поле точечного заряда и диполя. Электроемкость. Постоянный и переменный ток. Импеданс цепи переменного тока. Магнитное поле, его характеристики. Явления электромагнитной индукции.</p> <p><i>Лабораторное занятие: 1) Изучение способов измерения электрических величин 2) Физические основы применения постоянного электрического тока в медицине. 3) Физические основы высокочастотной физиотерапии.</i></p>
5	ОК-1 ОПК-7	Колебания и волны. Акустика. Оптика.	<p><i>Содержание раздела полностью соответствует лекционным и практическим занятиям.</i></p> <p>Виды колебательных движений. Физические характеристики, уравнения, параметры, описывающие колебательные движения. Механические волны. Свойства волн, особенности распространения в однородных и неоднородных средах.</p> <p>Акустика. Шкала звуковых волн. Физические характеристики звука. Волновое сопротивление. Закон Вебера Фехнера. Эффект Доплера. Характеристики ощущения звука. Инфразвук. Ультразвук.</p> <p>Электромагнитные волны. Физические основы спектроскопии и колориметрии. Поляризованный свет. Волоконная оптика.</p> <p><i>Лабораторное занятие: 1) Изучение физических основ ультразвуковых методов исследования и лечения в медицине. 2) Снятие спектральной характеристики уха на пороге слышимости. 3) Изучение свойств поляризованного света. 4) Изучение физических основ спектроскопии. 5) Изучение метода концентрационной фотозлектроколориметрии.</i></p>
6	ОК-1 ОПК-7	Элементы квантовой, атомной и ядерной физики	<p><i>Содержание раздела полностью соответствует лекционным и практическим занятиям.</i></p> <p>Характеристики и законы теплового излучения тел. Рентгеновское излучение, взаимодействие его с веществом.</p> <p>Строение атома и ядра. Радиоактивность. Законы радиоактивного распада. Взаимодействие <math>\alpha</math>, <math>\beta</math>, <math>\gamma</math> - излучения с веществом. Дозиметрия ионизирующих излучений.</p>

### 3.2. Разделы дисциплины (модуля) 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	6
1	Медицинская и биологическая физика	+	+	+	+	+	+

### 3.3. Разделы дисциплины (модуля) и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛЗ	СРС	Всего часов
1	2	3	4	5	6	7
1	Дифференциальное и интегральное исчисление функций одной и нескольких переменных. Дифференциальные уравнения.	4	8	-	6	18
2	Основы теории вероятностей и математической статистики. Обработка результатов эксперимента.	4	6	4	6	20
3	Гидро- и гемодинамика.	2	2	3	6	13
4	Электричество и магнетизм. Электроизмерительные приборы.	4	2	3	6	15
5	Колебания и волны. Акустика. Оптика.	4	6	16	6	32
6	Элементы квантовой, атомной и ядерной физики	2	2	-	6	10
	Вид промежуточной аттестации: <b>зачет</b>					<b>зачет</b>
	Итого:	20	26	26	36	108

### 3.4. Тематический план лекций

N п/п	№ раздела дисциплины	Тематика лекций	Содержание лекций	Трудо-емкость в часах
				1 сем.
1	2	3	4	5
1	1	Дифференциальное и интегральное исчисление функций одной и нескольких переменных. Дифференциальные уравнения.	Функция. Дифференциал функции. Производная функции. Правила дифференцирования. Производные и дифференциалы высших порядков. Производная по времени, скорость, ускорение. Функции нескольких переменных. Частные производные, полный дифференциал. Применение полного дифференциала для вычисления погрешностей измерений. Первообразная. Неопределенный интеграл. Методы интегрирования. Формула Ньютона - Лейбница. Понятие дифференциального уравнения. Общее и частное решение. Задачи из естествознания, приводящие к дифференциальным уравнениям.	4
2	2	Основы теории вероятностей и математической статистики	Основные понятия теории вероятностей: испытание, исход, случайное событие, вероятность, случайная величина. Способы определения вероятности. Теоремы сложения и умножения вероятностей. Вероятность появления хотя бы одного события. Формула полной вероятности и формула Байеса. Вероятность повторных событий. Формула Бернулли и формула Пуассона. Распределение случайных величин. Числовые характеристики. Математическое ожидание и дисперсия. Частные виды законов распределения. Нормальное распределение случайной величины. Обработка результатов эксперимента.	4
3	3	Гидро- и гемодинамика.	Особенности молекулярного строения жидкостей. Поверхностное натяжение. Смачиваемость. Капиллярные явления. Идеальная и реальная жидкость. Формула Ньютона,	2



			<p>ньютоновские и неньютоновские жидкости. Плотность и вязкость жидкости. Методы определения вязкости жидкостей.</p> <p>Стационарный поток, ламинарное и турбулентное течения. Уравнения движения идеальной жидкости. Формула Пуазейля. Число Рейнольдса. Гидравлическое сопротивление.</p>	
4	4	Колебания и волны. Акустика. Оптика	<p>Виды колебательных движений. Физические характеристики, уравнения, параметры, описывающие колебательные движения. Механические волны. Свойства волн, особенности распространения в однородных и неоднородных средах.</p> <p>Акустика. Шкала звуковых волн. Физические характеристики звука. Волновое сопротивление. Закон Вебера Фехнера. Эффект Доплера. Характеристики ощущения звука. Инфразвук. Ультразвук.</p> <p>Электромагнитные волны. Физические основы спектроскопии и колориметрии. Поляризованный свет. Волоконная оптика.</p>	4
5	5	Электричество и магнетизм. Электроизмерительные приборы	<p>Электрическое поле и его характеристики. Поле точечного заряда и диполя. Электроемкость. Постоянный и переменный ток. Гальванизация и электрофорез. Импеданс цепи переменного тока. Магнитное поле, его характеристики. Явления электромагнитной индукции. Электроизмерительные приборы.</p>	4
6	6	Элементы квантовой физики. Элементы атомной и ядерной физики.	<p>Характеристики и законы теплового излучения тел. Рентгеновское излучение, взаимодействие его с веществом. Строение атома и ядра. Радиоактивность. Законы радиоактивного распада. Взаимодействие <math>\alpha</math>, <math>\beta</math>, <math>\gamma</math> - излучения с веществом. Дозиметрия ионизирующих излучений.</p>	2
Итого:				20

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

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Содержание практических (семинарских) занятий	Трудоемкость в часах
1	2	3	4	5
1	1	Дифференцирование функций одной переменной	Функция. Сложные и обратные функции. График функции. Понятие функции, дифференцируемой в точке. Дифференциал функции, производная функции. Правила дифференцирования. Производные и дифференциалы высших порядков. Производная по времени. скорость. ускорение.	2
2	1	Дифференцирование функций двух переменных	Функции нескольких переменных. Область определения, предел, непрерывность. Частные производные, полный дифференциал. Производная по направлению, градиент. Применение полного дифференциала для вычисления погрешностей измерений.	2
3	1	Интегрирование функций одной переменной	Интегрирование функций. Правила и методы интегрирования. Неопределенный и определенный интегралы. Геометрический и физический смысл определенного интеграла.	2
4	1	Дифференциальные уравнения	Виды дифференциальных уравнений и способы их решения. Общее и частное решения. Моделирование процессов при помощи дифференциальных уравнений.	2

5	2	Вероятность случайных событий	Основные понятия теории вероятностей: испытание, исход, случайное событие, вероятность, случайная величина. Способы определения вероятности. Теоремы сложения и умножения вероятностей. Вероятность появления хотя бы одного события. Формула полной вероятности и формула Байеса. Вероятность повторных событий. Формула Бернулли и формула Пуассона.	2
6	2	Случайные величины	Распределение случайных величин. Числовые характеристики. Математическое ожидание и дисперсия. Частные виды законов распределения. Нормальное распределение случайной величины.	2
7	2	Обработка результатов эксперимента	Обработка результатов эксперимента.	2
8	3	Свойства жидкостей. Динамика жидкостей	Особенности молекулярного строения жидкостей. Поверхностное натяжение. Смачиваемость. Капиллярные явления. Идеальная и реальная жидкость. Формула Ньютона. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Плотность и вязкость жидкости. Методы определения вязкости жидкостей. Стационарный поток, ламинарное и турбулентное течения. Уравнения движения идеальной жидкости. Формула Пуазейля. Число Рейнольдса. Гидравлическое сопротивление.	2
9	4	Электричество и магнетизм. Электроизмерительные приборы	Электрическое поле и его характеристики. Поле точечного заряда и диполя. Емкость. Постоянный и переменный ток. Гальванизация и электрофорез. Импеданс цепи переменного тока. Магнитное поле, его характеристики. Явления электромагнитной индукции. Электроизмерительные приборы.	2
10	5	Колебания и волны	Виды колебательных движений. Физические характеристики, уравнения, параметры, описывающие колебательные движения. Механические волны. Свойства волн, особенности распространения в однородных и неоднородных средах.	2
11	5	Акустика	Акустика. Шкала звуковых волн. Физические характеристики звука. Волновое сопротивление. Закон Вебера-Фехнера. Эффект Доплера. Характеристики ощущения звука. Инфразвук. Ультразвук.	2
12	5	Оптика	Электромагнитные волны. Шкала электромагнитных волн. Физические основы спектроскопии и колориметрии. Поляризованный свет. Волоконная оптика.	2
13	6	Элементы квантовой физики Элементы атомной и ядерной физики	Характеристики и законы теплового излучения тел. Рентгеновское излучение, взаимодействие его с веществом. Строение атома и ядра. Радиоактивность. Законы радиоактивного распада. Взаимодействие $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ - излучения с веществом. Дозиметрия ионизирующих излучений.	2
Итого:				26

### 3.6. Самостоятельная работа обучающегося

№ п/п	№ семестра	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Виды СРС	Всего часов
1	2	3	4	5
1	1	Дифференциальное и интегральное	Подготовка к практическим и ла-	6

		ное исчисление функций одной и нескольких переменных. Дифференциальные уравнения.	бораторным занятиям. Подготовка к текущему тестированию, подготовка к контрольной работе.	
2	1	Основы теории вероятностей и математической статистики. Обработка результатов эксперимента	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям. Подготовка к текущему тестированию, подготовка к контрольной работе.	6
3	1	Гидро- и гемодинамика.	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям. Подготовка к текущему тестированию, подготовка к контрольной работе.	6
4	1	Электричество и магнетизм. Электроизмерительные приборы	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям. Подготовка к текущему тестированию, подготовка к контрольной работе.	6
5	1	Колебания и волны. Акустика. Оптика	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям. Подготовка к текущему тестированию, подготовка к контрольной работе.	6
6	1	Элементы квантовой физики. Элементы атомной и ядерной физики.	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям. Подготовка к текущему тестированию, подготовка к контрольной работе.	6
Итого часов в семестре:				36

### 3.7. Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Содержание лабораторных занятий	Трудоемкость (час)
				Сем.1
1	2	3	4	5
1	2	Методы оценки погрешностей при прямых и косвенных измерениях количественных значений различных величин.	Прямые и косвенные измерения жизненного объема легких. Обработка результатов прямых и косвенных измерений с учетом случайных и систематических погрешностей.	4
2	3	Определение коэффициента поверхностного натяжения. Определение динамического коэффициента вязкости.	Определение коэффициента поверхностного натяжения методом отрыва капель и методом отрыва кольца. Определение динамического коэффициента вязкости методом падающего шарика и с помощью вискозиметра Оствальда. Обработка результатов.	3
3	4	Использование электроизмерительных приборов для измерения электрических величин.	Прямые и косвенные измерения величин эл. сопротивления резисторов. Вычисление тепловыделения на резисторе. Обработка результатов.	3
4	5	Определение скорости	Изучение характеристик звуковой волны.	3

		распространения звуковой волны в воздухе.	Определение скорости распространения звуковой волны в воздухе методом стоячей волны в трубе.	
5	5	Снятие спектральной характеристики уха на пороге слышимости. Изучение ультразвуковых методов исследования и лечения в медицине.	Изучение характеристик звуковой волны. Изучение особенностей восприятия звука человеческим ухом. Работа с аудиометром.	3
6	5	Основы использования поляризованного света в медико-биологических исследованиях.	Способы получения поляризованного света. Определение концентрации сахара в растворе, используя поляризованный свет. Определение механических напряжений в образце при нагрузке.	3
7	5	Изучение физических основ спектроскопии.	ознакомление с физическими основами спектрального анализа, . приобретение навыков работы с простейшими спектральными приборами	3
8	5	Изучение метода концентрационной фотоэлектроколориметрии	Физические основы метода фотометрического определения концентрации окрашенных растворов; Определять концентрации окрашенного раствора методом фотоэлектроколориметрии.	2
		Зачетное занятие		2
Итого:				26

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

#### **Раздел 4. Перечень учебно-методического и материально-технического обеспечения дисциплины (модуля)**

##### **4.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

- рабочие тетради;
- сборники тестовых заданий;
- методические указания по выполнению контрольных;
- Руководство к практическим занятиям по физике: учебно-методическое пособие / Е.В.Луценко, О.Л.Короткова. – Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2017. – 113 с.

##### **4.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

###### **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	Основы высшей математики и математической статисти-	сост. И. В. Павлушков	2-е изд., испр. - М.: "ГЭОТАР-Медиа",	14	+

	ки : учебник для фарм. и мед. вузов.		2012. - 424 с		
2	Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для бакалавров. Базовый курс"	Гмурман В. Е.	12-е изд. - М.: Юрайт, 2013. - 479 с.	32	
3	Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике : учеб. пособие для бакалавров. Базовый курс	Гмурман В. Е.	11-е изд., перераб. и доп. - М.: Юрайт, 2013. - 404 с	1	
4	Математические методы доказательной медицины [Электронный ресурс] : учебное пособие	Короткова О. Л.	Кировский ГМУ. - Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2017. - 180 с	-	ЭБС Кировского ГМУ
5	Сборник тестовых заданий по дисциплинам "Физика, математика", "Медицинская и биологическая физика": учебно-методическое пособие	В. А. Кудрявцев [и др.]	Кировский ГМУ. - Киров: Кировский ГМУ, 2018. - 94 с	95 - Чит. Зал(1), Уч. Аб.(94)	+
6	Медицинская и биологическая физика: учебник	Ремизов А. Н.	4-е изд., испр. и перераб. - М.: "ГЭОТАР-Медиа", 2016. - 656 с.: ил. 2018 г.	100 - Чит. Зал(1), Уч. Аб.(99). 170	ЭБС Консультант студента
7	Сборник задач по медицинской и биологической физике : учеб. пособие для вузов	А. Н. Ремизов, А. Г. Максина.	4-е изд., стер. - М.: Дрофа, 2010. - 189 с.: рис. - (Высшее образование	1 - Науч. Аб.(1).	+

#### 4.2.2. Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор(ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров в библиотеке	Наличие в ЭБС
1	2	3	4	5	6
1	Практические занятия по математике : учеб. пособие для бакалавров / Н. В. Богомолов. - 11-е изд.	Богомолов Н. В.	М. : Юрайт, 2012. - 495 с. - (Сер. "Бакалавр")	30	
2	Математика : учебник для бакалавров / Н. В. Богомолов, П. И. Самойленко.	Богомолов Н. В.	М. : Юрайт, 2012. - 396 с. - (Сер. "Бакалавр")	30	
3	Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие	Мхитарян В. С.	2-е изд., перераб. и доп. - М. : Синергия, 2013. - 332 с	1 - Чит. зал(1).	
4	Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для бакалавров	Гмурман В. Е.	12-е изд. - М. : Юрайт, 2013. - 479 с. - (Сер. "Бакалавр. Базовый курс")	Экземпляры: всего:32 - ФЭТ(32).	
5	Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для студентов мед. вузов	сост.: В. А. Кудрявцев, О. Л. Короткова, О. И. Шилов. -	ГОУ ВПО Кировская ГМА Киров, 2007. - 272 с	Экземпляры: всего:387 - Чит. Зал(1), Уч. Аб.(386).	
6	Физика и биофизика : курс лекций для студентов мед. вузов / В. Ф. Антонов, А. В. Коржуев	Антонов В. Ф.	240 с. : ил.3-е изд., перераб. и доп. - М. : "ГЭОТАР-Медиа", 2007	Экземпляры: всего:135 - Уч. Аб.(135).	ЭБС Консультант студента
7	Математика : учебник для студ. фармацевт. и мед. вузов	Греков Е. В.	М. : "ГЭОТАР-Медиа", 2015	1 - Чит. Зал(1).	ЭБС Консультант студента

8	Математика [Электронный ресурс] : учебник	В.П. Омельченко.	М. : ГЭОТАР-Медиа, 2017. - (ЭБС «Консультант студента»)		ЭБС Консультант студента
9	Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие для студ. мед.вузов	сост. В.А.Кудрявцев, О.Л. Короткова, О.И.Шилов, П.Г.Чупраков.	Киров: Кировская ГМА, 2007	385	
10	Основы высшей математики и математической статистики: учебник	И.В. Павлушков и др.	М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. - 432 с.: ил.		ЭБС «Консультант студента»).
11	Медицинская и биологическая физика: курс лекций с задачами: учеб. пособие для вузов с компакт-диском	В. Н. Федорова, Е. В. Фаустов. - М.	ГЭОТАР-Медиа", 2009. - 592 с	Экземпляры: всего:5 - Чит. Зал(2), Науч. Аб.(3).	ЭБС «Консультант студента»).
12	Физика с элементами биофизики: учебник для вузов	Е. Д. Эйдельман. - М.	"ГЭОТАР-Медиа", 2013. - 512 с.: ил.	Экземпляры: всего:15 - Уч. Аб.(15).	ЭБС «Консультант студента»
13	Физика и биофизика [Электронный ресурс]: учебник. 2-е изд., испр. и доп.	В. Ф. Антонов, Е. К. Козлова, А. М. Черныш.	М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013, 2014, 2015.	1	ЭБС «Консультант студента»
14	Физика и биофизика. Руководство к практическим занятиям [Электронный ресурс]: учебное пособие	Антонов В.Ф., Черныш А.М., Козлова Е.К., Коржувев А.В.	М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013	1	ЭБС «Консультант студента»

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

Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru>

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

В учебном процессе используется лицензионное программное обеспечение:

1. Договор MicrosoftOffice (версия 2003) №0340100010912000035\_45106 от 12.09.2012г. (срок действия договора - бессрочный),
2. Договор MicrosoftOffice (версия 2007) №0340100010913000043\_45106 от 02.09.2013г. (срок действия договора - бессрочный),
3. Договор MicrosoftOffice (версия 2010) № 340100010914000246\_45106 от 23.12.2014г. (срок действия договора - бессрочный).
4. Договор Windows (версия 2003) №0340100010912000035\_45106 от 12.09.2012г. (срок действия договора - бессрочный)
5. Договор Windows (версия 2007) №0340100010913000043\_45106 от 02.09.2013г. (срок действия договора - бессрочный),
6. Договор Windows (версия 2010) № 340100010914000246\_45106 от 23.12.2014г. (срок действия договора - бессрочный),
7. Договор Антивирус Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 100-149 Node 1 year Educational Renewal License от 12.07.2018, лицензии 685В-МУ\05\2018 (срок действия – 1 год),
8. Медицинская информационная система (КМИС) (срок действия договора - бессрочный),
9. Автоматизированная система тестирования Indigo Договор № Д53783/2 от 02.11.2015 (срок действия бессрочный, 1 год технической поддержки),
10. ПО FoxitPhantomPDF Стандарт, 1 лицензия, бессрочная, дата приобретения 05.05.2016г.

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

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

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

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа: ауд. 3-114, 3-702;

- учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа: каб. 3-522а, 3-523, 3-525;

оборудование: весы лабораторные рычажные; весы напольные; ростомер; спирометры; вискозиметр; бюретки; термометры; наборы полупроводниковых приборов; аппарат «Амплипульс-5»; оборудования по определению ЭДС источников методом компенсации; датчики различного назначения; аппарата для гальванизации; логических элементов ЭВМ; триггеров; дифференциальных усилителей; макет и оборудование по изучению цепей переменного тока; аппарат для низкочастотной магнитотерапии “Полус – 1”, “Магнитер” вольтметры, амперметры, мультиметры, автотрансформаторы; осциллографы; 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; поляриметры (сахариметры); фотоэлектроколориметры; лазер; микроскопы; оптические скамьи; спектрофотометр СФ-46; кюветы с растворами; дифракционные решетки; счетчики Гейгера-Мюллера; радиоактивные препараты.

- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций: каб. 3-522а, 3-523, 3-525;

- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации: каб. 3-522а, 3-523, 3-525, компьютерные классы: 1-307, 1-404, 3-414;

- помещения для самостоятельной работы: каб 3-414;

- помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: каб. 3-517.

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

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

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

#### **Раздел 5. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины (модуля)**

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

Основное учебное время выделяется на контактную работу.

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

При изучении учебной дисциплины обучающимся необходимо освоить практические умения по самостоятельному решению задач

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

#### **Лекции:**

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

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

#### **Практические занятия:**

Практические занятия по дисциплине проводятся с целью приобретения практических навыков в области решения задач, умения работать с аппаратурой, снимать и обрабатывать показания с приборов.

Практические занятия проводятся в виде собеседований, обсуждений, дискуссий, демонстрации физических опытов и использования наглядных пособий, решения ситуационных задач, тестовых заданий.

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, семинар-дискуссия, практикум.

#### **Самостоятельная работа:**

Самостоятельная работа студентов подразумевает подготовку по всем разделам дисциплины и включает подготовку к контрольной работе, подготовку к занятиям, к текущему контролю, промежуточной аттестации.

Работа с учебной литературой рассматривается как вид учебной работы и 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 лабораторные работы, проводят обработку результатов измерений, делают выводы. Все это способствует формированию навыков использования учебной и научной литературы, глобальных информационных ресурсов, способствует формированию творческого мышления. Работа обучающегося в группе формирует чувство коллективизма и коммуникабельность.

Исходный уровень знаний обучающихся определяется тестированием, собеседованием.

Текущий контроль освоения дисциплины проводится в форме устного опроса в ходе занятий, решения типовых ситуационных задач, тестового контроля, выполнения контрольных работ.

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

Отдельные вопросы по дисциплине фрагментарно могут быть включены в государственную итоговую аттестацию выпускников.



## **Раздел 6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) (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 зачет. На зачете обучающиеся должны продемонстрировать не только теоретические знания, но и практические навыки, полученные на практических занятиях.

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

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

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

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

ОС как система оценивания состоит из следующих частей:

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

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

**Приложение А к рабочей программе дисциплины**

**Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины  
«Физика, математика»**

Специальность 31.05.03 Стоматология  
Направленность (профиль) ОПОП – Стоматология

**Раздел 1. Дифференциальное и интегральное исчисление функций одной и нескольких переменных. Дифференциальные уравнения.**

**Тема: Дифференцирование функций одной переменной. Дифференцирование функций двух переменных**

**Цель:** формирование теоретических знаний и практических навыков по указанной теме

**Задачи:**

Рассмотреть и освоить основные понятия, определения и теоремы по указанной теме

Сформировать шаблоны для нахождения (вычисления) на основе таблиц производных.

Закрепить устойчивую воспроизводимость положительных результатов при решении новых задач

**Обучающийся должен знать:** Универсальность характера математических рассуждений, их применимость во всех областях человеческой деятельности. Возможность построения математической модели для описания процессов окружающего мира. Основные понятия, определения и теоремы по указанной теме

**Обучающийся должен уметь:** находить (вычислять) производные и дифференциалы. Решать типовые задачи с использованием основных свойств функций и основ дифференциального исчисления.

**Обучающийся должен владеть:** понятийным аппаратом основ математического анализа, правильным письмом при решении задач.

**Самостоятельная аудиторная работа обучающихся по теме:**

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

Понятие функции.

Определение предела функции. Левосторонний и правосторонний пределы.

Производная функции.

Правила дифференцирования.

Каков алгоритм дифференцирования сложной функции?

Дифференциал функции.

Производные и дифференциалы высших порядков.

Производная по времени, скорость, ускорение.

Производная сложной и обратной функции.

Применение дифференциала функции в приближенных вычислениях.

**2. Практическая работа.**

Решение задач.

**Задание 1.** Найти производную функции  $y = 2^x - \operatorname{arctg}x$

**Решение.** Так как производная суммы равна сумме производных, то

$$y' = (2^x - \operatorname{arctg}x)' = (2^x)' - (\operatorname{arctg}x)'$$

Воспользуемся формулами для производных показательной и обратной тригонометрической

функций:

$$y' = 2^x \ln 2 - \frac{1}{1+x^2}$$

**Ответ.**  $y' = 2^x \ln 2 - \frac{1}{1+x^2}$

**Задание 2.** Найти производную функции  $y = \sin(\operatorname{tg}(\sqrt{x}))$

**Решение.** По правилу дифференцирования сложной функции:

$$y' = (\sin(\operatorname{tg}(\sqrt{x})))' = \cos(\operatorname{tg}(\sqrt{x})) \cdot (\operatorname{tg}(\sqrt{x}))'$$

В свою очередь производная  $(\operatorname{tg}(\sqrt{x}))'$  также берется по правилу дифференцирования сложной функции:

$$y' = \cos(\operatorname{tg}\sqrt{x}) \cdot \frac{1}{\cos^2\sqrt{x}} \cdot (\sqrt{x})'$$

$$y' = \cos(\operatorname{tg}\sqrt{x}) \cdot \frac{1}{\cos^2\sqrt{x}} \cdot \frac{1}{2\sqrt{x}}$$

$$y' = \frac{\cos(\operatorname{tg}\sqrt{x})}{2\sqrt{x} \cos^2\sqrt{x}}$$

**Ответ.**  $y' = \frac{\cos(\operatorname{tg}\sqrt{x})}{2\sqrt{x} \cos^2\sqrt{x}}$

**Задание 3.** Вычислить приближенно  $\operatorname{arctg}1,02$ , заменяя приращение функции ее дифференциалом.

**Решение.** Рассмотрим функцию  $y = \operatorname{arctg}x$ . Необходимо вычислить ее значение в точке  $x = 1,02$ . Представим данное значение в виде следующей суммы:

$$x = x_0 + \Delta x$$

Величины  $x_0$  и  $\Delta x$  выбираются так, чтобы в точке  $x_0$  можно было бы достаточно легко вычислить значение функции и ее производной, а  $\Delta x$  было бы достаточно малой величиной. С учетом этого, делаем вывод, что  $x = 1,02 = 1 + 0,02$ , то есть  $x_0 = 1$ ,  $\Delta x = 0,02$ .

Вычислим значение функции  $y = \operatorname{arctg}x$  в точке  $x_0 = 1$ :

$$y(x_0) = y(1) = \operatorname{arctg}1 = \frac{\pi}{4}$$

Далее продифференцируем рассматриваемую функцию и найдем значение  $y'(x_0)$ :

$$y' = (\operatorname{arctg}x)' = \frac{1}{1+x^2}$$

Тогда

$$y'(1) = \frac{1}{2}$$

Итак,

$$y(1,02) = \operatorname{arctg}1,02 = y(1 + 0,02) \approx y(1) + y'(1) \cdot \Delta x =$$

$$= \frac{\pi}{4} + \frac{1}{2} \cdot 0,02 \approx 0,7852 + 0,01 = 0,7952$$

**Ответ.**  $\operatorname{arctg}1,02 \approx 0,7952$

**Задание 4.** Найти производную второго порядка от функции  $y(x) = \sin^3 x$

**Решение.** Находим первую производную как производную сложной функции:

$$y'(x) = (\sin^3 x)' = 3 \sin^2 x \cdot (\sin x)' = 3 \sin^2 x \cos x$$

Вторую производную находим как от произведения, предварительно вынеся по правилам дифференцирования коэффициент 3 за знак производной. Также будем учитывать, что первый множитель -  $\sin^2 x$  - есть сложной функцией:

$$y''(x) = (y'(x))' = (3 \sin^2 x \cos x)' = 3 (\sin^2 x \cos x)' =$$

$$= 3 [(\sin^2 x)' \cos x + \sin^2 x (\cos x)'] =$$

$$= 3 [2 \sin x \cdot (\sin x)' \cos x + \sin^2 x \cdot (-\sin x)] =$$

$$= 3 (2 \sin x \cdot \cos x \cdot \cos x - \sin^3 x) = 3 (\sin 2x \cos x - \sin^3 x)$$

**Ответ.**  $y''(x) = 3 (\sin 2x \cos x - \sin^3 x)$

### 3. Решить ситуационные задачи

**Пример 1:** Вычислить производную функции  $y = 5x^2 + 3x + 4$

**Решение:**

$$y' = (5x^2 + 3x + 4)' = (5x^2)' + (3x)' + 4' =$$

[Используем третье правило дифференцирования  $(u \pm v)' = u' \pm v'$ ]

[Для первого и второго слагаемого следуем применить четвертое правило дифференцирования]

[Для третьего слагаемого используем правило  $const' = 0$ , для первого и второго табличную производную  $(x^n)' = nx^{n-1}$ ]

Ответ

$$y = 5 \cdot 2 \cdot x^{2-1} + 3 \cdot 1 \cdot x^{1-0} + 0 = 10 \cdot x + 3$$

**Пример 2:**

Вычислить производную функции  $y = 3x^{\frac{13}{7}} - 4x\sqrt{x} + \frac{7}{x^3}$

**Решение:**

$$y' = \left( 3x^{\frac{13}{7}} - 4x\sqrt{x} + \frac{7}{x^3} \right)' = \left( 3x^{\frac{13}{7}} - 4x^{1.5} + 7x^{-3} \right)' =$$

[Используем третье правило дифференцирования  $(u \pm v)' = u' \pm v'$ ]

$$= \left( 3x^{\frac{13}{7}} \right)' - \left( 4x^{1.5} \right)' + \left( 7x^{-3} \right)' =$$

[Применим четвертое правило дифференцирования  $(const \cdot f(x))' = const \cdot f'(x)$ ]

$$= 3 \left( x^{\frac{13}{7}} \right)' - 4 \left( x^{1.5} \right)' + 7 \left( x^{-3} \right)' =$$

[Применим табличную производную  $(x^n)' = nx^{n-1}$ ]

$$= 3 \cdot \frac{13}{7} x^{\frac{13}{7}-1} - 4 \cdot 1,5x^{1.5-1} + 7 \cdot x^{-3-1} = 3 \cdot \frac{13}{7} x^{\frac{6}{7}} - 4 \cdot 1,5x^{0.5} + 7 \cdot x^{-4} =$$

$$= \frac{39}{7} x^{\frac{6}{7}} - 6\sqrt{x} + \frac{7}{x^4}$$

**Пример 3:**

Вычислить производную функции  $y = x^2 \sin(x)$

**Решение:**

$$y' = (x^2 \sin(x))' =$$

[Используем формулу дифференцирования произведения  $(uv)' = u'v + uv'$ ]

$$= x^2 (\sin(x))' + (x^2)' \sin(x) =$$

[Применим табличные производные  $(x^n)' = nx^{n-1}$  и  $\sin'(x) = \cos(x)$ ]

$$= x^2 \cos(x) + 2x \sin(x)$$

**Пример 4:**

Вычислить производную функции  $y = \frac{e^{x+14}}{x^2 + 2x}$

**Решение:**

$$y' = \left( \frac{e^{x+14}}{x^2 + 2x} \right)' =$$

$$\left(\frac{u}{v}\right)' = \frac{u'v - uv'}{v^2}$$

[Используем формулу дифференцирования частного

$$= \frac{(e^{x+14})'(x^2 + 2x) - (e^{x+14})(x^2 + 2x)'}{(x^2 + 2x)^2} =$$

[ Все бы хорошо и по табличным производным. Кроме  $e^{x+14}$ . Вспомним свойства степеней  $e^{x+14} = e^x e^{14}$  и вынесем константу за знак дифференциала.]

$$= \frac{(e^x e^{14})'(x^2 + 2x) - e^{x+14}(2x + 2)}{(x^2 + 2x)^2} = \frac{e^{14}(e^x)'(x^2 + 2x) - e^{x+14}(2x + 2)}{(x^2 + 2x)^2} =$$

$$= \frac{e^{14}e^x(x^2 + 2x) - e^{x+14}(2x + 2)}{(x^2 + 2x)^2} = \frac{e^{x+14}(x^2 + 2x) - e^{x+14}(2x + 2)}{(x^2 + 2x)^2} =$$

$$= \frac{e^{x+14}(x^2 + 2x - 2x - 2)}{(x^2 + 2x)^2} = \frac{e^{x+14}(x^2 - 2)}{(x^2 + 2x)^2}$$

### Производная сложной функции.

Формула:  $f'(g(x)) = f'(g) \cdot g'(x)$

**Пример 5:** Вычислить производную функции  $y = \sin(x^2)$

Решение:

$$\sin'(x^2) = \cos(x^2) \cdot (x^2)' = 2x \cdot \cos(x)$$

**Пояснение:** требуется вычислить производную функции синус от какого-то аргумента. Производная синуса равна косинусу. От того же аргумента (в данном случае это  $x^2$ ). И умножим на производную аргумента. Можно даже сформулировать некое правило вычисления производной сложной функции «Идти от наружной функции к внутренней».

**Пример 6.** Вычислить производную функции  $y = \sqrt{x^2 + \cos(x)}$

Решение:

$$y' = (\sqrt{x^2 + \cos(x)})' =$$

$$(\sqrt{t})' = \left(\frac{1}{t^{\frac{1}{2}}}\right)' = \frac{1}{2}t^{\frac{1}{2}-1} = \frac{1}{2}t^{-\frac{1}{2}} = \frac{1}{2\sqrt{t}}$$

[Наружная функция это корень квадратный, помним, что  $\frac{1}{2\sqrt{t}}$ . Применим это, не забыв умножить на производную функции, стоящей внутри корня.]

$$= \frac{1}{2\sqrt{x^2 + \cos(x)}}(x^2 + \cos(x))' = \frac{2x - \sin(x)}{2\sqrt{x^2 + \cos(x)}}$$

### 4. Задания для групповой работы

В 1-3 заданиях найти производную и дифференциал

1.

$$y = \frac{x^3}{3} - 2x^2 + 4x - 5$$

2.

$$y = \frac{\sin^2 x}{\cos x}$$

3.

$$y = x^2 e^{-2x}$$

4. Составить уравнение касательной и нормали к кривой  $y = x^3/3$ , проходящей через точку  $x = -1$

5. Найти экстремум функции  $y = \frac{x^2}{x-2}$

6. Найти точки перегиба и интервалы выпуклости  $y = x - \ln x$

### Самостоятельная внеаудиторная работа обучающихся по теме:

Задания для самостоятельной внеаудиторной работы студентов по указанной теме:

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:

Понятия приращения аргумента, приращения функции

Понятие производной функции

Таблица производных элементарных функции

Правила дифференцирования функции

Сложная функция, нахождение производной сложной функции.

Геометрический смысл дифференциала

Производные высших порядков.

Физический смысл производной I и II порядков

Применение дифференциала функции в приближенных вычислениях.

3) Проверить свои знания с использованием тестового контроля.

См. Кудрявцев В.А., Короткова О.Л., Саввин В.Н., Шишкин Г.П. С 23

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

Раздел МБФ. Вопросы 28-33,133.

