

№ МПД-19

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Северо-Осетинская государственная медицинская академия»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации  
(ФГБОУ ВО СОГМА Минздрава России)

---

Кафедра химии и физики

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ  
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ (ВНЕАУДИТОРНОЙ) РАБОТЫ**

**ПО ФИЗИКЕ, МАТЕМАТИКЕ**

основной профессиональной образовательной программы высшего образования –  
программы специалитета по специальности  
32.05.01 Медико-профилактическое дело  
– утвержденной 31.08.2020 г.

Владикавказ, 2020

### **Составители:**

доцент *Боциев И.Ф.*,  
доцент *Боциева Н.И.*

### **Рецензенты:**

зав. кафедрой физики конденсированного состояния  
ФГБОУ ВО «Северо-Осетинский государственный университет  
им. К.Л. Хетагурова» д.ф.-м.н., профессор *Магкоев Т.Т.*

зав. кафедрой биохимии ФГБОУ ВО СОГМА Минздрава России  
к.м.н., доцент *Гурина А.Е.*

*Для студентов медико-профилактического факультета*

Рекомендовано к изданию ЦКУМС  
от «28» августа 2020 г., протокол № 1

## Содержание:

Производная и дифференциал функции.....	5
Неопределенный интеграл. Основные методы интегрирования.....	9
Определенный интеграл. Формула Ньютона–Лейбница. Некоторые приложения определенного интеграла.....	12
Дифференциальные уравнения.....	16
Основные понятия и теоремы теории вероятностей. Формулы Бернулли и Пуассона.....	19
Дискретные случайные величины.....	23
Непрерывные случайные величины. Нормальный закон распределения.....	26
Статистическое распределение выборки. Полигон и гистограмма.....	30
Точечные и интервальные оценки основных числовых характеристик генеральной совокупности.....	33
Манометрия: физические основы насосной функции сердца, измерение артериального давления.....	37
Аудиометрия.....	41
Доплерометрия: физические основы эффекта Доплера, определение скорости потока крови.....	46
Рефрактометрия.....	49
Определение вязкости жидкости.....	53
Пассивные электрические свойства тканей.....	57
Пульсовая оксиметрия: физические основы поглощения света веществом, определение насыщения артериальной крови кислородом.....	62

<b>Микроскопия.....</b>	<b>65</b>
<b>Концентрационная колориметрия.....</b>	<b>69</b>
<b>Поляриметрия.....</b>	<b>72</b>
<b>Радиоактивность. Взаимодействие гамма-квантов с веществом. Применение радиоизотопов в медицине.....</b>	<b>76</b>
<b>Дозиметрия.....</b>	<b>81</b>
<b>Ответы к тестам для самоконтроля.....</b>	<b>85</b>

## Тема: «ПРОИЗВОДНАЯ И ДИФФЕРЕНЦИАЛ ФУНКЦИИ»

### 1. Вопросы для проверки исходного (базового) уровня знаний:

1. Функциональная зависимость.
2. Область определения функции.
3. Область значений функции.
4. Элементарные функции.
5. Предел функции.
6. Основные теоремы о пределах.
7. Непрерывность функции.

### 2. Целевые задачи:

<u>Студент должен знать:</u>	<u>Литература</u>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Задачи, приводящие к понятию производной функции</li><li>• Понятие производной функции</li><li>• Правила дифференцирования</li><li>• Геометрический и физический смыслы производной</li><li>• Производные основных элементарных функций</li><li>• Формулу производной сложной функции</li><li>• Физический смысл производной второго порядка</li><li>• Понятие дифференциала функции</li><li>• Связь между дифференциалом функции и приращением функции</li><li>• Геометрический и аналитический смыслы дифференциала</li></ul>	<p>1. Морозов Ю.В. Основы высшей математики и статистики. М., «Медицина», 2010, §§ 2.1-2.7, 2.10-2.16.</p> <p>2. Павлушков И.В. и др. Основы высшей математики и математической статистики. М., «ГЭОТАР-Медиа», 2008, §§ 2.1, 2.2.</p> <p>3. Боциева Н.И. Руководство к лабораторным занятиям по дисциплине «Физика, математика», Ч.1. Владикавказ, ФГБОУ ВО СОГМА, 2019, С. 6–13.</p>
<u>Студент должен уметь:</u>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Вычислять производные и дифференциалы функций</li><li>• Применять дифференциал функции в приближенных вычислениях</li></ul>	

### 3. Задания для самостоятельной работы по изучаемой теме:

1. Дайте определение производной функции.
2. В чем состоит физический смысл производной?
3. В чем состоит геометрический смысл производной? Проиллюстрируйте.
4. Запишите формулу производной сложной функции.

5. Что называется дифференциалом функции?
6. В чем состоит аналитический смысл дифференциала?
7. В чем состоит геометрический смысл дифференциала? Проиллюстрируйте.
8. Допишите недостающие сведения в нижеследующем тексте:  
 • Вторая форма ..... обладает свойством ..... относительно аргумента, т. е. не зависит от того, является ли аргумент  $x$  ..... или промежуточным.
9. Найдите производные функций:
- 1)  $y = \frac{2}{x^2} + \frac{3}{x^3} + \frac{1}{3}$  ;
  - 2)  $y = 5^x + 2e^x$  ;
  - 3)  $y = \frac{2}{x} + \frac{x}{2}$  ;
  - 4)  $y = 3\ln(x+1)$ .

### *Тесты для самоконтроля*

**1. Какое из ниже перечисленных предложений определяет производную функции (когда приращение аргумента стремится к нулю)?:**

- a) отношение приращения функции к приращению аргумента;
- b) предел отношения функции к приращению аргумента;
- c) отношение функции к пределу аргумента;
- d) отношение предела функции к аргументу;
- e) предел отношения приращения функции к приращению аргумента.

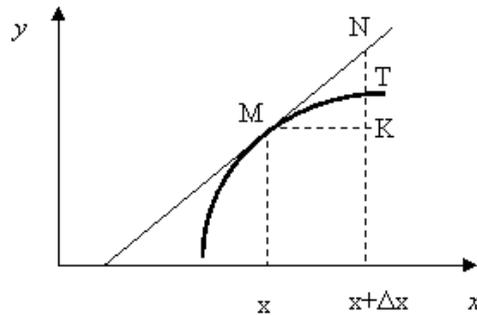
**2. Первая производная функции показывает:**

- a) скорость изменения функции;
- b) направление функции;
- c) приращение функции;
- d) приращение аргумента функции.

**3. Угловой коэффициент касательной, проведенной к графику функции в некоторой точке, равен:**

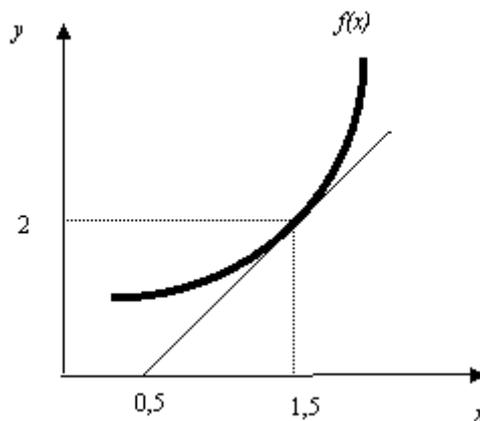
- a) отношению значения функции к значению аргумента в этой точке;
- b) значению производной функции в этой точке;
- c) значению дифференциала функции в этой точке;
- d) значению функции в этой точке;
- e) значению тангенса производной функции в этой точке.

**4. На рисунке изображен график функции  $y = f(x)$ . Тогда производная  $f'(x)$  это :**



- a)  $TK/MK$ ;
- b)  $NK/MK$ ;
- c)  $NK$ ;
- d)  $MK/TK$ ;
- e)  $MN/MK$ ;
- f)  $MN$ .

5. На рисунке изображен график функции  $y = f(x)$ . Найдите значение  $f'(1,5)$ .



6. Укажите функции, для которых существует конечная производная в каждой точке числовой оси:

- a)  $y = \ln x$ ;
- b)  $y = |\sin x|$ ;
- c)  $y = x^3$ ;
- d)  $y = 3^x$ ;
- e)  $y = \sqrt[3]{x}$ .

7. Дифференциал функции – это:

- a) полное приращение функции при заданном изменении аргумента;
- b) главная линейная часть приращения функции при заданном изменении аргумента;
- c) изменение функции при заданном изменении аргумента.

8. Производной второго порядка называется:

- a) квадрат производной первого порядка;
- b) производная от производной первого порядка;
- c) первообразная производной первого порядка.

**9. Укажите ВСЕ верные утверждения: если функция дифференцируема в некоторой точке, то в этой точке:**

- a) функция не определена;
- b) можно провести касательную к графику функции;
- c) нельзя провести касательную к графику функции;
- d) функция непрерывна;
- e) функция имеет экстремум.

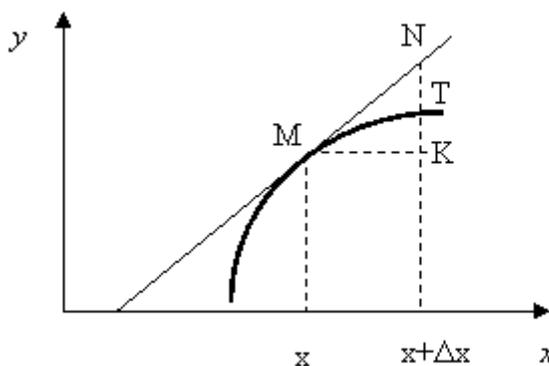
**10. Дифференциал функции равен:**

- a) отношению приращения функции к приращению аргумента;
- b) произведению приращения функции на приращение аргумента;
- c) произведению производной на приращение аргумента;
- d) приращению функции;
- e) приращению аргумента.

**11. Дифференциал постоянной равен:**

- a) этой постоянной;
- b) произведению данной постоянной на величину  $\Delta x$ ;
- c) бесконечно большой величине;
- d) нулю;
- e) невозможно определить.

**12. На рисунке изображен график функции  $y = f(x)$ . Какой отрезок на этом рисунке соответствует дифференциалу  $dy$ ?:**



- a)  $TK$ ;
- b)  $NK$ ;
- c)  $NT$ ;
- d)  $MK$ ;
- e)  $MN$ ;
- f) другой ответ.

## Тема: «НЕОПРЕДЕЛЕННЫЙ ИНТЕГРАЛ. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ИНТЕГРИРОВАНИЯ»

### 1. Вопросы для проверки исходного (базового) уровня знаний:

1. Производная функции.
2. Дифференциал функции.

### 2. Целевые задачи:

<u>Студент должен знать:</u>	<u>Литература</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Понятие первообразной функции</li> <li>• Понятие неопределенного интеграла</li> <li>• Таблицу основных интегралов</li> <li>• Основные методы интегрирования</li> </ul>	<p>1. Морозов Ю.В. Основы высшей математики и статистики. М., «Медицина», 2010, §§ 5.1-5.5.</p> <p>2. Павлушков И.В. и др. Основы высшей математики и математической статистики. М., «ГЭОТАР-Медиа», 2008, §§ 4.1.1-4.1.4.</p>
<p style="text-align: center;"><u>Студент должен уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Вычислять неопределенные интегралы с применением основных методов интегрирования</li> </ul>	<p>3. Боциева Н.И. Руководство к лабораторным занятиям по дисциплине «Физика, математика», Ч. I. Владикавказ, ФГБОУ ВО СОГМА, 2019, С. 14–19.</p>

### 3. Задания для самостоятельной работы по изучаемой теме:

1. Что называется первообразной функции? Приведите примеры.
2. Дайте определение неопределенного интеграла. Что называют подынтегральной функцией? подынтегральным выражением?
3. Приведите основные свойства неопределенного интеграла.
4. Допишите недостающие сведения в нижеследующем тексте:

- Если для некоторой функции существует хотя бы одна первообразная, то можно утверждать, что для нее существует.....множество первообразных, различающихся между собой на.....величины.
- Интегрирование представляет собой математическую операцию, обратную.....
- Интегральное исчисление решает задачу нахождения.....по ее.....или дифференциалу.

5. Найдите интегралы методом разложения:

$$1) \int \frac{1-2x}{x^2} dx$$

$$2) \int \frac{5+x\sqrt{x}}{x^3} dx$$

6. Найдите интегралы методом замены переменной:

$$1) \int \sqrt{x+10} dx$$

$$2) \int \frac{\cos x}{(1+\sin x)^4} dx$$

### *Тесты для самоконтроля*

**1. Первообразной функции  $y = f(x)$  называется:**

- a) функция, производная которой равна заданной функции (функции  $y = f(x)$ );
- b) функция, равная сумме  $y = f(x) + C$ , где  $C$  – произвольная константа.

**2. Каждая функция  $y = f(x)$  имеет:**

- a) одну первообразную функцию;
- b) несколько первообразных функций;
- c) множество первообразных функций.

**3. Неопределенным интегралом функции  $y = f(x)$  называется:**

- a) первообразная функции  $y = f(x)$ ;
- b) совокупность всех первообразных функции  $y = f(x)$ .

**4. Первообразной функции  $y = x^n$  является функция:**

- a)  $y = n \cdot x^{n-1}$ ;
- b)  $y = x^{n+1}/(n+1)$ ;
- c)  $y = x^n \cdot (n+1)$ .

**5. Первообразной функции  $y = a^x$  является функция:**

- a)  $y = a^x \cdot \text{Ln } a$ ;
- b)  $y = a^x / \text{Ln } a$ ;
- c)  $y = a^x / \text{Ln } x$ .

**6. Первообразной функции  $y = 1/x$  является функция:**

- a)  $y = 1/x^2$ ;
- b)  $y = \text{Ln } x$ ;
- c)  $y = x \cdot \text{Ln } x$ .