### Рекомендуемая литература:

#### 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	Основы высшей математики и математической статистики : учебник для фарм. и мед. вузов.	сост. И. В. Павлушков	2-е изд., испр. - М.: "ГЭОТАР-Медиа", 2012. - 424 с	14	+
2	Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для бакалавров. Базовый курс"	Гмурман В. Е.	12-е изд. - М.: Юрайт, 2013. - 479 с.	32	
3	Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике : учеб. пособие для бакалавров. Базовый курс	Гмурман В. Е.	11-е изд., перераб. и доп. - М.: Юрайт, 2013. - 404 с	1	
4	Математические методы доказательной медицины [Электронный ресурс] : учебное пособие	Короткова О. Л.	Кировский ГМУ. - Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2017. - 180 с	-	ЭБС Кировского ГМУ
5	Сборник тестовых заданий по дисциплинам "Физика, математика", "Медицинская и биологическая физика": учебно-методическое пособие	В. А. Кудрявцев [и др.]	Кировский ГМУ. - Киров: Кировский ГМУ, 2018. - 94 с	95 - Чит. Зал(1), Уч. Аб.(94	+
6	Медицинская и биологиче-	Ремизов А. Н.	4-е изд., испр. и пере-	100 - Чит.	ЭБС Кон-

	ская физика: учебник		раб. - М.: "ГЭОТАР-Медиа", 2016. - 656 с.: ил. 2018 г.	Зал(1), Уч. Аб.(99). 170	сультант студента
7	Сборник задач по медицинской и биологической физике : учеб. пособие для вузов	А. Н. Ремизов, А. Г. Максина.	4-е изд., стер. - М.: Дрофа, 2010. - 189 с.: рис. - (Высшее образование	1 - Науч. Аб.(1).	+

### Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор(ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров в библиотеке	Наличие в ЭБС
1	2	3	4	5	6
1	Практические занятия по математике : учеб. пособие для бакалавров / Н. В. Богомолов. - 11-е изд.	Богомолов Н. В.	М. : Юрайт, 2012. - 495 с. - (Сер. "Бакалавр")	30	
2	Математика : учебник для бакалавров / Н. В. Богомолов, П. И. Самойленко.	Богомолов Н. В.	М. : Юрайт, 2012. - 396 с. - (Сер. "Бакалавр")	30	
3	Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие	Мхитарян В. С.	2-е изд., перераб. и доп. - М. : Синергия, 2013. - 332 с	1 - Чит. зал(1).	
4	Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для бакалавров	Гмурман В. Е.	12-е изд. - М. : Юрайт, 2013. - 479 с. - (Сер. "Бакалавр. Базовый курс")	Экземпляры: всего:32 - ФЭТ(32).	
5	Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для студентов мед. вузов	сост.: В. А. Кудрявцев, О. Л. Короткова, О. И. Шилов. -	ГОУ ВПО Кировская ГМА Киров, 2007. - 272 с	Экземпляры: всего:387 - Чит. Зал(1), Уч. Аб.(386).	
6	Физика и биофизика : курс лекций для студентов мед. вузов / В. Ф. Антонов, А. В. Коржуев	Антонов В. Ф.	240 с. : ил.3-е изд., перераб. и доп. - М. : "ГЭОТАР-Медиа", 2007	Экземпляры: всего:135 - Уч. Аб.(135).	ЭБС Консультант студента
7	Математика : учебник для студ. фармацевт. и мед. вузов	Греков Е. В.	М. : "ГЭОТАР- Медиа", 2015	1 - Чит. Зал(1).	ЭБС Консультант студента
8	Математика [Электронный ресурс] : учебник	В.П. Омельченко.	М. : ГЭОТАР-Медиа, 2017. - (ЭБС «Консультант студента»)		ЭБС Консультант студента
9	Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие для студ. мед.вузов	сост. В.А.Кудрявцев, О.Л. Короткова, О.И.Шилов, П.Г.Чупраков.	Киров: Кировская ГМА, 2007	385	
10	Основы высшей математики и математической статистики: учебник	И.В. Павлушков и др.	М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. - 432 с.: ил.		ЭБС «Консультант студента»).
11	Медицинская и биологическая физика: курс лекций с задачами: учеб. пособие для вузов с компакт-диском	В. Н. Федорова, Е. В. Фаустов. - М.	ГЭОТАР-Медиа", 2009. - 592 с	Экземпляры: всего:5 - Чит. Зал(2), Науч. Аб.(3).	ЭБС «Консультант студента»).
12	Физика с элементами биофизики: учебник для вузов	Е. Д. Эйдельман. - М.	"ГЭОТАР-Медиа", 2013. - 512 с.: ил.	Экземпляры: всего:15 - Уч. Аб.(15).	ЭБС «Консультант студента»

13	Физика и биофизика [Электронный ресурс]: учебник. 2-е изд., испр. и доп.	В. Ф. Антонов, Е. К. Козлова, А. М. Черныш.	М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013, 2014, 2015.	1	ЭБС «Консультант студента»
14	Физика и биофизика. Руководство к практическим занятиям [Электронный ресурс]: учебное пособие	Антонов В.Ф., Черныш А.М., Козлова Е.К., Коржурев А.В.	М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013	1	ЭБС «Консультант студента»

## Раздел 1. Дифференциальное и интегральное исчисление функций одной и нескольких переменных. Дифференциальные уравнения.

### Тема: Интегрирование функций одной переменной

**Цель:** формирование теоретических знаний и практических навыков по указанной теме

#### Задачи:

Рассмотреть и освоить основные понятия, определения и теоремы по указанной теме

Сформировать шаблоны для нахождения (вычисления) неопределенных и определенных интегралов.

Закрепить устойчивую воспроизводимость положительных результатов при решении новых задач

**Обучающийся должен знать:** Универсальность характера математических рассуждений, их применимость во всех областях человеческой деятельности. Возможность построения математической модели для описания процессов окружающего мира. Основные понятия, определения и теоремы по указанной теме

**Обучающийся должен уметь:** находить (вычислять) неопределенные и определенные интегралы. Решать типовые задачи с использованием основных свойств функций и основ интегрального исчисления.

**Обучающийся должен владеть:** понятийным аппаратом основ математического анализа, правильным письмом при решении задач.

### Самостоятельная аудиторная работа обучающихся по теме:

#### Ответить на следующие вопросы по теме занятия:

1. Что является основной задачей интегрального исчисления?
2. Какая функция называется первообразной для заданной функции?
3. Если  $F(x)$  – первообразная для  $f(x)$ , то каким равенством связаны они между собой?
4. Сформулируйте теорему о существовании первообразной функции.
5. Первообразная определяется неоднозначно. Как это нужно понимать?
6. Почему при интегрировании функций появляется произвольная постоянная?
7. Почему одна функция имеет целую совокупность первообразных?
8. Как записать всю совокупность первообразных функций?
9. Что называется неопределенным интегралом?
10. Чем отличается неопределенный интеграл от первообразной функции?
11. Почему интеграл называется неопределенным?
12. Как называются все элементы равенства
13. Что называется определенным интегралом?
14. Как вычисляют определенный интеграл?

Подробнее - на Znanija.com - <https://znanija.com/task/25769438#readmore>

## 2. Практическая работа.



**Задание 1.** Найти неопределённый интеграл

$$I = \int \frac{3}{2+2x^2} dx$$

Решение. Видим в знаменателе подынтегрального выражения многочлен, в котором  $x$  в квадрате. Это почти верный признак того, что можно применить табличный интеграл 21 (с арктангенсом в результате). Выносим из знаменателя множитель-двойку (есть такое свойство интеграла - постоянный множитель можно выносить за знак интеграла, выше оно было упомянуто как теорема 3). Результат всего этого:

$$I = \frac{3}{2} \int \frac{dx}{1+x^2}$$

Теперь в знаменателе сумма квадратов, а это значит, что можем применить упомянутый табличный интеграл. Окончательно получаем ответ:

$$I = \frac{3}{2} \operatorname{arctg} x + C$$

**Задание 2.** Найти неопределённый интеграл

$$I = \int \frac{4}{13} x^5 dx$$

Решение. Вновь применяем теорему 3 - свойство интеграла, на основании которого постоянный множитель можно выносить за знак интеграла:

$$I = \frac{4}{13} \int x^5 dx$$

Применяем формулу 7 из таблицы интегралов (переменная в степени) к подынтегральной функции:

$$I = \frac{4}{13} \cdot \frac{x^6}{6} + C$$

Сокращаем получившиеся дроби и перед нами конечный ответ:

$$I = \frac{2}{39} \cdot x^6 + C$$

$$y = \sin(\operatorname{tg}(\sqrt{x}))$$

**Задание 3.** Найти неопределённый интеграл

$$I = \int \frac{x+1}{\sqrt{x}} dx$$

Решение. Когда в знаменателе подынтегральной дроби - одночлен, можем почленно разделить числитель на знаменатель. Исходный интеграл превратился в сумму двух интегралов:

$$I = \int \frac{x}{\sqrt{x}} dx + \int \frac{1}{\sqrt{x}} dx = \int \sqrt{x} dx + \int \frac{1}{\sqrt{x}} dx$$

Чтобы применить табличный интеграл, преобразуем корни в степени и вот уже окончательный ответ:

$$I = \int x^{\frac{1}{2}} dx + \int x^{-\frac{1}{2}} dx = \frac{x^{\frac{3}{2}}}{\frac{3}{2}} + \frac{x^{\frac{1}{2}}}{\frac{1}{2}} + C =$$

$$= \frac{2}{3} x\sqrt{x} + 2\sqrt{x} + C.$$

**Задание 4.** Вычислить определённый интеграл

$$\int_0^8 \sqrt[3]{x} dx.$$

Решение. Сначала найдём неопределённый интеграл:

$$\int \sqrt[3]{x} dx = \int x^{1/3} dx = \frac{x^{4/3}}{4/3} + C = \frac{3}{4} x\sqrt[3]{x} + C.$$

Применяя формулу Ньютона-Лейбница к первообразной

$$\frac{3}{4} x\sqrt[3]{x}$$

(при  $C = 0$ ), получим

$$\int_0^8 \sqrt[3]{x} dx = \frac{3}{4} x\sqrt[3]{x} \Big|_0^8 = \frac{3}{4} \cdot 8\sqrt[3]{8} - 0 = 12.$$

Однако при вычислении определённого интеграла лучше не находить отдельно первообразную, а сразу записывать интеграл в виде (39).

**Задание 5.** Вычислить определённый интеграл

$$\int_1^2 e^{2x} dx.$$

Решение. Используя формулу

$$\int e^{kx} dx = \frac{1}{k} e^{kx} + C,$$

получим

$$\int_1^2 e^{2x} dx = \frac{1}{2} e^{2x} \Big|_1^2 = \frac{1}{2} (e^4 - e^2) = \frac{1}{2} e^2 (e^2 - 1).$$

## Решить ситуационные задачи

### Примеры:

1. Вычислить интеграл

$$\int_{\frac{\pi}{4}}^{\pi} \sin x \sin 2x \sin 3x dx.$$

Решение.

На основании формулы произведения синусов, таблицы основных интегралов имеем:

$$\begin{aligned} \sin x \sin 2x \sin 3x &= \frac{1}{2} (\cos x - \cos 3x) \sin 3x = \\ &= \frac{1}{2} \cos x \sin 3x - \frac{1}{2} \cos 3x \sin 3x = \frac{1}{4} (\sin 4x + \sin 2x) - \frac{1}{4} \sin 6x = \\ &= \frac{1}{4} \sin 4x + \frac{1}{4} \sin 2x - \frac{1}{4} \sin 6x. \\ \int_{\frac{\pi}{4}}^{\pi} \sin x \sin 2x \sin 3x dx &= \frac{1}{4} \int_{\frac{\pi}{4}}^{\pi} \sin 4x dx + \frac{1}{4} \int_{\frac{\pi}{4}}^{\pi} \sin 2x dx - \\ &- \frac{1}{4} \int_{\frac{\pi}{4}}^{\pi} \sin 6x dx = -\frac{1}{16} \cos 4x \Big|_{\frac{\pi}{4}}^{\pi} - \frac{1}{8} \cos 2x \Big|_{\frac{\pi}{4}}^{\pi} + \frac{1}{24} \cos 6x \Big|_{\frac{\pi}{4}}^{\pi} = \\ &= -\frac{1}{16} - \frac{1}{16} - \frac{1}{8} + \frac{1}{24} = -\frac{5}{24}. \end{aligned}$$

2. Вычислить интеграл

$$I = \int_4^5 x \sqrt{x^2 - 16} dx.$$

Решение. Произведём замену переменной, полагая

$$t = x^2 - 16.$$

Тогда  $dt = 2x dx$ , откуда  $x dx = (1/2) dt$ , и подынтегральное выражение преобразуется так:

$$x \sqrt{x^2 - 16} dx = \sqrt{x^2 - 16} \cdot x dx = (1/2) \sqrt{t} dt.$$

Найдём новые пределы интегрирования. Подстановка значений  $x = 4$  и  $x = 5$  в уравнение

$$t = x^2 - 16$$

Даёт  $\alpha = 4^2 - 16 = 0$ , нижний предел, и  $\beta = 5^2 - 16 = 9$  верхний предел

Используя теперь формулу, получим

$$\begin{aligned} I &= \int_0^9 \frac{1}{2} \sqrt{t} \, dt = \frac{1}{2} \int_0^9 t^{1/2} \, dt = \\ &= \frac{1}{2} \frac{t^{3/2}}{3/2} \Big|_0^9 = \frac{1}{3} t \sqrt{t} \Big|_0^9 = \frac{1}{3} \cdot 9 \sqrt{9} = 9. \end{aligned}$$

После замены переменной мы не возвращались к старой переменной, а применили формулу Ньютона-Лейбница к полученной первообразной.

#### 4. Задания для групповой работы

В 1-5 заданиях найти производную и дифференциал

1. Найти неопределённый интеграл

$$\int \cos 7x \, dx$$

2. Найти неопределённый интеграл

$$\int \sin(2x - 6) \, dx$$

3. Найти неопределённый интеграл методом интегрирования по частям:

$$\int (4x + 1) e^{-2x} \, dx$$

4. Вычислить определённый интеграл

$$I = \int_e^{e^2} \ln x \, dx$$

5. Найти определённый интеграл

$$\int_0^1 (7x - 4) e^{3x} \, dx$$

#### Самостоятельная внеаудиторная работа обучающихся по теме:

Задания для самостоятельной внеаудиторной работы студентов по указанной теме:

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:

Какая функция называется первообразной для заданной функции?

Если  $F(x)$  – первообразная для  $f(x)$ , то каким равенством связаны они между собой?

Почему одна функция имеет целую совокупность первообразных?

Как записать всю совокупность первообразных функций?

Что называется неопределенным интегралом?

Чем отличается неопределенный интеграл от первообразной функции?

Почему интеграл называется неопределенным?

Как называются все элементы равенства  $\int f(x)dx = F(x) + C$ ?

Чем отличаются друг от друга подынтегральная функция и подынтегральное выражение?

Что означает постоянная  $C$  в определении неопределенного интеграла?

Какие свойства неопределенного интеграла вы знаете?

Как доказать справедливость каждой формулы интегрирования?

Почему  $n \neq -1$  для интеграла  $\int x^n dx$ ? В какой формуле рассматривается этот случай?

Какие из следующих равенств записаны верно, а какие нет:

а)  $\int x^3 dx = 3x^2 + C$ ; б)  $\frac{dx}{x} = \ln x + C$ ; в)  $\int (1+x)dx = x + \frac{x^2}{2} + C$ ?

В чем состоит геометрический смысл неопределенного интеграла?

Какие методы интегрирования неопределенного интеграла вы знаете? В чём заключается суть каждого из методов?

Напишите формулу интегрирования по частям неопределенного интеграла.

Укажите целесообразные подстановки для нахождения следующих интегралов:

а)  $\int \frac{e^{\arctan x}}{1+x^2} dx$ ; б)  $\int \frac{\sqrt[3]{1+\ln x}}{x} dx$ ; в)  $\int x^3 \sqrt[5]{1-3x^4} dx$ .

Укажите, какие из следующих интегралов целесообразно интегрировать по частям:

а)  $\int x \arctg x dx$ ; б)  $\int \frac{dx}{x \ln x}$ ; в)  $\int \frac{x^3 dx}{\sqrt{4-x^2}}$ ; г)  $\int \frac{\arcsin x dx}{x^2}$ ; д)  $\int \cos x \ln(\sin x) dx$ .

Что такое определенный интеграл?

Что в записи  $\int_a^b f(x)dx$  означают: а) числа  $a$  и  $b$ ; б)  $x$ ; в)  $f(x)$ ; г)  $f(x)dx$ . Может ли быть  $a=b$ ;  $a>b$ ?

Запишите формулу Ньютона-Лейбница.

Объясните, почему неверен следующий результат:  $\int_{-1}^1 \frac{dx}{x} = \ln|x| \Big|_{-1}^1 = \ln 1 - \ln 1 = 0$ .

Сформулируйте основные свойства определенного интеграла.

В чем заключается формула замены переменной интегрирования в определенном интеграле?

В чем заключается геометрический смысл определенного интеграла?

Геометрические приложения определенного интеграла.

Физические (механические) приложения определенного интеграла.

3) Проверить свои знания с использованием тестового контроля.

См. Кудрявцев В.А., Короткова О.Л., Саввин В.Н., Шишкин Г.П. С 23

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

Раздел МБФ. Вопросы 28-33,133.

## Раздел 1. Дифференциальное и интегральное исчисление функций одной и нескольких переменных. Дифференциальные уравнения.

**Тема: Дифференциальные уравнения.**

**Цель:** формирование теоретических знаний и практических навыков по указанной теме

**Задачи:**

Рассмотреть и освоить основные понятия, определения и теоремы по указанной теме

Сформировать шаблоны для решения дифференциальных уравнений.

Закрепить устойчивую воспроизводимость положительных результатов при решении новых задач.

**Обучающийся должен знать:** Универсальность характера математических рассуждений, их применимость во всех областях человеческой деятельности. Возможность построения математической модели для описания процессов окружающего мира с помощью дифференциальных уравнений. Основные понятия, определения и теоремы по указанной теме

**Обучающийся должен уметь:** Решать типовые задачи с использованием дифференциальных уравнений.

**Обучающийся должен владеть:** понятийным аппаратом основ математического анализа, правильным письмом при решении задач.

### Самостоятельная аудиторная работа обучающихся по теме:

**Ответить на следующие вопросы по теме занятия:**

1. Понятие дифференциального уравнения и его порядка. Определение решения обыкновенного дифференциального уравнения. 2. Задача Коши для обыкновенного дифференциального уравнения 1-го порядка. Теорема Коши (без доказательства). 3. Определение общего решения (общего интеграла) дифференциального уравнения  $y' = f(x, y)$ . 4. Линейные дифференциальные уравнения 1-го порядка.

### 2. Практическая работа

**Решить задачи:**

1. Найти общий интеграл дифференциального уравнения.

$$(xy^2 + x)dx + (x^2y - y)dy = 0$$

Решение

Данное уравнение – уравнение с разделяющимися переменными. Разделим переменные:

$$x(y^2 + 1)dx = -y(x^2 - 1)dy \Rightarrow \frac{x dx}{(x^2 - 1)} = -\frac{y dy}{(y^2 + 1)}$$

Интегрируем: 
$$\int \frac{x dx}{(x^2 - 1)} = -\int \frac{y dy}{(y^2 + 1)}$$

Посчитаем интегралы отдельно:

$$\int \frac{x dx}{(x^2 - 1)} = \left| \begin{matrix} x^2 - 1 = t \\ 2x dx = dt \end{matrix} \right| = \frac{1}{2} \int \frac{dt}{t} = \frac{1}{2} \ln |t| + C_1 = \frac{1}{2} \ln |x^2 - 1| + C_1$$

$$\int \frac{y dy}{(y^2 + 1)} = \left| \begin{matrix} y^2 + 1 = t \\ 2y dy = dt \end{matrix} \right| = \frac{1}{2} \int \frac{dt}{t} = \frac{1}{2} \ln |t| + C_2 = \frac{1}{2} \ln (y^2 + 1) + C_2$$

Тогда: 
$$\frac{1}{2} \ln |x^2 - 1| = -\frac{1}{2} \ln (y^2 + 1) + \frac{1}{2} \ln C \quad \text{или} \quad (x^2 - 1)(y^2 + 1) = C$$

Ответ: 
$$(x^2 - 1)(y^2 + 1) = C$$

2. Найти общее решение дифференциального уравнения

$$y' = x + \sin x$$

Решение. Пример очень простой. Непосредственно находим функцию по её производной, интегрируя:

$$y = \int (x + \sin x) dx = \int x dx + \int \sin x dx = \\ = \frac{x^2}{2} - \cos x + C.$$

Таким образом, получили функцию - решение данного уравнения.

3. Найти общее решение дифференциального уравнения

$$9y dy = \frac{dx}{\cos^2 x}$$

Решение. Интегрируем обе части уравнения:

$$\int 9y dy = \int \frac{dx}{\cos^2 x}.$$

Оба интеграла - табличные. Идём к решению:

$$\frac{9}{2}y^2 + C_1 = \operatorname{tg}x + C_2$$

$$y^2 = \frac{2}{9} \operatorname{tg}x + C$$

$$y = \pm \frac{\sqrt{2}}{3} \sqrt{\operatorname{tg}x + C}.$$

### 3. Ситуационная задача

**Задача о скорости размножения бактерий.** Скорость размножения бактерий пропорциональна их количеству. В начальный момент имелось 100 бактерий, в течение трех часов их число удвоилось. Найти зависимость количества бактерий от времени.

Решение. Пусть  $N$  – количество бактерий в момент времени  $t$ . Тогда согласно условию

$$\frac{dN}{dt} = kN,$$

где  $k$  - коэффициент пропорциональности. Уравнение представляет собой уравнение с разделяющимися переменными и его решение имеет вид:

$$N = Ce^{kt},$$

Из начального условия известно, что  $N(0) = 100$ . Следовательно,

$$C = 100 \quad \text{и} \quad N = 100e^{kt}$$

Из дополнительного условия  $N(3) = 200$ . Тогда

$$200 = 100e^{3k}, \quad 2 = e^{3k}, \quad e^k = 2^{1/3}.$$

Таким образом, для искомой функции получаем:

$$N = 100 \cdot 2^{t/3}$$

**Задача об увеличении количества фермента.** В культуре пивных дрожжей быстрота прироста действующего фермента пропорциональна его начальному количеству  $x$ . Первоначальное количество фермента  $a$  в течение часа удвоилось. Найти зависимость  $x(t)$ .

Решение. По условию задачи дифференциальное уравнение процесса имеет вид

$$\frac{dx}{dt} = kx$$

, где  $k$  – коэффициент пропорциональности. Общее решение уравнения (уравнение с разделяющимися переменными) имеет вид:

$$x = Ce^{kt}$$

Постоянную  $C$  найдем из начального условия  $x(0) = a$  :

$$a = Ce^0 = C$$

где  $a$  – начальное количество дрожжей.

Тогда  $x(t) = ae^{kt}$  ,

Известно также, что  $x(1) = 2a$  . Значит

$$2a = ae^{k \cdot 1}$$

, откуда  $e^k = 2$  и окончательно имеем

$$x(t) = a2^t$$

#### 4. задания для групповой работы.

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

2) Ответить на вопросы для самоконтроля

Понятие дифференциального уравнения и его порядка.

Определение решения обыкновенного дифференциального уравнения.

Задача Коши для обыкновенного дифференциального уравнения 1-го порядка. Теорема Коши (без доказательства).

Определение общего решения (общего интеграла) дифференциального уравнения  $y' = f(x, y)$ .

Дифференциальные уравнения первого порядка с разделяющимися переменными.

Решить задачи

1. Решить дифференциальное уравнение  $y' = x^2 \cdot \sqrt[3]{y}$

Решение: Перепишем уравнение как  $\frac{dy}{dx} = x^2 \cdot \sqrt[3]{y}$

Умножим на  $dx$  и разделим на  $\sqrt[3]{y}$ . Разделяя переменные, получим  $\frac{dy}{\sqrt[3]{y}} = x^2 dx$ .

Интегрируем  $\int \frac{dy}{\sqrt[3]{y}} = \int x^2 dx$ . Для приведения к табличному виду преобразуем первый интеграл

$\int y^{\frac{1}{3}} dx = \int x^2 dx$ . Находим в таблице интегралов интеграл от степенной функции и, используя его,

получим  $\frac{y^{-\frac{1}{3}+1}}{-\frac{1}{3}+1} = \frac{x^{2+1}}{2+1}$ .

Общий интеграл уравнения будет  $\frac{3}{2} y^{\frac{2}{3}} = \frac{x^3}{3} + C$ .

2. Решить уравнение  $(1 + x^2) dy - 2xy dx = 0$ . Найти частное решение, удовлетворяющее начальному условию  $y(0) = 1$ .

Решение. Разделим переменные в уравнении.  $(1 + x^2) dy = 2xy dx$ , разделим на  $y(1 + x^2)$ , получим  $\frac{dy}{y} = \frac{2x dx}{1 + x^2}$ , проинтегрируем уравнение  $\int \frac{dy}{y} = \int \frac{2x dx}{1 + x^2}$ ,  $\ln|y| = \ln|1 + x^2| + \ln|C|$ , откуда получаем общее решение  $y = C(1 + x^2)$ .

Чтобы найти частное решение, определим значение  $C$  по начальным условиям  $1 = C(1 + 0)$ ,  $C = 1$ . Следовательно, частное решение имеет вид  $y(x) = 1 + x^2$ .

Замечание. При делении на  $y$  мы могли потерять решение  $y = 0$ . Подставляя  $y = 0$  в исходное уравнение, видим, что это решение, и оно может быть получено из общего при  $C = 0$ .

3. При брожении скорость прироста действующего фермента пропорциональна его имеющейся массе. Через 2 часа после начала брожения масса фермента составила 2 г, а через 3 часа – 3 г. Какова была первоначальная масса фермента?

Решение:

Обозначим через  $t$  – время,  $m = m(t)$  – массу фермента после  $t$  часов после начала брожения. Тогда скорость прироста действующего фермента равна  $m'(t)$ .



По условию скорость роста фермента пропорциональна его массе, поэтому  $m'(t) = k \cdot m(t)$ , где  $k > 0$  - коэффициент пропорциональности. Таким образом, получили дифференциальное уравнение  $\frac{dm}{dt} = k \cdot m$ . Найдем общее решение этого уравнения с разделяющимися переменными

$$\frac{dm}{dt} = k \cdot m; \quad \int \frac{dm}{m} = k \int dt; \quad \ln|m| = k \cdot t + \ln C;$$

$$\ln|m| - \ln C = k \cdot t; \quad \ln\left|\frac{m}{C}\right| = k \cdot t; \quad \frac{m}{C} = e^{kt}; \quad m = Ce^{kt}$$

Полученное равенство выражает зависимость массы фермента  $m$  от времени брожения  $t$ . Чтобы найти содержащиеся в этом равенстве постоянные, используем заданные условия  $m(2) = 2$  и  $m(3) = 3$ .

Подставив эти условия в, получим систему, из которой найдем  $C$  и  $k$

### Самостоятельная внеаудиторная работа обучающихся по теме:

Задания для самостоятельной внеаудиторной работы студентов по указанной теме:

- 1) Ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия с использованием конспектов лекций и/или рекомендуемой учебной литературы.
- 2) Ответить на вопросы для самоконтроля (привести вопросы для самоконтроля)
  1. Понятие дифференциального уравнения первого порядка.
  2. Общее решение дифференциального уравнения.
  3. Частное решение, геометрическая иллюстрация.
  4. Определение уравнения с разделенными переменными, его запись.
  5. Понятие уравнения с разделяющимися переменными и его запись в общем виде.
  6. Алгоритм решения дифференциального уравнения с разделенными и разделяющимися переменными.

Решите дифференциальные уравнения и найдите их частные решения, соответствующие заданным дополнительным условиям:

$$y' = \sqrt{x} \quad \text{при условии: } y(0) = 5;$$

$$y' - \sin x = 0 \quad \text{при условии: } y\left(\frac{\pi}{3}\right) = 2;$$

$$xy' = 5x + y \quad \text{при условии: } y(1) = 1;$$

$$x^2 y' - xy = y^2 \quad \text{при условии: } y(1) = 2.$$

- 3) Проверить свои знания с использованием тестового контроля

См. Кудрявцев В.А., Короткова О.Л., Саввин В.Н., Шишкин Г.П. С 23

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

### 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	Основы высшей математики и математической статистики : учебник для фарм. и мед. вузов.	сост. И. В. Павлушков	2-е изд., испр. - М.: "ГЭОТАР-Медиа", 2012. - 424 с	14	+
2	Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для бакалавров. Базовый курс"	Гмурман В. Е.	12-е изд. - М.: Юрайт, 2013. - 479 с.	32	

3	Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике : учеб. пособие для бакалавров. Базовый курс	Гмурман В. Е.	11-е изд., перераб. и доп. - М.: Юрайт, 2013. - 404 с	1	
4	Математические методы доказательной медицины [Электронный ресурс] : учебное пособие	Короткова О. Л.	Кировский ГМУ. - Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2017. - 180 с	-	ЭБС Кировского ГМУ
5	Сборник тестовых заданий по дисциплинам "Физика, математика", "Медицинская и биологическая физика": учебно-методическое пособие	В. А. Кудрявцев [и др.]	Кировский ГМУ. - Киров: Кировский ГМУ, 2018. - 94 с	95 - Чит. Зал(1), Уч. Аб.(94)	+
6	Медицинская и биологическая физика: учебник	Ремизов А. Н.	4-е изд., испр. и перераб. - М.: "ГЭОТАР-Медиа", 2016. - 656 с.: ил. 2018 г.	100 - Чит. Зал(1), Уч. Аб.(99). 170	ЭБС Консультант студента
7	Сборник задач по медицинской и биологической физике : учеб. пособие для вузов	А. Н. Ремизов, А. Г. Максина.	4-е изд., стер. - М.: Дрофа, 2010. - 189 с.: рис. - (Высшее образование	1 - Науч. Аб.(1).	+

### Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор(ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров в библиотеке	Наличие в ЭБС
1	2	3	4	5	6
1	Практические занятия по математике : учеб. пособие для бакалавров / Н. В. Богомолов. - 11-е изд.	Богомолов Н. В.	М. : Юрайт, 2012. - 495 с. - (Сер. "Бакалавр")	30	
2	Математика : учебник для бакалавров / Н. В. Богомолов, П. И. Самойленко.	Богомолов Н. В.	М. : Юрайт, 2012. - 396 с. - (Сер. "Бакалавр")	30	
3	Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие	Мхитарян В. С.	2-е изд., перераб. и доп. - М. : Синергия, 2013. - 332 с	1 - Чит. зал(1).	
4	Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для бакалавров	Гмурман В. Е.	12-е изд. - М. : Юрайт, 2013. - 479 с. - (Сер. "Бакалавр. Базовый курс")	Экземпляры: всего:32 - ФЭТ(32).	
5	Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для студентов мед. вузов	сост.: В. А. Кудрявцев, О. Л. Короткова, О. И. Шилов. -	ГОУ ВПО Кировская ГМА Киров, 2007. - 272 с	Экземпляры: всего:387 - Чит. Зал(1), Уч. Аб.(386).	
6	Физика и биофизика : курс лекций для студентов мед. вузов / В. Ф. Антонов, А. В. Коржуев	Антонов В. Ф.	240 с. : ил.3-е изд., перераб. и доп. - М. : "ГЭОТАР-Медиа", 2007	Экземпляры: всего:135 - Уч. Аб.(135).	ЭБС Консультант студента
7	Математика : учебник для студ. фармацевт. и мед. вузов	Греков Е. В.	М. : "ГЭОТАР-Медиа", 2015	1 - Чит. Зал(1).	ЭБС Консультант студента
8	Математика [Электронный ресурс] : учебник	В.П. Омельченко.	М. : ГЭОТАР-Медиа, 2017. - (ЭБС «Консультант студента»)		ЭБС Консультант студента

9	Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие для студ. мед.вузов	сост. В.А.Кудрявцев, О.Л. Короткова, О.И.Шилов, П.Г.Чупраков.	Киров: Кировская ГМА, 2007	385	
10	Основы высшей математики и математической статистики: учебник	И.В. Павлушков и др.	М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. - 432 с.: ил.		ЭБС «Консультант студента»).
11	Медицинская и биологическая физика: курс лекций с задачами: учеб. пособие для вузов с компакт-диском	В. Н. Федорова, Е. В. Фаустов. - М.	ГЭОТАР-Медиа", 2009. - 592 с	Экземпляры: всего:5 - Чит. Зал(2), Науч. Аб.(3).	ЭБС «Консультант студента»).
12	Физика с элементами биофизики: учебник для вузов	Е. Д. Эйдельман. - М.	"ГЭОТАР-Медиа", 2013. - 512 с.: ил.	Экземпляры: всего:15 - Уч. Аб.(15).	ЭБС «Консультант студента»
13	Физика и биофизика [Электронный ресурс]: учебник. 2-е изд., испр. и доп.	В. Ф. Антонов, Е. К. Козлова, А. М. Черныш.	М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013, 2014, 2015.	1	ЭБС «Консультант студента»
14	Физика и биофизика. Руководство к практическим занятиям [Электронный ресурс]: учебное пособие	Антонов В.Ф., Черныш А.М., Козлова Е.К., Коржув А.В.	М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013	1	ЭБС «Консультант студента»

## Раздел 2. Основы теории вероятностей и математической статистики. Обработка результатов эксперимента.

### Тема: Вероятность случайных событий

**Цель:** способствовать овладению студентами-медиками аппаратом вероятностных событий, необходимым для решения теоретических и практических задач доказательной медицины.

#### Задачи изучения дисциплины:

приобретение студентами методологической направленности, существенной для решения проблем доказательной медицины;

формирование у студентов логического мышления, умения точно формулировать задачу, способность вычленять главное и второстепенное, умения делать выводы на основании полученных результатов измерений;

обучение студентов методам теории вероятностей, которые применяются в медицине и позволяют извлекать необходимую информацию из результатов наблюдений и измерений, оценивать степень надежности полученных данных;

формирование навыков проведения исследовательского эксперимента;

формирование навыков изучения научной литературы.

#### Обучающийся должен знать:

Универсальность характера математических рассуждений, их применимость во всех областях человеческой деятельности. Возможность построения математической модели для описания процессов окружающего мира. Основные понятия, определения и теоремы по указанной теме.

Вероятностный характер различных процессов окружающего мира;

#### Обучающийся должен уметь:

Вычислять вероятность случайных событий и средние величины;

проводить вычисления, включая округление и оценку (прикидку) результатов действий использовать для подсчетов известные формулы; проводить доказательные рассуждения в ходе решения

задач.

### **Обучающийся должен владеть:**

Умением извлекать и интерпретировать информацию, представленную в различной форме (таблиц, диаграмм, графиков, схем и др.);

Умением использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни для решения прикладных задач.

понятийным аппаратом основ математического анализа, правильным письмом при решении задач.

### **Самостоятельная аудиторная работа обучающихся по теме:**

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

Классификация случайных событий.

Классическое определения вероятности. Непосредственный подсчет вероятности.

Частота и относительная частота повторения событий. Статистическое определения вероятности.

Несовместные и совместные события. Теорема сложения вероятностей.

Зависимые и независимые события. Понятие условной вероятности. Терма умножения вероятностей.

Полная система событий. Противоположные события. Соотношение между вероятностями противоположных событий.

Формулы полной вероятности и Байеса.

Повторные независимые испытания. Формула Бернулли и ее следствия.

#### **2. Практическая работа.**

##### **Решить задачи**

1. Все натуральные числа от 1 до 30 записаны на одинаковых карточках и помещены в урну. После перемешивания из урны извлекается одна карточка. Какова вероятность того, что число на взятой карточке окажется кратным 5, 4, 3?

Решение: Обозначим через  $A$  событие «число на взятой карточке кратно 5». В данном испытании имеется 30 равновозможных элементарных исходов, из которых событию  $A$  благоприятствуют 6 исходов (числа 5, 10, 15, 20, 25, 30). Следовательно

$$P(A) = 6/30 = 0,2$$

2. Сколькими способами можно выбрать три лица на три одинаковые должности из 10 кандидатов?

Решение: В соответствии с формулой для числа сочетаний  $C$  (а в данном случае речь идет именно о сочетаниях, поскольку нужно определить число возможных комбинаций по 3 элемента в каждой из 10 имеющихся в наличии, не взирая на порядок следования этих элементов внутри комбинации), находим

$$C_{10}^3 = \frac{10!}{3!(10-3)!} = \frac{10!}{3!7!} = \frac{1*2*3*4*5*6*7*8*9*10}{(1*2*3)(1*2*3*4*5*6*7)} = \frac{8*9*10}{1*2*3} = 120.$$

3. В ящике находится 15 красных, 9 синих и 6 зеленых шаров. Наугад извлекают 6 шаров. Найти вероятность того, что вынуты 1 зеленый, 2 синих и 3 красных шара.

Решение: В ящике всего 30 шаров. При данном испытании число всех равновозможных элементарных исходов будет  $C_{30}^6$ . Подсчитаем число элементарных исходов, благоприятствующих событию  $A$ . Три красных шара из 15 можно выбрать  $C_{15}^3$  способами, два синих шара из 9 возможных

можно выбрать  $C_9^2$  способами, один зеленый из 6 -  $C_6^1$  способами. Следовательно, в силу принципа произведения в комбинаторике, число исходов, благоприятствующих событию  $A$ , будет  $m = C_{15}^3 * C_9^2 * C_6^1$ .

По формуле непосредственного подсчета вероятностей получаем

$$P(A) = \frac{C_{15}^3 * C_9^2 * C_6^1}{C_{30}^6} = \frac{24!15!9!6!6!}{30!12!7!5!3!2!} = \frac{24}{145} = 0,165.$$

4. В магазин привозят товары от трех поставщиков: первый привозит 20%, второй - 30% и третий - 50% всего поступающего товара. Известно, что 10% товара первого поставщика высшего сорта, для второго и третьего поставщика эти значения равны 5% и 20%. Найти вероятность того, что случайно выбранный товар окажется высшего сорта.

Решение. Обозначим через  $A$  событие, заключающееся в том, что будет выбран товар высшего сорта. Введем гипотезы  $B_1, B_2, B_3$ , заключающиеся в выборе товара, поступившего соответственно от первого, второго и третьего поставщика. По условию известно,

$$P(B_1) = 0,2, P(B_2) = 0,3, P(B_3) = 0,5,$$

что

$$P_{B_1}(A) = 0,1, P_{B_2}(A) = 0,05, P_{B_3}(A) = 0,2.$$

Применяем формулу полной вероятности:

$$P(A) = P(B_1)P_{B_1}(A) + P(B_2)P_{B_2}(A) + P(B_3)P_{B_3}(A) = 0,2 \times 0,1 + 0,3 \times 0,05 + 0,5 \times 0,2 = 0,135.$$

5. Имеются три одинаковых конверта. В первом конверте 15 контрольных работ по информатике, во втором - 10 контрольных работ по информатике и 5 контрольных работ по математике, в третьем - 15 контрольных работ по математике. Из выбранного наугад конверта вынули контрольную работу по информатике. Найти вероятность того, что контрольная работа взята из первого конверта ( $A$ ).

Из условия задачи имеем:

$B_1$  - событие, выбор 1 конверта;  $B_2$  -, выбор 2 конверта;  $B_3$  -, выбор 3 конверта.

Так как выбор каждого конверта равновероятен, то имеем  $P(B_1) = P(B_2) = P(B_3) = 1/3$ .

Соответственно вероятность выбора контрольной работы из 1, 2 и 3-го конвертов равна:

$$P(A/B_1) = \frac{15}{15} = 1, P(A/B_2) = \frac{10}{15} = \frac{2}{3}, P(A/B_3) = \frac{0}{15} = 0$$

Тогда вероятность выбора контрольной работы из первого конверта равна:

$$P(B_1/A) = \frac{P(B_1)P(A/B_1)}{\sum_{j=1}^n P(A/B_j)P(B_j)} = \frac{\frac{1}{3} \cdot 1}{\frac{1}{3} \cdot 1 + \frac{1}{3} \cdot \frac{2}{3} + \frac{1}{3} \cdot 0} = 0,6$$

### 3. Решить ситуационные задачи

Алгоритм разбора задач

Абсолютно одинакового алгоритма для всех задач не существует. Одинаковым является только анализ задачи с поиском (выбором) соответствующих условиям задачи законов и формул.

Примеры задач с разбором по алгоритму

**Пример 1.** а) В урне находится 2 чёрных и 8 белых шаров – всего  $n=10$ . Определить вероятность того, что наугад вынутый шар будет чёрным.

Решение: Пусть событие  $A$  – вынуть чёрный шар. Число случаев, благоприятствующих появлению события  $A \rightarrow m_A=2$ , число всех возможных элементарных исходов испытания  $n=10$ . Согласно формуле (1.1)

$$P(A) = \frac{m_A}{n} = \frac{2}{10} = 0,2$$

б) Определить вероятность выпадения цифры 4 при бросании игральной кости (см. пример 1.8).

Решение: Пусть событие  $A$  – выпадение цифры 4 при испытании (броске кубика). Число элементарных исходов  $n=6$  (по числу граней кубика). Число благоприятствующих исходов –  $m_A=1$ .

Тогда, согласно формуле (1.1), имеем:

$$P = \frac{m_A}{n} = \frac{1}{6}$$

**Пример 2.** Для контрольной работы по высшей математике было приготовлено три группы задач: в первой I – 40 задач на дифференцирование, во второй II – 40 задач на интегрирование и в третьей III – 20 задач на составление дифференциальных уравнений. Какова вероятность того, что студент решит первую наугад взятую задачу, если он подготовился и умеет решать 30 задач на дифференцирование, 20 задач на интегрирование и 6 задач на составление дифференциальных уравнений?

*Решение.*

Пусть событие  $A$  – студент решил первую, наугад взятую задачу из совокупности I+II+III.

Тогда можно предположить следующие варианты развития событий (гипотезы):

или  $H_1$  – ему предложена задача из первой группы и произошло событие  $A$  (он её решил);

или  $H_2$  – ему предложена задача из второй группы и  $A$ ;

или  $H_3$  – ему предложена задача из третьей группы и  $A$ .

Вероятность наступления события ( $A$ ) при осуществлении одной из этих гипотез:

$$\text{первой гипотезы: } P(H_1 \text{ и } A) = P(H_1) \cdot P_{H_1}(A) = \left(\frac{1}{3}\right) \cdot \left(\frac{30}{40}\right) = \frac{1}{4};$$

$$\text{второй гипотезы: } P(H_2 \text{ и } A) = P(H_2) \cdot P_{H_2}(A) = \left(\frac{1}{3}\right) \cdot \left(\frac{20}{40}\right) = \frac{1}{6};$$

$$\text{третьей гипотезы: } P(H_3 \text{ и } A) = P(H_3) \cdot P_{H_3}(A) = \left(\frac{1}{3}\right) \cdot \left(\frac{6}{20}\right) = \frac{1}{10}.$$

По условию событие  $A$  может произойти в результате осуществления хотя бы одной из возможных несовместных гипотез: или  $H_1$ , или  $H_2$ , или  $H_3$ , тогда вероятность осуществления события  $A$  может быть найдена с использованием выражения (1.17):

$$P(A) = P(H_1) \cdot P_{H_1}(A) + P(H_2) \cdot P_{H_2}(A) + P(H_3) \cdot P_{H_3}(A) = \frac{1}{4} + \frac{1}{6} + \frac{1}{10} = \frac{31}{60}.$$

**Пример 3.** Собрание, на котором присутствует 25 человек, из которых пять женщин, выбирает делегацию из 3 человек. Считая, что каждый из присутствующих с одинаковой вероятностью может быть избран, найти вероятность того, что в делегацию войдут две женщины.

*Решение:* Пусть событие  $A$  состоит в том, что в состав делегации избраны две женщины и один мужчина. Тогда, согласно определению 1.10, для нахождения вероятности события  $P(A)$  необходимо:

найти  $n$  – число несовместных равновозможных случаев;

$m$  – число случаев, благоприятствующих событию  $A$ .

На основании определения 2.4 и теоремы 2.2 для:

$$n, \text{ имеем: } n = C_{25}^3 = \frac{25!}{3! \cdot 22!} = 2300;$$

$$m, \text{ имеем: } m = C_5^2 \cdot C_{20}^1 = \frac{5!}{2! \cdot 3!} \cdot \frac{20!}{1! \cdot 19!} = 10 \cdot 20 = 200$$

Таким образом, искомая вероятность:

$$P(A) = \frac{C_5^2 \cdot C_{20}^1}{C_{25}^3} = \frac{200}{2300} \approx 0,087$$

**Пример 4.** Вероятность появления колонии микроорганизмов определённого вида в питательной среде, находящейся в каждой из шести пробирок, постоянна  $p=0,7$ . Составить закон распределения вероятностей появления колонии микроорганизмов в пробирках.

*Решение.* Вероятность события  $A$  – появления колонии микроорганизмов в отдельной пробирке постоянна и равна:  $p=0,7$ . Тогда  $q=1-p=0,3$ .

При этом отдельное значение  $x_i$  случайной величины  $X$  заключается в том, что при проверке колония может быть обнаружена или в  $x_0=0$ , или в  $x_1=1$ , или в  $x_2=2$ , или в  $x_3=3$ , или в  $x_6=6$  пробирках. Условие данной задачи полностью соответствует схеме Бернулли, следовательно, для нахождения вероятностей этих возможностей воспользуемся формулой (2.6):

$$P_n(x_i) = C_n^{x_i} \cdot p^{x_i} \cdot q^{n-x_i} = \frac{n!}{x_i! \cdot (n-x_i)!} \cdot p^{x_i} \cdot q^{n-x_i}$$

Откуда:

$$P_6(0) = 0,3^6 = 0,0007;$$

$$P_6(1)=6 \cdot 0,7^1 \cdot 0,3^5=0,01;$$

$$P_6(2)=15 \cdot 0,7^2 \cdot 0,3^4=0,057;$$

$$P_6(3)=20 \cdot 0,7^3 \cdot 0,3^3=0,18;$$

$$P_6(4)=15 \cdot 0,7^4 \cdot 0,3^2=0,32;$$

$$P_6(5)=6 \cdot 0,7^5 \cdot 0,3^1=0,30;$$

$$P_6(6)=0,7^6=0,11.$$

случайной величины  $X$  сначала возрастают, затем убывают, а значение  $x_i \approx \mu$  является наиболее вероятным.

#### 4. Задания для групповой работы

1. В партии из 15 деталей имеются 10 стандартных. Наудачу отобрано 5 деталей. Найти вероятность того, что среди отобранных ровно 3 стандартные детали.
  2. Партия изделий содержит 5% брака. Найти вероятность того, что среди вынутых наугад 4-х изделий окажется 2 бракованных.
  3. В ящике имеется 20 деталей, из которых 15 окрашено. Наудачу извлечены 4 детали. Найти вероятность того, что извлеченные детали окажутся окрашенными.
  4. Игральная кость бросается 5 раз. Найти вероятность того, что 3 очка выпадут 2 раза.
- В семье 5 детей. Найти вероятность того, что среди них 3 девочки, если вероятность рождения девочки равна 0,49.

#### Самостоятельная внеаудиторная работа обучающихся по теме:

Задания для самостоятельной внеаудиторной работы студентов по указанной теме:

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

2) Ответить на вопросы для самоконтроля

1. Понятие об испытании и случайном событии. Пространство элементарных событий.
2. Случайные события, классификация, операции над случайными событиями.
3. Частота случайного события, её свойства.
4. Алгебра случайных событий. Аксиомы теории вероятностей.
5. Классическая вероятностная модель.
6. Свойства вероятности случайного события.
7. Зависимые и независимые случайные события. Условная вероятность, её свойства.
8. Правило умножения вероятностей.
9. Формула полной вероятности.
10. Формула Байеса.
11. Схема и формула Бернулли.

3) Проверить свои знания с использованием тестового контроля

1 Раздел математики, изучающий случайные события, случайные величины, их свойства и операции над ними:

- а) теория случайных цифр
- б) теория величин
- в) теория вероятностей +

2. Проводится  $n$  независимых испытаний, в которых вероятность наступления события  $A$  равна  $p$ . Вероятность того, что событие  $A$  наступит  $M$  раз, вычисляется по формуле Бернулли:

- а) нет
- б) да +
- в) по формуле Байеса

3. Условной вероятностью события  $B$  при условии, что событие  $A$  с ненулевой вероятностью произошло, называется:

- а)  $p(B/A) = p(AB) / p(B)$

- б)  $p(B/A) = p(AB) p(A)$   
в)  $p(B/A) = p(AB) / p(A) +$

4. Выпущено 100 лотерейных билетов, причем установлены призы, из которых 8 по 1 руб., 2 – по 5 руб. и 1 – 10 руб. Найдите вероятности  $p_0$  (билет не выиграл),  $p_1$  (билет выиграл 1 руб.),  $p_5$  (билет выиграл 5 руб.) и  $p_{10}$  (билет выиграл 10 руб.) событий:

- а)  $p_0=0.89$ ;  $p_1=0.08$ ;  $p_5=0.02$ ;  $p_{10}=0.01 +$   
б)  $p_0=0.9$ ;  $p_1=0.08$ ;  $p_5=0.02$ ;  $p_{10}=0.01$   
в)  $p_0=0.89$   $p_1=0.08$ ;  $p_5=0.01$ ;  $p_{10}=0.02$

5. Стрелок попадает в цель в среднем в 8 случаях из 10. Найдите вероятность, что, сделав три выстрела, он два раза попадет:

- а) 0.314  
б) 0.324  
в) 0.384 +

6. Станок-автомат производит изделия трех сортов. Первого сорта – 80%, второго – 15%. Определите вероятность того, что наудачу взятое изделие будет или второго, или третьего сорта:

- а) 0.8  
б) 0.2 +  
в) 0.95

7. Человеку, достигшему 20-летнего возраста, вероятность умереть на 21-м году жизни равна 0,01. Найдите вероятность того, что из 200 застраховавшихся человек в возрасте 20-ти лет один умрет через год:

- а) 0.256  
б) 0.246  
в) 0.271 +

8. Для проверки на всхожесть было посеяно 2000 семян, из которых 1700 проросло. Определите вероятность  $p$  прорастания отдельного семени в этой партии и количество семян в среднем (назовем это число  $M$ ), которое взойдет из каждой тысячи посеянных:

- а)  $p=0.85$ ;  $M=850 +$   
б)  $p=0.15$ ;  $M=150$   
в)  $p=17/20$ ;  $M=750$

9. Два стрелка стреляют по мишени. Вероятность попадания в цель у одного стрелка 0.7, у другого – 0.8. Найти вероятность того, что цель будет поражена:

- а) 0.85  
б) 0.96  
в) 0.94 +

10. Студенту предлагают 6 вопросов и на каждый вопрос 4 ответа, из которых один верный, и просят дать верные ответы. Студент не подготовился и выбирает ответы наугад. Найдите вероятность того, что он правильно ответит ровно на половину вопросов (С точностью до 3-х знаков после запятой):

- а) 0.164  
б) 0.132 +  
в) 0.144

11. В круг радиусом 20 см помещен меньший круг радиусом 10 см так, что их центры совпадают. Найти вероятность того, что точка, наудачу брошенная в большой круг, попадет также и в кольцо,



образованное построенными окружностями. Предполагается, что вероятность попадания точки в круг пропорциональна площади круга и не зависит от его расположения:

- а) 0.75 +
- б) 0.075
- в) 0.5

12. События А и В называются несовместными, если:

- а)  $P(AB)=1$
- б)  $P(AB)=0$  +
- в)  $P(AB)=P(A)+P(B)$

13. Изделия изготавливаются независимо друг от друга. В среднем одно изделие из ста оказывается бракованным. Найдите вероятность того, что из двух взятых наугад изделий окажутся неисправными оба:

- а) 0.0001 +
- б) 0.001
- в) 0.01

14. Рабочий обслуживает три станка. Вероятность того, что в течение часа станок потребует внимания рабочего, равна для первого станка 0.1, для второго – 0.2 и для третьего – 0.15. Найти вероятность того, что в течение некоторого часа хотя бы один из станков потребует внимания рабочего:

- а) 0.935
- б) 0.635
- в) 0.388 +

15. Два стрелка стреляют по разу в общую цель. Вероятность попадания в цель у одного стрелка 0.8, у другого – 0.9. Найти вероятность того, что цель не будет поражена ни одной пулей:

- а) 0.02 +
- б) 0.96
- в) 0.46

16. Вероятность того, что дом может сгореть в течение года, равна 0.01. Застраховано 500 домов. Определите асимптотическое приближение, чтобы сосчитать вероятность того, что сгорит не более 5 домов:

- а) локальной формулой Муавра-Лапласа
- б) распределением Пуассона +
- в) интегральной формулой Муавра-Лапласа

17. Производится  $n$  независимых испытаний, в которых вероятность наступления события А равна  $p$ ,  $n$  велико. Вероятность того, что событие А наступит  $m$  раз, вычисляется по формуле или используются асимптотические приближения:

- а) вычисляется по формуле Бернулли
- б) по формуле Байеса
- в) используются асимптотические приближения +

18. Если имеется группа из  $n$  несовместных событий  $H_i$ , в сумме составляющих все пространство, и известны вероятности  $P(H_i)$ , а событие А может наступить после реализации одного из  $H_i$  и известны вероятности  $P(A/H_i)$ , то  $P(A)$  вычисляется по формуле:

- а) Муавра-Лапласа
- б) Полной вероятности +
- в) Бернулли

19.  $X$  и  $Y$  – независимы.  $DX = 5$ ,  $DY = 2$ . Используя свойства дисперсии, найдите  $D(2X+3Y)$ :

- а) 76
- б) 19
- в) 38 +

20. В пирамиде 5 винтовок, 3 из которых снабжены оптическим прицелом. Вероятность попадания для стрелка при выстреле из винтовки с оптическим прицелом равна 0.95, из обычной винтовки – 0.7. Стрелок наудачу берет винтовку и стреляет. Найти вероятность того, что мишень будет поражена:

- а) 0.8
- б) 0.85 +
- в) 0.45

21. Два стрелка стреляют по разу в общую цель. Вероятность попадания в цель у одного стрелка 0.6, у другого – 0.7. Найти вероятность того, что цель будет поражена двумя пулями:

- а) 0.42 +
- б) 0.96
- в) 0.56

22. Бросается 5 монет. Найдите вероятность того, что три раза выпадет герб:

- а) 15/32
- б) 5/16 +
- в) 17/32

23. Лампочки изготавливаются независимо друг от друга. В среднем одна лампочка из тысячи оказывается бракованной. Найдите вероятность того, что из двух взятых наугад лампочек окажутся исправными обе:

- а) 0.9
- б) 0.98
- в) 0.998001 +

24. Прибор состоит из двух элементов, работающих независимо. Вероятность выхода из строя первого элемента при включении прибора – 0.05, второго – 0.08. Найти вероятность того, что при включении прибора оба элемента будут работать:

- а) 0.806
- б) 0.874 +
- в) 0.928

25. Теннисист идет на игру. Если ему дорогу перебежит черная кошка, то вероятность победы 0,2; если не перебежит, то – 0,7. Вероятность, что кошка перебежит дорогу – 0,1; что не перебежит – 0,9. Вероятность победы:

- а)  $0,1 \cdot 0,8 + 0,9 \cdot 0,3$
- б)  $0,1 \cdot 0,2 + 0,9 \cdot 0,7$
- в)  $0,1 \cdot 0,2 + 0,9 \cdot 0,7$  +

26. Быстро вращающийся диск разделен на четное число равных секторов, попеременно окрашенных в белый и черный цвет. По диску произведен выстрел. Найти вероятность того, что пуля попадет в один из белых секторов. Предполагается, что вероятность попадания пули в плоскую фигуру пропорциональна площади этой фигуры:

- а) 0.25
- б) 0.5 +
- в) 0.75

27. Изделия изготавливаются независимо друг от друга. В среднем одно изделие из ста оказывается бракованным. Найдите вероятность того, что из 200 взятых наугад изделий 2 окажутся неисправными:

- а) 0.271 +  
 б) 0.01  
 в) 0.024

### 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	Основы высшей математики и математической статистики : учебник для фарм. и мед. вузов.	сост. И. В. Павлушков	2-е изд., испр. - М.: "ГЭОТАР-Медиа", 2012. - 424 с	14	+
2	Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для бакалавров. Базовый курс"	Гмурман В. Е.	12-е изд. - М.: Юрайт, 2013. - 479 с.	32	
3	Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике : учеб. пособие для бакалавров. Базовый курс	Гмурман В. Е.	11-е изд., перераб. и доп. - М.: Юрайт, 2013. - 404 с	1	
4	Математические методы доказательной медицины [Электронный ресурс] : учебное пособие	Короткова О. Л.	Кировский ГМУ. - Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2017. - 180 с	-	ЭБС Кировского ГМУ
5	Сборник тестовых заданий по дисциплинам "Физика, математика", "Медицинская и биологическая физика": учебно-методическое пособие	В. А. Кудрявцев [и др.]	Кировский ГМУ. - Киров: Кировский ГМУ, 2018. - 94 с	95 - Чит. Зал(1), Уч. Аб.(94)	+
6	Медицинская и биологическая физика: учебник	Ремизов А. Н.	4-е изд., испр. и перераб. - М.: "ГЭОТАР-Медиа", 2016. - 656 с.: ил. 2018 г.	100 - Чит. Зал(1), Уч. Аб.(99). 170	ЭБС Консультант студента
7	Сборник задач по медицинской и биологической физике : учеб. пособие для вузов	А. Н. Ремизов, А. Г. Максина.	4-е изд., стер. - М.: Дрофа, 2010. - 189 с.: рис. - (Высшее образование	1 - Науч. Аб.(1).	+

### Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор(ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров в библиотеке	Наличие в ЭБС
1	2	3	4	5	6
1	Практические занятия по математике : учеб. пособие для бакалавров / Н. В. Богомолов. - 11-е изд.	Богомолов Н. В.	М. : Юрайт, 2012. - 495 с. - (Сер. "Бакалавр")	30	
2	Математика : учебник для бакалавров / Н. В. Богомолов, П. И. Самойленко.	Богомолов Н. В.	М. : Юрайт, 2012. - 396 с. - (Сер. "Бакалавр")	30	
3	Теория вероятностей и математическая статистика:	Мхитарян В. С.	2-е изд., перераб. и доп. - М. : Синергия, 2013. - 332 с	1 - Чит. зал(1).	

	учебное пособие				
4	Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для бакалавров	Гмурман В. Е.	12-е изд. - М. : Юрайт, 2013. - 479 с. - (Сер. "Бакалавр. Базовый курс")	Экземпляры: всего:32 - ФЭТ(32).	
5	Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для студентов мед. вузов	сост.: В. А. Кудрявцев, О. Л. Короткова, О. И. Шилов. -	ГОУ ВПО Кировская ГМА Киров, 2007. - 272 с	Экземпляры: всего:387 - Чит. Зал(1), Уч. Аб.(386).	
6	Физика и биофизика : курс лекций для студентов мед. вузов / В. Ф. Антонов, А. В. Коржуев	Антонов В. Ф.	240 с. : ил.3-е изд., перераб. и доп. - М. : "ГЭОТАР-Медиа", 2007	Экземпляры: всего:135 - Уч. Аб.(135).	ЭБС Консультант студента
7	Математика : учебник для студ. фармацевт. и мед. вузов	Греков Е. В.	М. : "ГЭОТАР- Медиа", 2015	1 - Чит. Зал(1).	ЭБС Консультант студента
8	Математика [Электронный ресурс] : учебник	В.П. Омельченко.	М. : ГЭОТАР-Медиа, 2017. - (ЭБС «Консультант студента»)		ЭБС Консультант студента
9	Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие для студ. мед.вузов	сост. В.А.Кудрявцев, О.Л. Короткова, О.И.Шилов, П.Г.Чупраков.	Киров: Кировская ГМА, 2007	385	
10	Основы высшей математики и математической статистики: учебник	И.В. Павлушков и др.	М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. - 432 с.: ил.		ЭБС «Консультант студента»).
11	Медицинская и биологическая физика: курс лекций с задачами: учеб. пособие для вузов с компакт-диском	В. Н. Федорова, Е. В. Фаустов. - М.	ГЭОТАР-Медиа", 2009. - 592 с	Экземпляры: всего:5 - Чит. Зал(2), Науч. Аб.(3).	ЭБС «Консультант студента»).
12	Физика с элементами биофизики: учебник для вузов	Е. Д. Эйдельман. - М.	"ГЭОТАР-Медиа", 2013. - 512 с.: ил.	Экземпляры: всего:15 - Уч. Аб.(15).	ЭБС «Консультант студента»
13	Физика и биофизика [Электронный ресурс]: учебник. 2-е изд., испр. и доп.	В. Ф. Антонов, Е. К. Козлова, А. М. Черныш.	М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013, 2014, 2015.	1	ЭБС «Консультант студента»
14	Физика и биофизика. Руководство к практическим занятиям [Электронный ресурс]: учебное пособие	Антонов В.Ф., Черныш А.М., Козлова Е.К., Коржуев А.В.	М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013	1	ЭБС «Консультант студента»

## Раздел 2. Основы теории вероятностей и математической статистики. Обработка результатов эксперимента.

### Тема. Случайные величины

**Цель:** способствовать овладению студентами-медиками аппаратом вероятностных событий, необходимым для решения теоретических и практических задач доказательной медицины.

### Задачи изучения дисциплины:

приобретение студентами методологической направленности, существенной для решения проблем

доказательной медицины;

формирование у студентов логического мышления, умения точно формулировать задачу, способность вычленять главное и второстепенное, умения делать выводы на основании полученных результатов измерений;

обучение студентов методам теории вероятностей, которые применяются в медицине и позволяют извлекать необходимую информацию из результатов наблюдений и измерений, оценивать степень надежности полученных данных;

формирование навыков проведения исследовательского эксперимента;

формирование навыков изучения научной литературы.

#### **Обучающийся должен знать:**

Законы математической статистики. Возможность построения математической модели для описания процессов окружающего мира;

#### **Обучающийся должен уметь:**

Обрабатывать статистические данные, проводить вычисления, включая округление и оценку (прикидку) результатов действий использовать для подсчетов известные формулы; проводить доказательные рассуждения в ходе решения задач.

#### **Обучающийся должен владеть:**

Умением извлекать и интерпретировать статистическую информацию, представленную в различной форме (таблиц, диаграмм, графиков, схем и др.);

Умением использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни для решения прикладных задач. Понятийным аппаратом математических методов доказательной медицины.

#### **Самостоятельная аудиторная работа обучающихся по теме:**

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

1. Понятие случайной величины. Дискретная случайная величина. Закон распределения дискретной случайной величины. Функция распределения дискретной случайной величины.
2. Математическое ожидание дискретной случайной величины. Свойства математического ожидания. Дисперсия дискретной случайной величины и ее свойства.
3. Основные законы распределения вероятностей дискретной случайной величины: Бернулли, биномиальное, геометрическое, распределение Пуассона, (гипергеометрическое)
4. Функция распределения вероятностей непрерывной случайной величины и ее свойства.
5. Плотность распределения вероятностей непрерывной случайной величины и ее свойства.
6. Математическое ожидание и дисперсия непрерывной случайной величины.
7. Числовые характеристики случайной величины: центральные и начальные моменты, среднее квадратическое отклонение, мода и медиана, асимметрия и эксцесс, квантиль, процентная точка.
8. Основные законы распределения непрерывной случайной величины: нормальный, логнормальный, равномерный, показательный.
9. Законы распределения вероятностей, используемые в математической статистике: хи-квадрат, Стьюдента, Фишера.
10. Закон больших чисел.
11. Центральная предельная теорема. Общий и частный случаи. Интегральная и локальная теорема Лапласа.
12. Генеральная совокупность и выборка. Варианта и вариационный ряд. Статистическое распределение выборки. Эмпирическая функция распределения. Полигон частот. Ги-

стограмма частот. Выборочная плотность распределения. Выборочная средняя и выборочная дисперсия.

13. Поведение выборочных характеристик в нормальной генеральной совокупности.
14. Статистические оценки: состоятельность, несмещенность, эффективность. Достаточные условия состоятельности. Измерение эффективности.
15. Метод максимального правдоподобия. Построения точечной оценки параметра распределения. Ее свойства.
16. Метод моментов построения точечной оценки параметра распределения. Ее свойства.
17. Интервальная оценка. Доверительный интервал. Доверительная вероятность. Приближенный подход к доверительному оцениванию на основе асимптотической нормальности.
18. Точный подход к доверительному оцениванию. Требования к используемой статистике. Построение доверительного интервала для математического ожидания нормальной генеральной совокупности.
19. Проверка статистических гипотез: основная и конкурирующая гипотеза, критическая статистика и критическая область. Ошибки первого и второго рода, уровень значимости и мощность критерия.
20. Связь между доверительным оцениванием и проверкой гипотез.
21. Регрессионный и корреляционный анализ. Выборочное уравнение регрессии.

### 3. Решить ситуационные задачи

Цель:

Студент должен знать: алгоритм построения, например [гистограммы](#)

Уметь: использовать алгоритм построения гистограмм для решения конкретной задачи.

Владеть: практическими навыками решения задач по математической статистике, в том числе с использованием при необходимости справочных материалов, калькулятора, компьютера.

Задачи:

Воспитывающая: Знание основных понятий математической статистики потребуется при освоении курсов: общественное здоровье и здравоохранение, общая и коммунальная гигиена с экологией и других специальных и профессиональных дисциплин.

Задача. Измерение роста детей младшей группы детского сада представлено выборкой: 92, 96, 95, 96, 94, 97, 98, 94, 95, 96. Найдем некоторые характеристики этой выборки.

#### Решение

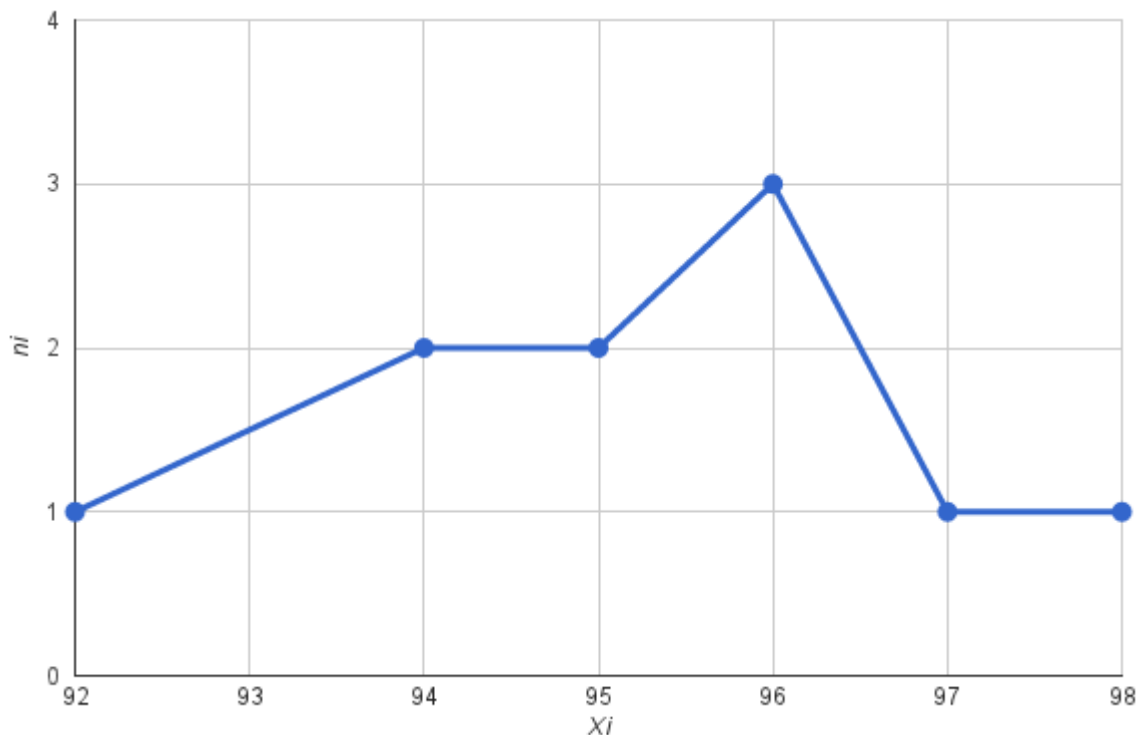
Размер выборки (число измерений;  $N$ ): 10. Наименьшее значение выборки: 92. Наибольшее значение выборки: 98. Размах выборки:  $98 - 92 = 6$ . Запишем ранжированный ряд (варианты в порядке возрастания): 92, 94, 94, 95, 95, 96, 96, 96, 97, 98. Сгруппируем ряд и запишем в таблицу (каждой варианту поставим в соответствие число ее появлений):

$x_i$	92	94	95	96	97	98	$N$
$n_i$	1	2	2	3	1	1	10

Вычислим относительные частоты и накопленные частоты, результат запишем в таблицу:

$x_i$	92	94	95	96	97	98	Итого
$n_i$	1	2	2	3	1	1	10
$W_i = \frac{n_i}{n}$	0,1	0,2	0,2	0,3	0,1	0,1	1
Накопленные частоты	1	3	5	8	1	10	

Построим полигон частот выборки (отметим на графике варианты по оси ОХ, частоты по оси ОУ, соединим точки линией).



Выборочную среднюю и дисперсию вычислим по формулам (соответственно):

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n x_i n_i; \quad D = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 n_i.$$

$$\bar{x} = \frac{92 \cdot 1 + 94 \cdot 2 + 95 \cdot 2 + 96 \cdot 3 + 97 \cdot 1 + 98 \cdot 1}{10} = \frac{92 + 188 + 190 + 288 + 97 + 98}{10} = \frac{953}{10} = 9.53$$

$$\begin{aligned} D &= \frac{1}{10} \cdot ((92 - 9.53)^2 \cdot 1 + (94 - 9.53)^2 \cdot 2 + (95 - 9.53)^2 \cdot 2 + \\ &+ (96 - 9.53)^2 \cdot 3 + (97 - 9.53)^2 \cdot 1 + (98 - 9.53)^2 \cdot 1) = \\ &= \frac{1}{10} \cdot (6801.301 + 14270.36 + 14610.24 + 22431.18 + 7651.001 + \\ &+ 7826.941) = \frac{73591.03}{10} = 7359.103 \end{aligned}$$

#### 4. Задания для групповой работы.

Задачи:

1. По данным выборки составить интервальный ряд, построить гистограмму, полигон частот, кумуляту. Вычислить выборочные характеристики и дать оценку параметров генеральной совокупности с доверительной вероятностью 99%. Найти моду и медиану выборки.

0,91, 0,71, 0,73, 0,82, 0,67, 0,89, 0,90, 1,00, 0,77, 0,78, 0,90, 0,68, 0,52, 0,58, 0,59, 0,66, 0,74, 0,54, 0,72, 0,74, 0,74, 0,79, 0,66, 0,84, 0,85, 0,81, 1,00, 0,77, 0,84, 0,74, 0,65, 0,83, 0,78, 0,93, 0,62, 0,69, 0,57, 0,82, 0,65, 0,74, 0,69, 0,80, 0,78, 0,66, 0,74, 0,68, 0,57, 0,75, 0,69, 0,97, 0,83, 0,78, 0,89, 0,75, 0,68, 0,62, 0,68, 0,85, 0,79, 0,75

2. На основании данных 2-х выборок были получены следующие ранжированные ряды:

$X_i$	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>6.5</b>	<b>8</b>	<b>8.5</b>	<b>10</b>
$m_i$	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>

$Y_i$	<b>5</b>	<b>5.5</b>	<b>6</b>	<b>7.5</b>	<b>8</b>	<b>10</b>
$m_i$	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

1. Дать точечную и интервальную (с доверительной вероятностью, равной 0,95) оценки параметров генеральной совокупности по каждой выборке.
2. Доказать достоверность отличия средних и дисперсий.