**7. Первообразной функции  $y = e^x$  является функция:**

- a)  $y = e^x \cdot \ln x$ ;
- b)  $y = e^x / \ln e$ ;
- c)  $y = e^x / \ln x$ .

**8. Метод интегрирования по частям применим при интегрировании:**

- a) суммы или разности нескольких функций;
- b) произведения простых функций;
- c) любой комбинации любых функций.

**9. Метод замены переменных применим при интегрировании:**

- a) суммы или разности нескольких функций;
- b) сложных функций;
- c) любой комбинации любых функций.

**10. Среди перечисленных функций укажите ВСЕ, которые являются**

**первообразными для функции  $y = \frac{2}{\cos^2 2x}$  :**

- a)  $\operatorname{tg} 2x$  ;
- b)  $\operatorname{ctg} 2x$  ;
- c)  $-\operatorname{tg} 2x$  ;
- d)  $\operatorname{tg} 2x + 2$  ;
- e)  $2 - \operatorname{ctg} 2x$  ;

**11. Среди перечисленных функций укажите ВСЕ, которые являются первообразными для функции  $y = \ln x$ :**

- a)  $1/x$  ;
- b)  $x \ln x - x$  ;
- c)  $x \ln x + x$  ;
- d)  $x \ln x + 3$  ;
- e)  $2 + x \ln x - x$  ;
- f)  $(1/x) + C$ .

**Тема: «ОПРЕДЕЛЕННЫЙ ИНТЕГРАЛ. ФОРМУЛА  
НЬЮТОНА–ЛЕЙБНИЦА. НЕКОТОРЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ  
ОПРЕДЕЛЕННОГО ИНТЕГРАЛА»**

**1. Вопросы для проверки исходного (базового) уровня знаний:**

1. Понятие неопределенного интеграла.
2. Основные свойства неопределенного интеграла.
3. Таблица основных интегралов.
4. Основные методы интегрирования.

**2. Целевые задачи:**

<u>Студент должен знать:</u>	<u>Литература</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Задачи, приводящие к понятию определенного интеграла</li> <li>• Формулу Ньютона-Лейбница</li> <li>• Свойства определенного интеграла</li> <li>• Геометрический смысл определенного интеграла</li> <li>• Основные методы вычисления определенных интегралов</li> </ul>	<p>1. Морозов Ю.В. Основы высшей математики и статистики. М., «Медицина», 2010, §§ 6.1-6.5.</p> <p>2. Павлушков И.В. и др. Основы высшей математики и математической статистики. М., «ГЭОТАР-Медиа», 2008, §§ 5.1-5.4.</p>
<p style="text-align: center;"><u>Студент должен уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Вычислять определенные интегралы методами разложения, замены переменной, интегрирования по частям</li> <li>• Вычислять средние значения функций, площади плоских фигур, работу переменной силы</li> </ul>	<p>3. Боцьева Н.И. Руководство к лабораторным занятиям по дисциплине «Физика, математика», Ч. I. Владикавказ, ФГБОУ ВО СОГМА, 2019, С. 20–28.</p>

**3. Задания для самостоятельной работы по изучаемой теме:**

1. Опишите задачи, приводящие к понятию определенного интеграла.
2. Запишите формулу Ньютона-Лейбница.
3. Приведите основные свойства определенного интеграла.
4. В чем состоит геометрический смысл определенного интеграла? Проиллюстрируйте.
5. Допишите недостающие сведения в нижеследующем тексте:
  - В отличие от результата нахождения неопределенного интеграла результат вычисления определенного интеграла является не....., а .....

- При замене переменной интегрирования в определенном интеграле необходимо одновременно заменить..... интегрирования на соответствующие.

6. Вычислите интегралы методом разложения:

$$1) \int_1^2 (x^2 - 2x + 3) dx$$

$$2) \int_2^3 \frac{x^2 - 2x + 3\sqrt{x}}{\sqrt{x}} dx$$

7. Вычислите интегралы методом замены переменной:

$$1) \int_0^1 \frac{6x^2}{1+2x^3} dx$$

$$2) \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{4}} \sin 2x dx$$

### *Тесты для самоконтроля*

**1. При перемене местами пределов интегрирования величина определенного интеграла:**

- а) не изменяется;
- б) удваивается;
- в) изменяется на противоположную.

**2. Формула Ньютона-Лейбница это:**

- а)  $\int_a^b f(x) dx = F(a) - F(b)$  ;
- б)  $\int_a^b f(x) dx = F(b) - F(a)$  ;
- в)  $\int_a^b f(x) dx = F(a) + F(b)$  .

**3. Результат вычисления определенного интеграла:**

- а) может быть проверен дифференцированием;
- б) не может быть проверен дифференцированием.

**4. Справедливо равенство:**

$$\text{a) } \int_a^b u dv = \int_a^b v du - uv \Big|_a^b ;$$

$$\text{b) } \int_a^b u dv = uv \Big|_a^b - \int_a^b v du ;$$

$$\text{c) } \int_a^b u dv = uv \Big|_a^b - \int_a^b u dv .$$

**5. Если  $f(x) > g(x)$  то:**

$$\text{a) } \int_a^b f(x) dx < \int_a^b g(x) dx ;$$

$$\text{b) } \int_a^b f(x) dx > \int_a^b g(x) dx ;$$

$$\text{c) } \int_a^b f(x) dx = \int_a^b g(x) dx .$$

**6. Если  $f(x) > 0$ , то:**

$$\text{a) } \int_a^b f(x) dx \geq 0 ;$$

$$\text{b) } \int_a^b f(x) dx > 0 ;$$

$$\text{c) } \int_a^b f(x) dx \leq 0 ;$$

$$\text{d) } \int_a^b f(x) dx < 0 ;$$

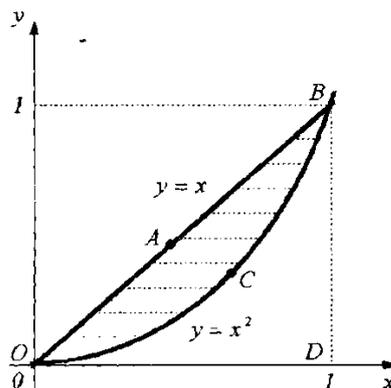
**7. Если  $f(x) < 0$ , то:**

- a)  $\int_a^b f(x)dx \geq 0$ ;
- b)  $\int_a^b f(x)dx > 0$ ;
- c)  $\int_a^b f(x)dx \leq 0$ ;
- d)  $\int_a^b f(x)dx < 0$ ;

**8. Результат вычисления определенного интеграла является:**

- a) функцией;
- b) числом.

**9. Площадь фигуры OABC равна:**



- a) 1/3;
- b) 1/6;
- c) 1/9;
- d) 1/12.

**10. Среднее значение функции  $f(x)$  на отрезке  $[a, b]$  определяется как:**

- a)  $\bar{f} = \frac{1}{a-b} \int_a^b f(x)dx$ ;
- b)  $\bar{f} = \frac{1}{a+b} \int_a^b f(x)dx$ ;
- c)  $\bar{f} = \frac{1}{b-a} \int_a^b f(x)dx$ .

## Тема: «ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ»

### 1. Вопросы для проверки исходного (базового) уровня знаний:

1. Понятие производной функции.
2. Понятие неопределенного интеграла, его свойства.
3. Таблица основных интегралов.
4. Основные методы интегрирования.
5. Понятие определенного интеграла, его свойства.

### 2. Целевые задачи:

<u>Студент должен знать:</u>	<u>Литература</u>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Определение обыкновенного дифференциального уравнения</li><li>• Понятия общего и частного решений дифференциального уравнения</li><li>• Определение дифференциального уравнения первого порядка с разделяющимися переменными, алгоритм его решения</li></ul>	<p>1. Морозов Ю.В. Основы высшей математики и статистики. М., «Медицина», 2010, §§ 7.1, 7.2.</p> <p>2. Павлушков И.В. и др. Основы высшей математики и математической статистики. М., «ГЭОТАР-Медиа», 2008, §§ 6.1, 6.2.</p> <p>3. Боциева Н.И. Руководство к лабораторным занятиям по дисциплине «Физика, математика», Ч.І. Владикавказ, ФГБОУ ВО СОГМА, 2019, С. 29–33.</p>
<u>Студент должен уметь:</u>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Находить общие и частные решения дифференциальных уравнений первого порядка с разделяющимися переменными</li></ul>	

### 3. Задания для самостоятельной работы по изучаемой теме:

1. Дайте определение обыкновенного дифференциального уравнения.
2. Что такое общее и частное решение дифференциального уравнения?
3. Дайте определения дифференциального уравнения первого порядка с разделяющимися переменными.
4. Допишите недостающие сведения в нижеследующем тексте:
  - Частные решения дифференциального уравнения могут быть получены из его .....решения путем придания конкретных значений его произвольным.....
  - .....дифференциального уравнения называется такая функция, которая обращает уравнение в.....после подстановки этой функции и ее.....в уравнение.

5. Решите дифференциальные уравнения первого порядка с разделяющимися переменными:

1)  $y' = \frac{x}{y^2}$ .

2)  $y' = \frac{x+1}{y-2}$ .

6. Найдите частные решения дифференциальных уравнений:

1)  $y' \cos x = \frac{y}{\ln y}$  при условии  $y(0) = 1$ ;

2)  $y' + \cos x = 0$  при условии  $y\left(\frac{\pi}{6}\right) = 2$ .

### *Тесты для самоконтроля*

**1. Дифференциальные уравнения бывают:**

- a) только обыкновенные;
- b) только необыкновенные;
- c) только в частных производных;
- d) обыкновенные и в частных производных;
- e) необыкновенные и в частных производных.

**2. Дифференциальные уравнения различаются:**

- a) по степени;
- b) по порядку;
- c) по степени и порядку.

**3. Дифференциальное уравнение  $y' = f_1(y) \cdot f_2(x)$ :**

- a) уравнение с разделяющимися переменными;
- b) уравнение линейное, однородное;
- c) уравнение линейное, неоднородное.

**4. Решить дифференциальное уравнение значит:**

- a) найти значение функции, обращающее уравнение в тождество;
- b) найти значение аргумента, обращающее уравнение в тождество;
- c) найти явный вид функции, обращающее уравнение в тождество.

**5. Среди перечисленных дифференциальных уравнений укажите уравнение с разделяющимися переменными:**

a)  $2xyy' - y^2 + x = 0$ ;

b)  $y' + y \cos x = 0$ ;

- c)  $(1-x)(y'+y) = e^{-x}$ ;
- d)  $xy' = y(1 + \ln x - \ln y)$ ;
- e)  $xy'' = y'$ .

**6. Дифференциальное уравнение имеет:**

- a) одно решение;
- b) два решения: общее и частное;
- c) бесконечное число общих решений и одно частное решение.

**7. Среди перечисленных дифференциальных уравнений укажите уравнение с разделяющимися переменными:**

- a)  $ydx + (2\sqrt{xy} - x)dy = 0$ ;
- b)  $(x^2 + y^2 + 2x)dx + 2xydy = 0$ ;
- c)  $(x - y^2)dx + 2xydy = 0$ ;
- d)  $(xy^2 + x)dx + (x^2y - y)dy = 0$ ;
- e)  $(x^2 + y)dx - xdy = 0$ .

**8. Укажите частное решение дифференциального уравнения  $xy' = 1$ :**

- a)  $y = \ln|x| + C$ ;
- b)  $y = \ln|x + C|$ ;
- c)  $y = \ln|x|$ ;
- d)  $y = e^{Cx}$ ;
- e)  $y = 2\ln|x|$ ;
- f)  $y = \ln|x + 1|$ .

**9. Укажите общее решение дифференциального уравнения  $xy' = 1$ :**

- a)  $y = \ln|x| + C$ ;
- b)  $y = \ln|x + C|$ ;
- c)  $y = \ln|x|$ ;
- d)  $y = e^{Cx}$ ;
- e)  $y = 2\ln|x|$ ;
- f)  $y = \ln|x + 1|$ .

**Тема: «ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ТЕОРЕМЫ ТЕОРИИ  
ВЕРоятНОСТЕЙ. ФОРМУЛЫ БЕРНУЛЛИ И ПУАССОНА»**

**1. Вопросы для проверки исходного (базового) уровня знаний:**

1. Понятие множества.
2. Способы задания множеств.
3. Операции над множествами.
4. Понятие предела функции.
5. Основные теоремы о пределах.

**2. Целевые задачи:**

<u>Студент должен знать:</u>	<u>Литература</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Понятие случайного события</li> <li>• Виды случайных событий</li> <li>• Классическое и статистическое определения вероятности</li> <li>• Основные теоремы вероятностей</li> <li>• Схему Бернулли</li> <li>• Формулы Бернулли, Пуассона</li> </ul>	<p>1. Морозов Ю.В. Основы высшей математики и статистики. М., «Медицина», 2010, § 8.1.</p> <p>2. Павлушков И.В. и др. Основы высшей математики и математической статистики. М., «ГЭОТАР-Медиа», 2008, § 7.1.</p> <p>3. Боциева Н.И. Руководство к лабораторным занятиям по дисциплине «Физика, математика», Ч. I. Владикавказ, ФГБОУ ВО СОГМА, 2019, С. 34–40.</p>
<p style="text-align: center;"><u>Студент должен уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Находить вероятности случайных событий, используя основные теоремы вероятностей, формулы Бернулли и Пуассона</li> </ul>	

**3. Задания для самостоятельной работы по изучаемой теме:**

1. Дайте определение случайного события.
2. Перечислите виды случайных событий, приведите примеры.
3. Дайте классическое и статистическое определения вероятности.
4. Что называют повторными независимыми испытаниями? Запишите формулу Бернулли.
5. Запишите формулу закона редких испытаний.
6. Допишите недостающие сведения в нижеследующем тексте:

- .....определение вероятности случайного события применимо только к испытаниям с.....числом равновероятных исходов.