### **Самостоятельная внеаудиторная работа обучающихся по теме:**

Задания для самостоятельной внеаудиторной работы студентов по указанной теме:

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

2) Ответить на вопросы для самоконтроля

- Предмет и методы математической статистики.
- Этапы статистической работы.
- Алгоритм построения гистограммы.
- Виды оценки параметров генеральной совокупности.
- Доверительный интервал.
- Планирование эксперимента.
- Основные понятия темы
- Математическая статистика.
- Генеральная совокупность и выборка.
- Гистограмма.
- Доверительный интервал.
- Уровень значимости.
- Нормированное отклонение.
- Объем выборки.
- Корреляция и регрессия

3) Проверить свои знания с использованием тестового контроля

- 1. Если для двух значений признака можно сказать, какое из них больше и во сколько раз, то такой признак является**
  1. количественным\*
  2. качественным
  3. порядковым
- 2. Если для двух значений признака можно сказать, какое из них больше, но нельзя сказать во сколько раз**
  1. количественным
  2. качественным
  3. порядковым\*
- 3. Если для двух значений признака нельзя сказать, какое из них больше, то такой признак является**
  1. количественным
  2. качественным\*
  3. порядковым
- 4. Качественные данные, которые могут быть отнесены только к двум противоположным категориям, называются**
  1. дискретными
  2. непрерывными
  3. дихотомическими\*
- 5. Ранжировать можно**
  1. только количественные признаки
  2. признаки, измеренные по любым шкалам\*
  3. качественные и порядковые признаки



- 6. Генеральная совокупность – это статистическая совокупность,**
1. состоящая из большого числа элементов, однородных относительно некоторого качественного или количественного признака, характеризующего эти объекты
  2. распределение которой по интересующему нас признаку необходимо изучить
  3. состоящая из всех возможных элементов, однородных относительно некоторого качественного или количественного признака, характеризующего эти объекты\*
- 7. Выборка – это**
1. множество объектов, отобранных для изучения параметров распределения генеральной совокупности\*
  2. множество объектов, отобранных для изучения
  3. любая часть генеральной совокупности
- 8. Основным требованием к выборке при изучении параметров генеральной совокупности является**
1. ее объем
  2. ее математическое ожидание
  3. ее репрезентативность\*
- 9. К числовым характеристикам выборки относятся**
1. выборочное среднее и выборочная дисперсия\*
  2. объем выборки
  3. минимальное и максимальное значение вариант выборки
- 10. К структурным характеристикам выборки относятся**
1. выборочное среднее и выборочная дисперсия
  2. объем выборки
  3. мода и медиана\*
- 11. Для описания выборки количественных признаков**
1. ранжируют варианты выборки и находят ее числовые характеристики\*
  2. строят гистограмму
  3. находят среднее арифметическое значение выборки.
- 12. Для описания выборки качественных признаков**
1. ранжируют варианты выборки и находят ее числовые характеристики.
  2. строят гистограмму.
  3. находят выборочные доли признаков.\*
- 13. Для описания выборки порядковых признаков**
1. ранжируют варианты выборки и находят ее числовые характеристики.
  2. ранжируют варианты выборки и находят структурные характеристики.\*
  3. находят выборочные доли признаков.
- 14. Выборку представляют в виде статистического интервального ряда распределения**
1. если признак варьируется непрерывно
  2. когда числовые значения отдельных вариант вообще могут не повторяться
  3. для большого же числа вариант дискретной выборочной совокупности
  4. во всех перечисленных случаях\*
- 15. Для того, чтобы получился представительный и хорошо обозримый интервальный вариационный ряд, число интервалов разбиения определяется**
1. по формуле Стержесса  $K = 1 + 3,32 \cdot \lg n$
  2. по формуле Брукса и Карузеса  $K = 5 \cdot \lg n$
  3. по любой из приведенных формул\*
  4. произвольно
- 16. Интервалы, на которые разбивается выборка**

1. должны быть обязательно равными
2. могут быть любой длины, в зависимости от характера данных\*
3. выбираются произвольно

**17. Если при интервальном разбиении выборки значение признака совпадает с границей интервала, то его относят**

1. всегда к левому интервалу
2. всегда к правому интервалу
3. и оговоренному перед началом расчетов интервалу\*

**18. Графически интервальная выборочная статистическая совокупность изображается в виде**

1. гистограммы\*
2. полигона
3. кривой распределения

**19. Генеральной средней  $\bar{X}$  называют**

1. среднее арифметическое значений  $x_1, x_2, \dots, x_N$  (где  $N$  - число членов генеральной совокупности)  $\bar{X} = \frac{1}{N}(x_1 + x_2 + \dots + x_N)$ .
2. среднее арифметическое значений  $x_1, x_2, \dots, x_N$  (где  $N$  - число членов генеральной совокупности)  $\bar{X} = N(x_1 + x_2 + \dots + x_N)$ .\*
3. среднее арифметическое всех выборок, взятых из этой генеральной совокупности.

**20. Генеральная дисперсия определяет**

1. меру рассеяния значений количественного признака  $X$  генеральной совокупности около генеральной средней
2. среднее арифметическое квадратов отклонений величин  $x_i$  генеральной совокупности от их среднего арифметического или  $\mu$ \*
3. значение количественного признака  $X$  генеральной совокупности

**21. Генеральная дисперсия может быть представлена выражением**

$$1. \sigma^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^k (x_i - \mu)^2 m_i^*$$

$$2. \sigma^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^k (x_i + \mu)^2 m_i.$$

$$3. \sigma^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^k (x_i - \mu) m_i$$

**22. Выборочная дисперсия может быть представлена выражением**

$$1. \sigma_B^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2.$$

$$2. \sigma_B^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i + \bar{x})^2.$$

$$3. \sigma_B^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 m_i, \text{ где: } m_i - \text{ частота появления признака}^*$$

**23. Выборочная средняя является**

1. смещенной оценкой оцениваемого параметра генеральной совокупности.
2. несмещенной оценкой аналогичного параметра генеральной совокупности, так как выполняется условие:  $M = \bar{x}_B = \bar{X}$ .\*

3. оценкой несмещенной аналогичного параметра генеральной совокупности, так как выполняется условие:  $M = \overline{x_B} \neq \overline{X}$ .

**24. Оценка генеральной дисперсии может быть произведена при помощи выражения**

1.  $\sigma_B^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \overline{x})^2$ , при условии, что  $n > 30$

2.  $s^2 = \left[ \frac{n}{n-1} \right] \sigma_B^2$ , при условии, что  $n < 30^*$

3.  $s^2 = \left[ \frac{n-1}{n} \right] \sigma_B^2$ , при условии, что  $n > 30$

25. Для выборки объемом 11 вариант была вычислена выборочная дисперсия, равная 4. Тогда оценка генеральной дисперсии, сделанная по этой выборке будет равна

1. 4
2. 5
3. 4,5
4. 4,4\*

26. Для выборки объемом 11 вариант была вычислена выборочная средняя, равная 5. Тогда оценка генеральной средней, сделанная по этой выборке будет равна

1. 4
2. 5\*
3. 4,5
4. 4,4

27. В интервальной оценке устанавливается

1. **вероятность того, что непрерывная случайная величина может принять то или иное значение из некоторого доверительного интервала\***
2. доверительная вероятность, с которой эта оценка попадает в оцененный интервал
3. интервал, в котором принимают значения все случайные величины, входящие в генеральную совокупность

**28. Коэффициент Стьюдента ( $t_{p,n}$ ) вводится**

1. при интервальной оценке некоторого параметра генеральной совокупности для корректировки доверительного интервала, если мощность выборки  $n > 30$
2. при интервальной оценке некоторого параметра генеральной совокупности для корректировки доверительного интервала, если мощность выборки  $n < 30^*$
3. **при точечной оценке параметра генеральной совокупности для корректировки доверительного интервала, если мощность выборки  $n < 30$**

**29. Погрешность (ошибка) среднего арифметического равна 0,5. Доверительный интервал при коэффициенте Стьюдента 2 будет равен**

1. 1\*
2. 2
3. 0,5

**30. Коэффициент Стьюдента зависит**

1. как от мощности выборки, так и от выбранной доверительной вероятности\*
2. только от мощности выборки
3. от выбранной доверительной вероятности (вероятности, с которой интервальная оценка покрывает оцениваемый параметр) и не зависит от мощности выборки

**31. Уровень значимости оценивает**

1. вероятность допустимой ошибки\*
  2. вероятность того, что числовое значение характеристики генеральной совокупности находится вне доверительного интервала
  3. вероятность того, что числовое значение характеристики генеральной совокупности находится в пределах доверительного интервала
- 32. Нулевая гипотеза  $H_0$  – статистическая гипотеза, исходящая из предположения**
1. что между генеральными параметрами сравниваемых групп разница равна нулю и различия, наблюдаемые между выборочными показателями, носят не систематический, а случайный характер\*
  2. об отсутствии различия между выборочными параметрами
  3. о равенстве нулю разницы между соответствующими генеральными и выборочными параметрами независимо от уровня значимости
- 33. Конкурирующая (или альтернативная) гипотеза  $H_A$  – статистическая гипотеза, исходящая из предположения**
1. о равенстве нулю разницы между соответствующими генеральными и выборочными параметрами, но только при определенном уровне значимости
  2. о равенстве нулю разницы между соответствующими генеральными и выборочными параметрами при любом уровне значимости
  3. о наличии разницы между генеральными параметрами, оцениваемыми по выборочным показателям\*
- 34. Критерий значимости (достоверности) – это показатель, позволяющий судить**
1. об ошибочности выводов относительно принятой гипотезы
  2. о вероятности выводов относительно принятой гипотезы
  3. о надежности выводов относительно принятой гипотезы\*
- 35. Критерий значимости (достоверности) – это формула, позволяющая вычислить**
1. показатель различия между сравниваемыми параметрами в предполагаемой гипотезе\*
  2. величину нулевой гипотезы
  3. величину альтернативной гипотезы
- 36. Степени свободы – числа, показывающие**
1. суммарный объем сравниваемых выборок или генеральных совокупностей
  2. количество свободно варьирующих членов статистической совокупности, способных принимать любые произвольные значения\*
  3. количество сравниваемых выборок
- 37. Сравнение экспериментального и критического значений критерия позволяет сделать выбор между нулевой и альтернативной гипотезой**
1. если  $P_{\text{эксп}} < P_{\text{крит}}$ , то принимается нулевая гипотеза\*
  2. если  $P_{\text{эксп}} < P_{\text{крит}}$ , то нулевая гипотеза отвергается в пользу альтернативной
  3. если  $P_{\text{эксп}} - P_{\text{крит}} = 0$ , то нулевая гипотеза отвергается в пользу альтернативной\*
- 38. Критерий Лапласа применяется для сравнения генеральных средних**
1. при больших объемах выборок, подчиняющихся закону нормального распределения
  2. при малых и равных объемах выборок, подчиняющихся закону нормального распределения
  3. при больших объемах выборок, подчиняющихся любому закону распределения.
- 39. Критерий Фишера-Стьюдента применяется для сравнения**
1. генеральных дисперсий
  2. выборочных средних
  3. генеральных средних\*

**40. Критерий Фишера-Стьюдента применяется для сравнения генеральных средних, если выполняются требования**

1. выборки подчиняются закону нормального распределения, имеют любые по величине равные объемы и сравнимые дисперсии
2. выборки подчиняются закону нормального распределения, имеют малые равные объемы и сравнимые дисперсии
3. выборки подчиняются закону нормального распределения, имеют малые или равные объемы и сравнимые дисперсии\*

**41. Критерий Фишера-Снедекора позволяет сделать вывод между нулевой и альтернативной гипотезами для равенства**

1. генеральных дисперсий\*
2. выборочных дисперсий
3. генеральной и выборочной дисперсий

**42. Критерий Фишера-Снедекора позволяет сделать вывод между нулевой и альтернативной гипотезами для равенства генеральных дисперсий, если сравниваемые выборки удовлетворяют условиям**

1. выборки подчиняются закону нормального распределения, имеют любые по величине равные объемы и сравнимые математические ожидания
2. выборки подчиняются закону нормального распределения, имеют малые или равные объемы и сравнимые математические ожидания\*
3. выборки подчиняются закону нормального распределения, имеют малые равные объемы и сравнимые математические ожидания

**43. Гипотезу о законе распределения можно проверить при помощи критерия**

1. Лапласа
  2. Фишера – Стьюдента
  3. Пирсона\*
- 44. Для проверки гипотезы о нормальном законе распределения нужно знать**
1. значения вариант и частоту их повторяемости в выборке
  2. значения вариант и частоту их повторяемости в исследуемом законе
  3. значения вариант и частоту их повторяемости в выборке и по исследуемому закону\*
- 45. Параметрическими называют статистические критерии, у которых для нахождения экспериментального значения критерия**
1. не используется формула
  2. в формулу входят параметры распределения\*
  3. используется таблица
- 46. Непараметрическими называют критерии, у которых для нахождения экспериментального значения критерия**
1. в формулу не входят параметры распределения\*
  2. используются качественные данные
  3. используются порядковые данные
- 47. Аналогом критерия Стьюдента для двух выборок качественных данных может служить**
1. критерий  $Z^*$
  2. критерий Манна-Уитни
  3. критерий «хи-квадрат»
- 48. Критерий «хи-квадрат» можно применять**
1. только для двух выборок
  2. для любого числа выборок\*
  3. для трех и более выборок
- 49. Критерий Манна-Уитни используют**
1. для качественных данных
  2. для ранжированных данных\*
  3. для данных, характеризующихся долями признака
- 50. Если в двустороннем критерии Манна-Уитни экспериментальное значение равно 25,4, а первое и второе критические значения равны, соответственно 10,5 и 22, то можно сделать вывод**
1. нулевую гипотезу об отличии сравниваемых групп отвергнуть нельзя
  2. нулевая гипотеза может быть отвергнута\*
  3. принимается альтернативная гипотеза
- 51. Если в двустороннем критерии Манна-Уитни экспериментальное значение равно 21,3, а первое и второе критические значения равны, соответственно 10,5 и 22, то можно сделать вывод**
1. нулевую гипотезу об отличии сравниваемых групп отвергнуть нельзя\*
  2. нулевая гипотеза может быть отвергнута
  3. принимается альтернативная гипотеза
- 52. Если в двустороннем критерии Манна-Уитни экспериментальное значение равно 5,8, а первое и второе критические значения равны, соответственно 10,5 и 22, то можно сделать вывод о том, что**
1. нулевую гипотезу об отличии сравниваемых групп отвергнуть нельзя
  2. нулевая гипотеза может быть отвергнута\*

3. принимается альтернативная гипотеза

**53. Критерий «хи-квадрат» используют**

1. для качественных данных
2. для ранжированных данных
3. для данных, характеризуемых долями признака\*

**54. Корреляционный анализ позволяет**

1. оценить степень влияния между признаками двух и более рядов\*
2. оценить вероятность влияния между признаками двух и более рядов
3. оценить достоверность влияния между признаками двух и более рядов

**55. Говорят, что между признаками X и Y существует корреляционная зависимость, если изменению одного из них соответствует**

1. изменение математического ожидания другого:  $M(Y)_x = f(x)$ ;  $M(X)_y = \varphi(y)$ \*
2. изменение другого:  $Y = f(x)$ ;  $X = \varphi(y)$
3. несколько значений другого

**56. Коэффициент парной корреляции R может принимать только**

1. четные значения
2. положительные значения
3. значения от (-1) до +1\*

1. Если значение коэффициента парной корреляции  $R > 0$ , то корреляция является прямой\*

2. обратной
3. равной

**57. Если значение коэффициента парной корреляции  $R < 0$ , то корреляция является**

1. прямой
2. обратной\*
3. равной

**58. Если значение коэффициента парной корреляции  $0 < R < 0,4$ , то корреляция является**

1. сильной
2. средней
3. слабой\*

**59. Если значение коэффициента парной корреляции  $0,4 < R < 0,7$ , то корреляция является**

1. сильной
2. средней\*
3. слабой

**60. Если значение коэффициента парной корреляции  $0,7 < R < 1$ , то корреляция является**

1. сильной\*
2. средней
3. слабой

**61. По значению выборочного коэффициента парной корреляции**

1. нельзя судить о наличии корреляции и в генеральной совокупностях\*
2. можно судить о наличии корреляции в генеральной совокупностях только с некоторой вероятностью
3. можно судить о наличии корреляции и в генеральной совокупностях

**62. Выборочный коэффициент парной корреляции является значимым, если для него будет выполняться условие**

$$1. T_{\text{экс}} = R \sqrt{\frac{n-2}{1-R^2}} > T_{\text{крит}}.*$$

$$2. T_{\text{экс}} = R \sqrt{\frac{n-2}{1-R^2}} < T_{\text{крит}}$$

$$3. T_{\text{экс}} = R \sqrt{\frac{n-2}{1-R^2}} = 0$$

**63. Значения коэффициентов уравнений регрессии**

1. не зависит от значения коэффициента парной корреляции, а зависят от числовых характеристик коррелирующих совокупностей
2. зависит только от значения коэффициента парной корреляции и не зависят от числовых характеристик коррелирующих совокупностей
3. зависит от значения коэффициента парной корреляции и числовых характеристик коррелирующих совокупностей\*

**64. Корреляционное поле представляет собой**

1. линию, соединяющую точки с координатами  $(X_i; Y_i)$
2. множество точек с координатами  $(X_i; Y_i)$ \*
3. множество линий регрессии для данной корреляционной зависимости

**65. Регрессионный анализ позволяет**

1. найти функцию, которая точно описывает зависимость между значениями коррелирующих рядов
2. найти функцию, которая наиболее точно описывает зависимость между значениями коррелирующих рядов\*
3. найти функцию, которая с определенной вероятностью описывает зависимость между значениями коррелирующих рядов

**66. Функция регрессии показывает**

1. как изменяются значения ряда  $X$  при изменении значений ряда  $Y$
2. как изменяются значения ряда  $Y$  при изменении значений ряда  $X$
3. как изменяется среднее значение ряда  $Y$  при изменении значений ряда  $X$ \*

**67. Функция регрессии может быть выражена**

1. только линейной зависимостью
2. только экспоненциальной зависимостью
3. любой аналитической зависимостью\*

**68. Уравнение линейной регрессии имеет вид**

$$1. \bar{Y}_x = Ax + B, \text{ где } A = R \frac{\sigma_x}{\sigma_y} \text{ и } B = \bar{Y} - A\bar{X}$$

$$2. \bar{Y}_x = Ax + B, \text{ где } A = R \frac{\sigma_y}{\sigma_x} \text{ и } B = \bar{Y} - A\bar{X} *$$

$$3. \bar{Y}_x = Ax + B, \text{ где } A = \frac{1}{R} \frac{\sigma_y}{\sigma_x} \text{ и } B = \bar{Y} - A\bar{X}$$

**69. График линейной регрессии**

1. всегда проходит через точку с координатами  $(\bar{X}; \bar{Y})$ \*
2. никогда не пересекается с осями координат



3. пересекает ось ОХ в точке А

**70. Корреляция может быть найдена**

1. только между двумя рядами признаков
2. только между двумя или тремя рядами признаков
3. между любым числом рядов\*

**71. Метод ранговой корреляции (корреляция Спирмена) применим**

1. к любым количественно измеренным или ранжированным данным\*
2. только к количественно измеренным данным
3. только к ранжированным данным

**72. При использовании коэффициента ранговой корреляции условно оценивают тесноту связи между признаками по его величине. Так, если значение коэффициента равно 0,25, то можно говорить**

1. о тесном влиянии признаков
2. об умеренном влиянии признаков
3. о слабом влиянии признаков\*

**73. При использовании коэффициента ранговой корреляции условно оценивают тесноту связи между признаками по его величине. Так, если значение коэффициента равно 0,75, то можно говорить**

1. о тесном влиянии признаков\*
2. об умеренном влиянии признаков
3. о слабом влиянии признаков

**74. При использовании коэффициента ранговой корреляции условно оценивают тесноту связи между признаками по его величине. Так, если значение коэффициента равно 0,45, то можно говорить**

1. о тесном влиянии признаков
2. об умеренном влиянии признаков\*
3. о слабом влиянии признаков

**75. Временным рядом называется статистическая совокупность данных, которые представляют собой**

1. данные измерения различных промежутков времени
2. показатели одного и того же признака, но измеренные в разные моменты времени \*
3. изменяющиеся показатели некоторого признака

**76. При описании временного ряда обязательно указывается**

1. значение измеряемого признака и показатель момента времени, когда производилось измерение \*
2. значение измеряемого признака и показатель момента времени, когда произошло изменение этого значения.
3. значения измеряемого признака и промежутков времени, в течение которого проводились измерения

**77. В моментных рядах указываются значения признака**

1. накопленные к данному моменту с начального момента измерения
2. накопленные от предыдущего до данного момента
3. которые он принимает в данный момент \*

**78. В интервальных рядах указываются значения признака которые он принимает**

1. в конце указанного промежутка времени
2. в начале указанного промежутка времени
3. в течение указанного промежутка времени\*

- 79. К основным показателям изменения уровней временного ряда относятся**
1. абсолютный прирост; темп роста; темп прироста\*
  2. хронологическая средняя; средний прирост
  3. абсолютный прирост; средний прирост; относительный прирост
  4. цепные показатели изменения
- 80. Цепные показатели изменения уровней временного ряда вычисляются**
1. между данным и предыдущим значениями измеряемого признака\*
  2. между данным и первым значениями измеряемого признака
  3. между данным и последующим значениями измеряемого признака
- 81. Базисные показатели изменения уровней временного ряда вычисляются**
1. между данным и предыдущим значениями измеряемого признака
  2. между данным и первым значениями измеряемого признака\*
  3. между данным и последним значениями измеряемого признака
- 82. Абсолютный прирост уровней рассчитывается как**
1. разность между двумя последовательными уровнями ряда\*
  2. частное двух последовательных уровней ряда
  3. сумма двух последовательных уровней ряда
- 83. Темп роста уровней – это относительный показатель, равный**
1. разности между двумя последовательными уровнями ряда
  2. частному двух последовательных уровней ряда\*
  3. сумме двух последовательных уровней ряда
- 84. Тренд временного ряда – это функция, которая описывает**
1. характер изменения уровней ряда с течением времени
  2. основную тенденцию изменения уровней ряда с течением времени\*
  3. характер отклонения уровней ряда от хронологической средней
- 85. Тренд временного ряда может описываться**
1. только линейной функцией
  2. только степенной или линейной функцией
  3. любой математической функцией\*
- 86. Если тренд временного ряда имеет вид  $y = a + bt$ , то говорят о**
1. линейной зависимости уровней ряда\*
  2. обратно-пропорциональной зависимости уровней ряда
  3. степенной зависимости уровней ряда
- 87. Если тренд временного ряда имеет вид  $y = a \cdot t^b$ , то говорят о**
1. линейной зависимости уровней ряда
  2. обратно-пропорциональной зависимости уровней ряда
  3. степенной зависимости уровней ряда\*
- 88. Если тренд временного ряда имеет вид  $y = a + \frac{b}{t}$ , то говорят о**
1. линейной зависимости уровней ряда
  2. обратно-пропорциональной зависимости уровней ряда\*
  3. степенной зависимости уровней ряда
- 89. Для прогнозирования временного ряда необходимо**
1. выявить тренд этого ряда\*
  2. вычислить его средние характеристики
  3. вычислить характеристики изменения его уровней

## Рекомендуемая литература:

### основная:

№ п/п	Наименование	Автор(ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров в библиотеке	Наличие в ЭБС
1	2	3	4	5	6
1	Основы высшей математики и математической статистики : учебник для фарм. и мед. вузов.	сост. И. В. Павлушков	2-е изд., испр. - М.: "ГЭОТАР-Медиа", 2012. - 424 с	14	+
2	Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для бакалавров. Базовый курс"	Гмурман В. Е.	12-е изд. - М.: Юрайт, 2013. - 479 с.	32	
3	Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике : учеб. пособие для бакалавров. Базовый курс	Гмурман В. Е.	11-е изд., перераб. и доп. - М.: Юрайт, 2013. - 404 с	1	
4	Математические методы доказательной медицины [Электронный ресурс] : учебное пособие	Короткова О. Л.	Кировский ГМУ. - Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2017. - 180 с	-	ЭБС Кировского ГМУ
5	Сборник тестовых заданий по дисциплинам "Физика, математика", "Медицинская и биологическая физика": учебно-методическое пособие	В. А. Кудрявцев [и др.]	Кировский ГМУ. - Киров: Кировский ГМУ, 2018. - 94 с	95 - Чит. Зал(1), Уч. Аб.(94)	+
6	Медицинская и биологическая физика: учебник	Ремизов А. Н.	4-е изд., испр. и перераб. - М.: "ГЭОТАР-Медиа", 2016. - 656 с.: ил. 2018 г.	100 - Чит. Зал(1), Уч. Аб.(99). 170	ЭБС Консультант студента
7	Сборник задач по медицинской и биологической физике : учеб. пособие для вузов	А. Н. Ремизов, А. Г. Максина.	4-е изд., стер. - М.: Дрофа, 2010. - 189 с.: рис. - (Высшее образование	1 - Науч. Аб.(1).	+

### Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор(ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров в библиотеке	Наличие в ЭБС
1	2	3	4	5	6
1	Практические занятия по математике : учеб. пособие для бакалавров / Н. В. Богомолов. - 11-е изд.	Богомолов Н. В.	М. : Юрайт, 2012. - 495 с. - (Сер. "Бакалавр")	30	
2	Математика : учебник для бакалавров / Н. В. Богомолов, П. И. Самойленко.	Богомолов Н. В.	М. : Юрайт, 2012. - 396 с. - (Сер. "Бакалавр")	30	
3	Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие	Мхитарян В. С.	2-е изд., перераб. и доп. - М. : Синергия, 2013. - 332 с	1 - Чит. зал(1).	
4	Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для бакалавров	Гмурман В. Е.	12-е изд. - М. : Юрайт, 2013. - 479 с. - (Сер. "Бакалавр. Базовый курс")	Экземпляры: всего:32 - ФЭТ(32).	

5	Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для студентов мед. вузов	сост.: В. А. Кудрявцев, О. Л. Короткова, О. И. Шилов. -	ГОУ ВПО Кировская ГМА Киров, 2007. - 272 с	Экземпляры: всего:387 - Чит. Зал(1), Уч. Аб.(386).	
6	Физика и биофизика : курс лекций для студентов мед. вузов / В. Ф. Антонов, А. В. Коржуев	Антонов В. Ф.	240 с. : ил.3-е изд., перераб. и доп. - М. : "ГЭОТАР-Медиа", 2007	Экземпляры: всего:135 - Уч. Аб.(135).	ЭБС Консультант студента
7	Математика : учебник для студ. фармацевт. и мед. вузов	Греков Е. В.	М. : "ГЭОТАР-Медиа", 2015	1 - Чит. Зал(1).	ЭБС Консультант студента
8	Математика [Электронный ресурс] : учебник	В.П. Омельченко.	М. : ГЭОТАР-Медиа, 2017. - (ЭБС «Консультант студента»)		ЭБС Консультант студента
9	Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие для студ. мед.вузов	сост. В.А.Кудрявцев, О.Л. Короткова, О.И.Шилов, П.Г.Чупраков.	Киров: Кировская ГМА, 2007	385	
10	Основы высшей математики и математической статистики: учебник	И.В. Павлушков и др.	М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. - 432 с.: ил.		ЭБС «Консультант студента»).
11	Медицинская и биологическая физика: курс лекций с задачами: учеб. пособие для вузов с компакт-диском	В. Н. Федорова, Е. В. Фаустов. - М.	ГЭОТАР-Медиа", 2009. - 592 с	Экземпляры: всего:5 - Чит. Зал(2), Науч. Аб.(3).	ЭБС «Консультант студента»).
12	Физика с элементами биофизики: учебник для вузов	Е. Д. Эйдельман. - М.	"ГЭОТАР-Медиа", 2013. - 512 с.: ил.	Экземпляры: всего:15 - Уч. Аб.(15).	ЭБС «Консультант студента»
13	Физика и биофизика [Электронный ресурс]: учебник. 2-е изд., испр. и доп.	В. Ф. Антонов, Е. К. Козлова, А. М. Черныш.	М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013, 2014, 2015.	1	ЭБС «Консультант студента»
14	Физика и биофизика. Руководство к практическим занятиям [Электронный ресурс]: учебное пособие	Антонов В.Ф., Черныш А.М., Козлова Е.К., Коржуев А.В.	М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013	1	ЭБС «Консультант студента»

## Раздел 2. Основы теории вероятностей и математической статистики. Обработка результатов эксперимента.

### Лабораторная работа: Обработка результатов эксперимента.

**Цель:** 1. Научиться обрабатывать результаты прямых и косвенных измерений с учетом случайных и систематических погрешностей. 2. Научиться оформлять отчет о выполнении лабораторной работы.

**Задачи:** Рассмотреть методы оценки погрешностей при прямых и косвенных измерениях количественных значений различных величин. Обучить применению этих методов при проведении последующих лабораторных работ.

**Обучающийся должен знать:** методы оценки погрешностей при прямых и косвенных измерениях количественных значений различных величин.

**Обучающийся должен уметь:** самостоятельно оценивать погрешности по результатам измерений.

**Обучающийся должен владеть:** терминологией и языком темы.

### Самостоятельная аудиторная работа обучающихся по теме:

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

1. Правила действий над приближенными числами.

2. Какие величины называются случайными? Дискретные и непрерывные случайные величины.
3. Законы распределения и числовые характеристики дискретной случайной величины.
4. Стандартные интервалы в законе нормального распределения.
5. Что значит измерить физическую величину?
6. Какие измерения называются прямыми, какие косвенными?
7. Виды погрешностей.
8. Абсолютная и относительная погрешности.
9. Использование понятия полного дифференциала для определения погрешности косвенного измерения.

**Методика проведения работы:**

**Лабораторная работа** «Методы оценки погрешностей при прямых и косвенных измерениях количественных значений различных величин»

**Задание 1:** измерить объем легких с помощью спирометра.

**Ход работы.**

1. Познакомьтесь с устройством спирометра. Подготовьте его к работе (продезинфицируйте наконечник, установите стрелку шкалы на начало отсчета).
2. Сделайте глубокий вдох и выдохните воздух до максимального выдоха в спирометр. Запишите объем легких (в литрах).
3. Повторите измерения 4-5 раз.
4. Обработайте полученные результаты.

Результаты измерений и промежуточных вычислений можно занести во вспомогательные таблицы:

№ опыта	$V_i$ литр	$\Delta V_i$ литры	$(\Delta V_i)^2$
1			
2			
3			
4			
5			

$\bar{V}$	$\sigma$	M	$t_s$	$\varepsilon$	$\delta_{сн}$	$\Delta V_{общ}$	$E_V$

5. Запишите окончательный результат в стандартной форме записи:

$$V = (\bar{V} \pm \Delta V).$$

**Задание 2:** измерить объем легких по площади поверхности тела.

**Ход работы.**

1. Измерьте массу человека ( $m_0$ , кг).
2. Определите абсолютную погрешность весов ( $\Delta m$ , кг).
3. Измерьте рост человека ( $l_0$ , м).
4. Определите абсолютную погрешность ростомера ( $\Delta l$ , м).
5. Запишите в стандартной форме значение массы и роста:  

$$m = (m_0 \pm \Delta m) \text{ кг}, \quad l = (l_0 \pm \Delta l) \text{ м}.$$
6. Пользуясь формулой Дубойса определите среднее значение объема легких

$$V_0 = A \cdot 0,167 \sqrt{(m_0 l_0)}.$$

7. Вычислите абсолютную погрешность, используя понятие полного дифференциала функции:  $V = 0,167 A\sqrt{ml}$ .
8. Вычислите относительную погрешность.
9. Запишите конечный результат вычислений.  $V = (V_0 \pm \Delta V)$ .
10. Объясните различие в результатах выполнения задания 1 и 2.

### **Самостоятельная внеаудиторная работа обучающихся по теме:**

*Задания для самостоятельной внеаудиторной работы студентов по указанной теме:*

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

### **Вопросы выходного контроля**

1. Какие погрешности называются систематическими, случайными, промахами?
2. Как определяется цена деления измерительного прибора?
3. Как определяется систематическая погрешность измерительного прибора?
4. Какое минимальное количество измерений каждого показателя следует сделать для достоверности полученного результата? Закон больших чисел.
5. Как в конечном результате учесть приборную и случайную погрешность?
6. С какой вероятностью достаточно гарантировать результаты измерения в лабораторных работах?
7. Правила округления чисел в записи конечного результата измерения.
8. Методы измерения объема легких. Какой из рассматриваемых методов наиболее точен и почему?
9. Какая связь между ростом, массой человека, площадью поверхности тела и объема легких?
10. Методы измерения объемной скорости и скорости выдоха. Какова связь между этими показателями?

## **Раздел 3. Гидро- и гемодинамика.**

### **Тема. Свойства жидкостей. Динамика жидкостей.**

**Цель:** освоение законов гидростатики и гидродинамики. На основе молекулярно – кинетической теории рассмотреть природу поверхностного натяжения и научиться измерять поверхностное натяжение и вязкость жидкости разными методами.

### **Задачи:**

Получение знаний основных законов движения жидкостей.

Формирование у студентов логического мышления, умения точно формулировать задачу, способность вычленять главное и второстепенное, умения делать выводы на основании полученных знаний и умений;

обучение студентов методам извлечения необходимой информации из результатов наблюдений и измерений, способности оценивать степень надежности полученных данных;

формирование навыков проведения исследовательского эксперимента;

формирование навыков изучения научной литературы.

### **Обучающийся должен знать:**

Законы гидростатики и гидродинамики и их применение в медицине;

### **Обучающийся должен уметь:**

Пользоваться физическими и математическими методами при изучении данной темы. Измерять физические параметры и оценивать физические свойства жидкостных объектов с помощью механических, электрических и оптических методов. Осуществлять математическую обработку результатов измерений и иных данных. Самостоятельно работать с литературой.

### **Обучающийся должен владеть:**

Понятийным и функциональным аппаратом физики и математики в данном разделе.

Навыками пользования измерительными приборами, вычислительными средствами и методами статистической обработки результатов, основами техники безопасности при работе с аппаратурой.

Умением использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни для решения прикладных задач. Понятийным аппаратом математических методов доказательной медицины.

### **Самостоятельная аудиторная работа обучающихся по теме:**

#### **Ответить на вопросы по теме занятия**

1. Какие режимы течения жидкости существуют?
2. Объясните возникновение силы внутреннего трения.
3. Напишите уравнение Ньютона для течения вязкой жидкости.
4. Как зависит вязкость жидкости от температуры?
5. Что такое ньютоновские и неньютоновские жидкости?
6. Запишите формулу Пуазейля, проанализируйте ее.
7. Выведите формулу для определения вязкости вискозиметром.
8. Какие силы возникают при движении тела в вязкой среде?
9. Выведите формулу для определения вязкости по методу Стокса.
10. Назовите единицы измерения вязкости.
11. Какое значение имеет определение вязкости биологических жидкостей в медицине?
12. Каковы причины возникновения поверхностного натяжения жидкостей?
13. Чем отличаются друг от друга силы поверхностного натяжения и силы молекулярного давления?
14. Почему на космических кораблях 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. Почему мокрые волосы слипаются?
18. Почему некоторые новые ткани после стирки садятся?
19. Какое значение имеет изучение поверхностного натяжения для медицины?

#### **Практическая работа.**

**Лабораторные работы:** 1. Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости. 2. Определение динамической вязкости жидкости

**Цель работы:** На основе молекулярно – кинетической теории рассмотреть природу поверхностного натяжения и вязкости. Научиться измерять поверхностное натяжение и вязкость жидкости разными методами.

**Методика проведения работы, результаты и выводы:** см. Руководство к практическим занятиям по физике: учебно- методическое пособие / Е.В.Луценко, О.Л.Короткова. – Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2017. – 113 с.

### **3. Решить ситуационные задачи**

- 1) Алгоритм решения задач по физике
  1. Внимательно прочти условие задачи.
  2. Произведи краткую запись условия задачи с помощью общепринятых буквенных обозначений (СИ).
  3. Выполни рисунки или чертежи задачи.
  4. Определи, каким методом будет решаться задача, составь план решения.
  5. Запиши основные уравнения, описывающие процессы, предложенные задачей системой.
  6. Найди решение в общем виде, выразив искомые величины через заданные.
  7. Проверь правильность решения задачи в общем виде, произведя действия с наименованием величин.
  8. Произведи вычисления.
  9. Произведи оценку реальности полученного решения.

10. Запиши ответ.

2) Пример задачи с разбором по алгоритму

Из отверстия в дне высокого сосуда вытекает вода. Сечение сосуда  $S_1$ , сечение струи  $S_2$  (рис. 2). Найдите ускорение, с которым перемещается уровень воды в сосуде.

Дано: Сечение сосуда  $S_1$ , сечение струи  $S_2$ .

Найти: ускорение, с которым перемещается уровень воды в сосуде.

Решение:

Будем считать жидкость несжимаемой. Тогда для каждого момента времени, согласно уравнению неразрывности струи, можно записать

$$S_1 v_1 = S_2 v_2, \quad (1)$$

где  $v_1$  - скорость воды в сосуде,  $v_2$  - скорость воды в струе вблизи отверстия.

Возьмем производную по времени от (1)

$$S_1 \frac{dv_1}{dt} = S_2 \frac{dv_2}{dt},$$

$$\frac{dv_1}{dt} = \alpha, \quad \frac{dv_2}{dt} = g,$$

где  $\frac{dv_1}{dt} = \alpha$  - ускорение воды в сосуде,  $\frac{dv_2}{dt} = g$  - ускорение свободного падения, так на выходе из сосуда вода начинает свободно падать. Таким образом,

$$\alpha = \frac{S_2}{S_1} g.$$

$$\alpha = \frac{S_2}{S_1} g.$$

Ответ:

3) Задачи для самостоятельного разбора на занятии

1. Ламинарным или турбулентным будет движение крови в аорте, если скорость движения крови 0,5 м/с, диаметр сосуда 8 мм ( $\rho = 1050 \text{ кг/м}^3$ ,  $\eta = 5000 \text{ мкПа}$ ,  $Re = 1160$ )?

Ответ: 840 1160 ламинарное.

2. Определить максимальное количество крови, которое может пройти через аорту за единицу времени, чтобы течение сохранилось ламинарным.

(Диаметр аорты 0,2 см, вязкость крови 5 мПа с,  $Re = 1000$ ). Ответ: 2,3 мл.

3. Сравнить гидравлическое сопротивление аорты ( $d = 8 \text{ мм}$ ), артерии ( $d = 1,5 \text{ мм}$ ), артериолы ( $d = 0,04 \text{ мм}$ ) и капилляра ( $d = 0,008 \text{ мм}$ ) на участке сосуда длиной 50 см, если вязкость крови равна 0,004 Па с.

Ответ: в порядке убывания: капилляр, артериола, артерия, аорта.

#### 4. Задания для групповой работы

1. Вычислите дополнительное давление, обусловленное поверхностным натяжением в сферической капле тумана. Диаметр ее равен 3 мкм.

Ответ: 9,3 104 Па.

2. В кровеносном сосуде образовался пузырек воздуха. В результате течения крови пузырек деформировался, образовав поверхности с радиусами кривизны 0,1 и 0,5 мм. Определите дополнительное давление в сосуде, возникающее в результате деформации пузырька воздуха ( $\sigma_{\text{крови}} = 58 \text{ мН/м}$ ). Ответ: 928 Па.

3. В кровеносном сосуде образовалась цепочка из 4 пузырьков воздуха. Под действием давления крови  $P$  пузырьки деформировались, образовав поверхности с радиусами кривизны  $r_1$  и  $r_2$  ( $r_1 > r_2$ ). При каком условии кровоток в сосуде будет остановлен?

Ответ: Когда избыточное давление на пузырьках  $P = 2(1/r_2 - 1/r_1)$  будет равно давлению крови.

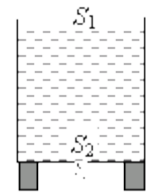


Рис. 2



4. Какого диаметра должен быть кончик трубки капельницы, чтобы при дозировке дистиллированной воды масса каждой капли  $m = 40$  мг?

Ответ: 1,8 мм  
 5. При каких условиях можно носить воду решетом? Какой максимальной высоты  $H$  слой воды можно нести в решете, если диаметр отверстия  $d=1$  мм? Можно ли налить в решето воду вылить через край решета?

Ответ:  $H=28$  мм. Нет.

### Самостоятельная внеаудиторная работа обучающихся по теме:

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

2) Ответить на вопросы для самоконтроля (привести вопросы для самоконтроля)

1. Почему с помощью капиллярного вискозиметра проводят не абсолютное измерение динамической вязкости исследуемой жидкости, а сравнение ее с вязкостью эталонной жидкости (чаще всего дистиллированная вода).

2. Чем объясняется перепад давлений при течении жидкости в капиллярном вискозиметре?

3. Что понимают под постоянной прибора в работе с вискозиметром?

4. какие факторы влияют на точность результата при определении коэффициента динамической вязкости с помощью капиллярного вискозиметра?

5. Почему при определении вязкости жидкости методом Стокса диаметр шарика должен быть много меньше диаметра сосуда с исследуемой жидкостью.

6. Почему перед опусканием шарика (дробинки) в глицерин его предварительно смачивают глицерином?

7. Что оказывает влияние на точность результата при определении вязкости методом Стокса?

8. Как влияют на вязкость жидкости примеси? Ответ обосновать.

9. Какие силы действуют на каплю жидкости при определении коэффициента поверхностного натяжения методом «отрыва капель»? Условие, при котором капля отрывается?

10. Какие факторы влияют на точность результата определения коэффициента поверхностного натяжения методом «отрыва капель»?

11. Почему при определении коэффициента поверхностного натяжения методом «отрыва кольца» учитывается и внутренний и внешний диаметр кольца?

12. Какие силы действуют на кольцо в момент предшествующий отрыву кольца?

13. Какие факторы влияют на точность определения результата при определении коэффициента поверхностного натяжения методом «отрыва кольца»?

14. Объяснить зависимость коэффициента поверхностного натяжения от концентрации раствора.

### Рекомендуемая литература:

№ п/п	Наименование	Автор(ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров в библиотеке	Наличие в ЭБС
1	2	3	4	5	6
1	Основы высшей математики и математической статистики : учебник для фарм. и мед. вузов.	сост. И. В. Павлушков	2-е изд., испр. - М.: "ГЭОТАР-Медиа", 2012. - 424 с	14	+
2	Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для бакалавров. Базовый курс"	Гмурман В. Е.	12-е изд. - М.: Юрайт, 2013. - 479 с.	32	
3	Руководство к решению	Гмурман В.	11-е изд., перераб. и доп. - М.: Юрайт,	1	

	задач по теории вероятностей и математической статистике : учеб. пособие для бакалавров. Базовый курс	Е.	2013. - 404 с		
4	Математические методы доказательной медицины [Электронный ресурс] : учебное пособие	Короткова О. Л.	Кировский ГМУ. - Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2017. - 180 с	-	ЭБС Кировского ГМУ
5	Сборник тестовых заданий по дисциплинам "Физика, математика", "Медицинская и биологическая физика": учебно-методическое пособие	В. А. Кудрявцев [и др.]	Кировский ГМУ. - Киров: Кировский ГМУ, 2018. - 94 с	95 - Чит. Зал(1), Уч. Аб.(94)	+
6	Медицинская и биологическая физика: учебник	Ремизов А. Н.	4-е изд., испр. и перераб. - М.: "ГЭОТАР-Медиа", 2016. - 656 с.: ил. 2018 г.	100 - Чит. Зал(1), Уч. Аб.(99). 170	ЭБС Консультант студента
7	Сборник задач по медицинской и биологической физике : учеб. пособие для вузов	А. Н. Ремизов, А. Г. Максина.	4-е изд., стер. - М.: Дрофа, 2010. - 189 с.: рис. - (Высшее образование	1 - Науч. Аб.(1).	+

### Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор(ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров в библиотеке	Наличие в ЭБС
1	2	3	4	5	6
1	Практические занятия по математике : учеб. пособие для бакалавров / Н. В. Богомолов. - 11-е изд.	Богомолов Н. В.	М. : Юрайт, 2012. - 495 с. - (Сер. "Бакалавр")	30	
2	Математика : учебник для бакалавров / Н. В. Богомолов, П. И. Самойленко.	Богомолов Н. В.	М. : Юрайт, 2012. - 396 с. - (Сер. "Бакалавр")	30	
3	Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие	Мхитарян В. С.	2-е изд., перераб. и доп. - М. : Синергия, 2013. - 332 с	1 - Чит. зал(1).	
4	Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для бакалавров	Гмурман В. Е.	12-е изд. - М. : Юрайт, 2013. - 479 с. - (Сер. "Бакалавр. Базовый курс")	Экземпляры: всего:32 - ФЭТ(32).	
5	Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для студентов мед. вузов	сост.: В. А. Кудрявцев, О. Л. Короткова, О. И. Шилов. -	ГОУ ВПО Кировская ГМА Киров, 2007. - 272 с	Экземпляры: всего:387 - Чит. Зал(1), Уч. Аб.(386).	
6	Физика и биофизика : курс лекций для студентов мед. вузов / В. Ф. Антонов, А. В. Коржув	Антонов В. Ф.	240 с. : ил.3-е изд., перераб. и доп. - М. : "ГЭОТАР-Медиа", 2007	Экземпляры: всего:135 - Уч. Аб.(135).	ЭБС Консультант студента
7	Математика : учебник для студ. фармацевт. и мед. вузов	Греков Е. В.	М. : "ГЭОТАР-Медиа", 2015	1 - Чит. Зал(1).	ЭБС Консультант студента
8	Математика [Электронный ресурс] : учебник	В.П. Омельченко.	М. : ГЭОТАР-Медиа, 2017. - (ЭБС «Консультант студента»)		ЭБС Консультант студента
9	Теория вероятностей и математическая статисти-	сост. В.А.Кудрявцев,	Киров: Кировская ГМА, 2007	385	

	ка: учебное пособие для студ. мед.вузов	О.Л. Короткова, О.И.Шилов, П.Г.Чупраков.			
10	Основы высшей математики и математической статистики: учебник	И.В. Павлушков и др.	М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. - 432 с.: ил.		ЭБС «Консультант студента»).
11	Медицинская и биологическая физика: курс лекций с задачами: учеб. пособие для вузов с компакт-диском	В. Н. Федорова, Е. В. Фаустов. - М.	ГЭОТАР-Медиа", 2009. - 592 с	Экземпляры: всего:5 - Чит. Зал(2), Науч. Аб.(3).	ЭБС «Консультант студента»).
12	Физика с элементами биофизики: учебник для вузов	Е. Д. Эйдельман. - М.	"ГЭОТАР-Медиа", 2013. - 512 с.: ил.	Экземпляры: всего:15 - Уч. Аб.(15).	ЭБС «Консультант студента»
13	Физика и биофизика [Электронный ресурс]: учебник. 2-е изд., испр. и доп.	В. Ф. Антонов, Е. К. Козлова, А. М. Черныш.	М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013, 2014, 2015.	1	ЭБС «Консультант студента»
14	Физика и биофизика. Руководство к практическим занятиям [Электронный ресурс]: учебное пособие	Антонов В.Ф., Черныш А.М., Козлова Е.К., Коржуев А.В.	М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013	1	ЭБС «Консультант студента»

### Раздел 3. Электричество и магнетизм. Электроизмерительные приборы

#### Тема: Электричество и магнетизм. Электроизмерительные приборы

**Цель:** 1. Научиться пользоваться электроизмерительными приборами.

2. Закрепить умения измерения физических величин косвенными методами на основе прямых измерений нескольких величин.

**Задачи:** Рассмотреть основные законы электродинамики. Познакомиться с работой электроизмерительных приборов. Сформировать навыки работы с электроизмерительными приборами.

**Обучающийся должен знать:** Основные методы сбора и анализа информации; способы формализации цели и методы ее достижения. Первичное физическое действие основных физических факторов на биологические объекты, в том числе при физиотерапии.

**Обучающийся должен уметь:** Анализировать, обобщать и воспринимать информацию; ставить цель и формулировать задачи по её достижению. Решать типовые задачи на основные физические законы и ситуационные задачи, связанные с физическими процессами в биологических объектах и тканях и работой медицинской аппаратуры. Оценивать величину физических факторов, воздействующих на организм. Математической и физической терминологией.

**Обучающийся должен владеть:** Культурой мышления; навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения. Математическим и физическим аппаратом для обработки, анализа и интерпретации полученных экспериментальных данных. Навыками работы со справочной и инструктивной литературой.

**Самостоятельная аудиторная работа обучающихся по теме:**

**Ответить на вопросы по теме занятия**

1. Что такое электрический ток? Условия существования электрического тока в цепи.
2. Источник постоянного тока. ЭДС источника.
3. Величины, характеризующие прохождение электрического тока по цепи и единицы их измерения.
4. Закон Ома для участка цепи, для замкнутой цепи.
5. Виды соединения проводников.
6. Действие электрического тока при прохождении по проводнику.

7. Закон Джоуля-Ленца.
8. Магнитное поле, создаваемое проводником с током. Взаимодействие магнитных полей.
9. Переменный электрический ток.
10. Амплитудное и действующее значение переменного электрического тока.

## 2. Практическая работа.

Лабораторная работа. Использование электроизмерительных приборов для измерения электрических величин

Цель работы: Научиться пользоваться электроизмерительными приборами. Закрепить умения измерения физических величин косвенными методами на основе прямых измерений нескольких величин

Методика проведения работы: см. Руководство к практическим занятиям по физике: учебно-методическое пособие / Е.В.Луценко, О.Л.Короткова. – Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2017. – 113 с.

Результаты: отчет по выполненной работе.

Выводы:

## 3. Решить ситуационные задачи

**При решении задач на определение силы тока, напряжения или сопротивления на каком-либо участке цепи надо:**

а) Начертить схему и указать на ней все элементы цепи: источники тока, сопротивления и конденсаторы.

б) Установить, если схема дана в готовом виде, какие элементы цепи включены последовательно, какие — параллельно.

в) Расставить токи и напряжения на каждом участке цепи и записать для каждой точки разветвления (если они есть) уравнения токов и уравнения, связывающие напряжения на участках цепи.

При составлении таких уравнений для схем, в которых нет ни последовательных, ни параллельных соединений, следует руководствоваться указаниями п. 2.

г) Используя закон Ома (или формулу для напряжения на участке, содержащем э.д.с.), установить связь между токами, напряжениями и э.д.с. В результате получится система уравнений, полностью отражающая условия задачи и позволяющая определить искомую величину. Если в схеме делают какие-либо переключения сопротивлений или источников, уравнения составляют для каждого режима работы цепи.

При расчетах шунтов или добавочных сопротивлений к гальванометру можно использовать готовые формулы.

Чтобы расширить пределы измерения тока в  $n$  раз и измерять токи до значений  $I > I_0$ , параллельно амперметру нужно присоединить шунт с сопротивлением

$$R_{\text{ш}} = \frac{I_0 R_0}{I - I_0} = \frac{R_0}{n - 1},$$

где  $R_0$  – внутреннее сопротивление амперметра.

Чтобы расширить пределы измерения напряжения в  $n$  раз и измерять напряжение до значений  $U > U_0$ , последовательно вольтметру нужно присоединить добавочное сопротивление

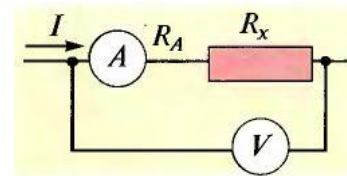
$$R_{\text{д}} = \frac{(U - U_0) R_0}{U_0} = (n - 1) R_0,$$

где  $R_0$  – внутреннее сопротивление вольтметра.

д) Составляя зависимости между заданными и искомыми величинами, характеризующими элементы цепи и режим ее работы, нужно стараться не вводить в решение дополнительные величины, которые не даны и которые не требуется находить по условию задачи.

**Задача. 2** Определить сопротивление резистора  $R_x$ , если вольтметр такой же, как и в предыдущей задаче:

- а) считая сопротивление амперметра бесконечно малым;
- б) если действительно сопротивление амперметра  $R_A = 30$  Ом. Сделать вывод относительно того, следует ли учитывать сопротивления приборов для измерения силы тока при вычислениях сопротивлений.



**Решение:**

а) Если считать сопротивление миллиамперметра бесконечно малым, то значение сопротивления резистора  $R_x$  можно определить по формуле, вытекающей из закона Ома для однородного участка цепи:

$$R_x = U / I;$$

$$R_x = 2 \text{ В} / 0,004 \text{ А} = 500 \text{ Ом.}$$
 Материал с сайта <http://worldofschool.ru>

б) Если же известно сопротивление миллиамперметра  $R_{mA}$ , то чтобы определить сопротивление резистора  $R_x$ , необходимо найти общее сопротивление последовательно соединенных между собой амперметра и резистора:

$$R_x = U / I;$$

$$R_x = 2 \text{ В} / 0,004 \text{ А} = 500 \text{ Ом.}$$

Поскольку

$$R = R_A + R_x, \text{ то } R_x = R - R_A = U / I - R_A;$$

$$R_x = 500 \text{ Ом} - 30 \text{ Ом} = 470 \text{ Ом.}$$

Можно сделать вывод, что сопротивлением приборов для измерения силы тока при расчетах электрических цепей можно пренебрегать в тех случаях, когда эти сопротивления незначительны по сравнению с сопротивлениями участков, к которым они присоединены. В рассмотренном случае сопротивление миллиамперметра следует учитывать.

3) Задачи для самостоятельного разбора на занятии

1. За некоторый промежуток времени электрическая плитка, включенная в сеть с постоянным напряжением, выделила количество теплоты  $Q$ . Какое количество теплоты выделяет за то же время две такие плитки, включенные в ту же сеть последовательно? Параллельно? И

2. Чему равно напряжение на клеммах гальванического элемента с ЭДС, равной  $E$ , если цепь разомкнута?

3. Чему равна сила тока при коротком замыкании аккумулятора с ЭДС  $E = 12$  В и внутренним сопротивлением  $r = 0,01$  Ом?

4. Батарейка для карманного фонаря замкнута на реостат. При сопротивлении реостата  $1,65$  Ом напряжение на нем равно  $3,30$  В, а при сопротивлении  $3,50$  Ом равно  $3,50$  В. Найдите ЭДС и внутреннее сопротивление батарейки.

5. Гальванические элементы с ЭДС  $4,50$  и  $1,50$  В и внутренними сопротивлениями  $1,50$  и  $0,50$  Ом, соединенные, как показано на рисунке, питают лампу от карманного фонаря. Какую мощность потребляет лампа, если известно, что сопротивление ее нити в нагретом состоянии

6. Замкнутая цепь питается от источника с ЭДС  $E = 6$  В и внутренним сопротивлением  $0,1$  Ом. Постройте графики зависимости силы тока в цепи и напряжения на зажимах источника от сопротивления внешнего участка.

**4. Задания для групповой работы**

Познакомиться с работой мультиметра. Провести измерения электрического сопротивления резисторов. Провести прямые и косвенные измерения электрических величин с использованием цифровых и стрелочных электроизмерительных приборов (по индивидуальному заданию преподавателя).

**Самостоятельная внеаудиторная работа обучающихся по теме:**

Задания для самостоятельной внеаудиторной работы студентов по указанной теме:

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

2) Ответить на вопросы для самоконтроля

1. Какие электроизмерительные приборы используются для измерения силы тока, напряжения, сопротивления, мощности, частоты электрического тока?
2. Как включаются в электрическую цепь омметры, амперметры, вольтметры, частотометры при измерении электрических величин?
3. Как снять показания с цифрового электроизмерительного прибора?
4. Как определить погрешность при измерениях цифровым электроизмерительным прибором?
5. Для измерений каких электрических величин можно использовать мультиметр?
6. Как можно измерить силу тока в цепи, имея только мультиметр?
7. Как определить цену деления стрелочного прибора?
8. Как определить приборную погрешность при известном классе точности прибора?
9. Как правильно выбрать предел измерения при использовании стрелочного измерительного прибора?

3) Проверить свои знания с использованием тестового контроля (привести тестовые задания, ответы разместить после тестов)

1. Что такое электрическое поле?

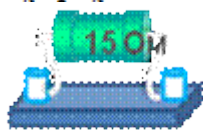
- A. упорядоченное движение электрических зарядов.
- B. особый вид материи, существующий вокруг любого электрического заряда.
- C. упорядоченное движение заряженных частиц в проводнике.
- D. беспорядочное движение частиц вещества.
- E. взаимодействие электрических зарядов.

2. Внешняя часть цепи охватывает ...

- A. приемник соединительные провода
- B. только источник питания
- C. приемник
- D. все элементы цепи
- E. пускорегулирующую аппаратуру

3. Первый Закон Кирхгофа

- A.  $\sum E = \sum IR$
- B.  $\sum I = 0$
- C.  $\sum_k^m I = 0$
- D.  $\sum_{k=1}^n I_k = 0$
- E.  $\sum_{k=1}^n E_k = 0$



Прибор

4.

- A. реостат
- B. резистор
- C. батарея
- D. потенциометр
- E. ключ

5. Конденсатор имеет емкость  $C=5$  пФ. Какой заряд находится на каждой из его обкладок, если разность потенциалов между ними  $U=1000$  В?

- A.  $5,9 \cdot 10^{-7}$  Кл
- B.  $5 \cdot 10^{-7}$  Кл
- C.  $4,5 \cdot 10^{-6}$  Кл

- D.  $4,7 \cdot 10^{-6}$  Кл  
 E.  $5,7 \cdot 10^{-8}$  Кл
6. Какая величина равна отношению электрического заряда, прошедшего через поперечное сечение проводника, ко времени его прохождения?  
 A. сила тока  
 B. напряжение  
 C. сопротивление  
 D. работа тока  
 E. энергия
7. Единица измерения потенциала точки электрического поля...  
 A. Ватт  
 B. Ампер  
 C. Джоуль  
 D. Вольт  
 E. Ом
8. Определить мощность приёмника, если сопротивление равно 100 Ом, а ток приёмника 5 мА.  
 A. 500 Вт  
 B. 20 Вт  
 C. 0,5 Вт  
 D. 2500 Вт  
 E. 0,0025 Вт
9. Частично или полностью ионизованный газ, в котором плотности положительных и отрицательных зарядов практически совпадают.  
 A. вакуум  
 B. вода  
 C. плазма  
 D. магнитный поток  
 E. однозначного ответа нет
10. Какое из утверждений вы считаете не правильным?  
 A. Земной шар – большой магнит.  
 B. Невозможно получить магнит с одним полюсом.  
 C. Магнит имеет две полюса: северный и южный, они различны по своим свойствам.  
 D. Магнит – направленное движение заряженных частиц.  
 E. Магнит, подвешенный на нити, располагается определенным образом в пространстве, указывая север и юг.
11. В 1820 г. Кто экспериментально обнаружил, что электрический ток связан с магнитным полем?  
 A. Майкл Фарадей  
 B. Ампер Андре  
 C. Максвелл Джеймс  
 D. Эрстед Ханс  
 E. Кулон Шарль
12. Ёмкость конденсатора  $C=10$  мФ; заряд конденсатора  $Q= 4 \cdot 10^{-5}$  Кл. Определить напряжение на обкладках.  
 A. 0,4 В;  
 B. 4 мВ;  
 C.  $4 \cdot 10^{-5}$  В;  
 D.  $4 \cdot 10^{-7}$  В;  
 E. 0,04 В.
13. К магнитным материалам относятся  
 A. алюминий

- В. железо  
 С. медь  
 D. кремний  
 E. все ответы правильно
14. Диэлектрики применяют для изготовления  
 A. магнитопроводов  
 B. обмоток катушек индуктивности  
 C. корпусов бытовых приборов  
 D. корпусов штепсельных вилок  
 E. A, B.
15. К полупроводниковым материалам относятся:  
 A. алюминий  
 B. кремний  
 C. железо  
 D. нихром  
 E. B, D.
16. Единицами измерения магнитной индукции являются  
 A. Амперы  
 B. Вольты  
 C. Теслы  
 D. Герцы  
 E. Фаза
17. Величина индуцированной ЭДС зависит от...  
 A. силы тока  
 B. напряжения  
 C. скорости вращения витка в магнитном поле  
 D. длины проводника и силы магнитного поля  
 E. ответы 1, 2
18. Выберите правильное утверждение:  
 A. ток в замкнутой цепи прямо пропорционален электродвижущей силе и обратно пропорционален сопротивлению всей цепи.  
 B. ток в замкнутой цепи прямо пропорционален сопротивлению всей цепи и обратно пропорционален электродвижущей силе.  
 C. сопротивление в замкнутой цепи прямо пропорционально току всей цепи и обратно пропорционально электродвижущей силе.  
 D. электродвижущая сила в замкнутой цепи прямо пропорциональна сопротивлению всей цепи и обратно пропорциональна току.  
 E. электродвижущая сила в замкнутой цепи прямо пропорциональна.
19. Если неоновая лампа мощностью 4,8 Вт рассчитана на напряжение 120 В, то потребляемый ток составляет:  
 A. 576 А  
 B. 115,2 А  
 C. 124,8 А  
 D. 0,04 А  
 E. 54 А
20. Формула Мощность приёмника:  
 A.  $N=EI$   
 B.  $N=U/I$   
 C.  $N=U/t$   
 D.  $P=A*t$   
 E.  $P=U*q/t$
21. При параллельном соединении конденсатор .....=const



- A. напряжение
- B. заряд
- C. ёмкость
- D. индуктивность
- E. A, B.

22. Конденсатор имеет две пластины. Площадь каждой пластины составляет  $15 \text{ см}^2$ . Между пластинками помещен диэлектрик – пропарафинированная бумага толщиной 0,02 см. Вычислить емкость этого конденсатора. ( $\epsilon=2,2$ )

- A. 1555 пФ
- B. 1222 пФ
- C. 1650 пФ
- D. 550 пФ
- E. 650 пФ

23. Что такое Пик - трансформатор

- A. трансформатор, предназначенный для преобразования импульсных сигналов с длительностью импульса до десятков микросекунд с минимальным искажением формы импульса
- B. трансформатор, питающийся от источника напряжения.
- C. вариант трансформатора, предназначенный для преобразования электрической энергии в электрических сетях и в установках, предназначенных для приёма и использования электрической энергии.
- D. трансформатор, питающийся от источника тока.
- E. трансформатор, преобразующий напряжение синусоидальной формы в импульсное напряжение с изменяющейся через каждые полпериода полярностью.

24. Определить мощность приёмника, если сопротивление равно 110 Ом, а ток приёмника 5 мА.

- A. 0,0025 Вт
- B. 0,00275 Вт
- C. 20 Вт
- D. 0,5 Вт
- E. 2500 Вт

25. Разделительный трансформатор это...

- A. трансформатор, предназначенный для преобразования импульсных сигналов с длительностью импульса до десятков микросекунд с минимальным искажением формы импульса.
- B. трансформатор, предназначенный для преобразования импульсных сигналов с длительностью импульса до десятков микросекунд с минимальным искажением формы импульса.
- C. трансформатор, питающийся от источника тока.
- D. трансформатор, первичная обмотка которого электрически не связана со вторичными обмотками.
- E. трансформатор, питающийся от источника напряжения.

**Ответы:**

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.
В	Д	Д	В	В	А	Д	Е	С	Д	Д	В	С	Д	В	С	Д	А	Д	Е	А	С	Е	В	Д

**Рекомендуемая литература:**

**Основная:**

№ п/п	Наименование	Автор(ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров в библиотеке	Наличие в ЭБС
1	2	3	4	5	6
1	Основы высшей математики и математической стати-	сост. И. В. Павлушков	2-е изд., испр. - М.: "ГЭОТАР-Медиа",	14	+

	стики : учебник для фарм. и мед. вузов.		2012. - 424 с		
2	Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для бакалавров. Базовый курс"	Гмурман В. Е.	12-е изд. - М.: Юрайт, 2013. - 479 с.	32	
3	Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике : учеб. пособие для бакалавров. Базовый курс	Гмурман В. Е.	11-е изд., перераб. и доп. - М.: Юрайт, 2013. - 404 с	1	
4	Математические методы доказательной медицины [Электронный ресурс] : учебное пособие	Короткова О. Л.	Кировский ГМУ. - Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2017. - 180 с	-	ЭБС Кировского ГМУ
5	Сборник тестовых заданий по дисциплинам "Физика, математика", "Медицинская и биологическая физика": учебно-методическое пособие	В. А. Кудрявцев [и др.]	Кировский ГМУ. - Киров: Кировский ГМУ, 2018. - 94 с	95 - Чит. Зал(1), Уч. Аб.(94)	+
6	Медицинская и биологическая физика: учебник	Ремизов А. Н.	4-е изд., испр. и перераб. - М.: "ГЭОТАР-Медиа", 2016. - 656 с.: ил. 2018 г.	100 - Чит. Зал(1), Уч. Аб.(99). 170	ЭБС Консультант студента
7	Сборник задач по медицинской и биологической физике : учеб. пособие для вузов	А. Н. Ремизов, А. Г. Максина.	4-е изд., стер. - М.: Дрофа, 2010. - 189 с.: рис. - (Высшее образование	1 - Науч. Аб.(1).	+

### Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор(ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров в библиотеке	Наличие в ЭБС
1	2	3	4	5	6
1	Практические занятия по математике : учеб. пособие для бакалавров / Н. В. Богомоллов. - 11-е изд.	Богомоллов Н. В.	М. : Юрайт, 2012. - 495 с. - (Сер. "Бакалавр")	30	
2	Математика : учебник для бакалавров / Н. В. Богомоллов, П. И. Самойленко.	Богомоллов Н. В.	М. : Юрайт, 2012. - 396 с. - (Сер. "Бакалавр")	30	
3	Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие	Мхитарян В. С.	2-е изд., перераб. и доп. - М. : Синергия, 2013. - 332 с	1 - Чит. зал(1).	
4	Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для бакалавров	Гмурман В. Е.	12-е изд. - М. : Юрайт, 2013. - 479 с. - (Сер. "Бакалавр. Базовый курс")	Экземпляры: всего:32 - ФЭТ(32).	
5	Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для студентов мед. вузов	сост.: В. А. Кудрявцев, О. Л. Короткова, О. И. Шилов. -	ГОУ ВПО Кировская ГМА Киров, 2007. - 272 с	Экземпляры: всего:387 - Чит. Зал(1), Уч. Аб.(386).	
6	Физика и биофизика : курс лекций для студентов мед. вузов / В. Ф. Антонов, А. В. Коржуев	Антонов В. Ф.	240 с. : ил.3-е изд., перераб. и доп. - М. : "ГЭОТАР-Медиа", 2007	Экземпляры: всего:135 - Уч. Аб.(135).	ЭБС Консультант студента

7	Математика : учебник для студ. фармацевт. и мед. вузов	Греков Е. В.	М. : "ГЭОТАР- Медиа", 2015	1 - Чит. Зал(1).	ЭБС Консультант студента
8	Математика [Электронный ресурс] : учебник	В.П. Омельченко.	М. : ГЭОТАР-Медиа, 2017. - (ЭБС «Консультант студента»)		ЭБС Консультант студента
9	Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие для студ. мед.вузов	сост. В.А.Кудрявцев, О.Л. Короткова, О.И.Шилов, П.Г.Чупраков.	Киров: Кировская ГМА, 2007	385	
10	Основы высшей математики и математической статистики: учебник	И.В. Павлушков и др.	М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. - 432 с.: ил.		ЭБС «Консультант студента»).
11	Медицинская и биологическая физика: курс лекций с задачами: учеб. пособие для вузов с компакт-диском	В. Н. Федорова, Е. В. Фаустов. - М.	ГЭОТАР-Медиа", 2009. - 592 с	Экземпляры: всего:5 - Чит. Зал(2), Науч. Аб.(3).	ЭБС «Консультант студента»).
12	Физика с элементами биофизики: учебник для вузов	Е. Д. Эйдельман. - М.	"ГЭОТАР-Медиа", 2013. - 512 с.: ил.	Экземпляры: всего:15 - Уч. Аб.(15).	ЭБС «Консультант студента»
13	Физика и биофизика [Электронный ресурс]: учебник. 2-е изд., испр. и доп.	В. Ф. Антонов, Е. К. Козлова, А. М. Черныш.	М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013, 2014, 2015.	1	ЭБС «Консультант студента»
14	Физика и биофизика. Руководство к практическим занятиям [Электронный ресурс]: учебное пособие	Антонов В.Ф., Черныш А.М., Козлова Е.К., Коржуев А.В.	М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013	1	ЭБС «Консультант студента»

## Раздел 5. Колебания и волны. Акустика. Оптика.

**Темы: 1.Колебания и волны. 2. Акустика. 3. Оптика. (Примечание: темы и теоретически и практически очень близки друг к другу, поскольку и акустика и оптика это колебания и волны.).**

**Цель:** получить необходимые знания по указанной теме, проверить уровень усвоения знаний характеристик, видов колебаний, волн. Способствовать формированию умений, используя теоретические положения, оценивать параметры колебательного и волнового движения в различных средах, производить акустические расчеты распространения и восприятия звуковых и ультразвуковых волн.

### Задачи:

1. Рассмотреть основные закономерности колебательного движения и волнового процесса.
2. Изучить основные свойства колебаний и волн в акустике и оптике.
3. Научить применять законы колебательного движения и волновых процессов при решении практических задач.
4. Определить область применения этих законов в приборах диагностики и физиотерапии.
5. Выполнить шесть лабораторных работы

**Обучающийся должен знать: до изучение темы:** Определение понятий колебательного движения, механической волны и ее видов. Физические характеристики колебаний и волн; характеристики ощущения звука; Дифференциальные уравнения колебательного движения; Уравнения колебания, бегущей и стоячей волн; Свойства волн; Взаимосвязь между уровнями интенсивности, частотами и уровнями громкости звука. **после изучения темы:** способы применения

основных закономерностей механических колебаний и волн для решения практических задач. Основные методы сбора и анализа информации; способы формализации цели и методы ее достижения. Первичное физическое действие основных физических факторов на биологические объекты, в том числе при физиотерапии.

**Обучающийся должен уметь:** проводить простые исследования лабораторного типа, уметь решать задачи по указанной теме. Решать дифференциальные уравнения колебательных движений; Использовать законы колебательного и волнового движения при решении прикладных задач; Пользоваться кривыми равной громкости при решении задач медико-биологического профиля; Объяснять физические процессы колебательного и волнового характера в ситуационных задачах медико-биологического профиля. Оценивать величину физических факторов, воздействующих на организм.

**Обучающийся должен владеть:** Культурой мышления; навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения. терминологией и языком темы, способностью применять полученные знания на практике. Навыками работы со справочной и инструктивной литературой.