- .....вероятность можно приближенно оценить по величине соответствующей ..... частоты.

7. Решите задачи:

- 1) На стеллаже библиотеки в случайном порядке расставлено 15 учебников, причем пять из них в переплете. Библиотекарь берет наудачу три учебника. Найти вероятность того, что хотя бы один из взятых учебников окажется в переплете (событие  $A$ ).
- 2) Устройство состоит из трех элементов, работающих независимо. Вероятности безотказной работы (за время  $t$ ) первого, второго и третьего элементов соответственно равны 0,6; 0,7; 0,8. Найти вероятности того, что за время  $t$  безотказно будут работать: а) только один элемент; б) только два элемента; в) все три элемента.
- 3) Устройство состоит из трех независимо работающих основных элементов. Устройство отказывает, если откажет хотя бы один элемент. Вероятность отказа каждого элемента за время  $t$  равна 0,1. Найти вероятность безотказной работы устройства за время  $t$ , если: а) работают только основные элементы; б) включен один резервный элемент; в) включены два резервных элемента. Предполагается, что резервные элементы работают в том же режиме, что и основные, вероятность отказа каждого резервного элемента также равна 0,1 и устройство отказывает, если работает менее трех элементов.

### *Тесты для самоконтроля*

**1.Вероятностью случайного события называется:**

- а) отношение числа испытаний, при которых появилось ожидаемое событие к общему числу испытаний;
- б) предел, к которому стремится относительная частота события при бесконечно большом числе испытаний;
- в) величина, обратная относительной частоте случайного события.

**2.Относительной частотой случайного события называется:**

- а) отношение числа испытаний, при которых появилось ожидаемое событие к общему числу испытаний;
- б) предел, к которому стремится отношение числа ожидаемых событий к общему числу испытаний;
- в) число испытаний, при которых появилось ожидаемое событие.

**3.Вероятность случайного события может изменяться в пределах:**

- а) от -1 до +1;

- b) от 0 до 1;
- c) от  $-\infty$  до  $+\infty$ .

**4.Вероятность, какого события равна 1?:**

- a) достоверного;
- b) невозможного;
- c) случайного.

**5.Вероятность, какого события равна 0?:**

- a) достоверного;
- b) невозможного;
- c) случайного.

**6.Относительная частота случайного события может принимать значения:**

- a) от -1 до +1;
- b) от 0 до 1;
- c) от  $-\infty$  до  $+\infty$ .

**7.Сумма вероятностей полной группы событий равна:**

- a) числу всех событий этой группы;
- b) 1;
- c) любому числу от -1 до +1.

**8.Несовместными называются случайные события:**

- a) которые в единичном испытании не могут произойти одновременно;
- b) которые в единичном испытании могут произойти одновременно;
- c) вероятность которых зависит от результата предыдущего испытания.

**9.Совместными называются случайные события:**

- a) которые в единичном испытании не могут произойти одновременно;
- b) которые в единичном испытании могут произойти одновременно;
- c) вероятность которых зависит от результата предыдущего испытания.

**10.Зависимыми называются случайные события:**

- a) которые в единичном испытании не могут произойти одновременно;
- b) которые в единичном испытании могут произойти одновременно;
- c) вероятность которых зависит от результата предыдущего испытания.

**11.Теорема сложения применима только к тем событиям, которые являются:**

- a) несовместными;
- b) совместными;
- c) зависимыми.

**12. Теорема умножения применима только к тем событиям, которые являются:**

- a) несовместными;
- b) совместными;
- c) противоположными.

## Тема: «ДИСКРЕТНЫЕ СЛУЧАЙНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ»

### 1. Вопросы для проверки исходного (базового) уровня знаний:

1. Понятие множества.
2. Способы задания множеств.
3. Операции над множествами.
4. Случайные события.
5. Вероятность случайного события, ее основные свойства.

### 2. Целевые задачи:

<u>Студент должен знать:</u>	<u>Литература</u>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Понятие случайной величины</li><li>• Понятие дискретной случайной величины</li><li>• Определение закона распределения дискретной случайной величины, способы его задания</li><li>• Формулы и свойства основных числовых характеристик дискретной случайной величины</li></ul>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Морозов Ю.В. Основы высшей математики и статистики. М., «Медицина», 2010, § 8.2.</li><li>2. Павлушков И.В. и др. Основы высшей математики и математической статистики. М., «ГЭОТАР-Медиа», 2008, § 7.2.</li><li>3. Боциева Н.И. Руководство к лабораторным занятиям по дисциплине «Физика, математика», Ч. I. Владикавказ, ФГБОУ ВО СОГМА, 2019, С. 41–45.</li></ol>
<p><u>Студент должен уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Составлять закон распределения и находить основные числовые характеристики дискретной случайной величины</li></ul>	

### 3. Задания для самостоятельной работы по изучаемой теме:

1. Какие величины в теории вероятностей называются случайными? Приведите примеры.
2. Дайте определение дискретной случайной величины.
3. Что называется законом распределения дискретной случайной величины и какие существуют способы его задания?
4. Запишите формулы основных числовых характеристик дискретной случайной величины: математического ожидания, дисперсии, среднего квадратического отклонения.
5. Допишите недостающие сведения в нижеследующем тексте:

- Возможные значения дискретной случайной величины рассеяны вокруг ее.....
- Для характеристики степени разброса возможных значений случайной величины относительно ее математического.....вводят понятие.....

6. Запишите условие нормировки для дискретной случайной величины.

7. Решите задачи:

1) Дискретная случайная величина  $X$  принимает три возможных значения:  $x_1 = 4$  с вероятностью  $p_1 = 0,5$ ;  $x_2 = 6$  с вероятностью  $p_2 = 0,3$  и  $x_3$  с вероятностью  $p_3$ . Найти  $x_3$  и  $p_3$ , зная, что  $M(X) = 8$ .

2) Дан перечень возможных значений дискретной случайной величины  $X$ :  $x_1 = 1$ ,  $x_2 = 2$ ;  $x_3 = 3$ , а также известны математические ожидания этой величины и ее квадрата:  $M(X) = 3$ ,  $M(X^2) = 5,9$ . Найти вероятности, соответствующие возможным значениям  $X$ .

### *Тесты для самоконтроля*

**1. Совокупность всех возможных значений дискретной случайной величины представляет собой:**

- конечное множество;
- бесконечное множество;
- конечное или бесконечное, но обязательно счетное множество.

**2. Наиболее полную информацию о дискретной случайной величине дает:**

- математическое ожидание;
- дисперсия;
- среднее квадратическое отклонение;
- закон распределения этой величины.

**3. Дисперсией дискретной случайной величины называется:**

- сумма произведений каждого из всех ее возможных значений на соответствующие вероятности;
- математическое ожидание квадрата отклонения этой величины от ее математического ожидания.

**4. Математическим ожиданием дискретной случайной величины называется:**

- квадратный корень из ее дисперсии;

b) сумма произведений каждого из всех ее возможных значений на соответствующие вероятности.

**5. Средним квадратическим отклонением дискретной случайной величины называется:**

- a) сумма произведений каждого из всех ее возможных значений на соответствующие вероятности;
- b) квадратный корень из ее дисперсии;
- c) математическое ожидание квадрата отклонения этой величины от ее математического ожидания.

**6. Среднее арифметическое всех наблюдавшихся значений дискретной случайной величины равно:**

- a) дисперсии;
- b) среднему квадратическому отклонению;
- c) математическому ожиданию этой величины.

**7. Какие из перечисленных случайных величин являются дискретными?:**

- a) частота пульса;
- b) артериальное давление;
- c) рост человека.

**8. Что является законом распределения для дискретных случайных величин?:**

- a) зависимость вероятности случайной величины от значения случайной величины;
- b) зависимость плотности вероятности случайной величины от значения случайной величины;
- c) зависимость среднего выборочного значения от числа членов статистического ряда.

**9. Какие из перечисленных случайных величин являются дискретными?:**

- a) температура больного в фиксированное время суток;
- b) число посетителей аптеки в течение дня;
- c) масса наугад выбранной таблетки некоторого препарата;
- d) количество очков, выпадающих при бросании игрального кубика.

**10. Дисперсия дискретной случайной величины вычисляется по формуле:**

- a)  $D(X) = \mu^2 - M(X^2)$ ;
- b)  $D(X) = \mu^2 \cdot M(X^2)$ ;
- c)  $D(X) = \frac{M(X^2)}{\mu^2}$ ;
- d)  $D(X) = M(X^2) - \mu^2$ .

**Тема: «НЕПРЕРЫВНЫЕ СЛУЧАЙНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ.  
НОРМАЛЬНЫЙ ЗАКОН РАСПРЕДЕЛЕНИЯ»**

**1. Вопросы для проверки исходного (базового) уровня знаний:**

1. Понятие множества.
2. Способы задания множеств.
3. Операции над множествами.
4. Случайные события.
5. Вероятность случайного события.
6. Дискретные случайные величины.
7. Основные числовые характеристики дискретной случайной величины.
8. Определенный интеграл.

**2. Целевые задачи:**

<u>Студент должен знать:</u>	<u>Литература</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Понятие непрерывной случайной величины</li> <li>• Свойства функции распределения случайной величины</li> <li>• Понятие плотности вероятности</li> <li>• Основные свойства плотности вероятности непрерывной случайной величины</li> <li>• Формулы основных числовых характеристик непрерывной случайной величины</li> <li>• Нормальный закон распределения</li> <li>• Правило «трех сигм»</li> </ul>	<p>1. Морозов Ю.В. Основы высшей математики и статистики. М., «Медицина», 2010, §8.2.</p> <p>2. Павлушков И.В. и др. Основы высшей математики и математической статистики. М., «ГЭОТАР-Медиа», 2008, § 7.2.</p> <p>3. Боциева Н.И. Руководство к лабораторным занятиям по дисциплине «Физика, математика», Ч. I. Владикавказ, ФГБОУ ВО СОГМА, 2019, С. 46–51.</p>
<p align="center"><u>Студент должен уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Находить вероятность попадания в заданный интервал значения непрерывной случайной величины, заданной функцией распределения</li> <li>• Вычислять основные числовые характеристики непрерывной случайной величины</li> <li>• Находить вероятность попадания значения нормально распределенной величины в заданный интервал</li> </ul>	

**3. Задания для самостоятельной работы по изучаемой теме:**

1. Дайте определение непрерывной случайной величины. Приведите примеры.
2. Что называется функцией распределения случайной величины?
3. Приведите свойства функции распределения случайной величины.

4. Дайте определение плотности вероятности (плотности распределения вероятностей) непрерывной случайной величины, приведите ее свойства.

5. Запишите формулу нормального закона распределения.

6. В чем состоит правило «трех сигм»?

7. Допишите недостающие сведения в нижеследующем тексте:

- Невозможно задать .....случайную величину с помощью формулы, позволяющей для каждого значения этой величины найти соответствующую .....
- Функция распределения является ..... функцией.
- Плотность вероятности является.....функцией.

8. Решите задачи:

1) Случайная величина  $X$  задана плотностью распределения  $f(x) = 2x$  в интервале  $(0, 1)$ ; вне этого интервала  $f(x) = 0$ . Найти математическое ожидание величины  $X$ .

2) Математическое ожидание нормально распределенной случайной величины  $X$  равно  $\mu = 3$  и среднее квадратическое отклонение  $\sigma = 2$ . Написать плотность вероятности  $X$ .

3) Математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение нормально распределенной случайной величины  $X$  соответственно равны 10 и 2. Найти вероятность того, что в результате испытания  $X$  примет значение, заключенное в интервале  $(12, 14)$ .

4) Автомат штампует детали. Контролируется длина детали  $X$ , которая распределена нормально с математическим ожиданием (проектная длина), равным 50 мм. Фактически длина изготовленных деталей не менее 32 и не более 68 мм. Найти вероятность того, что длина наудачу взятой детали: а) больше 55 мм; б) меньше 40 мм.

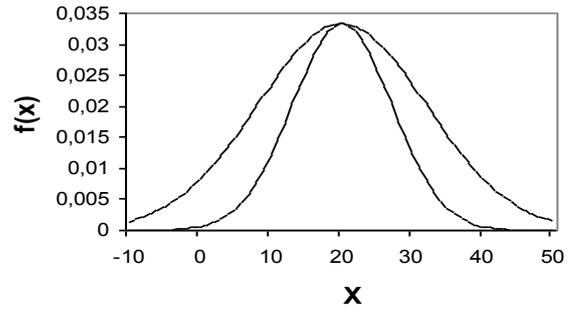
### *Тесты для самоконтроля*

**1. Какие из перечисленных случайных величин являются непрерывными?:**

- а) частота пульса;
- б) артериальное давление;
- с) число пациентов на приеме у врача.

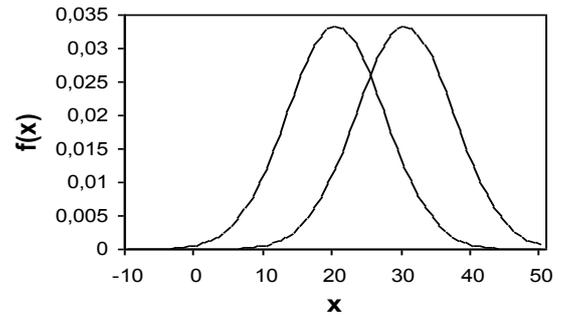
**2. На диаграмме изображены два графика нормального закона распределения. Какими параметрами они отличаются?:**

- a) дисперсиями;
- b) математическими ожиданиями;
- c) математическими ожиданиями и дисперсиями;
- d) критериями Стьюдента;
- e) другими параметрами.