### **Самостоятельная аудиторная работа обучающихся по теме:**

#### **Ответить на вопросы по теме занятия**

1. Какое движение называется колебательным?
2. Какие колебания называются гармоническими? свободными? затухающими? вынужденными? автоколебаниями? В чем состоит основное отличие их между собой?
3. Что называется смещением? амплитудой? периодом? частотой? фазой колебаний?
4. Дайте определение незатухающих колебаний. Получите дифференциальное уравнение незатухающего гармонического колебания.
5. Запишите уравнения смещения, скорости и ускорения при гармоническом колебании.
6. Дайте определение затухающего колебания. Выведите дифференциальное уравнение затухающего колебания.
7. Запишите уравнение смещения для затухающего колебания.
8. Что такое коэффициент затухания и логарифмический декремент затухания? Что они характеризуют?
9. Как зависит амплитуда затухающих колебаний от времени?
10. Выведите дифференциальное уравнение вынужденного колебания.
11. Запишите уравнение вынужденного колебания.
12. При каких условиях возникает резонанс вынужденного колебания?
13. Выведите уравнение плоской механической волны.
14. Назовите характеристики механической волны и дайте их определение.
15. Что такое звук? Укажите физические (объективные) характеристики звука.
16. Перечислите характеристики слухового ощущения и укажите, как они связаны с физическими характеристиками звука.
17. Сформулируйте закон Вебера-Фехнера.
18. Укажите единицы уровня интенсивности и уровня громкости звука.
19. Что называется аудиометрией?
20. Каковы основные функции среднего уха?
21. Как устроена звуковоспринимающая система уха?
22. Что называется ультразвуком?
23. Назовите способы получения и регистрации ультразвука.
24. Назовите особенности распространения ультразвука в неоднородных средах и обоснуйте их на основании закона Рэлея.
25. В чем заключается механическое, химическое и тепловое действие ультразвука.
26. В чем сущность эффекта Доплера? Поясните методы определения скорости кровотока и эхокардиографии, в основе которых лежит эффект Доплера.
27. Приведите примеры применения ультразвука в медицинской практике и дайте им физическое обоснование.

## **Практическая работа.**

Лабораторные работы:

1. Определение скорости распространения звука в воздухе

Цель работы: познакомиться с методом определения звука с помощью стоячей волны.

2. Изучение физических основ ультразвуковых методов исследования и лечения в медицине.

Цель работы: 1. Познакомится с устройством и принципом работы аппарата для ультразвуковой терапии УЗТ - 1,01. 2. Изучить действие ультразвука на биологическую ткань. 3. Рассмотреть вопросы о физических основах применения ультразвука в медицине.

3. Снятие спектральной характеристики уха на пороге слышимости.

Цель работы: 1. Изучить характеристики звуковой волны. 2. Познакомится с основами аудиометрии.

4. Изучение свойств поляризованного света

Цель работы: 1. Познакомится со способами получения поляризованного света. Научиться определять концентрацию сахара в растворе. Исследование распределения механических напряжений в образце под нагрузкой.

5. Изучение физических основ спектроскопии

Цель работы: Изучить теоретические основы спектроскопии и колориметрии и применение их в качественном и количественном анализе химического состава вещества.

6. Изучение метода концентрационной фотоэлектроколориметрии

Цель работы: Рассмотреть физические основы метода фотометрического определения концентрации окрашенных растворов; научиться определять концентрацию окрашенного раствора методом фотоэлектроколориметрии

Методика проведения работы: см. Руководство к практическим занятиям по физике: учебно-методическое пособие / Е.В.Луценко, О.Л.Короткова. – Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2017. – 113 с. Выдается каждому на занятиях.

Результаты: представляются в отчетах.

Выводы: делает преподаватель на основе проверки отчета и собеседования.

## **4. Задания для групповой работы**

Выполнить указанные лабораторные работы; До работы - подготовить ответы на вопросы входного контроля, после выполнения работы - подготовить ответы на вопросы выходного контроля.

### **Самостоятельная внеаудиторная работа обучающихся по теме:**

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

2) Ответить на вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение колебательного движения.
2. Запишите уравнение гармонических колебаний. Перечислите физические характеристики колебательного движения.
3. От каких параметров зависят частота и период колебаний математического маятника и груза на пружине (пружинного маятника)?
4. Каковы причина и условия возникновения и поддержания процесса колебания?

5. Энергия колебательного процесса.
6. Выведите дифференциальные уравнения гармонических (незатухающих и затухающих) и вынужденных колебаний и их решения.
7. Что такое логарифмический декремент затухания?
8. Дайте понятие резонанса. Каковы условия возникновения и проявления этого явления?
9. Закономерности сложения гармонических незатухающих колебаний, происходящих в одной плоскости.
10. Дайте определение механической волны. Запишите уравнение бегущей волны.
11. Перечислите физические характеристики волны.
12. Как проходит механическая волна через границу 2-х сред. Закон Рэлея.
13. Эффект Доплера.
14. Перечислите психофизические характеристики звука (характеристики слуховых ощущений) и их связь с физическими характеристиками.
15. Введите понятия: интенсивность и громкость звука, уровни интенсивности и громкости.
16. Дайте определение кривых равной громкости.
17. Почему в полости трубы возникает стоячая волна?
18. Объясните изменения громкости звучания при изменении размеров полости.
19. Можно ли производить оценку скорости звука по расстоянию между отметками при минимуме звучания? Почему на практике это не применяется?
20. Будут ли громче тоны сердца, если укоротить трубку фонендоскопа?
21. Почему полости разного размера при перкуссии звучат по-разному?
22. Что можно сказать о громкости звука с физическими характеристиками  $I_1=60\text{дБ}$ ,  $\nu_1=100\text{Гц}$ , а также  $I_2=30\text{дБ}$ ,  $\nu_2=1000\text{Гц}$ ? Для ответа используйте кривые равной громкости.
23. В каком частотном диапазоне человеческое ухо слышит лучше? Ответ обоснуйте, используя среднестатистическую аудиограмму.
24. Определите интенсивности звуков с частотами  $\nu_1=100\text{Гц}$ ,  $\nu_2=500\text{Гц}$ ,  $\nu_3=1000\text{Гц}$ , если уровень громкости звуков одинаков и равен  $E=40\text{фон}$ ?
25. Объясните, как по напряжению, снимаемого с генератора можно судить об интенсивности звукового сигнала, измеряемого в децибелах?
26. Как по аудиограмме на основании теории звукокодирования можно диагностировать нарушения функций областей внутреннего уха?
27. Каким образом в лабораторной работе осуществляется проверка закона Малюса?
28. Как в лабораторной работе оценивается поворот плоскости поляризации оптически активным веществом?
29. На чем основана в лабораторной работе количественная оценка интенсивности света, прошедшего через анализатор?
30. Почему изменяется интенсивность луча, прошедшего через поляризатор, после его отражения?

5. При выполнении какого условия интенсивность прошедшего через поляризатор отраженного луча будет максимальна и минимальна?

1. Назовите основные характеристики электромагнитной волны.
2. Охарактеризуйте электромагнитные волны различных диапазонов по способу получения того или иного вида излучения.
3. Назовите виды спектров излучения и поглощения.
4. Как изменяется спектр излучения твердого тела при нагревании?

5. Как связаны спектры излучения и поглощения с атомным и молекулярным строением вещества?
6. Обосновать принцип определения концентрации вещества на основе изучения спектров поглощения.
7. Боровская теория водородоподобного атома и её использование для обоснования характеристик спектров излучения и поглощения.
8. Основные принципы строения оболочек многоэлектронных атомов.
9. Каково основное отличие молекулярных спектров от атомарных?
10. Использование спектроскопии при медико-биологических исследованиях.
11. Объясните устройство и принцип действия простейшего спектрального прибора – спектроскопа.

31. Объясните принцип устройства фотоэлектрического колориметра

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.

### Эталоны ответов

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
№ ответа	1)	1)	1)	1)	3)	3)	2)	3)	1)	3)
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
№ ответа	1)	1)	1)	1)	3)	2)	4)	2)	1)	3)

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.

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
№ ответа	2)	3)	3)	2)	2)	3)	4)	1)	2)	2)
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
№ ответа	3)	4)	2)	2)	3)	2)	4)	1)	2)	4)

#### Рекомендуемая литература:

№ п/п	Наименование	Автор(ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров в библиотеке	Наличие в ЭБС
1	2	3	4	5	6
1	Основы высшей математики и математической статистики : учебник для фарм. и мед. вузов.	сост. И. В. Павлушков	2-е изд., испр. - М.: "ГЭОТАР-Медиа", 2012. - 424 с	14	+

2	Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для бакалавров. Базовый курс"	Гмурман В. Е.	12-е изд. - М.: Юрайт, 2013. - 479 с.	32	
3	Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике : учеб. пособие для бакалавров. Базовый курс	Гмурман В. Е.	11-е изд., перераб. и доп. - М.: Юрайт, 2013. - 404 с	1	
4	Математические методы доказательной медицины [Электронный ресурс] : учебное пособие	Короткова О. Л.	Кировский ГМУ. - Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2017. - 180 с	-	ЭБС Кировского ГМУ
5	Сборник тестовых заданий по дисциплинам "Физика, математика", "Медицинская и биологическая физика": учебно-методическое пособие	В. А. Кудрявцев [и др.]	Кировский ГМУ. - Киров: Кировский ГМУ, 2018. - 94 с	95 - Чит. Зал(1), Уч. Аб.(94)	+
6	Медицинская и биологическая физика: учебник	Ремизов А. Н.	4-е изд., испр. и перераб. - М.: "ГЭОТАР-Медиа", 2016. - 656 с.: ил. 2018 г.	100 - Чит. Зал(1), Уч. Аб.(99). 170	ЭБС Консультант студента
7	Сборник задач по медицинской и биологической физике : учеб. пособие для вузов	А. Н. Ремизов, А. Г. Максина.	4-е изд., стер. - М.: Дрофа, 2010. - 189 с.: рис. - (Высшее образование	1 - Науч. Аб.(1).	+

### Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор(ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров в библиотеке	Наличие в ЭБС
1	2	3	4	5	6
1	Практические занятия по математике : учеб. пособие для бакалавров / Н. В. Богомолов. - 11-е изд.	Богомолов Н. В.	М. : Юрайт, 2012. - 495 с. - (Сер. "Бакалавр")	30	
2	Математика : учебник для бакалавров / Н. В. Богомолов, П. И. Самойленко.	Богомолов Н. В.	М. : Юрайт, 2012. - 396 с. - (Сер. "Бакалавр")	30	
3	Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие	Мхитарян В. С.	2-е изд., перераб. и доп. - М. : Синергия, 2013. - 332 с	1 - Чит. зал(1).	
4	Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для бакалавров	Гмурман В. Е.	12-е изд. - М. : Юрайт, 2013. - 479 с. - (Сер. "Бакалавр. Базовый курс")	Экземпляры: всего:32 - ФЭТ(32).	
5	Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для студентов мед. вузов	сост.: В. А. Кудрявцев, О. Л. Короткова, О. И. Шилов. -	ГОУ ВПО Кировская ГМА Киров, 2007. - 272 с	Экземпляры: всего:387 - Чит. Зал(1), Уч. Аб.(386).	
6	Физика и биофизика : курс лекций для студентов мед. вузов / В. Ф. Антонов, А. В. Коржув	Антонов В. Ф.	240 с. : ил.3-е изд., перераб. и доп. - М. : "ГЭОТАР-Медиа", 2007	Экземпляры: всего:135 - Уч. Аб.(135).	ЭБС Консультант студента
7	Математика : учебник для студ. фармацевт. и мед. вузов	Греков Е. В.	М. : "ГЭОТАР- Медиа", 2015	1 - Чит. Зал(1).	ЭБС Консультант студента

8	Математика [Электронный ресурс] : учебник	В.П. Омельченко.	М. : ГЭОТАР-Медиа, 2017. - (ЭБС «Консультант студента»)		ЭБС Консультант студента
9	Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие для студ. мед.вузов	сост. В.А.Кудрявцев, О.Л. Короткова, О.И.Шилов, П.Г.Чупраков.	Киров: Кировская ГМА, 2007	385	
10	Основы высшей математики и математической статистики: учебник	И.В. Павлушков и др.	М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. - 432 с.: ил.		ЭБС «Консультант студента»).
11	Медицинская и биологическая физика: курс лекций с задачами: учеб. пособие для вузов с компакт-диск	В. Н. Федорова, Е. В. Фаустов. - М.	ГЭОТАР-Медиа", 2009. - 592 с	Экземпляры: всего:5 - Чит. Зал(2), Науч. Аб.(3).	ЭБС «Консультант студента»).
12	Физика с элементами биофизики: учебник для вузов	Е. Д. Эйдельман. - М.	"ГЭОТАР-Медиа", 2013. - 512 с.: ил.	Экземпляры: всего:15 - Уч. Аб.(15).	ЭБС «Консультант студента»
13	Физика и биофизика [Электронный ресурс]: учебник. 2-е изд., испр. и доп.	В. Ф. Антонов, Е. К. Козлова, А. М. Черныш.	М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013, 2014, 2015.	1	ЭБС «Консультант студента»
14	Физика и биофизика. Руководство к практическим занятиям [Электронный ресурс]: учебное пособие	Антонов В.Ф., Черныш А.М., Козлова Е.К., Коржуев А.В.	М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013	1	ЭБС «Консультант студента»

## Раздел 6. Элементы квантовой, атомной и ядерной физики

### Тема 6.1: Элементы квантовой физики. Элементы атомной и ядерной физики

**Цель:** на основе курса школьной физики получить новые знания по элементам квантовой, атомной и ядерной физики применительно к медицине в области диагностики и лечения.

**Задачи:** Рассмотреть и изучить основные законы квантовой, атомной и ядерной физики. Обучить решению задач по теме с медицинским уклоном.

**Обучающийся должен знать:** Основные методы сбора и анализа информации; способы формализации цели и методы ее достижения. Первичное физическое действие различных видов радиации на биологические объекты, в том числе при физиотерапии.

**Обучающийся должен уметь:** Анализировать, обобщать и воспринимать информацию; ставить цель и формулировать задачи по её достижению. Решать типовые задачи по элементам квантовой, атомной и ядерной физики с использованием элементов высшей математики. Решать типовые задачи на основные физические законы и ситуационные задачи, связанные с физическими процессами в биологических объектах и тканях и работой медицинской аппаратуры. Оценивать величину физических факторов ионизирующих излучений, воздействующих на организм.

**Обучающийся должен владеть:** Культурой мышления; навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения. Математической и физической терминологией в области квантовой, атомной и ядерной физики. Математическим и физическим аппаратом для обработки, анализа и интерпретации полученных экспериментальных данных. Навыками работы со справочной и инструктивной литературой.

### Самостоятельная аудиторная работа обучающихся по теме:

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

1. Корпускулярно-волновой дуализм. Гипотеза де Бройля.

2. Строение атома. Модель Томсона. Опыты Резерфорда. Модель Резерфорда. Несостоятельность классического подхода к построению модели атома.
3. Спектральные закономерности излучения атома водорода.
4. Теория Бора. Постулаты Бора.
5. Состав и свойства атомных ядер. Ядерные силы. Массовое и зарядовое число. Дефект масс и энергия связи ядра.
6. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Типы распада.
7. Ядерные реакции. Энергетический выход ядерных реакций. Цепная ядерная реакция и условия ее протекания.
8. *Какие частицы образуют ядро атома? Водорода? Гелия? Углерода?*
9. *Чем отличаются изотопы?*
10. *Охарактеризуйте кратко протон и нейтрон.*
11. *В чем состоит явление ядерного магнитного резонанса? Где оно используется?*
12. *Каковы свойства ядерных сил?*
13. *Какие модели ядра вы знаете? В чем их суть?*
14. *Что представляет собой ядерная реакция? Деления? Термоядерного синтеза?*
15. *Как можно использовать ядерную энергию? Приведите примеры.*
16. *Что такое радиоактивность? Активность?*
17. *В чем состоит закон радиоактивного распада?*
18. *В чем смысл периода полураспада?*
19. *Что такое  $\alpha$ -распад?  $\beta$ -распад?*
20. *Какова природа  $\gamma$ -излучения ядер?*
21. *Какими процессами сопровождается прохождение  $\gamma$ -излучения сквозь вещества?*
22. *Что представляет собой доза излучения в 1 рентген? 1 Зиверт?*
23. *Что называют радиоактивностью? Кто её открыл?*
24. *Свойства радиоактивного излучения.*
25. *Период полураспада.*
26. *Постулаты Бора.*
27. *Что называют лазерами?*
28. *Охарактеризовать альфа - лучи.*
29. *Изотопы.*
30. *Альфа частица.*
31. *Энергия связи атомных ядер.*
32. *Энергетический выход ядерных реакций.*
33. *Применение радиоактивных изотопов.*

## 2. Практическая работа.

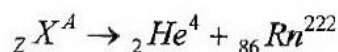
### Решение задач

1. Определите число электронов, протонов и нейтронов в атоме кислорода  ${}^8\text{O}^{17}$ .

<i>Дано:</i>	<i>Решение:</i>
${}^8\text{O}^{17}$	$Z = 8; e = 8; N = A - Z = 17 - 8 = 9$
Z - ?	<b>Ответ: 8 электронов, 8 протонов, 9 нейтронов.</b>
N - ?	
e - ?	

2. В результате  $\alpha$ -распада ядро некоторого элемента превратилось в ядро радона  ${}_{86}\text{Rn}^{222}$ . Что это был за элемент?

Решение



По закону сохранения массы и заряда:  $A = 4 + 222 = 226$ ;  $Z = 2 + 86 = 88$ . В таблице Менделеева порядковый номер 88 имеет радий. Следовательно — это  ${}_{88} \text{Ra}^{226}$ .

3. На сколько уменьшилась энергия атома, если при переходе из одного энергетического состояния в другое атом излучил свет длиной волны  $6,56 \cdot 10^{-7}$  м?

**Дано:**

$$\lambda = 6,56 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

$$h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

$$E = ?$$

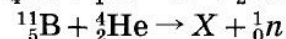
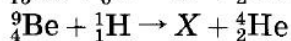
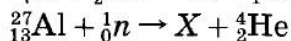
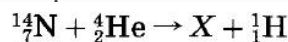
**Решение:**

$$E = h \cdot \nu; \nu = \frac{c}{\lambda}; E = \frac{hc}{\lambda};$$

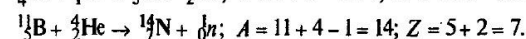
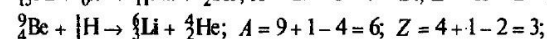
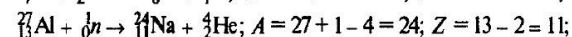
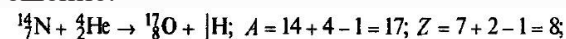
$$E = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{6,56 \cdot 10^{-7} \text{ м}} = 3 \cdot 10^{-19} \text{ Дж.}$$

Энергия атома уменьшится на  $3 \cdot 10^{-19}$  Дж.

4. Определите неизвестный продукт X каждой из ядерных реакций:



Решение:



### Решить ситуационные задачи

1. В открытый контейнер поместили 1,5 г изотопа полония- ${}^{210}_{84}\text{Po}$ . Затем контейнер герметично закрыли. Изотоп полония радиоактивен и претерпевает альфа-распад с периодом полураспада примерно 140 дней, превращаясь в стабильный изотоп свинца. Через пять недель давление внутри контейнера составило  $p = 1,4 \cdot 10^5$  Па. Определите объем контейнера. Температура внутри контейнера поддерживается постоянной и равна  $45^\circ$ . Атмосферное давление равно  $10^5$  Па.

Решение:

Давление в контейнере будут создавать как воздух, так и образующийся гелий:

$$p = p_v + p_{\text{He}}$$

$$p_{\text{He}} = p - p_v$$

Давление воздуха – это атмосферное давление. Определим давление гелия из уравнения Менделеева-Клапейрона:

$$p_{\text{He}} V = \frac{m_{\text{He}}}{M_{\text{He}}} RT$$

Количество молей гелия равно количеству молей полония (который распался):

$$\frac{m_{\text{He}}}{M_{\text{He}}} = \frac{m_{\text{Po}}}{M_{\text{Po}}}$$

Изначально было, предположим,  $N_0$  атомов полония. Потом их количество уменьшалось согласно закону радиационного распада:

$$N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$$



Где  $N$  – количество оставшихся нераспавшимися атомов.

Тогда распалось число атомов, равное:

$$n = N_0 - N = N_0 - N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}} = N_0(1 - 2^{-\frac{t}{T}})$$

Количество молей образовавшегося гелия тогда равно

$$\nu_{He} = \frac{n}{N_A} = \frac{N_0(1 - 2^{-\frac{t}{T}})}{N_A}$$

Отношение  $\frac{N_0}{N_A} = \frac{m_{Po}}{M_{Po}}$ .

Теперь «вытащим» из уравнения Менделеева-Клапейрона объем и подставим все найденные величины:

$$V = \frac{\nu_{He}RT}{p_{He}} = \frac{m_{Po}}{M_{Po}}(1 - 2^{-\frac{t}{T}}) \cdot \frac{RT}{p - p_v} = \frac{m_{Po}}{M_{Po}}(1 - 2^{-\frac{t}{T}}) \cdot \frac{RT}{p - p_v}$$

Считаем:

$$V = \frac{1,5 \cdot 10^{-3}}{210 \cdot 10^{-3}} \cdot (1 - 2^{-\frac{35}{140}}) \cdot \frac{8,31 \cdot (45 + 273)}{(1,4 - 1) \cdot 10^5} = 7,5 \cdot 10^{-5}$$

Ответ:  $V = 75 \text{ см}^3$ .

2. Определить массу свинца, который образуется из 1,0 кг  $^{238}\text{U}$  за время, равное возрасту горных пород ( $2,5 \cdot 10^9$  лет).

Решение.  $^{206}\text{Pb}$  является конечным и стабильным элементом в радиоактивном семействе (ряду) урана, родоначальником которого является  $^{238}\text{U}$ . Поскольку суммарный период полураспада всех последующих звеньев семейства много меньше, чем период полураспада ядер  $^{238}\text{U}$ , то с хорошей точностью можно считать, что период полураспада, приводящий к образованию ядер  $^{206}\text{Pb}$ , равен периоду полураспада  $^{238}\text{U}$ .

Искомая масса  $^{206}\text{Pb}$  будет равна

$$M(^{206}\text{Pb}) = M_{\text{ат}}(^{206}\text{Pb}) \cdot N(^{206}\text{Pb}) = M_{\text{ат}}(^{206}\text{Pb}) \cdot N_p(^{238}\text{U}), \quad (2.15.1)$$

где  $N_p(^{238}\text{U})$  – количество распавшихся ядер  $^{238}\text{U}$  за время  $t$ , которые, в конечном итоге, превратились в равное количество ядер  $^{206}\text{Pb}$ . Если первоначальное количество ядер  $^{238}\text{U}$  равнялось

$$N_0(^{238}\text{U}) = \frac{M(^{238}\text{U})}{M_{\text{ат}}(^{238}\text{U})},$$

то количество распавшихся ядер  $^{238}\text{U}$  за время  $t$  составит

$$N(^{238}\text{U}) = N_0(^{238}\text{U}) \cdot (1 - e^{-\lambda t}) = \frac{M(^{238}\text{U})}{M_{\text{ат}}(^{238}\text{U})} (1 - e^{-\lambda t}).$$

Подставив последнее выражение в (2.15.1), получим

$$M(^{206}\text{Pb}) = M(^{238}\text{U}) \frac{M_{\text{ат}}(^{206}\text{Pb})}{M_{\text{ат}}(^{238}\text{U})} (1 - e^{-\lambda t}) = M(^{238}\text{U}) \frac{A_{\text{г}}(^{206}\text{Pb})}{A_{\text{г}}(^{238}\text{U})} (1 - e^{-\lambda t})$$

$$= 1 \cdot \frac{206}{238} [1 - \exp(-1,5 \cdot 10^{-10} \cdot 2,5 \cdot 10^9)] = 0,27 \text{ кг.}$$

### Задачи для самостоятельного разбора на занятии. Задания для групповой работы

**Задача 1.** Определить поглощенную дозу ионизирующего излучения за 10 ч, если мощность дозы в данной точке среды постоянна и равна 1 мкГр/с.

**Задача 2.** Производственная установка «Колос» для предпосевного облучения семян обеспечивает поглощенную дозу  $\gamma$ -излучения 10 Гр за 1,5 мин. Какова мощность поглощенной дозы в единицах СИ?

**Задача 3.** На поверхность биологической ткани падает параллельный пучок моноэнергетических электронов с энергией 10 МэВ и плотностью потока  $\phi = 1,3 \cdot 10^6$  част./ $(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ . Полная ЛПЭ для электронов данной энергии, выраженная в массовых единицах,  $L_m = 3,2 \cdot 10^{-14}$  Дж· $\text{м}^2/\text{кг}$ . Определить поглощенную дозу во внешнем слое ткани, если время облучения  $t = 1$  ч.

**Задача 4.** Мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения  $^{60}\text{Co}$  ( $E_{\gamma} = 1,25$  МэВ), измеренная в условиях электронного равновесия, равна 2,8 мР/ч. Определить экспозиционную дозу и поглощенные дозы в воздухе мягкой биологической ткани за 36 ч.

**Задача 5.** Оператор находится в реакторном зале в поле смешанного излучения. Мощности поглощенной дозы в биологической ткани, создаваемые быстрыми нейтронами ( $E_n \sim 10$  МэВ), медленными нейтронами ( $E_n < 20$  кэВ) и  $\gamma$ -излучением, соответственно равны 1, 2, 9 мкГр/ч. Определить эквивалентную дозу, получаемую оператором за 36-часовую рабочую неделю.

**Задача 6.** Рассчитать мощность поглощенной дозы в воздухе  $p$  (мкГр/ч), создаваемую узким пучком  $\gamma$ -излучения  $^{137}\text{Cs}$  ( $E_{\gamma} = 0,66$  МэВ), если измеренная плотность потока фотонов в данной точке равна  $2,7 \cdot 10^3 \text{ см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ .

**Задача 7.** Найти мощность экспозиционной дозы от точечного  $\gamma$ -источника  $^{137}\text{Cs}$  активностью 740 МБк (20 мКи) на расстоянии 100 см.

**Задача 8.** В лаборатории имеются три  $\gamma$ -источника:  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{65}\text{Zn}$  и  $^{203}\text{Hg}$  активностью 74, 370 и 740 МБк (2, 10 и 20 мКи) соответственно. Какой из них дает наибольшую мощность дозы при постоянной геометрии опыта?

**Задача 9.** Мощность экспозиционной дозы, измеренная прибором на расстоянии 200 см от  $\gamma$ -источника, равна 0,8 мР/с. Найти гамма-эквивалент источника  $M$ . Если источник —  $^{60}\text{Co}$ , то какова его активность  $A$ ?

**Задача 10.** Активность точечного  $\gamma$ -источника  $^{65}\text{Zn}$  равна  $1,85 \cdot 10^8$  Бк (5 мКи). Определить экспозиционную дозу, поглощенную дозу в воздухе и среднюю эквивалентную дозу в ткани на расстоянии 20 см от источника за 30 ч.

**Задача 11.** Рассчитать экспозиционную дозу за 36 ч от точечного источника  $^{24}\text{Na}$  ( $T_{1/2} = 15$  ч), если гамма-эквивалент источника  $M = 10$  мг-экв Ra, а расстояние  $r = 60$  см. Учесть распад радионуклида за время экспозиции. Указание: постоянная распада  $\lambda = 0,693/T_{1/2}$ .

### Самостоятельная внеаудиторная работа обучающихся по теме:

*Задания для самостоятельной внеаудиторной работы студентов по указанной теме:*

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

2) Ответить на вопросы для самоконтроля

1. Дать характеристику биологическому действию ионизирующего излучения.
2. Способы защиты от ионизирующего излучения.
3. Устройство и принцип действия газоразрядного счетчика.

4. Каково назначение высокоомного резистора в цепи газоразрядного счетчика?
5. Что понимают под термином «космическое излучение» или «фон»?
6. Как получается рентгеновское излучение на рентгеновской трубке.
7. Напишите схемы радиоактивных  $\alpha$ -,  $\beta$ - распадов.
8. Напишите и поясните закон радиоактивного распада.
9. Что называется активностью радиоактивного препарата? От чего она зависит?
10. Какое действие оказывает ионизирующее излучение на вещество?
11. Напишите и поясните закон ослабления радиоактивного излучения веществом.
12. От чего зависит массовый коэффициент поглощения фотонов ионизирующего излучения.
13. Какие дозы радиоактивного излучения существуют? Какая связь между ними?

#### **Задачи для внеаудиторной работы**

1. 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)?
2. Известно, что при облучении ядер атомов азота  ${}^{14}_7N$  потоком нейтронов может образоваться бор  ${}^{11}_5B$ , углерод  ${}^{14}_6C$  и литий  ${}^7_3Li$ . Какие частицы сопровождают такого рода превращения?
3. Во сколько раз уменьшится количество ядер радиоактивного цезия за 10 лет?
4. Радиоактивный углерод  ${}^{14}C_6$ , находящийся в теле человека, дает 2500 распадов в 1с. Определить его количество в граммах.
5. Вычислить толщину слоя половинного ослабления параллельного пучка  $\gamma$ -лучей для воды, если линейный коэффициент ослабления равен  $0,047\text{см}^{-1}$ .
6. Для рентгенодиагностики мягких тканей применяют контрастные вещества. Например, желудок и кишечник заполняют кашеобразной массой сульфата бария  $BaSO_4$ . Сравните массовые коэффициенты ослабления сульфата бария и мягких тканей (воды).
7. В источнике минеральной воды активность радона составляет 1000Бк на 1л. Какое количество атомов радона попадет в организм пациента, выпившего стакан минеральной воды объемом 0,2 л?
8. В  $m = 10$  г ткани поглощается  $10^9$   $\alpha$ -частиц с энергией около  $E = 5$  МэВ. Найдите поглощенную и эквивалентную дозы. Коэффициент качества  $k$  для  $\alpha$ -частиц равен 20.
9. 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.
10. На каком расстоянии от препарата  ${}^{60}Co_{27}$  активностью 200 мКи необходимо находиться, чтобы доза за 6-часовой рабочий день не превышала допустимую? Ионизационная постоянная кобальта  $13,5 \text{ Р} \cdot \text{см}^2/(\text{ч} \cdot \text{мКи})$ .

Проверить свои знания с использованием тестового контроля

#### **1. В основе работы лазеров лежит явление**

- 1) спонтанной люминесценции
- 2) вынужденной люминесценции
- 3) интерференции света
- 4) дифракции света
- 5) резонансного поглощения энергии электромагнитного излучения

#### **2. На фотохимической стадии происходит**

- 1) ионизация молекул
- 2) возбуждение молекул
- 3) вступление возбужденной молекулы в химическую реакцию с образованием первых устойчивых фотопродуктов
- 4) хемиллюминесценция

5) рассеяние энергии химических связей возбужденных молекул в виде тепла

### **3. Фосфоресценция**

- 1) испускается при переходе с синглетного возбужденного уровня на основной
- 2) испускается при переходе с триплетного возбужденного уровня на основной
- 3) испускается при переходе с синглетного на триплетный уровень
- 4) длится меньше флуоресценции
- 5) длится столько же, сколько флуоресценция

### **4. 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

### **5. Выберите излучение имеющее корпускулярную природу**

- 1) ультрафиолет
- 2) инфракрасные лучи
- 3) рентгеновское излучение
- 4) альфа-излучение
- 5) гамма-излучение

### **6. Энергия излучаемого атомом фотона равна**

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

### **7. По своей физической природе рентгеновское излучение представляет собой**

- 1) электромагнитное излучение
- 2) поток электронов
- 3) радиоактивное излучение
- 4) поток нейтронов

### **8. Характеристическое и тормозное рентгеновские излучения различаются**

- 1) спектрами
- 2) направлением излучения
- 3) поляризацией

### **9. Характеристическое рентгеновское излучение имеет**

- 1) сплошной спектр
- 2) линейчатый спектр
- 3) полосатый спектр

### **10. Тормозное рентгеновское излучение имеет**

- 1) сплошной спектр
- 2) линейчатый спектр
- 3) полосатый спектр

### **11. Какое излучение обладает наибольшей ионизирующей способностью?**

- 1) видимый свет
- 2) ультрафиолетовое излучение

- 3) рентгеновское излучение
- 4) альфа – излучение

**12. Анодное напряжение рентгеновской трубки составляет**

- 1) десятки вольт
- 2) сотни вольт
- 3) 3 тысячи вольт
- 4) десятки тысяч вольт

**13. От каких из перечисленных свойств параметра «зеркала» антикатада рентгеновской трубки зависит интенсивность рентгеновского излучения?**

- 1) от его отражательной способности
- 2) от порядкового номера металла «зеркала» антикатада в таблице Менделеева
- 3) от температуры плавления
- 4) от удельной электропроводности

**14. Энергия кванта рентгеновского излучения зависит от**

- 1) силы анодного тока рентгеновской трубки
- 2) анодного напряжения трубки
- 3) материала «зеркала» анода

**15. Какое из перечисленных излучений относится к радиоактивным?**

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

**16. Какое из излучений является наиболее опасным для человека в случае радиоактивного заражения местности?**

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

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

- 1) электроны
- 2) протоны
- 3) нейтроны

**18. Изотопами называются химические элементы, ядра атомов которых имеют одинаковое число**

- 1) электронов
- 2) протонов
- 3) нейтронов

**19. Количество протонов в ядре атома равно**

- 1) массовому числу химического элемента
- 2) порядковому номеру химического элемента в таблице Менделеева
- 3) разности массового числа и порядкового номера

**20. Какое число нейтронов входит в состав ядра химического элемента  $C_6^{14}$  ?**

- 1)6
- 2)8
- 3)14

**21.Какая из частиц X является протоном?**

- 1)  $X_{-1}^0$
- 2)  $X_1^1$
- 3)  $X_0^1$

**22.Масса ядра**

- 1)равна сумме масс входящих в него нуклонов
- 2)меньше суммы масс входящих в него нуклонов
- 3)больше суммы масс входящих в него нуклонов

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

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

**24. $\alpha$  - излучением при радиоактивном распаде является поток**

- 1)  $e_{-1}^0$
- 2)  $n_0^1$
- 3)  $p_1^1$
- 4)  $He_2^4$

**25. $\gamma$  - излучение при радиоактивном распаде является**

- 1)поток электронов
- 2)поток нейтронов
- 3)поток коротковолнового электромагнитного излучения
- 4)поток протонов

**26.Какой вид радиоактивного распада соответствует уравнению  $X_Z^A = Y_{Z-2}^{A-4} + He_2^4 + \gamma$  ?**

- 1) $\alpha$  – распад
- 2) $\beta_+$  - распад
- 3) $\beta_-$  - распад

**27.Какой вид радиоактивного распада соответствует уравнению  $X_Z^A = Y_{Z+1}^A + \beta_{-1}^0 + h\nu$  ?**

- 1) $\alpha$  - распад
- 2) $\beta_+$  - распад
- 3) $e$  – захват
- 4)правильного ответа нет

**28.Какое из выражений соответствует закону радиоактивного распада?**

- 1)  $N(t) = N_0 \cdot (-\lambda t)$
- 2)  $N(t) = \frac{N_0}{(\lambda t)}$
- 3)  $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$
- 4)  $N(t) = N_0 \cdot e^{\lambda t}$

**29. Активность радиоактивного вещества со временем**

- 1) уменьшается
- 2) не меняется
- 3) возрастает

**30. Любой из представленных видов радиоактивного распада может сопровождаться**

- 1)  $\alpha$  - излучением
- 2)  $\beta$  - излучением
- 3)  $\gamma$  - излучением