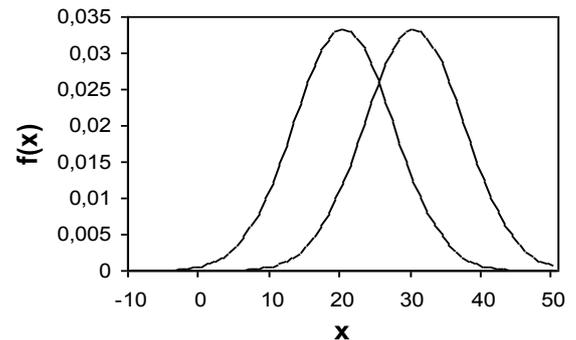
**3. На диаграмме изображены два графика нормального закона распределения. Чему равны математические ожидания этих распределений?:**

- a) 0 и 0,035;
- b) 20 и 30;
- c) -10 и 50;
- d) на диаграмме их значения не указаны.



**4. На диаграмме изображены два графика нормального закона распределения. Какими параметрами отличаются эти распределения?:**

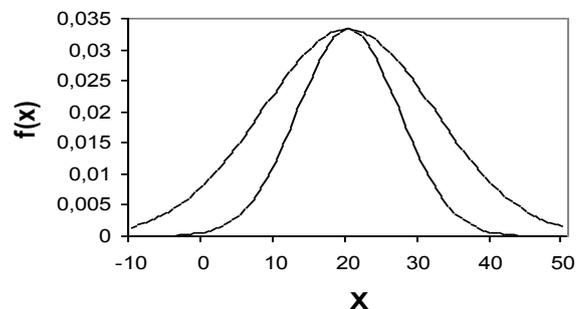
- a) дисперсиями;
- b) математическими ожиданиями;
- c) математическими ожиданиями и дисперсиями;
- d) критериями Стьюдента;
- e) другими параметрами.



**5. Что является законом распределения для непрерывных случайных величин?:**

- a) зависимость вероятности случайной величины от значения случайной величины;
- b) зависимость плотности вероятности случайной величины от значения случайной величины;
- c) зависимость среднего выборочного значения от числа членов статистического ряда.

**6. На диаграмме изображены два графика нормального закона распределения. Чему равны**



**математические ожидания этих распределений?:**

- a) 0 и 0,035;
- b) 20 и 20;
- c) -10 и 50;
- d) на диаграмме их значения не указаны.

**7.Какие из перечисленных случайных величин являются непрерывными?:**

- a) частота пульса;
- b) артериальное давление;
- c) число пациентов на приёме у врача.

**8.Какие из перечисленных случайных величин являются непрерывными?:**

- a) температура больного в фиксированное время суток;
- b) число посетителей аптеки в течение дня;
- c) масса наугад выбранной таблетки некоторого препарата;
- d) количество очков, выпадающих при бросании игрального кубика.

**9.Функция распределения непрерывной случайной величины является:**

- a) убывающей функцией;
- b) возрастающей функцией;
- c) неубывающей функцией.

**10.Вероятность того, что непрерывная случайная величина в результате испытания примет какое-то определенное значение, равна:**

- a) 1;
- b) 0;
- c) 0,5.

## Тема: «СТАТИСТИЧЕСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫБОРКИ. ПОЛИГОН И ГИСТОГРАММА»

### 1. Вопросы для проверки исходного (базового) уровня знаний:

1. Понятие множества.
2. Способы задания множеств.
3. Операции над множествами.
4. Случайные величины.
5. Основные числовые характеристики случайных величин.

### 2. Целевые задачи:

<u>Студент должен знать:</u>	<u>Литература</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Определения статистической совокупности,</li> <li>• генеральной статистической совокупности выборочной статистической совокупности</li> <li>• Понятия статистического дискретного ряда распределения, статистического интервального ряда распределения</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Морозов Ю.В. Основы высшей математики и статистики. М., «Медицина», 2010, § 9.1.</li> <li>2. Павлушков И.В. и др. Основы высшей математики и математической статистики. М., «ГЭОТАР-Медиа», 2008, § 8.1.</li> <li>3. Боциева Н.И. Руководство к лабораторным занятиям по дисциплине «Физика, математика», Ч.1. Владикавказ, ФГБОУ ВО СОГМА, 2019, С. 52–58.</li> </ol>
<u>Студент должен уметь:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Строить полигоны частот и относительных частот, гистограммы частот и относительных частот</li> </ul>	

### 3. Задания для самостоятельной работы по изучаемой теме:

1. Что называют статистическими данными?
2. Дайте определения статистической совокупности, генеральной статистической совокупности, выборочной статистической совокупности. Приведите примеры.
3. Что называют статистическим дискретным рядом распределения? статистическим интервальным рядом распределения?
4. Что представляют собой полигоны и гистограммы частот? относительных частот? Проиллюстрируйте.
5. Допишите недостающие сведения в нижеследующем тексте:
  - Свойства выборочной совокупности тем лучше отражают свойства.....совокупности, чем больше ее.....
  - Наблюдаемые значения признака называют.....

6. Решите задачи:

1) Выборка задана в виде распределения частот:

$X$	4	7	8	12
$m$	5	2	3	10

Найти распределение относительных частот.

2) Построить полигоны частот и относительных частот по данному распределению выборки:

$X$	15	20	25	30	35
$m$	10	15	30	20	25

### *Тесты для самоконтроля*

**1. Статистической совокупностью называется множество объектов, характеризующихся:**

- a) только некоторым качественным признаком;
- b) только некоторым количественным признаком;
- c) некоторым количественным или качественным признаком.

**2. Множество всех студентов-первокурсников страны представляет собой:**

- a) генеральную совокупность;
- b) выборочную совокупность.

**3. Объекты выборочной статистической совокупности отбираются из соответствующей генеральной совокупности:**

- a) определенным образом;
- b) случайным образом.

**4. Свойства выборки тем лучше отражают соответствующие свойства генеральной совокупности:**

- a) чем меньше объем выборки;
- b) чем больше объем выборки;
- c) от объема выборки это не зависит.

**5. Сумма частот вариантов выборочной совокупности:**

- a) меньше объема выборки;
- b) равна объему выборки;
- c) больше объема выборки.

**6.Графическим изображением статистического дискретного ряда распределения является:**

- a) полигон частот или относительных частот;
- b) гистограмма частот или относительных частот.

**7.Графическим изображением статистического интервального ряда распределения является:**

- a) полигон частот или относительных частот;
- b) гистограмма частот или относительных частот.

**8.Таблица называется:**

$X$	$x_1$	$x_2$	...	$x_k$
$m$	$m_1$	$m_2$	...	$m_k$

- a) статистическим интервальным рядом распределения;
- b) статистическим дискретным рядом распределения.

**9.Таблица называется:**

$X$	$(x_0, x_1)$	$(x_1, x_2)$	$(x_2, x_3)$	...	$(x_{k-2}, x_{k-1})$	$(x_{k-1}, x_k)$
$m$	$m_1$	$m_2$	$m_3$	...	$m_{k-1}$	$m_k$

- a) статистическим интервальным рядом распределения;
- b) статистическим дискретным рядом распределения.

**10.При построении гистограммы частот по оси ординат откладывают:**

- a) частоты интервалов;
- b) относительные частоты интервалов;
- c) плотности частот;
- d) плотности относительных частот.

## **Тема: «ТОЧЕЧНЫЕ И ИНТЕРВАЛЬНЫЕ ОЦЕНКИ ОСНОВНЫХ ЧИСЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГЕНЕРАЛЬНОЙ СОВОКУПНОСТИ»**

### **1. Вопросы для проверки исходного (базового) уровня знаний:**

1. Понятие статистической совокупности.
2. Генеральная и выборочная статистические совокупности.
3. Основные числовые характеристики случайных величин.

### **2. Целевые задачи:**

<u>Студент должен знать:</u>	<u>Литература</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Понятие точечной оценки характеристики распределения</li> <li>• Понятие интервальной оценки числовой характеристики</li> <li>• Определения точечных оценок основных числовых характеристик генеральной совокупности</li> <li>• Определения доверительного интервала и доверительной вероятности</li> <li>• Формулу распределения Стьюдента для случайной величины</li> </ul>	<p>1. Морозов Ю.В. Основы высшей математики и статистики. М., «Медицина», 2010, § 9.3.</p> <p>2. Павлушков И.В. и др. Основы высшей математики и математической статистики. М., «ГЭОТАР-Медиа», 2008, § 8.2.</p> <p>3. Боциева Н.И. Руководство к лабораторным занятиям по дисциплине «Физика, математика», Ч. I. Владикавказ, ФГБОУ ВО СОГМА, 2019, С. 59–64.</p>
<u>Студент должен уметь:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Находить точечные и интервальные оценки числовых характеристик генеральной совокупности</li> </ul>	

### **3. Задания для самостоятельной работы по изучаемой теме:**

1. Какая оценка характеристики распределения называется точечной?
2. Запишите формулы для генеральной средней, выборочной средней, генеральной дисперсии, исправленной выборочной дисперсии, генерального среднего квадратического отклонения, исправленного среднего квадратического отклонения.
3. Какая оценка характеристики распределения называется интервальной?
4. Что называют доверительным интервалом и доверительной вероятностью?
5. Допишите недостающие сведения в нижеследующем тексте:
  - Ценность выборочных характеристик определяется тем, что с их помощью можно оценить соответствующие.....характеристики.....совокупности.

- В статистике используют ....., соответствующие заданной .....вероятности.

6. Решите задачи:

1) В итоге пяти измерений длины стержня одним прибором (без систематических ошибок) получены следующие результаты (в мм): 92; 94; 103; 105; 106. Найти: а) выборочную среднюю длину стержня; б) выборочную и исправленную дисперсии ошибок прибора.

2) При измерении содержание кальция (мг%) в сыворотке крови подопытных животных получили следующие результаты: 14,5, 14,7, 14,8, 14,9, 15,1, 15,3, 15,5, 15,8, 15,9. Определить доверительный интервал для среднего значения содержание кальция с доверительной вероятностью 0,9 (предполагается, что показатель распределен по нормальному закону).

### *Тесты для самоконтроля*

**1.Какие статистические совокупности относятся к генеральным?:**

- если число членов совокупности  $n \rightarrow \infty$ ;
- если число членов совокупности ограничено;
- если совокупность состоит только из дискретных величин.

**2.Какие статистические совокупности относятся к выборочным?:**

- если число членов совокупности  $n \rightarrow \infty$ ;
- если число членов совокупности ограничено;
- если совокупность состоит только из дискретных величин.

**3.Числовые характеристики, каких статистических совокупностей являются случайными величинами?:**

- генеральных;
- выборочных;
- ни тех ни других.

**4.Генеральная средняя определяется по формуле:**

- $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k m_i x_i$ ;
- $\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$ ;
- $\sigma^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^k (x_i - \bar{X})^2$ ;
- $s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^k m_i (x_i - \bar{x})^2$ .

**5. Выборочная средняя определяется по формуле:**

- a)  $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k m_i x_i$  ;
- b)  $\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$  ;
- c)  $\sigma^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^k (x_i - \bar{X})^2$  ;
- d)  $s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^k m_i (x_i - \bar{x})^2$  .

**6. Наилучшей оценкой генеральной средней является:**

- a) исправленная выборочная дисперсия;
- b) средняя выборочная;
- c) генеральная дисперсия;
- d) исправленное среднее квадратическое отклонение.

**7. Генеральной дисперсией называется:**

- a)  $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k m_i x_i$  ;
- b)  $\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$  ;
- c)  $\sigma^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^k (x_i - \bar{X})^2$  ;
- d)  $s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^k m_i (x_i - \bar{x})^2$  .

**8. Чем шире доверительный интервал:**

- a) тем меньше соответствующая доверительная вероятность;
- b) тем больше соответствующая доверительная вероятность;
- c) доверительная вероятность не зависит от ширины доверительного интервала.

**9. Исправленной выборочной дисперсией называется:**

- a)  $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k m_i x_i$  ;
- b)  $\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$  ;
- c)  $\sigma^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^k (x_i - \bar{X})^2$  ;
- d)  $s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^k m_i (x_i - \bar{x})^2$  .

**10. Распределение Стьюдента это:**

$$\text{a) } T = \frac{\bar{X} - \bar{x}}{s_x};$$

$$\text{b) } T = \frac{\bar{x} - \bar{X}}{s_x};$$

$$\text{c) } T = \frac{\bar{x} + \bar{X}}{s_x}.$$

## Тема: «МАНОМЕТРИЯ: ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НАСОСНОЙ ФУНКЦИИ СЕРДЦА, ИЗМЕРЕНИЕ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ»

### 1. Вопросы для проверки исходного (базового) уровня знаний:

1. Вязкость жидкости.
2. Течение вязкой жидкости по трубам.
3. Формула Пуазейля.

### 2. Целевые задачи:

<u>Студент должен знать:</u>	<u>Литература</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Гидродинамическую модель кровеносной системы</li> <li>• Происхождение звуков, слышимых при измерении артериального давления</li> <li>• Физические основы клинического метода измерения давления крови</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ремизов А.Н., Максина А.Г., Потапенко А.Я. Медицинская и биологическая физика. М., «Дрофа», 2008, §§ 9.1-9.5.</li> <li>2. Федорова В.Н., Фаустов Е.В. Медицинская и биологическая физика. М., «ГЭОТАР-Медиа», 2010, §§ 9.1- 9.5.</li> </ol>
<p style="text-align: center;"><u>Студент должен уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Объяснять связь между ударным объемом крови, гидравлическим сопротивлением периферической части системы кровообращения и изменением давления в артериях</li> <li>• Объяснять ошибки измерения артериального давления и способы их уменьшения</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Физика и биофизика (под ред. В.Ф. Антонова). М., «ГЭОТАР-Медиа», 2008, §§ 21.2-21.4.</li> <li>4. Боциева Н.И. Руководство к лабораторным занятиям по дисциплине «Физика, математика», Ч.1. Владикавказ, ФГБОУ ВО СОГМА, 2019, С. 65–74.</li> </ol>

### 3. Задания для самостоятельной работы по изучаемой теме:

1. Дайте определение манометрии.
2. Что называется артериальным давлением?
3. Что изучает гемодинамика?
4. Что называется пульсовой волной?
5. Чему равна объемная скорость кровотока из сердца в артерии?
6. Объясните происхождение звуков, слышимых при измерении артериального давления.
7. Как можно измерить скорость пульсовой волны?
8. Как можно вычислить модуль упругости  $E$  сосудистой стенки?
9. Допишите недостающие сведения в нижеследующем тексте:

- Система артериол передает пульсовую волну, которая окончательно затухает лишь на входе в .....
- Волна повышенного давления, распространяющаяся по аорте и артериям во время систолы, называется .....

### *Тесты для самоконтроля*

#### **1. Физической основой измерения диастолического артериального давления методом Короткова является:**

- уменьшение статического давления крови в плечевой артерии
- переход от турбулентного течения крови к ламинарному
- увеличение гидравлического сопротивления плечевой артерии
- уменьшение гидравлического сопротивления плечевой артерии

#### **2. Скорость течения крови максимальна:**

- в центре кровеносного сосуда
- в областях, примыкающих к стенкам кровеносного сосуда
- скорость течения крови в любой точке сечения кровеносного сосуда остаётся постоянной

#### **3. По мере продвижения крови по кровеносной системе человека от аорты к полой вене, среднее значение полного давления в крови:**

- возрастает и становится больше атмосферного
- в артериальном участке больше атмосферного и становится меньше атмосферного в полой вене
- остаётся неизменным в любом участке кровеносной системы и соответствует атмосферному давлению
- в артериальном участке равно атмосферному, затем снижается и становится меньше атмосферного

#### **4. При ламинарном течении жидкости:**

- слои жидкости не перемешиваются, течение не сопровождается характерными акустическими шумами
- слои жидкости не перемешиваются, течение сопровождается характерными акустическими шумами
- слои жидкости перемешиваются, образуя завихрения; течение не сопровождается характерными акустическими шумами
- слои жидкости перемешиваются, образуя завихрения; течение сопровождается характерными акустическими шумами

**5. При турбулентном течении жидкости:**

- a) слои жидкости не перемешиваются, течение не сопровождается характерными акустическими шумами
- b) слои жидкости не перемешиваются, течение сопровождается характерными акустическими шумами
- c) слои жидкости перемешиваются, образуя завихрения; течение не сопровождается характерными акустическими шумами
- d) слои жидкости перемешиваются, образуя завихрения; течение сопровождается характерными акустическими шумами

**6. Соотношением, связывающим гидростатическое, гидродинамическое и статическое давления, является:**

- a) закон Пуазейля
- b) формула Ньютона
- c) уравнение Бернулли
- d) формула Стокса

**7. При уменьшении внутреннего диаметра сосуда статическое давление крови:**

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

**8. При уменьшении внутреннего диаметра сосуда гидродинамическое давление крови:**

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

**9. Возникновение шумов в потоке жидкости свидетельствует:**

- a) о ламинарном течении жидкости
- b) о турбулентном течении жидкости
- c) о стационарном течении жидкости

**10. Объёмная скорость течения крови в сосуде равна:**

- a) линейной скорости течения крови
- b) произведению линейной скорости на площадь сечения сосуда
- c) отношению линейной скорости к площади сечения сосуда
- d) произведению линейной скорости на коэффициент вязкости крови

**11. На участке сужения трубы:**

- a) уменьшается линейная скорость течения жидкости
- b) увеличивается линейная скорость течения жидкости
- c) увеличивается объёмная скорость течения жидкости

d) уменьшается объёмная скорость течения жидкости

**12. Для столба жидкости с плотностью  $\rho$  высотой  $h$  произведение  $\rho gh$  есть:**

- a) гидростатическое давление
- b) избыточное давление свободной поверхности
- c) вес столба жидкости

**13. Какое из выражений является формулой Гагена – Пуазейля?:**

- a)  $Q = \frac{P_1 - P_2}{X}$
- b)  $Q = \frac{X}{P_1 - P_2}$
- c)  $Q = (P_1 - P_2)X$

**14. Формула для определения гидравлического сопротивления:**

- a)  $X = \frac{P_1 - P_2}{8l\eta} R^2;$
- b)  $X = \frac{8l\eta}{\pi R^4};$
- c)  $X = \frac{v_1 - v_2}{\Delta z}.$

## Тема: «АУДИОМЕТРИЯ»

### 1. Вопросы для проверки исходного (базового) уровня знаний:

1. Определение звука.
2. Виды звуков: тоны, шумы, звуковые удары.
3. Высота звука.
4. Громкость звука.
5. Тембр звука.

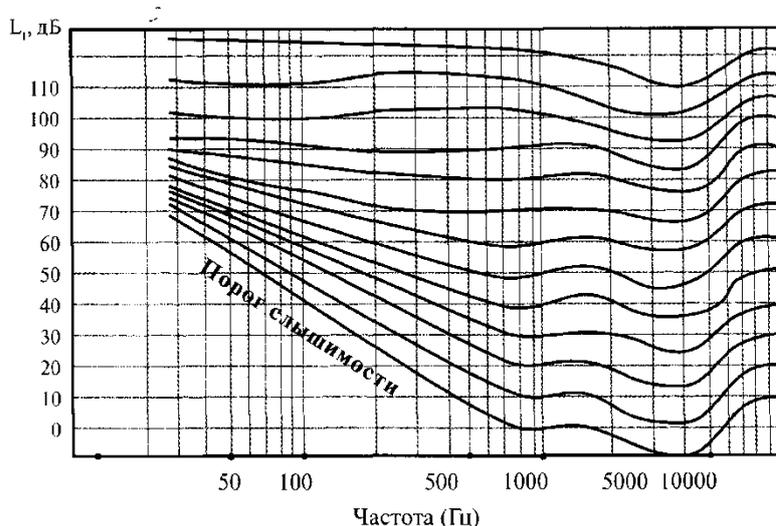
### 2. Целевые задачи:

<u>Студент должен знать:</u>	<u>Литература</u>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Понятие интенсивности звука</li><li>• Понятие звукового давления</li><li>• Субъективные и объективные характеристики звука</li><li>• Понятие порога боли и порога слышимости</li><li>• Закон Вебера-Фехнера</li><li>• Единицы шкалы уровней громкости и интенсивности</li><li>• Звуковые методы исследования в клинике: аускультация, перкуссия</li></ul>	<p>1. Ремизов А.Н., Максина А.Г., Потапенко А.Я. Медицинская и биологическая физика. М., «Дрофа», 2008, §§ 6.1-6.3.</p> <p>2. Ремизов А.Н., Потапенко А.Я. Курс физики. М., «Дрофа», 2008, §7.4.</p> <p>3. Физика и биофизика. (под ред. Антонова В.Ф.). М., «ГЭОТАР-Медиа», 2008, §§ 3.1 – 3.3</p> <p>4. Боцьева Н.И. Руководство к лабораторным занятиям по дисциплине «Физика, математика», Ч. I. Владикавказ, ФГБОУ ВО СОГМА, 2019, С. 75–82.</p>
<u>Студент должен уметь:</u>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Пользуясь кривыми равной громкости, находить соответствие между громкостью и интенсивностью на разных частотах</li><li>• Объяснять принцип работы аудиометра</li></ul>	

### 3. Задания для самостоятельной работы по изучаемой теме:

1. Что называют звуком? Перечислите виды звуков.
2. Перечислите физические характеристики звука.
3. Опишите, как устанавливаются логарифмические шкалы уровней интенсивности и громкости звука.
4. Верно ли, что чем больше частота звукового сигнала, тем выше его громкость? (используйте кривые равной громкости).
5. Что называют волновым сопротивлением? коэффициентом проникновения звуковой волны?

6. Запишите формулу для коэффициента проникновения звуковой волны.
7. Используя представленные на рисунке кривые равной громкости, выясните, какой из двух звуковых сигналов имеет большую громкость:
- а) сигнал частоты 50 Гц и уровне интенсивности 60 дБ или сигнал частоты 1000 Гц при том же уровне интенсивности;
- б) сигнал частоты 50 Гц и уровне интенсивности 40 дБ или сигнал той же частоты с уровнем интенсивности 50 дБ?



8. Перечислите основные субъективные характеристики звука и укажите как они связаны с объективными характеристиками.

- 1). .....зависит от .....
- 2). .....зависит от .....
- 3). .....зависит от .....

9. Допишите недостающие сведения в нижеследующем тексте:

- Гласный звук имеет .....спектр, а согласный звук - ..... спектр.
- Перкуссия позволяет определить ..... внутренних органов.
- Бел - это единица шкалы уровней .....звука, соответствующая изменению уровня ..... в 10 раз.
- Интервал уровней громкости между порогом слышимости и порогом ..... разделен на ..... единиц, которые носят название .....

### *Тесты для самоконтроля*

**1. Звук представляет собой:**

- а) механические волны с частотой менее 20 Гц;
- б) механические волны с частотами от 20 Гц до 20 кГц;

- c) механические волны с частотой более 20 кГц;
- d) электромагнитные волны с частотой от 20 Гц до 20 кГц.

**2. Порогом слышимости называется:**

- a) минимальная частота воспринимаемых звуков;
- b) минимальная интенсивность звуковой волны;
- c) максимальная громкость звука;
- d) максимальная интенсивность звуковой волны.

**3. В медицине индивидуальное восприятие звука человеком принято характеризовать:**

- a) громкостью звука;
- b) акустическим спектром;
- c) высотой и громкостью звука;
- d) порогом слышимости и болевого ощущения.

**4. К объективным характеристикам звука, воспринимаемым человеком, относятся:**

- a) громкость, частота, тембр;
- b) частота, интенсивность, акустический спектр;
- c) акустический спектр, акустическое давление, высота.

**5. К субъективным характеристикам звука относятся:**

- a) громкость, высота, тембр;
- b) частота, интенсивность, акустический спектр;
- c) акустический спектр, акустическое давление, высота.

**6. Аудиометрией называется:**

- a) один из методов исследования остроты слуха человека;
- b) один из методов диагностики органов слуха человека;
- c) один из методов электрофизиотерапии;
- d) один из методов измерения скорости звука.

**7. Порогом болевого ощущения называется:**

- a) максимальная частота воспринимаемых звуков
- b) максимальная длина волны воспринимаемых звуков
- c) максимально воспринимаемая высота звука
- d) максимально воспринимаемая интенсивность звука

**8. Какое субъективное ощущение почти полностью определяется значением силы звука при фиксированной частоте?:**

- a) высота звука;
- b) громкость;
- c) тембр;

d) субъективные ощущения не зависят от частоты и определяются только значением интенсивности.

**9. При изменении частоты простого тона, какие субъективные ощущения будут меняться, если сила звука остается постоянной?:**

- a) только высота;
- b) только громкость;
- c) высота и громкость.

**10. Аудиометрия- это метод определения остроты слуха, основанный на:**

- a) измерение интенсивности звука на разных частотах;
- b) измерении громкости звука на разных частотах;
- c) измерении порога слышимости на разных частотах;
- d) анализе акустического спектра звука.

**11. Чему равна длина звуковой волны, распространяющейся со скоростью 360 м/с и с периодом  $T=0,04$  с?:**

- a) 900 м;
- b) 24,4 км;
- c) 9 км;
- d) 14,4 м.

**12. Физической основой метода диагностики «перкуссия» является:**

- a) изменения режима течения крови;
- b) явление акустического резонанса;
- c) поглощение и отражение света.

**13. Физической величиной измеряемой в системе СИ в Вт/м<sup>2</sup> является:**

- a) громкость звука;
- b) частота звука;
- c) звуковое давление;
- d) интенсивность или сила звука.

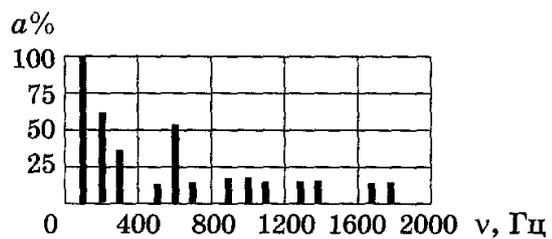
**14. Закон Вебера-Фехнера устанавливает зависимость между величинами:**

- a) интенсивностью и частотой звука;
- b) громкостью и интенсивностью звука;
- c) громкостью и частотой звука;
- d) громкостью и скоростью звука.

**15. Единицей шкалы уровней громкости является:**

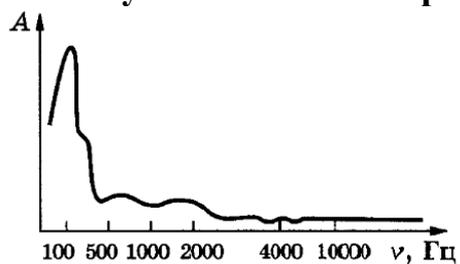
- a) Бел;
- b) Децибел;
- c) Фон.

16. На рисунке изображен акустический спектр:



- a) сложного тона;
- b) шума.

17. На рисунке изображен акустический спектр:



- a) сложного тона;
- b) шума.