**31. Радиоактивное излучение, представляющее собой поток электронов называется**

- 1)  $\alpha$  - излучением
- 2)  $\beta$  - излучением
- 3)  $\gamma$  - излучением

**32. Радиоактивное излучение, представляющее собой поток ядер гелия называется**

- 1)  $\alpha$  - излучением
- 2)  $\beta$  - излучением
- 3)  $\gamma$  - излучением

**33. Какое из свойств ядерных сил не проявляется во взаимодействии протонов с протонами, нейтронов с нейтронами, протонов с нейтронами?**

- 1) короткодействие
- 2) сильнодействие
- 3) зарядовая независимость
- 4) насыщаемость
- 5) дальноедействие

**34. Какое из утверждений правильно?**

- 1) чем меньше постоянная радиоактивного распада, тем меньше период полураспада радиоактивных элементов
- 2) чем меньше постоянная радиоактивного распада, тем больше период полураспада радиоактивных элементов
- 3) постоянная радиоактивного распада и период полураспада не связаны друг с другом

**35. Жесткое рентгеновское излучение имеет**

- 1) меньшую длину волны, чем мягкое
- 2) большую длину волны, чем мягкое
- 3) меньшую частоту, чем мягкое
- 4) большую, чем мягкое, проникающую способность
- 5) меньшую проникающую способность, чем мягкое

**36. Выберите излучение, производящее большую удельную ионизацию**

- 1) альфа
- 2) бета-минус
- 3) бета-плюс
- 4) рентгеновское
- 5) гамма

**37. Альфа-частица – это**

- 1) нейтрон

- 2) протон
- 3) электрон
- 4) позитрон
- 5) ядро атома гелия

**38. Активность радиоактивного препарата это**

- 1) скорость радиоактивного распада
- 2) время, за которое число материнских ядер уменьшается вдвое
- 3) время, за которое число материнских ядер уменьшается в «e» раз
- 4) расстояние, пройденное излучением в веществе со скоростью, большей скорости молекулярно-теплового движения
- 5) правильных ответов нет

**39. Заряд, образующийся в единице массы воздуха под действием ионизирующих излучений волновой природы, называется**

- 1) поглощенной дозой
- 2) экспозиционной дозой
- 3) эквивалентной дозой
- 4) удельной массовой активностью
- 5) постоянной распада

Ответы:

1. 2) вынужденной люминесценции
2. 3) вступление возбужденной молекулы в химическую реакцию с образованием первых устойчивых фотопродуктов
3. 2) испускается при переходе с триплетного возбужденного уровня на основной
4. 4) изучение спектров излучения и поглощения света веществом
5. 4) альфа-излучение
6. 1) разности энергии начального и конечного стационарных энергетических состояний
7. 1) электромагнитное излучение
8. 1) спектрами
9. 2) линейчатый спектр
10. 1) сплошной спектр
11. 4)  $\alpha$  – излучение
12. 3) десятки тысяч вольт
13. 2) от порядкового номера металла в таблице Менделеева
14. 2) анодного напряжения трубки
15. 4)  $\gamma$  – излучение
16. 4)  $\gamma$  – излучение
17. 1) электроны
18. 2) протонов
19. 2) порядковому номеру химического элемента в таблице Менделеева
20. 2) 8
21. 2)  $X_1^1$
22. 2) меньше суммы масс входящих в него нуклонов
23. 3)  $\gamma$  – излучение
24. 4)  $He_2^4$
25. 3) потоком коротковолнового электромагнитного излучения
26. 1)  $\alpha$  – распад
27. 4) правильного ответа нет



28. 3)  $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$
29. 1) уменьшается
30. 3)  $\gamma$  – излучением
31. 2)  $\beta$  – излучением
32. 1)  $\alpha$  – излучением
33. 3) зарядовая независимость
34. 2) чем меньше постоянная радиоактивного распада, тем больше период полураспада радиоактивных элементов
35. 1) меньшую длину волны, чем мягкое;  
4) большую, чем мягкое, проникающую способность
36. 1) альфа
37. 5) ядро атома гелия
38. 1) скорость радиоактивного распада
39. 2) экспозиционной дозой

### Рекомендуемая литература:

№ п/п	Наименование	Автор(ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров в библиотеке	Наличие в ЭБС
1	2	3	4	5	6
1	Основы высшей математики и математической статистики : учебник для фарм. и мед. вузов.	сост. И. В. Павлушков	2-е изд., испр. - М.: "ГЭОТАР-Медиа", 2012. - 424 с	14	+
2	Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для бакалавров. Базовый курс"	Гмурман В. Е.	12-е изд. - М.: Юрайт, 2013. - 479 с.	32	
3	Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике : учеб. пособие для бакалавров. Базовый курс	Гмурман В. Е.	11-е изд., перераб. и доп. - М.: Юрайт, 2013. - 404 с	1	
4	Математические методы доказательной медицины [Электронный ресурс] : учебное пособие	Короткова О. Л.	Кировский ГМУ. - Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2017. - 180 с	-	ЭБС Кировского ГМУ
5	Сборник тестовых заданий по дисциплинам "Физика, математика", "Медицинская и биологическая физика": учебно-методическое пособие	В. А. Кудрявцев [и др.]	Кировский ГМУ. - Киров: Кировский ГМУ, 2018. - 94 с	95 - Чит. Зал(1), Уч. Аб.(94)	+
6	Медицинская и биологическая физика: учебник	Ремизов А. Н.	4-е изд., испр. и перераб. - М.: "ГЭОТАР-Медиа", 2016. - 656 с.: ил. 2018 г.	100 - Чит. Зал(1), Уч. Аб.(99). 170	ЭБС Консультант студента
7	Сборник задач по медицинской и биологической физике : учеб. пособие для вузов	А. Н. Ремизов, А. Г. Максина.	4-е изд., стер. - М.: Дрофа, 2010. - 189 с.: рис. - (Высшее образование	1 - Науч. Аб.(1).	+

### Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор(ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров в библиотеке	Наличие в ЭБС
1	2	3	4	5	6
1	Практические занятия по математике : учеб. пособие для бакалавров / Н. В. Богомолов. - 11-е изд.	Богомолов Н. В.	М. : Юрайт, 2012. - 495 с. - (Сер. "Бакалавр")	30	
2	Математика : учебник для бакалавров / Н. В. Богомолов, П. И. Самойленко.	Богомолов Н. В.	М. : Юрайт, 2012. - 396 с. - (Сер. "Бакалавр")	30	
3	Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие	Мхитарян В. С.	2-е изд., перераб. и доп. - М. : Синергия, 2013. - 332 с	1 - Чит. зал(1).	
4	Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для бакалавров	Гмурман В. Е.	12-е изд. - М. : Юрайт, 2013. - 479 с. - (Сер. "Бакалавр. Базовый курс")	Экземпляры: всего:32 - ФЭТ(32).	
5	Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для студентов мед. вузов	сост.: В. А. Кудрявцев, О. Л. Короткова, О. И. Шилов. -	ГОУ ВПО Кировская ГМА Киров, 2007. - 272 с	Экземпляры: всего:387 - Чит. Зал(1), Уч. Аб.(386).	
6	Физика и биофизика : курс лекций для студентов мед. вузов / В. Ф. Антонов, А. В. Коржуев	Антонов В. Ф.	240 с. : ил.3-е изд., перераб. и доп. - М. : "ГЭОТАР-Медиа", 2007	Экземпляры: всего:135 - Уч. Аб.(135).	ЭБС Консультант студента
7	Математика : учебник для студ. фармацевт. и мед. вузов	Греков Е. В.	М. : "ГЭОТАР-Медиа", 2015	1 - Чит. Зал(1).	ЭБС Консультант студента
8	Математика [Электронный ресурс] : учебник	В.П. Омельченко.	М. : ГЭОТАР-Медиа, 2017. - (ЭБС «Консультант студента»)		ЭБС Консультант студента
9	Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие для студ. мед.вузов	сост. В.А.Кудрявцев, О.Л. Короткова, О.И.Шилов, П.Г.Чупраков.	Киров: Кировская ГМА, 2007	385	
10	Основы высшей математики и математической статистики: учебник	И.В. Павлушков и др.	М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. - 432 с.: ил.		ЭБС «Консультант студента»).
11	Медицинская и биологическая физика: курс лекций с задачами: учеб. пособие для вузов с компакт-диск	В. Н. Федорова, Е. В. Фаустов. - М.	ГЭОТАР-Медиа", 2009. - 592 с	Экземпляры: всего:5 - Чит. Зал(2), Науч. Аб.(3).	ЭБС «Консультант студента»).
12	Физика с элементами биофизики: учебник для вузов	Е. Д. Эйдельман. - М.	"ГЭОТАР-Медиа", 2013. - 512 с.: ил.	Экземпляры: всего:15 - Уч. Аб.(15).	ЭБС «Консультант студента»
13	Физика и биофизика [Электронный ресурс]: учебник. 2-е изд., испр. и доп.	В. Ф. Антонов, Е. К. Козлова, А. М. Черныш.	М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013, 2014, 2015.	1	ЭБС «Консультант студента»
14	Физика и биофизика. Руководство к практическим занятиям [Электронный ресурс]: учебное пособие	Антонов В.Ф., Черныш А.М., Козлова Е.К., Коржуев А.В.	М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013	1	ЭБС «Консультант студента»

Составитель: Шишкин Г.П.

Зав. кафедрой Шатров А.В.

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

Кафедра физики и медицинской информатики

Приложение Б к рабочей программе дисциплины

**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА**

для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся  
по дисциплине

«Физика, математика»

Специальность 31.05.03 Стоматология  
Направленность (профиль) ОПОП – Стоматология

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

№ п/п	Номер/индекс компетенции	Результаты освоения ОПОП (содержание компетенции)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине			Оценочные средства	
			Знать	Уметь	Владеть	Для текущего контроля	Для промежуточной аттестации
3.	2	3	4	5	6	7	8
1	ОК-1	способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	32. Основные методы сбора и анализа информации; способы формализации цели и методы ее достижения.	У2. Анализировать, обобщать и воспринимать информацию; ставить цель и формулировать задачи по её достижению.	В2. Культурой мышления; навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения.	Собеседование, решение задач	контрольная работа, тестирование
2	ОПК-7	готовностью к использованию основных физико-химических, математических и иных естественнонаучных по-	34. Универсальность характера законов логики математических рассуждений, их применимость во всех областях че-	У4. Решать типовые задачи с использованием основных свойств функций и основ дифференциального и ин-	В4. Математической и физической терминологией. Математическим и физическим аппаратом для обработки, анализа и ин-	Собеседование, решение задач	контрольная работа, тестирование

		<p>нятий, и методов при решении профессиональных задач</p>	<p>ловеческой деятельности. Вероятностный характер различных процессов окружающего мира. Возможность построения математической модели для описания процессов окружающего мира. Основные физические закономерности, описывающие протекание процессов в биологических объектах и тканях. Первичное физическое действие основных физических факторов на биологические объекты, в том числе при физиотерапии.</p>	<p>тегрального исчисления. Решать типовые задачи на основные физические законы и ситуационные задачи, связанные с физическими процессами в биологических объектах и тканях и работой медицинской аппаратуры. Оценивать величину физических факторов, воздействующих на организм.</p>	<p>терпретации полученных экспериментальных данных. Навыками работы со справочной и инструктивной литературой.</p>		
--	--	------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

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

Показатели оценивания	Критерии и шкалы оценивания				Оценочное средство	
	не зачтено	зачтено	зачтено	зачтено	для текущего контроля	для промежуточной аттестации
<b>ОК-1</b>						
Знать	Не знает основные методы сбора и анализа информации; способы формализации цели и методы ее достижения.	Не в полном объеме знает основные методы сбора и анализа информации; способы формализации цели и методы ее достижения, допускает не-	Знает основные методы сбора и анализа информации; способы формализации цели и методы ее достижения, допускает несущественные ошибки	Знает основные методы сбора и анализа информации; способы формализации цели и методы ее достижения	Собеседование, решение задач	контрольная работа, тестирование

		существенные ошибки				
Уметь	Не умеет анализировать, обобщать и воспринимать информацию; ставить цель и формулировать задачи по её достижению	Не в полном объеме умеет анализировать, обобщать и воспринимать информацию, допускает не существенные ошибки	Умеет анализировать, обобщать и воспринимать информацию; ставить цель и формулировать задачи по её достижению, допускает несущественные ошибки	Умеет анализировать, обобщать и воспринимать информацию; ставить цель и формулировать задачи по её достижению.	Собеседование, решение задач	контрольная работа, тестирование
Владеть	Не владеет культурой мышления; навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения.	Не в полном объеме владеет культурой мышления; навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения, допускает не существенные ошибки	Владеет культурой мышления; навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения, допускает несущественные ошибки	Владеет культурой мышления; навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения.	Собеседование, решение задач	контрольная работа, тестирование
<b>ОПК-7</b>						
Знать	Не знает универсальность характера законов логики математических рассуждений, их применимость во всех областях человеческой деятельности. Вероятностный характер различных процессов окружающего мира. Возможность построения математической модели для описания процессов окружающего мира. Основные физические закономерности, описывающие протекание процессов в биологических объектах и тканях. Первичное	Не в полном объеме знает универсальность характера законов логики математических рассуждений, их применимость во всех областях человеческой деятельности. Вероятностный характер различных процессов окружающего мира. Возможность построения математической модели для описания процессов окружающего мира. Основные физические закономерности, описывающие протекание процессов в	Знает универсальность характера законов логики математических рассуждений, их применимость во всех областях человеческой деятельности. Вероятностный характер различных процессов окружающего мира. Возможность построения математической модели для описания процессов окружающего мира. Основные физические закономерности, описывающие протекание процессов в биологических	Знает универсальность характера законов логики математических рассуждений, их применимость во всех областях человеческой деятельности. Вероятностный характер различных процессов окружающего мира. Возможность построения математической модели для описания процессов окружающего мира. Основные физические закономерности, описывающие протекание процессов в биологических объектах и тка-	Собеседование, решение задач	контрольная работа, тестирование

	физическое действие основных физических факторов на биологические объекты, в том числе при физиотерапии	биологических объектах и тканях. Первичное физическое действие основных физических факторов на биологические объекты, в том числе при физиотерапии, допускает несущественные ошибки	объектах и тканях. Первичное физическое действие основных физических факторов на биологические объекты, в том числе при физиотерапии, допускает несущественные ошибки	нях. Первичное физическое действие основных физических факторов на биологические объекты, в том числе при физиотерапии		
Уметь	Не умеет решать типовые задачи с использованием основных свойств функций и основ дифференциального и интегрального исчисления. Решать типовые задачи на основные физические законы и ситуационные задачи, связанные с физическими процессами в биологических объектах и тканях и работой медицинской аппаратуры. Оценивать величину физических факторов, воздействующих на организм.	Не в полном объеме умеет решать типовые задачи с использованием основных свойств функций и основ дифференциального и интегрального исчисления. Решать типовые задачи на основные физические законы и ситуационные задачи, связанные с физическими процессами в биологических объектах и тканях и работой медицинской аппаратуры. Оценивать величину физических факторов, воздействующих на организм, допускает несущественные ошибки	Умеет решать типовые задачи с использованием основных свойств функций и основ дифференциального и интегрального исчисления. Решать типовые задачи на основные физические законы и ситуационные задачи, связанные с физическими процессами в биологических объектах и тканях и работой медицинской аппаратуры. Оценивать величину физических факторов, воздействующих на организм, допускает несущественные ошибки	Умеет решать типовые задачи с использованием основных свойств функций и основ дифференциального и интегрального исчисления. Решать типовые задачи на основные физические законы и ситуационные задачи, связанные с физическими процессами в биологических объектах и тканях и работой медицинской аппаратуры. Оценивать величину физических факторов, воздействующих на организм.	Собеседование, решение задач	контрольная работа, тестирование
Владеть	Не владеет математической и физической терминологией. Математическим и физическим аппара-	Не в полном объеме владеет математической и физической терминологией. Математиче-	Владеет математической и физической терминологией. Математическим и физиче-	Владеет математической и физической терминологией. Математическим и физическим ап-	Собеседование, решение задач	контрольная работа, тестирование

	том для обработки, анализа и интерпретации полученных экспериментальных данных. Навыками работы со справочной и инструктивной литературой.	ским и физическим аппаратом для обработки, анализа и интерпретации полученных экспериментальных данных. Навыками работы со справочной и инструктивной литературой, допускает незначительные ошибки	ским аппаратом для обработки, анализа и интерпретации полученных экспериментальных данных. Навыками работы со справочной и инструктивной литературой, допускает незначительные ошибки	паратом для обработки, анализа и интерпретации полученных экспериментальных данных. Навыками работы со справочной и инструктивной литературой.		ние
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	-----

### 3. Типовые контрольные задания и иные материалы

#### 3.1. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО РАЗДЕЛУ «МАТЕМАТИКА»

##### 3.1.1. Примерные задания для выполнения зачетной контрольной работы, критерии оценки

*Проверяемые компетенции: ОК-1, ОПК-7*

**Зачет по математике** состоит из контрольной по математике и теста.

Контрольная по математике состоит из 18 билетов по вариантам. В каждом билете 6 задач, охватывающих всю темы пройденного курса математики.

Примерные типовые задания для контрольной работы

1. Найти производную функции одного аргумента:

а)  $y = \sqrt{x} \cdot \ln^2 x$     б)  $y = \frac{x^2 - 2}{x^3 + 5x}$

2. Найти полный дифференциал функции двух аргументов:  $z = \sin\left(x^3 y^2 + 2x^5 - 3y^3 + \frac{x}{y}\right)$

3. Решить задачу с использованием полного дифференциала для вычисления погрешности косвенных измерений.

Измерить объем пирамиды, если основание пирамиды – квадрат со стороной  $a = a_0 \pm \Delta a = (5,0 \pm 0,1) \text{ см}$ , высота пирамиды  $h = h_0 \pm \Delta h = (10,5 \pm 0,1) \text{ см}$ .

4. Найти неопределенный интеграл:

а)  $\int \frac{3x^2 dx}{(2x^3 - 4)^2}$     б)  $\int 2x \cdot \sin \frac{x}{2} dx$

5. Найти решение дифференциального уравнения 1-го порядка с разделяющимися переменными:  $y' = 3y^3$

6. Решить задачу при помощи дифференциального уравнения.

Интенсивность излучения при прохождении через вещество убывает пропорционально толщине слоя вещества и величине падающего излучения. Найти закон поглощения излучения данным веществом, если при прохождении слоя толщиной 10 см интенсивность убывает в 2 раза.

7. Найти производную функции одного аргумента:



а)  $y = \sin^2 x \cdot \ln x$    б)  $y = \frac{\sin x}{1 - \cos x}$

8. Найти полный дифференциал функции двух аргументов:  $z = \sqrt{\frac{x}{y}}$

9. Решить задачу с использованием полного дифференциала для вычисления погрешности косвенных измерений.

Измерить объем конуса, если диаметр основания  $d = d_0 \pm \Delta d = (5,00 \pm 0,05) \text{ см}$ , высота  $h = h_0 \pm \Delta h = (15,0 \pm 0,1) \text{ см}$ .

10. Найти неопределенный интеграл:

а)  $\int \frac{2x dx}{2x^2 - 4}$    б)  $\int 5x \cdot \sin \frac{x}{5} dx$

11. Найти решение дифференциального уравнения 1-го порядка с разделяющимися переменными:  $3x dy = (y - 2) dx$

12. Решить задачу при помощи дифференциального уравнения.

Скорость охлаждения тела пропорциональна разности температуры тела и окружающей среды. Считая температуру окружающей среды постоянной, найти закон охлаждения тела. Известно, что за 1 час температура тела снизилась со  $100^\circ\text{C}$  до  $40^\circ\text{C}$ .

### Критерии оценки зачетной контрольной работы по математике:

Оценка «зачтено» выставляется при правильном выполнении не менее четырех заданий контрольной.

Оценка «не зачтено» выставляется при правильном выполнении менее четырех заданий контрольной.

### 3.1.2. Примерные тестовые задания по разделу «Математика», критерии оценки

#### 1 уровень:

Проверяемые компетенции: ОК-1, ОПК-7

#### 1. Дифференциал функции $y = f(x)$ это

- 1) полное приращение функции в виде  $\Delta y = f'(x) \cdot \Delta x + \alpha \cdot \Delta x$
- 2) полное приращение функции в виде  $\Delta y = y'(x) \cdot \Delta x + \varepsilon \cdot \Delta x$
- 3) главная часть приращения функции  $dy = f'(x) \cdot \Delta x$  или  $dy = y'(x) \cdot dx$
- 4)  $dy = y'(x) / dx$

#### 2. Частный дифференциал функции нескольких переменных равен

- 1) приращению функции нескольких переменных в точке
- 2) частной производной
- 3) произведению частной производной на дифференциал соответствующего аргумента
- 4) сумме частных дифференциалов

#### 3. Полный дифференциал функции нескольких переменных равен

- 1) произведению полной производной функции нескольких переменных на приращение
- 2) произведению приращения функции на приращение аргумента
- 3) сумме частных дифференциалов
- 4) произведению частных дифференциалов

**4. Функция  $F(x)$  является первообразной для функции  $f(x)$ , если**

- 1)  $dF(x) = f'(x)dx$
- 2)  $F(x)dx = f'(x)$
- 3)  $F'(x) = f(x)$
- 4)  $F(x)dx = f(x)$

**5. Свойства неопределённого интеграла**

- 1) производная от неопределенного интеграла равна подынтегральной функции
- 2) производная от неопределенного интеграла равна подынтегральному выражению
- 3) интеграл от подынтегрального выражения равен подынтегральной функции
- 4) среди перечисленных правильных ответов нет

**6. Неопределенный интеграл от дифференциала некоторой функции равен**

- 1)  $\int dF(x) = F(x) + C$
- 2)  $\int dF(x) = f(x) + C$
- 3)  $\int dF(x) = dF(x) + C$
- 4)  $\int dF(x) = CF(x)$

**7. Интеграл от произведения функций равен**

- 1) произведению интегралов от этих функций
- 2) сумме интегралов от этих функций
- 3) произведению постоянной на сумму интегралов от этих функций
- 4) среди представленных правильных ответов нет

**8. Функция  $F(x)$  является первообразной для функции  $f(x)$  на промежутке  $X$ , если**

- 1) для любого  $x$  из  $X$  выполняется равенство  $F'(x) = f(x)$
- 2) не для каждого  $x$  из  $X$  выполняется равенство  $F'(x) = f(x)$
- 3) для любого  $x$  из  $X$  не выполняется равенство  $F'(x) = f(x)$
- 4) для любого  $x$  из  $X$  выполняется равенство  $F(x) = f'(x)$

**9. Обыкновенным дифференциальным называется уравнение, связывающее**

- 1) независимую переменную  $x$ , искомую функцию  $y=f(x)$ , её производные  $y'$ ,  $y''$ , ...,  $y^{(n)}$  или дифференциалы  $dy$ ,  $d^2y$ , ...,  $d^ny$
- 2) искомую функцию и её интеграл
- 3) независимую переменную  $x$  и её дифференциал
- 4) искомую функцию, её производные и дифференциалы
- 5) искомую функцию и все её частные производные

**10. Частным решением дифференциального уравнения первого порядка называется**

- 1) решение, полученное в ответе числом
- 2) решение дифференциального уравнения, полученное интегрированием по частям
- 3) всякое решение, полученное из общего, при числовом значении постоянной
- 4) решение, состоящее из элементарных функций

**11. Задача Коши при решении дифференциального уравнения заключается в**

- 1) нахождении решения дифференциального уравнения с начальным условием
- 2) нахождении общего решения дифференциального уравнения
- 3) разделении переменных при решении дифференциального уравнения

4) нахождении нескольких частных решений дифференциального уравнения

### 31. Выборка – это

- 1) множество объектов, отобранных для изучения параметров распределения генеральной совокупности\*
- 2) множество объектов, отобранных для изучения
- 3) любая часть генеральной совокупности

### 32. Интервалы, на которые разбивается выборка

- 1) должны быть обязательно равными
- 2) могут быть любой длины, в зависимости от характера данных\*
- 3) выбираются произвольно

### 33. Генеральной средней $\bar{X}$ называют

- 1) среднее арифметическое значений  $x_1, x_2, \dots, x_N$  (где  $N$  - число членов генеральной совокупности) \*  $\bar{X} = \frac{1}{N}(x_1 + x_2 + \dots + x_N)$ .
- 2) среднее арифметическое значений  $x_1, x_2, \dots, x_N$  (где  $N$  - число членов генеральной совокупности)  $\bar{X} = N(x_1 + x_2 + \dots + x_N)$ . \*
- 3) среднее арифметическое всех выборок, взятых из этой генеральной совокупности

### 34. Статистической гипотезой называют:

- 1) предположение относительно статистического критерия
- 2) предположение относительно параметров или вида закона распределения генеральной совокупности\*
- 3) предположение относительно объема генеральной совокупности
- 4) предположение относительно объема выборочной совокупности

### 35. Какие из названных распределений используются при проверке гипотезы о числовом значении математического ожидания при неизвестной дисперсии?

- 1) распределение Стьюдента
- 2) распределение Фишера
- 3) нормальное распределение
- 4) распределение хи-квадрат

#### Тесты 2 уровня:

Проверяемые компетенции: ОК-1, ОПК-7

1. Производная функции  $f(x) = x \cos(x + 3) + 7$  равна

а.  $\cos(x + 3) - x \sin(x + 3)$

б.  $x \sin(x + 3) + 7$

в.  $\sin(x + 3)$

г.  $\sin(x + 3) - x \cos(x + 3)$

2. Производная функции  $f(x) = 7 \cos(\sqrt{x - 9})$  равна

а.  $-7 \sin(\sqrt{x - 9})$

б.  $-\frac{7}{2\sqrt{x - 9}} \sin(\sqrt{x - 9})$

В.  $\cos(\sqrt{x-9}) + \frac{7}{2\sqrt{x-9}} \sin(\sqrt{x-9})$

Г.  $\frac{7}{2\sqrt{x-9}} - 7 \sin(\sqrt{x-9})$

3. Частной производной  $\frac{\partial f}{\partial x}$  для функции  $f = 15 \ln(x + y^2)$  является

а.  $\frac{30x}{x+y^2}$     б.  $\frac{15}{x+y^2}$     в.  $\frac{30y}{x+y^2}$     г.  $\frac{1}{x+y^2}$

4. Смешанная производная  $\frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y}$  для функции  $f = \sin x - 6x^2 y$  равна

а. 0    б.  $-12x$     в.  $\cos x - 12xy$     г.  $\cos x$

5. Определенный интеграл  $\int_{-4}^4 (6x + e^x) dx$  равен

а. 0    б.  $e^4 - e^{-4}$     в.  $6 + e^4$     г.  $2e^4$

6. Вероятность попадания в цель при одном выстреле равна  $\frac{9}{10}$ . Вероятность того, что из двух выстрелов попали оба раза, равна

а.  $\frac{9}{10}$     б.  $\frac{2}{5}$     в.  $\frac{81}{100}$     г.  $\frac{91}{100}$

7. Урна содержит 7 белых и 12 черных шаров. Вероятность наудачу достать первым белый шар, а вторым черный, равна

а.  $\frac{84}{361}$     б.  $\frac{7}{19}$     в.  $\frac{12}{19}$     г.  $\frac{14}{57}$

8. Количество способов, которыми можно выбрать 4 экзаменационных билета из 9, равно

а. 147    б. 135    в. 126    г. 122

9. Распределение дискретной случайной величины  $X$  задано таблицей

значения $X$	3	4	6
вероятности $P$	0.3	0.3	0.4

10. Математическое ожидание  $M(X)$  равно

а. 4.5    б. 13    в. 2.4    г. 1.2

11. Распределение дискретной случайной величины  $X$  задано таблицей

значения $X$	0	1	3
вероятности $P$	0.4	0.2	0.4

Дисперсия  $D(X)$  равна

а. 3.8    б. 10    в. 1.84    г. 2.4

### Тесты 3 уровня

Проверяемые компетенции: ОК-1, ОПК-7

1. Вычислить производную функции

$$f(x) = x^3 + 3x^2 - 72x + 90 \quad \text{в точке } x = 5$$

$$f(x) = \frac{x^2}{x+2} \quad \text{в точке } x = -4$$

$$y = \sqrt[5]{\sin^4\left(\frac{x-3}{x}\right)} \quad y = \sqrt[5]{\frac{1}{\sqrt{x+1}}}$$

2. Найти дифференциал функции

$$y = \sin^2 \frac{x}{3}$$

3. Найти вторую производную функции

4. Найти неопределенный интеграл

$$\int \frac{tg^3 x}{\cos^2 x} dx \quad \int (1 - \sqrt{x})^2 dx \quad \int \frac{dx}{\sin^2 x \cos^2 x} \quad \int \frac{\sqrt{x}}{1+x} dx \quad \int (\sin 3x + \cos 5x) dx \quad \int \frac{xdx}{1+x^4}$$

$$\int \frac{x^4 - 6x^3 - 8x^2 + 9x - 5}{x^2} dx \quad \int \sin^2 x dx \quad \int \frac{x - 2\sqrt{x} + 2}{x^2 \sqrt{x}} dx \quad \int \frac{(x+1)dx}{\sqrt{3-x^2}} \quad \int tg^2 x dx \quad \int x \ln^2 x dx$$

5. Вычислить определенный интеграл

$$\int_{-2}^4 (8 + 2x - x^2) dx \quad \int_{-3}^1 (2x^2 + 3x - 1) dx \quad \int_0^{\sqrt{5}} \frac{xdx}{\sqrt{x^4 + 16}} \quad \int_{\pi/2}^{\pi} \frac{\sin x dx}{\cos^2 x + 1} \quad \int_0^{x/4} x tg^2 x dx$$

6. Решить дифференциальное уравнение

$$y' - \frac{y}{x} = \frac{x+1}{x} \quad (x^2+9)y' = 4xy \quad y' = e^{x+y} \quad xy dx + (x+1)dy = 0 \quad \sqrt{4-x^2} \cdot y' + xy^2 + x = 0.$$

7. Решить задачу при помощи дифференциального уравнения.

Скорость охлаждения тела пропорциональна разности температуры тела и окружающей среды. Считая температуру окружающей среды постоянной, найти закон охлаждения тела. Известно, что за 1 час температура тела снизилась со 100°C до 40°C.

### 3.1.3. Задачи по теории вероятностей и матстатистики

Проверяемые компетенции: ОК-1, ОПК-7

8. В группе 9 человек. Сколько можно образовать разных подгрупп при условии, что в подгруппу входит не менее 2 человек?

9. На шахматную доску случайным образом поставлены две ладьи. Какова вероятность, что они не будут бить одна другую?

9. В семье пять детей. Найти вероятность того, что среди них три мальчика. Вероятность рождения мальчика равна 0,5.

10. Детали изготавливаются на двух станках. На первом станке – 40%, на втором – 60%. Среди деталей, изготовленных на первом станке, брак составляет 2%, на втором – 1,5%. Для контроля случайным образом взята 1 деталь. Найти вероятность событий: А) деталь бракованная, Б) деталь изготовлена на 1 станке, если при проверке она оказалась не бракованной.

11. В ящике содержится 12 деталей, изготовленных на заводе №1, 20 деталей – на заводе №2 и 18 деталей – на заводе №3. Вероятность того, что деталь, изготовленная на заводе №1, отлично-

го качества, равна 0,9; для деталей, изготовленных на заводах №2 и №3, эти вероятности соответственно равны 0,6 и 0,9. Найти вероятность того, что извлеченная наудачу деталь окажется отличного качества.

12. В первой и в третьей группах одинаковое число студентов, а во второй – в 1,5 раза меньше, чем в первой. Количество отличников составляет 9% в первой, 4% во второй и 6% в третьей группе.

а) Найти вероятность того, что случайно вызванный студент – отличник.

б) Случайно вызванный студент оказался отличником. Найти вероятность того, что студент учится в третьей группе.

13. На конвейер за смену поступает 300 изделий. Вероятность того, что поступившая на конвейер деталь стандартна, равна 0,75. Найти вероятность того, что стандартных деталей на конвейер за смену поступило ровно 240.

14. Найти вероятность того, что если бросить монету 200 раз, то орел выпадет от 90 до 110 раз.

Найти выборочное среднее, исправленную выборочную дисперсию для статистического ряда.

$X_i$	-1	0	1	3	5
$m_i$	15	5	25	55	10

15. Найти выборочное среднее, выборочную дисперсию для интервального статистического ряда

Границы интервалов	[0; 0,02)	[0,02; 0,04)	[0,04; 0,06)	[0,06; 0,08]
$m_i$	4	5	8	14

#### Критерии оценки:

- «зачтено» - не менее 71% правильных ответов;
- «не зачтено» - 70% и менее правильных ответов.

### 3.1.4. Вопросы для собеседования по текущему контролю (ОК-1, ОПК-7)

*Проверяемые компетенции: ОК-1, ОПК-7*

#### Математика

Понятие функции одной переменной. Область определения, область значения, график функции.

Сложная функция.

Непрерывность функции.

Классификация точек разрыва.

Понятие производной.

Геометрический и физический смысл производной.

Производная суммы, произведения и отношения двух функций.

Производная сложной функции.

Дифференцируемость функции. Дифференциал функции.

Приложения производной к задачам геометрии и механики.

Техника дифференцирования Производные и дифференциалы высших порядков

Понятие и свойства неопределенного интеграла.

Интегралы, часто встречающиеся на практике.  
 Методы интегрирования.  
 Замена переменной в неопределенном интеграле.  
 Интегрирование по частям.  
 Понятие определенного интеграла. Формула Ньютона-Лейбница.  
 Основные свойства определенного интеграла.  
 Правила вычисления определенных интегралов.  
 Замена переменной в определенном интеграле.  
 Формула интегрирования по частям в определенном интеграле.  
 Функции нескольких переменных. Предел функции. Непрерывность функции.  
 Частные производные. Полный дифференциал.  
 Дифференциальные уравнения первого порядка. Уравнения с разделенными и разделяющимися переменными.  
 Применение дифференциальных уравнений первого порядка в биологии и медицине.

**Критерии оценки:**

- «зачтено» - обучающийся обладает теоретическими знаниями и владеет методикой выполнения практических навыков, демонстрирует их выполнение, в случае ошибки может исправить при коррекции их преподавателем;  
 - «не зачтено» - обучающийся не обладает достаточным уровнем теоретических знаний (не знает методики выполнения практических навыков, показаний и противопоказаний, возможных осложнений, нормативы и проч.) и/или не может самостоятельно продемонстрировать практические умения или выполняет их, допуская грубые ошибки.

**3.1.5. Типовые задачи для текущего контроля (ОК-1, ОПК-7)**

**Математика**

1. Найти производные  $y'_x = \frac{dy}{dx}$  заданных функций:

- 1)  $y = \sqrt{\frac{x-1}{x^2+1}}$ ; 2)  $y = \frac{1}{2} \sin^2 x + \ln \cos x$ ; 3)  $y = \arcsin(x \cdot \sqrt{x^2+1})$ ; 4)  $x = e^t \operatorname{tg} t, y = e^t \sin t$ ;  
 5)  $e^y + xy = e$

2. Для функции  $y = \cos^3 \frac{x}{3}$  найти дифференциалы первого и второго порядков  $dy$  и  $d^2y$ .

3. Найти неопределенные интегралы: 1)  $\int \left( 4\sqrt{x} - \frac{2}{x^5} - \frac{6}{x} + 7 \sin x + \frac{5}{\sqrt{9-x^2}} - 3 \right) dx$

; 2)  $\int \sqrt{3x-2} dx$ ; 3)  $\int \frac{dx}{x-\sqrt{x}}$ ; 4)  $\int \ln x dx$ ; 5)  $I = \int x e^x dx$

4. Найти неопределенный, определенный интегралы. В пункте а) результат проверьте дифференцированием. а)  $\int (3x-5)^2 \cdot dx$ , б)  $\int_1^9 \left( 3\sqrt{x} + \frac{1}{\sqrt{x}} \right) \cdot dx$ .

5. Найти все частные производные второго порядка функции  $u = 2x^2y - 3xyz^4 + z^2$

и  $u_{xy}''(1, -1; 2)$

$$y' = -\frac{y}{x}; y'\sqrt{1-x^2} = 1 + y^2$$

6. Решить дифференциальные уравнения: а)

7. Рабочий обслуживает три станка, работающих независимо друг от друга. Вероятность того, что в течение часа не потребует внимания рабочего первый станок – 0,6; второй – 0,8; третий – 0,5. Найти вероятность того, что в течение часа: а) хотя бы один станок потребует внимания рабочего б) потребуют внимания рабочего два станка.

8. Завод выпускает 99,8% качественных изделий и 0,2% бракованных изделий. Найти вероятность того, что среди наугад взятых 170 изделий число бракованных будет больше 12.

9. По выборке объема  $N=41$  найдена смещенная оценка генеральной дисперсии  $D_B = 3$ . Найти несмещенную оценку дисперсии генеральной совокупности.

## 3.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО РАЗДЕЛУ «ФИЗИКА»

### 3.2.1. Примерные задания для выполнения зачетной контрольной работы, критерии оценки

*Проверяемые компетенции: ОК-1, ОПК-7*

Зачет по физике состоит из контрольной по физике и теста.

Контрольная по физике состоит из 18 билетов по вариантам. В каждом билете 5-6 задач, охватывающих всю темы пройденного курса физики.

Примерные типовые задания для контрольной работы по физике

1. Дифференциальное уравнение гармонических колебаний имеет вид  $0,25 \frac{d^2x}{dt^2} + 0,16x = 0$ . 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  $20^\circ\text{ C}$

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

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

6. Через пластинку из прозрачного вещества толщиной  $l = 4,2\text{ см}$  проходит половина падающего на нее светового потока. Определите натуральный показатель поглощения данного вещества. Рассеянием света в пластинке пренебречь; считать, что 10% падающей энергии отражается на поверхности пластинки.



7. К пружине подвешено тело, которое растягивает ее на  $\Delta x = 5 \text{ см}$ . Напишите дифференциальное уравнение колебаний пружинного маятника и его решение при начальной амплитуде  $A_0 = 10 \text{ см}$ , если через время  $\Delta t = 5 \text{ с}$  амплитуда колебаний уменьшилась в  $e$  раз
8. Шум на улице, которому соответствует уровень интенсивности звука  $L_1 = 50 \text{ дБ}$ , слышен в комнате как шум  $L_2 = 30 \text{ дБ}$ . Найдите отношение интенсивностей звука на улице и в комнате
9. В горизонтально расположенный капилляр набирается  $0,3 \text{ мл}$  крови так, что образуется столбик длиной  $12 \text{ см}$ . Вытечет ли кровь из капилляра, если его поставить вертикально? Сколько крови останется в капилляре?
10. Наблюдая под микроскопом движение эритроцитов в капилляре, можно измерить скорость течения крови  $0,5 \text{ мм/с}$ . Средняя скорость тока крови в аорте составляет  $40 \text{ см/с}$ . На основании этих данных определите, во сколько раз сумма поперечных сечений всех функционирующих капилляров больше сечения аорты.
11. Определите угол поворота плоскости колебания светового луча для мочи больного диабетом при концентрации сахара  $c = 0,05 \text{ г/см}^3$ . Длина трубки  $l = 20 \text{ см}$ , удельное вращение сахара для используемого света  $[\alpha_0] = 6,67 \text{ (град} \cdot \text{см}^2/\text{г)}$ .
12. 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?
13. Математический маятник длиной  $50 \text{ см}$ , выведенный из положения равновесия, отклонился при первом колебании на  $x_1 = 5 \text{ см}$ , а при втором (в ту же сторону) – на  $x_2 = 4 \text{ см}$ . Найдите логарифмический декремент затухания и время релаксации (время убывания амплитуды в  $e$  раз) для этих колебаний.
14. Доплеровский сдвиг частоты при отражении механической волны от движущихся эритроцитов равен  $50 \text{ Гц}$ , частота генератора равна  $100 \text{ кГц}$ . Определите скорость движения крови в кровеносном сосуде.
15. Определить Лапласовское давление в капле воды диаметром  $1 \text{ мм}$ . Под каким давлением в воде находится воздушный пузырек диаметром  $0,005 \text{ мм}$  на глубине  $2 \text{ м}$ ? Атмосферное давление  $105 \text{ Па}$
16. 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  $16 \text{ кПа}$  площадь поперечного сечения сосуда увеличивается с  $6,16$  до  $6,2 \text{ см}^2$ .
17. Между скрещенными поляризаторами поместили пластинку кварца толщиной  $l = 3 \text{ мм}$ , в результате чего поле зрения стало максимально светлым. Определить постоянную вращения используемого в опыте кварца для монохроматического света.
18. Оптическая плотность раствора  $D = 0,08$ . Найдите его коэффициент пропускания.

### Критерии оценки зачетной контрольной работы по физике:

Оценка «зачтено» выставляется при правильном выполнении не менее четырех заданий контрольной.

Оценка «не зачтено» выставляется при правильном выполнении менее четырех заданий контрольной.

### 3.2.2. Примерные тестовые задания по разделу «физика», критерии оценки

#### 1 уровень:

*Проверяемые компетенции: ОК-1, ОПК-7*

Примерные тестовые задания:

#### 1. Колебания называются гармоническими, если они

- 1) совершаются по закону синуса или косинуса
- 2) совершаются по экспоненциальному закону
- 3) являются свободными
- 4) являются вынужденными
- 5) имеют электромагнитную природу

#### 2. Амплитуда затухающих колебаний

- 1) всегда неизменна, а частота изменяется
- 2) изменяется по гармоническому закону
- 3) увеличивается пропорционально квадрату времени
- 4) уменьшается по экспоненциальному закону
- 5) в зависимости от конкретных условий, может уменьшаться, увеличиваться или оставаться постоянной
- б) уменьшается по линейному закону

#### 3. Резонанс – это явление, сопровождающееся резким возрастанием

- 1) амплитуды вынужденных колебаний
- 2) частоты вынужденных колебаний
- 3) амплитуды свободных колебаний
- 4) частоты свободных колебаний
- 5) периода вынужденных колебаний

#### 4. Резонанс – это явление возникающее при

- 1) резком возрастании частоты колебаний вынуждающей силы
- 2) сближении частот собственных колебаний системы и вынуждающей силы
- 3) совпадении амплитуд свободных колебаний системы и вынуждающей силы
- 4) действии аperiodической внешней вынуждающей силы
- 5) совпадении начальных фаз собственных колебаний системы и вынуждающей периодической силы

#### 5. При волновом движении осуществляется

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

#### 6. Акустика изучает

- 1) упругие колебания и волны
- 2) электромагнитные волны
- 3) только распространение звука в воздухе
- 4) волны на поверхности жидкости

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

- 1) только в изменении частоты сигнала излучателя, при его движении к объекту наблюдения (наблюдателю)
- 2) в изменении скорости движения источника при его сближении с наблюдателем
- 3) в изменении частоты и длины волн, регистрируемых приёмником, вызванном движением их источника и/или движением приёмника
- 4) только в изменении длины волны, воспринимаемой наблюдателем (регистратором), при сближении или удалении источника и наблюдателя
- 5) в изменении скорости движения наблюдателя, независимо от частоты излучения источника

**8. Величина, которая в системе СИ измеряется в герцах (Гц), называется**

- 1) периодом колебаний
- 2) круговой частотой колебаний
- 3) частотой колебаний
- 4) амплитудой колебаний

**9. Расстояние, которое проходит волна за время, равное периоду колебаний, называется**

- 1) фазой волны
- 2) длиной волны
- 3) амплитудой волны
- 4) спектром волны

**10. Явление резонанса в колебательной системе может возникнуть, если**

- 1) колебания собственные
- 2) колебания гармонические
- 3) колебания вынужденные
- 4) колебания затухающие

**11. Собственные колебания в изолированной реальной колебательной системе всегда являются**

- 1) затухающими
- 2) ангармоническими
- 3) незатухающими
- 4) сложными

**12. Характеристика волны, измеряемая в Вт/м<sup>2</sup>**

- 1) мощность
- 2) интенсивность
- 3) объёмная плотность энергии
- 4) удельная энергия

**13. Геометрический смысл производной функции, описывающей процесс,**

- 1) определяет скорость процесса в точке
- 2) определяет ускорение процесса в точке
- 3) определяет, что производная функции в данной точке есть тангенс угла, образованного касательной, проведенной через эту точку к данной кривой, и положительным направлением оси абсцисс
- 4) определяет синус угла наклона к оси абсцисс касательной к графику функции в точке

**14. Дополнительное давление, обусловленное поверхностным натяжением под сфериче-**

**ской поверхностью жидкости**

- 1) не зависит от радиуса сферы
- 2) пропорционально радиусу
- 3) обратно пропорционально радиусу
- 4) обратно пропорционально квадрату радиуса

**15. Высота поднятия жидкости в капилляре с уменьшением диаметра капилляра**

- 1) уменьшается
- 2) остаётся постоянной
- 3) увеличивается

**16. Для столба жидкости с плотностью  $\rho$  высотой  $h$  произведение  $\rho gh$  есть**

- 1) гидростатическое давление
- 2) избыточное давление свободной поверхности
- 3) вес столба жидкости

**17. Экстремум функции это**

- 1) наибольшее или наименьшее значение функции на отрезке
- 2) локальный максимум или минимум значения функции
- 3) наибольшее приращение функции на интервале
- 4) наибольшее значение функции на отрезке

**18. Электрический ток представляет собой**

- 1) колебательное движение заряженных частиц под действием электрического поля
- 2) направленное движение заряженных частиц под действием сил давления
- 3) направленное движение заряженных частиц под действием электрического поля
- 4) упорядоченное движение любых частиц под действием различных сил

**19. Датчики - устройства, которые преобразуют**

- 1) малые напряжения в напряжения большей величины
- 2) электрические величины в неэлектрические
- 3) неэлектрические величины в электрические

**20. Генератор синусоидальных колебаний предназначен для получения**

- 1) импульсных колебаний
- 2) гармонических электромагнитных колебаний
- 3) электромагнитных колебаний сложной формы

**Тесты 2 уровня:**

*Проверяемые компетенции: ОК-1, ОПК-7*

Установите соответствия:

1. Простая диффузия происходит = через липидный слой  
Облегченная диффузия происходит = в комплексе с переносчиком  
Диффузия через канал происходит = при участии интегральных белков

2. Установите соответствия:

- Пассивный транспорт происходит = без затрат энергии  
Активный транспорт происходит = при участии калий-натриевого насоса  
Облегченная диффузия ионов происходит = при участии ионофоров

3. Установите соответствия:

Первое отведение = левая рука – правая рука

Второе отведение = правая рука – левая нога

Третье отведение = левая рука – левая нога

4. Установите соответствия между параметрами и физическими величинами, которые они характеризуют:

частота повторения = импульсный ток

скважность = импульсный ток

коэффициент заполнения = импульсный ток

крутизна фронта = электрический импульс

амплитуда = электрический импульс

длительность = электрический импульс

5. Установите соответствия: С увеличением частоты переменного тока ... сопротивление ...

Активное = не изменяется

Индуктивное = увеличивается

Ёмкостное = уменьшается

6. Установите соответствия между физиотерапевтическим методом и физическим фактором:

Электрофорез = постоянный ток

УВЧ-терапия = переменное электрическое поле высокой частоты

Индуктотермия = переменное магнитное поле высокой частоты

Диатермия = ток высокой частоты

7. Установите соответствия между физическим фактором и его первичным действием:

Импульсный ток = раздражение

Переменное магнитное или электрическое поле высокой частоты = повышение внутренней энергии в тканях

Постоянный ток = поляризация тканей

8. Установите соответствия

Массовый коэффициент ослабления рентгеновского излучения = зависит от плотности облучаемого вещества

Линейный коэффициент ослабления рентгеновского излучения = не зависит от плотности облучаемого вещества

Коротковолновая граница спектра тормозного рентгеновского излучения = уменьшается с ростом напряжения между катодом и антикатодом

Поток рентгеновского излучения = увеличивается с ростом порядкового номера вещества антикатада

9. Установите соответствия

... распад происходит вследствие ... .

Электронный = внутриядерного превращения нейтрона в протон

Позитронный = внутриядерного превращения протона в нейтрон

При  $e$ -захвате = захвата ядром одного из электронов с внутренней оболочки атома

10. Установите соответствия

Поглощенная доза =  $(D=E/m)$

Экспозиционная доза =  $(X=q/m)$

Эквивалентная доза =  $(H=kD)$

11. Установите соответствия

Ферромагнетики = магнитная проницаемость много больше 1

Парамагнетики = магнитная проницаемость больше 1

Диамагнетики = магнитная проницаемость меньше 1

12. Установите соответствия между видом излучения и коэффициентом качества:

рентгеновское излучение = 1

альфа-излучение = 10

бета-излучение = 1

поток нейтронов = 20

гамма-излучение = 1

13. Установите соответствия

альфа-излучение = поглощается листом бумаги

бета-излучение = поглощается стеклом

гамма-излучение = поглощается стальным листом

поток нейтронов = поглощается бетонной плитой

14. Установите соответствия

На векторной диаграмме ... представляет ...:

длина вектора = амплитуду колебаний

угловая скорость вращения вектора = циклическую частоту

угол между вектором и осью  $OX$  = фазу колебаний в данный момент времени

проекция вектора на ось  $OX$  = смещение в данный момент времени

15. 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

16. Установите соответствия

Электрический диполь = система из двух равных по величине и противоположных по знаку зарядов

Токовый диполь = двухполюсная система из стока и истока постоянного тока

Мультиполь = симметричная система из равных по величине и противоположных по знаку электрических зарядов

17. Установите соответствия: Первичное действие ... электрического тока основано на... биологических тканей

Постоянного = поляризации

низкочастотного переменного и импульсного = раздражении

высокочастотного переменного = нагревании

18. Установите соответствия:

В цепи переменного тока, содержащей ... сила тока...:

Катушку индуктивности = отстает по фазе от напряжения на 90 градусов

Конденсатор = опережает напряжение по фазе на 90 градусов

Резистор = совпадает по фазе с напряжением

19. 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

20. Установите соответствия:

Электромиограмма = зависимость от времени электрической активности мышц

Электрокардиограмма = зависимость от времени электрической активности сердца

Электроэнцефалограмма = зависимость от времени электрической активности

### Тесты 3 уровня

#### *Проверяемые компетенции: ОК-1, ОПК-7*

1. Задача. Потенциал покоя нерва конечности краба при температуре  $20^{\circ}\text{C}$  равен  $89\text{мВ}$ . Чему равна концентрация ионов калия внутри нерва, если снаружи она составляет  $12\text{ммМ}$ ? Чему станет равен потенциал, если температура увеличится до  $35^{\circ}\text{C}$ ? (Ответ округлите до целых чисел).

Вопрос 1. Концентрация ионов калия внутри нерва равна

\* $400\text{ммМ}$

$400\text{М}$

$4\text{ммМ}$

$200\text{ммМ}$

Вопрос 2. Потенциал покоя равен

\* $94\text{мВ}$

$60\text{мВ}$

$98\text{мВ}$

$89\text{мВ}$

2. Задача. Как изменится индуктивное сопротивление катушки при увеличении частота переменного тока в 4 раза, если первоначально оно равно  $160\text{мВ/А}$ ? Как при этом изменится ёмкостное сопротивление конденсатора, если первоначально оно равно  $200\text{кВ/А}$ ?

Вопрос 1. Индуктивное сопротивление катушки

$640\text{В/А}$

$40\text{мВ/А}$

\* $640\text{мВ/А}$

$40\text{В/А}$

Вопрос 2. Ёмкостное сопротивление конденсатора

$5\text{кВ/А}$

\* $50\text{В/А}$

$800\text{кВ/А}$

$800\text{В/А}$

3. Задача. Миллиамперметр аппарата «Амплипульс» показывает  $40\text{мА}$ . 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  $620\text{кОм}$ ?

Вопрос 1. Среднеквадратическое значение силы тока

$160\text{мА}$

\* $46\text{мА}$

$10\text{мА}$

$40\text{мА}$

Вопрос 2. Мощность, выделяемая на сопротивлении

$13,12\text{Вт}$

153,76МВт

\*1,312кВт

4. Задача. Колебательный контур аппарата для терапевтической диатермии состоит из катушки индуктивности и конденсатора емкостью 300 пФ.

Вопрос 1. Определить индуктивность катушки, если частота генератора 1 МГц. (При вычислении округлить квадрат числа «пи» до 10).

12кГн

0,083Гн

\*83,3пГн

83,3мкГн

Вопрос 2. Чему будет равна частота генератора, если ёмкость конденсатора увеличить в 2 раза?

7,14МГц

2МГц

0,5МГц

\*714кГц

5. Задача. Терапевтический контур аппарата УВЧ, работающего на частоте 40,68МГц, состоит из катушки индуктивностью 0,17 мкГн и конденсатора переменной емкостью.

Вопрос 1. При какой ёмкости переменного конденсатора терапевтический контур будет настроен в резонанс? (При вычислении округлить квадрат числа «пи» до 10).

36нФ

0,21нФ

\*88,9нФ

8,89нФ

Вопрос 2. Какую частоту будет давать генератор, если ёмкость конденсатора будет равна 0,1пФ?

\*38,62МГц

38,62мГц

81,36МГц

20,34МГц

6. Задача. В аппарате “Электросон” при частоте 25 Гц длительность импульса равна 1 мс. Во-

прос 1. Определить скважность импульсного тока.

\*40

4

25

0,025

Вопрос 2. Определить паузу после каждого импульса.

24мс

41мс

\*39мс

0,04мс

7. Задача. Фибрилляция желудочков сердца заключается в их хаотическом сокращении. Если при этом пропустить через область сердца большой ток, то это приведёт к возбуждению большинства клеток тканей миокарда и в результате может восстановиться нормальный ритм сокращения желудочков. Соответствующий аппарат называется дефибрилятором. Технически он выполнен в виде конденсатора, который заряжается до значительного напряжения и затем разряжается через электроды, наложенные на тело больного в области сердца.

Вопрос 1. Найдите значение максимального тока при действии дефибриллятора, если он был заряжен до напряжения  $U=5$  кВ, а сопротивление участка тела равно  $R=500\text{Ом}$ .



\*10А

1А

0,1А

10мА

Вопрос 2. Какова максимальная плотность тока, проходящего через пациента при дефибрилляции, если площадь электродов 25 кв.см?

10А/м<sup>2</sup>

\*4кА/м<sup>2</sup>

4А/м<sup>2</sup>

25мА/м<sup>2</sup>

8. Задача. Концентрация ионов в электролите  $n=10^5\text{см}^{-3}$ , их подвижность  $b_+=4,5\cdot 10^{-4}\text{ см}^2(\text{В}\cdot\text{с})$ ,  $b_-=6,5\cdot 10^{-4}\text{ см}^2(\text{В}\cdot\text{с})$ .

Вопрос 1. Найдите плотность тока, если электролит находится в электрическом поле с напряженностью  $E=10\text{В}/\text{см}$ . Принять заряд иона равным заряду электрона.

1,76мА/м<sup>2</sup>

1,76нА/м<sup>2</sup>

1,76мкА/м<sup>2</sup>

\*1,76пА/м<sup>2</sup>

Вопрос 2. Считая плотность тока всюду одинаковой, найдите силу тока, если площадь каждого электрода  $S=1\text{ дм}^2$ .

$1,76\times 10^{-6}\text{ А}$

\* $1,76\times 10^{-14}\text{ А}$

$1,76\times 10^6\text{ А}$

$1,76\times 10^{-4}\text{ А}$

9. Задача. Мощность, потребляемая аппаратом гальванизации и лечебного электрофореза АГН-1, равна 50 Вт.

Вопрос 1. Определить КПД аппарата, если максимальное напряжение в терапевтической цепи при сопротивлении 500 Ом составляет 50 В.

\*10%

25%

50%

75%

Вопрос 2. Какова максимальная плотность тока, проходящего по пациенту, если площадь электродов 5 см<sup>2</sup>?

0,5 А/м<sup>2</sup>

\*0,2 кА/м<sup>2</sup>

0,2 мА/м<sup>2</sup>

0,5 кА/м<sup>2</sup>

Вопрос 3. Определить, какое количество ионов йода будет введено больному за 10 мин при максимальной плотности тока.

$37,5\times 10^9$  ионов

$37,5\times 10^6$  ионов

\* $37,5\times 10^{19}$  ионов

$37,5\times 10^3$  ионов

10. Задача. Средняя мощность дозы в палате, где находятся больные, получившие лечебные дозы радиоактивных веществ, равна 5мкР/мин. Врач в течение 5-дневной рабочей недели ежедневно находится в палате в среднем 2 ч.

Вопрос 1. Определить недельную дозу облучения врача.

0,3Р

50мкР

\*3мР

Вопрос 2. Сравните недельную дозу облучения врача с предельно допустимой дозой, равной 0,1Р.

\*Недельная доза облучения врача меньше предельно допустимой дозы (ПДД) облучения

Недельная доза облучения врача больше предельно допустимой дозы (ПДД) облучения

Недельная доза облучения врача равна предельно допустимой дозе (ПДД) облучения

#### **Критерии оценки:**

- «зачтено» - не менее 71% правильных ответов;

- «не зачтено» - 70% и менее правильных ответов.

### **3.2.3. Вопросы для собеседования по текущему контролю (ОК-1, ОПК-7)**

#### **Физика**

Колебательное движение. Гармонические колебания на примере пружинного маятника. Математический маятник. Уравнение движения. Параметры колебаний (частота, период и т.д.)

Механический резонанс. Затухающие колебания.

Уравнение плоской волны. Распространение волн. Дифракция, интерференция волн, затухающие волны. Стоячие волны.

Эффект Доплера и его применение в медицине.

Физические характеристики звука. Характеристики слухового ощущения и их связь с физическими характеристиками звука.

Физика ультразвуковых колебаний. Особенности распространения УЗ в биологических средах.

Источники и приемники УЗ колебаний. Влияние УЗ на биологические ткани.

Закон Вебера-Фехнера (словесная формулировка, формула, пояснение; величины предела слышимости и предела болевого ощущения).

Давление, сжимаемость жидкости и газа.

Закон Паскаля (Самостоятельно).

Закон Архимеда (Самостоятельно).

Движение жидкости и газа. Теория неразрывности струи.

Уравнение Бернулли (без вывода). Следствия.

Явление поверхностного натяжения. Капиллярность. Причины газовой и жировой эмболии кровеносных сосудов.

Внутреннее трение (вязкость) жидкости. Формула Ньютона. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Вязкость крови и других биологических жидкостей.

Ламинарное и турбулентное течение. Число Рейнольдса. Физические основы гемодинамики.

Течение вязкой жидкости в цилиндрических трубах. Формула Пуазейля.

Медицинская вискозиметрия. Принцип работы медицинского вискозиметра.

Пульсовая волна. Определение, особенности распространения по различным отделам сердечно-сосудистой системы, длина волны, скорость распространения, механизмы распространения.

Электрическое поле. Магнитное поле. Электромагнитные волны.

Постоянный и переменный электрические токи.

Диэлектрики в электрическом поле. Поляризация диэлектриков. Диэлектрическая проницаемость биологических сред.

Сердце как диполь. Электрокардиография. Теория отведений Эйнтховена.

Импеданс тканей организма. Эквивалентная электрическая схема ткани. Физические основы реографии.

Основные функции клеточной цитоплазматической мембраны. Транспорт веществ через биологические мембраны. Диффузия, закон Фика.

Потенциал покоя. Механизмы формирования потенциала покоя. Теория Бернштейна. Уравнение Нернста. Уравнение Гольдмана-Ходжкина-Катца.

Потенциал действия. Проведение возбуждения: распространение импульса вдоль нервного волокна.

Механические свойства биологических тканей. Модель Максвелла. Модель Кельвина-Фойхта. Сердечный цикл, диаграмма насосной функции. Понятия полной и полезной работы сердца, мощности и КПД, и их физический смысл. Сердечный цикл, диаграмма насосной функции. Понятия полной и полезной работы сердца, мощности и КПД, и их физический смысл.

Основные понятия термодинамики. Первый и второй законы термодинамики. Энтропия. Связь энтропии, термодинамической вероятности и информации.

Первичное действие постоянного и импульсного токов на ткани организма. Гальванизация. Лечебный электрофорез.

Физические процессы, происходящие в тканях организма под действием токов и полей ВЧ.

Электромагнитная волна. Шкала электромагнитных волн.

Поляризация света. Вращение плоскости поляризации оптически активными веществами. Применение поляризованного света для решения медико-биологических задач.

Рефрактометрия. Законы геометрической оптики.

Ультрафиолетовое излучение. Диапазоны ультрафиолетового излучения. Применение в медицине

Инфракрасное излучение. Диапазоны инфракрасного излучения. Применение в медицине

Медицинская поляриметрия. Оптическая активность веществ (примеры оптически активных тканей в организме человека. Строение и принцип работы поляриметра-сахариметра.

Тепловое излучение тел. Характеристики теплового излучения. Законы теплового излучения. Тепловое излучение тела человека. Физические основы термографии.

Рентгеновское излучение. Механизм возникновения рентгеновского излучения. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Закон ослабления потока рентгеновского излучения веществом. Физические основы применения рентгеновского излучения в медицине.

Взаимодействие РИ с биологическими тканями (физические и биологические аспекты). Формула Вульфа-Брегга. Основы рентгеноструктурного анализа.

Радиоактивность как источник ионизирующего излучения. Основной закон радиоактивного распада. Биофизические основы действия ионизирующих излучений на организм. Биофизические основы использования радионуклидов в медицине.

Дозиметрия ионизирующих излучений. Поглощенная и экспозиционная дозы. Мощность дозы, связь мощности экспозиционной дозы и активности радиоактивного препарата.

Количественная оценка биологического действия ионизирующего излучения. Коэффициент качества. Эквивалентная доза. Эффективная эквивалентная доза. Коэффициент радиационного риска. Защита от ионизирующих излучений.

Взаимодействие света с веществом. Поглощение света. Рассеяние света.

Фотолюминесценция. Правило Стокса. Применение люминесцентного анализа в медицине.

Физические основы функционирования медицинской аппаратуры. Терапевтический контур.

Оптические квантовые генераторы (лазеры) и их применение в медицине.

Физические основы томографии. Современное состояние методов и аппаратуры томографии.

#### **Критерии оценки:**

- «**зачтено**» - обучающийся обладает теоретическими знаниями и владеет методикой выполнения практических навыков, демонстрирует их выполнение, в случае ошибки может исправить при коррекции их преподавателем;

- «**не зачтено**» - обучающийся не обладает достаточным уровнем теоретических знаний (не знает методики выполнения практических навыков, показаний и противопоказаний, возможных осложнений, нормативы и проч.) и/или не может самостоятельно продемонстрировать практические умения или выполняет их, допуская грубые ошибки.

### **3.2.4. Типовые задачи для текущего контроля (ОК-1, ОПК-7)**

#### **Физика**

1. Два заряда, находясь в воздухе на расстоянии 0,05 м, действуют друг на друга с силой  $1,2 \cdot 10^{-4}$  Н, а в некоторой непроводящей жидкости на расстоянии 0,12 м с силой  $1,5 \cdot 10^{-5}$  Н. Какова диэлектрическая проницаемость жидкости?
2. Два заряда  $q_1 = +3 \cdot 10^{-7}$  Кл и  $q_2 = -2 \cdot 10^{-7}$  Кл находятся в вакууме на расстоянии 0,2 м друг от друга. Определите напряженность поля в точке С, расположенной на линии, соединяющей заряды, на расстоянии 0,05 м вправо от заряда  $q_2$ .
3. В поле точечного заряда  $10^{-7}$  Кл две точки расположены на расстоянии 0,15 и 0,2 м от заряда. Найдите разность потенциалов этих точек.
4. На больничном оборудовании в условиях, благоприятных для образования статического электричества, разность потенциалов редко превышает 10–15 кВ. Сможет ли произойти искровой разряд между стойкой металлической тележки и водопроводной трубой, если расстояние между ними окажется равным 0,8 см?  $E_{разр} = 30$  кВ/см.
5. Между параллельными заряженными пластинами, расположенными горизонтально, удерживается в равновесии пылинка массой  $10^{-12}$  кг с зарядом  $-5 \cdot 10^{-16}$  Кл. Определите разность потенциалов между пластинами, если расстояние между ними  $10^{-2}$  м.
6. На шаре сосредоточен заряд  $6 \cdot 10^{-8}$  Кл, а потенциал его 18 кВ. Найдите радиус шара, если он находится в вакууме.
7. Через поперечное сечение проводника каждую секунду протекает 6 триллионов свободных электронов. Определить величину тока в проводнике.
8. 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 ( $\alpha = 0,004$  К $^{-1}$ )?
9. 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.
10. ЭДС батарейки карманного фонарика равна 3,7 В, внутреннее сопротивление 1,5 Ом. Батарея замкнута на сопротивление 11,7 Ом. Каково напряжение на зажимах батарейки?
11. При сухой коже сопротивление между ладонями рук может достигать значения  $R = 10^5$  Ом, а при влажных ладонях это сопротивление существенно меньше ( $R = 1000$  Ом). Оцените ток, который пройдет через тело человека при контакте с электросетью напряжением  $U = 220$  В. Сравните этот ток со значениями порогов ощутимого и неотпускающего токов, если частота тока равна  $\nu = 50$  Гц.
12. Между двумя электродами, к которым приложено постоянное напряжение  $U = 36$  В, находится часть живой ткани. Условно можно считать, что ткань состоит из двух слоев живой кожи и мышц с кровеносными сосудами, толщина каждого слоя кожи  $l_1 = 0,3$  мм, толщина внутренней ткани  $l_2 = 9,4$  мм. Найдите плотность тока и падение напряжения в коже и в мышечной (сосудистой) ткани, рассматривая их как проводники.
1. В электрическом поле точечного заряда 0,3 нКл на расстоянии 1 м от него находится диполь с дипольным моментом  $2 \cdot 10^{-28}$  (Кл·м). Найдите максимальный момент силы, действующий на диполь в вакууме.
2. Найдите потенциал поля, созданного диполем в точке А, удаленной на расстояние  $r = 0,5$  м в направлении под углом  $\alpha = 30^\circ$  относительно электрического момента  $p$  диполя. Среда — вода. Диполь образован зарядами  $q = 2 \cdot 10^{-7}$  Кл, расположенными на расстоянии  $l = 0,5$  см.
13. Определить потенциал покоя клетки при температуре 20°C, если отношение концентраций ионов калия в клетке и окружающей среде равно 10:1.
14. 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.
15. Рассчитайте потенциал покоя гигантского аксона кальмара, если известно, что концентрация ионов натрия снаружи равна 440 мМ, а внутри его 49 мМ (температура равна 20°C).

16. 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.
17. По тонкой катушке течет ток силой 7А, радиус витков 10см. При каком числе витков напряженность магнитного поля в центре катушки будет равна  $245\text{А/м}^2$ ? Считать катушку плоской.
18. Определите магнитный момент соленоида при токе 0,3А, если число витков 500, а площадь витка  $20\text{см}^2$ .
19. Определите работу при перемещении на 50 см проводника длиной 20см, по которому течет ток 10А, в однородном магнитном поле с индукцией 0,7Тл.
20. Проволочное кольцо радиусом 3см находится в однородном магнитном поле напряженностью  $10^5\text{А/м}$ . Плоскость кольца составляет угол  $30^\circ$  с линиями напряженности. Вычислите магнитный поток, пронизывающий кольцо. Окружающая среда – воздух.
21. Мгновенное значение напряжения синусоидального тока для фазы  $\pi/6$  равно 150В. Каковы амплитудное и эффективное значения напряжения?
22. Найдите амплитудное значение тока в цепи, содержащей конденсатор ёмкостью 1мкФ. Напряжение в электрической цепи равно 250В, а активное сопротивление 2,5кОм. Конденсатор и резистор соединены последовательно. Частота равна 50Гц.
23. 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.
24. Сдвиг фаз между током и напряжением при прохождении переменного тока частотой 25Гц через мышцу лягушки составил  $-35^\circ$ . Чему равна ёмкость конденсатора в эквивалентной схеме последовательно соединённых резистора и конденсатора, если активное сопротивление равно 0,5кОм?
25. Используя векторную диаграмму, определить угол сдвига фаз, омическое и индуктивное сопротивление в последовательной цепи переменного тока, если результирующий вектор импеданса равен 6Ом, вектор ёмкостного сопротивления 4Ом, а угол между ними  $60^\circ$ .
26. Определить скорость электронов, падающих на антикатод рентгеновской трубки, если минимальная длина волны в сплошном спектре рентгеновских лучей 0,01 нм.
27. Для определения чувствительности клеток к радиоактивному облучению в питательную среду, где они размножаются, вводили радиоактивный фосфор  $^{32}\text{P}_{15}$ , который после однократного распада превращался в атом серы  $^{32}\text{S}_{16}$ . Какому виду облучения подвергались клетки?
28. Счетчик Гейгера, установленный вблизи препарата радиоактивного изотопа серебра, при первом измерении регистрировал 5200  $\beta$  - частиц в минуту, а через сутки только 300. Определить период полураспада изотопа.
29. Сколько ядер урана  $^{238}_{92}\text{U}$  распалось в течение года, если первоначальная масса урана  $m=1\text{г}$ ?
30. Бетонная плита толщиной 20 см уменьшает интенсивность узкого пучка  $\gamma$ -лучей кобальта  $^{60}\text{Co}_{27}$  в 16,5 раза. Определить линейный коэффициент ослабления и толщину слоя половинного ослабления для бетона.

### **Критерии оценки:**

- «зачтено» - обучающийся обладает теоретическими знаниями и владеет методикой выполнения заданий, может самостоятельно продемонстрировать решение задач.
- «не зачтено» - обучающийся не обладает достаточным уровнем теоретических знаний, не знает методики выполнения заданий, не может самостоятельно продемонстрировать решение задач, допускает грубые ошибки.

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

##### **4.1. Методика проведения тестирования**

1 **Целью** этапа промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), проводимой в форме тестирования, является оценка уровня усвоения обучающимися знаний, приобретения умений, навыков и сформированности компетенций в результате изучения учебной дисциплины (части дисциплины).

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

3 Проведение промежуточной аттестации обучающихся регламентируется Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, введенным в действие приказом от 29.02.2016 № 74-ОД.

4 **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.

5 **Период проведения процедуры:**

6 Процедура оценивания проводится по окончании изучения дисциплины (модуля) на последнем занятии. В случае проведения тестирования на компьютерах время и место проведения тестирования преподаватели кафедры согласуют с информационно-вычислительным центром и доводят до сведения обучающихся.

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

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

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

Процедуру проводит преподаватель, ведущий дисциплину (модуль).

10

11 **Описание проведения процедуры:**

Тестирование является обязательным этапом зачёта 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.

12 **Результаты процедуры:**

Результаты тестирования на компьютере или бумажном носителе имеют качественную оценку «зачтено» – «не зачтено». Оценки «зачтено» по результатам тестирования являются основанием для допуска обучающихся к собеседованию. При получении оценки «не зачтено» за тестирование обучающийся к собеседованию не допускается и по результатам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «не зачтено».

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

Составитель: Шишкин Г.П.

Зав. кафедрой Шатров А.В.