## Тема: «ДОПЛЕРОМЕТРИЯ: ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭФФЕКТА ДОПЛЕРА, ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ПОТОКА КРОВИ»

### 1. Вопросы для проверки исходного (базового) уровня знаний:

1. Виды звуков
2. Объективные и субъективные характеристики звука, связь между ними.
3. Уравнение механической волны.
4. Энергия и интенсивность волны.

### 2. Целевые задачи:

<u>Студент должен знать:</u>	<u>Литература</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Виды источников и приемников ультразвука</li> <li>• Основные свойства ультразвуковых волн</li> <li>• Применения эффекта Доплера в медицине и фармации</li> <li>• Физические основы ультразвуковой эхолокации</li> <li>• Использование ультразвука в медицине и фармации</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ремизов А.Н., Максина А.Г., Потапенко А.Я. Медицинская и биологическая физика. М., «Дрофа», 2008, §§5 .10, 6.6, 9.5.</li> <li>2. Ремизов А.Н., Потапенко А.Я. Курс физики. М., «Дрофа», 2008, §7.5.</li> <li>3. Физика и биофизика (под ред. Антонова В.Ф.). М., «ГЭОТАР-Медиа», 2008, §§ 4.1-4.5.</li> <li>4. Антонов В.Ф., Черныш А.М., Козлова Е.К., Коржуев А.В. Физика и биофизика. Практикум. М., «ГЭОТАР-Медиа», 2008, § 3.3.</li> <li>5. Боциева Н.И. Руководство к лабораторным занятиям по дисциплине «Физика, математика», Ч.1. Владикавказ, ФГБОУ ВО СОГМА, 2019, С. 83–90.</li> </ol>
<p style="text-align: center;"><u>Студент должен уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Выводить формулу для определения скорости кровотока</li> <li>• Объяснять методы получения ультразвука</li> <li>• Объяснять метод ультразвуковой эхолокации</li> <li>• Объяснять метод доплерометрии</li> </ul>	

### 3. Задания для самостоятельной работы по изучаемой теме:

1. Что такое ультразвук? Чем обусловлены границы УЗ частот?
2. Какими специфическими особенностями обладает ультразвук?
3. Приведите примеры УЗ в природе.
4. Приведите примеры использования ультразвука в медицине и фармации.
5. Что называют эффектом Доплера?
6. Объясните явления обратного пьезоэлектрического эффекта и магнитострикции.
7. Объясните суть эффекта Доплера для механических волн.
8. Как применяется эффекта Доплера в медицине?

9. Выведите формулу для определения скорости кровотока.
10. Какие особенности ультразвука обусловлены малой длиной его волны?
11. Допишите недостающие сведения в нижеследующем тексте:

- Отражение ультразвука на границе двух сред зависит от соотношения их .....
- Обратный пьезоэффект заключается в ..... тел под действием ..... поля.
- На явлении..... ультразвука от ..... различных сред основана ..... – метод локализации неоднородностей в средах.

### *Тесты для самоконтроля*

**1. Ультразвуком называются:**

- a) механические волны с частотой менее 20 Гц;
- b) механические волны с частотами от 20 Гц до 20 кГц;
- c) механические волны с частотой более 20 кГц;
- d) электромагнитные волны с частотой более 20 кГц.

**2. УЗИ – диагностика основывается на применении:**

- a) рентгеновского излучения;
- b) механических волн с частотой больше 20 кГц;
- c) гамма – излучения;
- d) звуковых волн с частотой меньше 20 кГц.

**3. Физической основой одного из методов УЗИ – диагностики в медицине, известного как метод ЭХО – ЛОКАЦИИ, является:**

- a) явление отражения ультразвукового излучения;
- b) явление дифракции электромагнитного излучения;
- c) явление поглощения рентгеновского излучения;
- d) пропускание оптического излучения биологическими тканями.

**4. Применение ультразвука в хирургии основывается на явлениях:**

- a) кавитации;
- b) дифракции ультразвуковых волн;
- c) интерференции ультразвуковых волн;
- d) ультразвуковое излучение в хирургии не применяется.

**5. Какое из применяемых в медицине излучений является наименее опасным для человека?:**

- a) УЗ – излучение;

- b) гамма – излучение;
- c) рентгеновское излучение.

**6. Какие из методов медицинской диагностики являются акустическими?:**

- a) перкуссия, аускультация, фонокардиография;
- b) рентгеновская томография;
- c) флюорография;
- d) реография.

**7. Эффект Доплера применяется:**

- a) для определения скорости кровотока;
- b) для микромассажа тканей организма;
- c) для изготовления эмульсий, мазей;
- d) для определения концентрации примесей материалов.

**8. Приемники ультразвука основаны на явлении:**

- a) магнитострикции;
- b) прямого пьезоэффекта;
- c) обратного пьезоэффекта.

**9. Доплеровский сдвиг частоты: при одновременном сближении источника волн и наблюдателя воспринимаемая частота:**

- a) увеличивается;
- b) не изменяется;
- c) уменьшается.

**10. Доплеровский сдвиг частоты: при одновременном удалении источника волн и наблюдателя воспринимаемая частота:**

- a) увеличивается;
- b) не изменяется;
- c) уменьшается.

**11. Метод УЗ диагностики:**

- a) фонокардиография;
- b) эхоэнцефалография;
- c) реография.

## Тема: «РЕФРАКТОМЕТРИЯ»

### 1. Вопросы для проверки исходного (базового) уровня знаний:

1. Законы отражения и преломления света.
2. Абсолютный и относительный показатели преломления среды.
3. Предельный угол преломления.
4. Предельный угол полного отражения.
5. Зависимость предельного угла преломления и полного угла отражения от показателей преломления.

### 2. Целевые задачи:

<u>Студент должен знать:</u>	<u>Литература</u>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Явления, происходящие при распространении света из оптически более плотной среды в оптически менее плотную</li><li>• Явления, происходящие при распространении света из оптически менее плотной среды в оптически более плотную</li><li>• Назначение, устройство и принцип работы рефрактометра</li></ul>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Антонов В.Ф., Черныш А.М., Козлова Е.К., Коржуев А.В. Физика и биофизика. Практикум. М., «ГЭОТАР-Медиа», 2008, § 2.3.</li><li>2. Боциева Н.И. Руководство к лабораторным занятиям по дисциплине «Физика, математика», Ч. II. Владикавказ, ФГБОУ ВО СОГМА, 2019, С. 4–10.</li></ol>
<u>Студент должен уметь:</u>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Строить ход лучей в проходящем и отраженном свете при определении показателя преломления жидкости с помощью рефрактометра</li><li>• Объяснять метод исследования зависимости показателя преломления жидкости от концентрации раствора</li></ul>	

### 3. Задания для самостоятельной работы по изучаемой теме:

1. Сформулируйте понятия абсолютного и относительного показателей преломления.
2. От чего зависят предельный угол преломления и предельный угол полного отражения? Ответ подтвердите формулой.
3. Опишите явление полного внутреннего отражения.
4. Что называется предельным углом преломления?
5. Какой угол называют предельным углом полного отражения?

6. Начертите ход лучей при распространении света из оптически менее плотной среды в оптически более плотную.

7. Допишите недостающие сведения в нижеследующем тексте:

- При переходе света из .....среды в оптически..... угол падения больше угла .....
- При переходе света из .....среды в оптически..... угол преломления больше угла .....
- Показатель преломления растворов определяется..... и зависит от.....растворенного вещества.

8. Постройте ход лучей при переходе света из среды с большим показателем преломления в среду с меньшим показателем преломления.

9. В чем состоит принцип работы рефрактометра?

10. В каком случае измерение показателя преломления с помощью рефрактометра проводят в отраженном свете?

11. Опишите метод определения показателя преломления жидкости в проходящем свете. Постройте ход лучей в рефрактометре для данного случая.

12. Постройте ход лучей в рефрактометре при определении показателя преломления жидкости в отраженном свете.

13. Отметьте на рис. 1а) предельный угол преломления и сравните показатели преломления сред  $n_1$  и  $n_2$ .

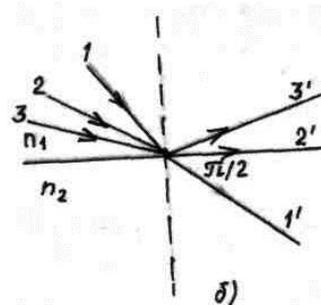
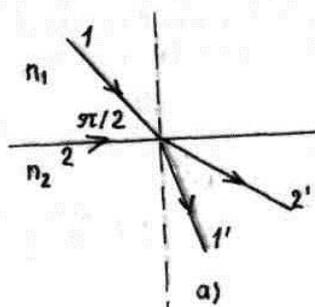


Рис.1

14. Отметьте на рис. 1б) предельный угол полного отражения и сравните показатели преломления сред  $n_1$  и  $n_2$ .

## *Тесты для самоконтроля*

**1. Относительный показатель преломления это отношение:**

- a) скорости света в первой среде к скорости света во второй;
- b) скорости света в вакууме к скорости света в данной среде;
- c) скорости света в данной среде к скорости света в вакууме.

**2. При переходе света из оптически менее плотной среды в оптически более плотную:**

- a) угол преломления больше угла падения;
- b) угол падения равен углу преломления;
- c) угол падения больше угла преломления.

**3. При распространении света из среды с большим показателем преломления в среду с меньшим показателем преломления:**

- a) угол преломления больше угла падения;
- b) угол падения равен углу преломления;
- c) угол падения больше угла преломления.

**4. Явление, вызывающее изменение направления света при переходе его через границу раздела двух сред называется:**

- a) преломлением света;
- b) рефракцией света;
- c) интерференцией света.

**5. Абсолютный показатель преломления характеризует:**

- a) оптические свойства среды;
- b) свойства границы раздела двух сред;

**6. Относительный показатель преломления характеризует:**

- a) оптические свойства среды;
- b) свойства границы раздела двух сред.

**7. При полном внутреннем отражении света от границы раздела двух сред угол отражения равен:**

- a) углу падения;
- b) 90 градусов;
- c) 0 градусов.

**8. Углом полного внутреннего отражения является определенное значение:**

- a) угла падения;
- b) угла преломления;
- c) угла отражения;

**9. Предельным углом преломления называется максимальный угол преломления, наблюдаемый при переходе светового луча:**

- a) из оптически менее плотной среды в оптически более плотную;
- b) из оптически более плотной среды в оптически менее плотную.

**10. Какое из перечисленных оптических явлений лежит в основе действия рефрактометра?:**

- a) дисперсия показателя преломления;
- b) преломление света;
- c) поляризация света;
- d) интерференция света.

**11. Какое явление лежит в основе определения концентрации растворов с помощью рефрактометра?:**

- a) оптическая активность раствора;
- b) зависимость поглощения света от концентрации раствора;
- c) зависимость показателя преломления от концентрации раствора.

**12. Граница темного и светлого секторов, наблюдаемая в рефрактометре при измерении прозрачных растворов, соответствует:**

- a) предельному углу падения;
- b) предельному углу преломления;
- c) углу полного внутреннего отражения.

**13. Граница темного и светлого секторов, наблюдаемая в рефрактометре при измерении поглощающих растворов, соответствует:**

- a) предельному углу падения;
- b) предельному углу преломления;
- c) углу полного внутреннего отражения.

**14. Концентрацию, каких растворов можно измерить с помощью рефрактометра?:**

- a) только прозрачных;
- b) только поглощающих;
- c) оптически активных;
- d) любых из указанных.

**15. Рефрактометр измеряет концентрацию растворов на основе:**

- a) зависимости поглощения света от концентрации;
- b) зависимости показателя преломления растворов от концентрации;
- c) оптической активности растворов.

## Тема: «ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЯЗКОСТИ ЖИДКОСТИ»

### 1. Вопросы для проверки исходного (базового) уровня знаний:

1. Агрегатные состояния вещества.
2. Понятие диффузии.
3. Закон Архимеда.
4. Формула для нахождения объема шара.
5. Понятие плотности вещества.

### 2. Целевые задачи:

<u>Студент должен знать:</u>	<u>Литература</u>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Физическую природу вязкой жидкости</li><li>• Уравнение Ньютона</li><li>• Единицы измерения вязкости жидкости</li><li>• Определения ньютоновских и неньютоновских жидкостей</li><li>• Понятия ламинарного и турбулентного течений</li><li>• Закон Гагена-Пуазейля</li><li>• Методы определения вязкости жидкости</li></ul>	<p>1. Ремизов А.Н., Максина А.Г., Потапенко А.Я. Медицинская и биологическая физика. М., «Дрофа», 2008, §§ 7.1-7.5.</p> <p>2. Ремизов А.Н., Потапенко А.Я. Курс физики. М., «Дрофа», 2008, §§ 8.3-8.6.</p> <p>3. Физика и биофизика. (под ред. Антонова В.Ф.). М., «ГЭОТАР-Медиа», 2008, § 21.2.</p>
<p><u>Студент должен уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Графически интерпретировать ламинарное и турбулентное течения жидкости</li><li>• Вычислять число Рейнольдса</li><li>• Объяснять клинический способ определения вязкости жидкости</li><li>• Выводить формулу для определения коэффициента вязкости жидкости по методу Стокса</li></ul>	<p>4. Антонов В.Ф., Черныш А.М., Козлова Е.К., Коржуев А.В. Физика и биофизика. Практикум. М., ГЭОТАР-Медиа, 2008, § 2.1.</p> <p>5. Боциева Н.И. Руководство к лабораторным занятиям по дисциплине «Физика, математика», Ч.П. Владикавказ, ФГБОУ ВО СОГМА, 2019, С. 11–16.</p>

### 3. Задания для самостоятельной работы по изучаемой теме:

1. Что называется внутренним трением?
2. Запишите уравнение Ньютона для течения вязкой жидкости.
3. Что характеризует градиент скорости?

4. Запишите формулу для определения относительного коэффициента вязкости.
5. В каких единицах измеряется коэффициент вязкости?
6. Что характеризует число Рейнольдса?
7. Как определяется средняя скорость ламинарного течения по неширокой горизонтальной трубе?
8. Запишите формулу Гагена-Пуазейля.
9. Допишите недостающие сведения в нижеследующем тексте:
  - Жидкости, у которых коэффициент вязкости зависит только от природы жидкости и температуры, называются ....., к ним относятся ....., ....., .....
  - Структурно вязкими или неньютоновскими называются жидкости у которых коэффициент вязкости зависит от .....и.....  
Например.....
10. Какие условия должны выполняться при измерении вязкости методом Стокса?
11. Что называется гидравлическим сопротивлением?

### *Тесты для самоконтроля*

- 1. С увеличением температуры вязкость жидкости:**
  - a) уменьшается только у ньютоновских жидкостей;
  - b) уменьшается только у неньютоновских жидкостей;
  - c) уменьшается у любых жидкостей.
- 2. Число Рейнольдса вычисляется для определения:**
  - a) вязкости жидкости;
  - b) режима течения жидкости;
  - c) динамического давления в жидкости.
- 3. Градиент скорости в формуле Ньютона  $F = \eta S \Delta v / \Delta z$  характеризует:**
  - a) изменение скорости течения жидкости во времени;
  - b) изменение скорости течения жидкости по направлению вдоль трубы;
  - c) изменение скорости течения жидкости по направлению, перпендикулярному потоку жидкости.
- 4. Методом Стокса измеряют:**
  - a) коэффициент поверхностного натяжения жидкостей;
  - b) коэффициент вязкости жидкостей;
  - c) плотность жидкостей;
  - d) смачивающую способность жидкостей.

**5.С увеличением скорости движения тела в жидкости сила сопротивления:**

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

**6. На участке сужения трубы:**

- a) уменьшается линейная скорость течения жидкости;
- b) увеличивается линейная скорость течения жидкости;
- c) увеличивается объёмная скорость течения жидкости;
- d) уменьшается объёмная скорость течения жидкости.

**7. Жидкости, коэффициент вязкости которых зависит от режима их течения и давления, называются:**

- a) ньютоновскими;
- b) неньютоновскими;
- c) идеальными.

**8.Жидкости, коэффициент вязкости которых зависит от природы жидкости и температуры, называют:**

- a) неньютоновскими;
- b) ньютоновскими;
- c) таких жидкостей в природе не существует.

**9. От какой величины зависит сила внутреннего трения между двумя слоями жидкости?:**

- a) градиента скорости;
- b) от агрегатного состояния вещества;
- c) от температуры.

**10. Как записывается закон Гагена-Пуазейля?:**

- a)  $v = \frac{p_1 - p_2}{8\eta}$ ;
- b)  $Q = \frac{p_1 - p_2}{8l\eta} \pi R^4$ ;
- c)  $Q = \frac{p_1 - p_2}{4\nu\eta} \pi r^2$ .

**11. Что определяет число Рейнольдса?:**

- a) критерий перехода ламинарного течения в турбулентное;
- b) быстроту изменения скорости от слоя к слою;
- c) динамическое давление в жидкости.

**12. Количество жидкости, протекающей по трубе:**

- a) пропорционально разности давлений на концах трубы и ее гидравлическому сопротивлению;
- b) пропорционально разности давлений на концах трубы и обратно пропорционально ее гидравлическому сопротивлению;
- c) обратно пропорционально разности давлений на концах трубе.

**13. При ламинарном течении жидкости:**

- a) слои не перемешиваются, течение не сопровождается характерными акустическими шумами;
- b) слои жидкости не перемешиваются, течение сопровождается характерными акустическими шумами;
- c) слои жидкости перемешиваются, образуя завихрения.

**14. При турбулентном течении:**

- a) слои жидкости не перемешиваются, течение не сопровождается характерными шумами;
- b) слои жидкости перемешиваются, образуя завихрения, течение сопровождается характерными акустическими шумами;
- c) слои жидкости перемешиваются, образуя завихрения; течение не сопровождается характерными акустическими шумами.

**15. Сила  $F = 6\pi\eta Rv$ , является основой:**

- a) метода капиллярного вискозиметра;
- b) метода Стокса;
- c) метода отрыва капель.

**16. По какой формуле определяется коэффициент вязкости в методе Стокса?:**

- a)  $\eta = \frac{F\Delta z}{\eta S\Delta v}$ ;
- b)  $\eta = \frac{2}{9} gr^2 \frac{\rho - \rho_0}{v}$ ;
- c)  $\eta = \frac{F}{6\pi Rv}$ .

## Тема: «ПАССИВНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТКАНЕЙ»

### 1. Вопросы для проверки исходного (базового) уровня знаний:

1. Постоянный электрический ток.
2. Переменный электрический ток.
3. Закон Ома для участка цепи.
4. Закон Ома для полной цепи.

### 2. Целевые задачи:

<u>Студент должен знать:</u>	<u>Литература</u>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Понятия активного и реактивного сопротивлений в цепи переменного тока</li><li>• Понятие импеданса в цепи переменного тока</li><li>• Особенности электропроводимости живых тканей</li><li>• Физические основы реографии</li><li>• Эквивалентные электрические схемы тканей организма</li></ul>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Ремизов А.Н., Максина А.Г., Потапенко А.Я. «Медицинская и биологическая физика». М. «Дрофа». 2008, §§14.3, 14.4.</li><li>2. Ремизов А.Н., Потапенко А.Я.. Курс физики. М., «Дрофа», 2008, §§19.2, 19.3.</li><li>3. Антонов В.Ф., Черныш А.М., Козлова Е.К., Коржуев А.В. Физика и биофизика. Практикум. М., «ГЭОТАР-Медиа», 2008, § 3.9.</li><li>4. Боциева Н.И. Руководство к лабораторным занятиям по дисциплине «Физика, математика», Ч.П. Владикавказ, ФГБОУ ВО СОГМА, 2019, С. 17–23.</li></ol>
<u>Студент должен уметь:</u>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Выводить формулы импеданса эквивалентных электрических схем</li><li>• Объяснять частотную зависимость импеданса</li></ul>	

### 3. Задания для самостоятельной работы по изучаемой теме:

1. Что называется переменным током?
2. Что называют электрической проводимостью?
3. Как определяются емкостное и индуктивное сопротивление?
4. Что называют полным сопротивлением цепи переменного тока?
5. Запишите формулу обобщенного закона Ома.
6. Допишите недостающие сведения в нижеследующем тексте:
  - Живые ткани не обладают ..... и сопротивление их имеет только активную и ..... составляющие.
  - Дисперсия электропроводимости живой ткани является результатом зависимости ..... сопротивления от ..... переменного тока.

7. Что такое эквивалентная схема?
8. Какая эквивалентная схема наиболее точно моделирует живую ткань?
9. Запишите выражения для омического, индуктивного и емкостного сопротивлений.
10. Получите формулу импеданса для цепи, в которой последовательно соединены резистор, катушка индуктивности и конденсатор.
11. Для каких целей используется импеданс в медицине?
12. Начертите график зависимости импеданса мышечной ткани от частоты.
13. Что такое импеданс-плетизмография? Реограммы каких органов получают с помощью этого метода?
14. Как импеданс тканей зависит от их физиологического состояния?
15. Как при наиболее удачной схеме зависимости импеданса тканей от частоты ведут себя электроемкость и диэлектрическая проницаемость?
16. Какое сопротивление цепи называют реактивным? Вызывает ли оно нагревание элементов электрической цепи?

### *Тесты для самоконтроля*

#### **1. Импедансом называется:**

- a) индуктивное сопротивление цепи переменного тока;
- b) полное сопротивление цепи переменного тока;
- c) ёмкостное сопротивление цепи переменного тока.

#### **2. Импеданс тканей организма определяется:**

- a) только омическим и индуктивным сопротивлением;
- b) только омическим и ёмкостным сопротивлением;
- c) только индуктивным и ёмкостным сопротивлением.

#### **3. Для цепи с резистором формула для омического сопротивление имеет вид:**

a)  $R = \frac{U_{\max}}{I_{\max}};$

b)  $X_L = \frac{U_{\max}}{I_{\max}} = L\omega;$

c)  $X_C = \frac{U_{\max}}{I_{\max}} = \frac{1}{C\omega}.$

#### **4. Обобщенный закон Ома гласит:**

- a) электрический ток прямо пропорционален напряжению и обратно пропорционален сопротивлению;

- б) напряжение прямо пропорционален импеданс;
- с) электрический ток прямо пропорционален напряжению и импедансу.

**5. Для цепи с катушкой индуктивности формула для индуктивного сопротивления:**

а)  $R = \frac{U_{\max}}{I_{\max}};$

б)  $X_L = \frac{U_{\max}}{I_{\max}} = L\omega;$

с)  $X_C = \frac{U_{\max}}{I_{\max}} = \frac{1}{C\omega}.$

**6. Дисперсия электропроводимости ткани является результатом зависимости:**

- а) ёмкостного сопротивления от частоты переменного тока;
- б) напряжения от сопротивления;
- с) напряжения от тока.

**7. Для цепи с конденсатором формула ёмкостного сопротивления имеет вид:**

а)  $R = \frac{U_{\max}}{I_{\max}};$

б)  $X_L = \frac{U_{\max}}{I_{\max}} = L\omega;$

с)  $X_C = \frac{U_{\max}}{I_{\max}} = \frac{1}{C\omega}.$

**8. В трансплантационной хирургии, как один из тестов жизнеспособности консервированной кожи используется:**

- а) электропроводимость;
- б) индуктивность;
- с) ёмкость.

**9. Полное сопротивление цепи переменного тока определяется по формуле:**

а)  $U = \sqrt{U_r^2 + U_x^2};$

б)  $Z = \sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2};$

$$c) Z = \sqrt{R^2 + (\omega L + \frac{1}{\omega C})^2};$$

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

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

**11. В лабораторной работе импеданс определяется по формуле:**

$$a) Z = \frac{y_0 R_d S_y}{x_0 S_v};$$

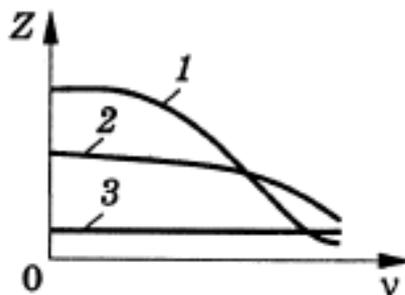
$$b) Z = (\frac{1}{\omega c})^2;$$

$$c) Z = (L \omega - \frac{1}{\cos})^2;$$

**12. Ткани организма проводят только ...**

- a) переменный ток;
- b) постоянный ток;
- c) и постоянный и переменный ток.

**13. Для живой здоровой ткани зависимость импеданса от частоты имеет вид:**

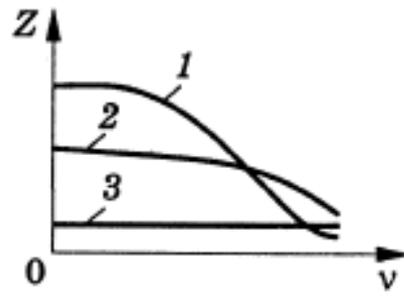


- a) 1;
- b) 2;
- c) 3;

**14. Диагностический метод, основанный на регистрации изменения импеданса в процессе сердечной деятельности, называется:**

- a) кардиографией;
- b) томографией;
- c) реографией.

**15. Для мертвой ткани зависимость импеданса от частоты имеет вид:**



- a) 1;
- b) 2;
- c) 3;

**Тема: «ПУЛЬСОВАЯ ОКСИМЕТРИЯ: ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОГЛОЩЕНИЯ СВЕТА ВЕЩЕСТВОМ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАСЫЩЕНИЯ АРТЕРИАЛЬНОЙ КРОВИ КИСЛОРОДОМ»**

**1. Вопросы для проверки исходного (базового) уровня знаний:**

1. Корпускулярно-волновой дуализм.
2. Электромагнитные волны.
3. Спектры поглощения веществ.

**2. Целевые задачи:**

<u>Студент должен знать:</u>	<u>Литература</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Законы поглощения света</li> <li>• Физическое объяснение возникновения ощущения цвета</li> <li>• Селективное поглощение света гемоглобином</li> <li>• Физические основы клинического метода измерений пульсоксиметром</li> <li>• Ошибки измерения в пульсоксиметрии и способы их устранения</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ремизов А.Н., Максина А.Г., Потапенко А.Я. Медицинская и биологическая физика. М., «Дрофа», 2008, §§ 24.1-24.3.</li> <li>2. Федорова В.Н., Фаустов Е.В. Медицинская и биологическая физика. М., «ГЭОТАР-Медиа», 2010, §§28.1, 28.2, 28.4, 28.5.</li> <li>3. Боциева Н.И. Руководство к лабораторным занятиям по дисциплине «Физика, математика», Ч.П. Владикавказ, ФГБОУ ВО СОГМА, 2019, С. 24–32.</li> </ol>
<u>Студент должен уметь:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Объяснять механизмы и законы поглощения света</li> <li>• Объяснять методы неинвазивного мониторинга дыхания</li> </ul>	

**3. Задания для самостоятельной работы по изучаемой теме:**

1. Что называется поглощением света?
2. Запишите закон поглощения света Бугера.
3. Запишите закон Бугера-Ламберта-Бера.
4. Что называется селективным (резонансным) поглощением?
5. Что измеряет пульсоксиметр?
6. Какой из двух световых потоков - красный или инфракрасный - пройдет через оксигенированную кровь?
7. Как зависит показатель поглощения различных веществ от длины волны  $\lambda$ ?
8. Допишите недостающие сведения в нижеследующем тексте:
  - Дезоксигемоглобин, имеющий темно-вишневый цвет, интенсивно поглощает .....свет.

- Оксигемоглобин хорошо поглощает .....излучение.
- Как правило, при уменьшении температуры плотность .....
- Основу метода пульсоксиметрии составляет измерение поглощения света определенной длины волны .....

### *Тесты для самоконтроля*

**1. По своей физической природе свет представляет собой:**

- ионизирующее электромагнитное излучение;
- электромагнитные волны, воспринимаемые органами зрения человека;
- поток фотонов, воспринимаемых органами зрения человека;
- свет имеет двойственную природу – это и поток фотонов и электромагнитные волны.

**2.Какой закон описывает зависимость степени поглощения света от толщины вещества?:**

- закон Бугера;
- закон Брюстера;
- закон Малюса.

**3.Анизотропия некоторых кристаллов, т.е. различие оптических свойств кристаллов по определенным направлениям связана:**

- со свойствами кристаллической решетки кристалла;
- со свойствами падающего на кристалл света.

**4. Какое явление описывает закон Бугера?:**

- преломление света;
- поляризацию света;
- дифракцию света;
- поглощение света веществом.

**5.При прохождении света в оптически однородном веществе не может происходить:**

- поглощение света;
- преломление света;
- рассеяние света.

**6.От каких характеристик света не зависит его коэффициент поглощения в данном веществе?:**

- длины волны
- интенсивности

с) энергии фотонов.

**7. Относительное изменение интенсивности света в слое вещества не зависит от:**

- а) толщины слоя
- б) природы вещества
- с) длины волны света
- д) интенсивности падающего на вещество света.

**8. Гемоглобин не содержащий кислород-это:**

- а) оксигемоглобин
- б) дезоксигемоглобин.

**9. Оксигемоглобин интенсивно поглощает:**

- а) красный свет
- б) инфракрасное излучение.

## Тема: «МИКРОСКОПИЯ»

### 1. Вопросы для проверки исходного (базового) уровня знаний:

1. Законы преломления и отражения света.
2. Основные точки и плоскости ЦОС.
3. Построение изображения в собирающей линзе.
4. Оптическая сила линзы.

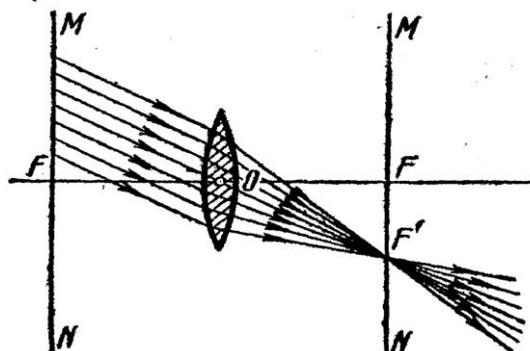
### 2. Целевые задачи:

<u>Студент должен знать:</u>	<u>Литература</u>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Назначение и устройство оптического микроскопа</li><li>• Понятия предела разрешения и разрешающей способности микроскопа</li><li>• Способы улучшения разрешающей способности</li><li>• Формулу числовой апертуры</li><li>• Назначение апертурной диафрагмы</li><li>• Формулу углового увеличения микроскопа</li><li>• Специальные методы оптической микроскопии</li></ul>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Ремизов А.Н., Максина А.Г., Потапенко А.Я. Медицинская и биологическая физика. М., «Дрофа», 2008, §§ 21.1-21.9.</li><li>2. Ремизов А.Н., Потапенко А.Я. Курс физики. М., Дрофа, 2008, §§ 24.1- 24.6.</li><li>3. Боциева Н.И. Руководство к лабораторным занятиям по дисциплине «Физика, математика», Ч.П. Владикавказ, ФГБОУ ВО СОГМА, 2019, С. 33–45.</li></ol>
<p><u>Студент должен уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Строить ход лучей в простейшей схеме микроскопа</li><li>• Объяснять специальные методы оптической микроскопии</li></ul>	

### 3. Задания для самостоятельной работы по изучаемой теме:

1. Сформулируйте законы отражения и преломления света.
2. Дайте понятие относительного и абсолютного показателей преломления.
3. Постройте и объясните ход лучей в простейшей схеме микроскопа.
4. Дайте понятие разрешающей способности микроскопа.
5. Что называется апертурной диафрагмой и для чего она служит?
6. Дайте определение апертурного угла.
7. Какое увеличение микроскопа считается полезным?
8. Запишите формулу углового увеличения микроскопа.
9. Запишите формулу предела разрешения.

10. Дайте определение обозначениям:



Точка **O** –

Точки **F** –

Точка **F'** –

Плоскости **MN** -

Расстояния **OF** –

11. Допишите недостающие сведения в нижеследующем тексте:

- Угловое увеличение микроскопа численно равно..... линейного увеличения.....и углового увеличения.....
- Полезное увеличение микроскопа должно быть ..... величины, определяемой соотношением.....

12. Что такое иммерсионная система? Приведите примеры веществ, которые могут быть использованы в качестве иммерсии.

### *Тесты для самоконтроля*

**1. Какое оптическое явление лежит в основе действия микроскопа?:**

- а) рефракция света;
- б) дифракция света;
- с) интерференция света.

**2. Сколько оптических осей может иметь линза?:**

- а) одну;
- б) две;
- с) бесконечное множество.

**3. Точка, в которой собираются лучи, падающие на линзу параллельно главной оптической оси, называется:**

- а) побочным фокусом;

- b) оптическим центром;
- c) главным фокусом.

**4. Всякая линза имеет точку, проходя через которую, луч света не изменяет своего направления. Эта точка называется:**

- a) оптическим центром линзы;
- b) главным фокусом линзы;
- c) мнимым фокусом линзы.

**5. Фокусное расстояние – это расстояние:**

- a) между задним фокусом объектива и передним фокусом окуляра;
- b) от оптического центра линзы до ее главного фокуса;
- c) от объектива до изображения.

**6. Разрешающей способностью микроскопа называется:**

- a) величина, обратная увеличению микроскопа;
- b) величина, обратная наименьшему разрешаемому расстоянию;
- c) величина, обратная фокусному расстоянию.

**7. Предел разрешения определяется формулой:**

- a)  $z = \frac{\lambda}{2n \sin \theta}$ ;
- b)  $z = \frac{\lambda}{2A}$ ;
- c)  $z = \frac{\lambda}{2 \sin \theta}$ .

**8. Увеличить разрешающую способность микроскопа можно за счет:**

- a) уменьшения длины волны света;
- b) увеличения числовой апертуры;
- c) применения иммерсионных объективов;
- d) всех перечисленных факторов.

**9. При уменьшении предела разрешения, разрешающая способность микроскопа:**

- a) уменьшается;
- b) увеличивается;
- c) не изменяется.

**10. Расстояние между задним главным фокусом объектива и передним главным фокусом окуляра называется:**

- a) фокусным расстоянием;
- b) расстоянием наилучшего зрения;
- c) оптической длиной тубуса.

**11. Угловое увеличение микроскопа численно равно:**

- a) произведению линейного увеличения объектива и углового увеличения окуляра;
- b) отношению угла зрения на предмет через оптический прибор к углу зрения на этот предмет невооруженного глаза;
- c) отношению линейного увеличения объектива к угловому увеличению окуляра.

**12. Пространственный угол, ограничивающий конус световых лучей, попадающих в линзу, называется:**

- a) апертурным углом;
- b) углом зрения;
- c) предельным углом преломления.

**13. Какое явление ограничивает минимальный размер наблюдаемого объекта в оптическом микроскопе?:**

- a) дифракция света;
- b) дисперсия света;
- c) интерференция света.

**14. Числовая апертура определяется выражением:**

- a)  $A = 2n \sin \theta$ ;
- b)  $A = n \sin \theta$ ;
- c)  $A = \sin \theta$ .

**15. Увеличение микроскопа, при котором глаз различает все элементы структуры объекта, называется:**

- a) полезным;
- b) угловым;

**16. Какой характеристикой микроскопа определяется максимальный размер наблюдаемого в микроскопе объекта?:**

- a) разрешающей способностью;
- b) увеличением микроскопа;
- c) полем зрения микроскопа.

## Тема: «КОНЦЕНТРАЦИОННАЯ КОЛОРИМЕТРИЯ»

### 1. Вопросы для проверки исходного (базового) уровня знаний:

1. Корпускулярно-волновой дуализм.
2. Электромагнитные волны.
3. Спектры поглощения веществ.

### 2. Целевые задачи:

<u>Студент должен знать:</u>	<u>Литература</u>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Физическую природу поглощения света</li><li>• Законы поглощения света</li><li>• Устройство, назначение и принцип работы фотоэлектроколориметра</li></ul>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Ремизов А.Н., Максина А.Г., Потапенко А.Я. Медицинская и биологическая физика. М., «Дрофа», 2008, §§ 24.1, 24.3, 24.4.</li><li>2. Ремизов А.Н., Потапенко А.Я. Курс физики. М., «Дрофа», 2008, § 25.2.</li><li>3. Физика и биофизика. (под ред. Антонова В.Ф.). М., «ГЭОТАР-Медиа», 2008, §§ 8.1, 8.2.</li><li>4. Антонов В.Ф., Черныш А.М., Козлова Е.К., Коржуев А.В. Физика и биофизика. Практикум. М., «ГЭОТАР-Медиа», 2008, §2.6.</li><li>5. Боциева Н.И. Руководство к лабораторным занятиям по дисциплине «Физика, математика», Ч. II. Владикавказ, ФГБОУ ВО СОГМА, 2019, С. 46–55.</li></ol>
<u>Студент должен уметь:</u>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Выводить формулу закона Бугера</li><li>• Строить для различных тел графики зависимости показателя поглощения от длины волны света</li><li>• Объяснять принципиальную схему и назначение отдельных блоков фотоэлектроколориметра</li></ul>	

### 3. Задания для самостоятельной работы по изучаемой теме:

1. Сохраняет ли энергия при поглощении света свою электромагнитную природу?
2. Что называется оптической плотностью и коэффициентом пропускания раствора? Опишите метод концентрационной колориметрии.
3. Запишите формулу закона Бугера-Бера в системах натуральных и десятичных логарифмов.
4. Опишите принципиальную оптическую схему и назначение фотоэлектроколориметра.
5. Приведите примеры применения фотоэлектроколориметра в медицине, биологии и фармации.
6. Почему спектр поглощения молекул полосатый?
7. Почему молекулярный спектр поглощения более сложный, чем атомный?
8. Допишите недостающие сведения в нижеследующем тексте:

- Типичные..... спектры-полосатые, они наблюдаются в..... и близкой..... областях
- ..... спектры применяют в.....анализе для определения..... и концентрации вещества

### *Тесты для самоконтроля*

#### **1. Оптические явления, лежащие в основе методов фотоколориметрии:**

- отражение и преломление света;
- поглощение света;
- явление оптической активности.

#### **2. Метод фотоколориметрии может применяться, если контролируемое вещество:**

- поглощает свет;
- вещество является оптически активным;
- вещество является оптически прозрачным.

#### **3. Какой спектр должен иметь источник света, используемый для снятия спектров поглощения веществ?:**

- полосатый;
- сплошной;
- линейчатый.

#### **4. Поглощение света веществом происходит при переходе его атомов (молекул):**

- из состояния с меньшей энергией в состояние с большей энергией;
- из состояния с большей энергией в состояние с меньшей энергией;
- поглощение света не связано с процессами в атомах (молекулах).

#### **5. Цвет окраски растворов объясняется зависимостью поглощения света от:**

- оптической активности вещества в растворе;
- состояния поляризации света;
- длины волны света.

#### **6. По своей физической природе свет представляет собой:**

- ионизирующее электромагнитное излучение;
- электромагнитные волны, воспринимаемые органами зрения человека;
- поток фотонов, воспринимаемых органами зрения человека;
- свет имеет двойственную природу – это и поток фотонов и

электромагнитные волны.

**7. Какой закон описывает зависимость степени поглощения света от толщины вещества?:**

- a) закон Бугера;
- b) закон Брюстера;
- c) закон Малюса.

**8. Какое явление описывает закон Бугера?:**

- a) преломление света;
- b) поляризацию света;
- c) дифракцию света;
- d) поглощение света веществом.

**9. Могут ли два раствора одного вещества с одинаковой концентрацией иметь разную оптическую плотность?:**

- a) да;
- b) нет.

**10. Какие оптические характеристики будут одинаковыми для слоёв одного раствора с разной толщиной?:**

- a) коэффициент пропускания;
- b) оптическая плотность;
- c) показатель поглощения;
- d) никакие.

**11. При прохождении света в оптически однородном веществе не может происходить:**

- a) поглощение света;
- b) преломление света;
- c) рассеяние света.

## Тема: «ПОЛЯРИМЕТРИЯ»

### 1. Вопросы для проверки исходного (базового) уровня знаний:

1. Корпускулярно-волновой дуализм.
2. Электромагнитные волны.
3. Спектры поглощения веществ.

### 2. Целевые задачи:

<u>Студент должен знать:</u>	<u>Литература</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Методы получения поляризованного света</li> <li>• Законы Малюса, Брюстера, Био</li> <li>• Физические основы поляриметрии</li> <li>• Методы исследования микроструктур в поляризованном свете</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ремизов А.Н., Максина А.Г., Потапенко А.Я. Медицинская и биологическая физика. М., «Дрофа», 2008, §§ 20.1-20.5.</li> <li>2. Ремизов А.Н., Потапенко А.Я. Курс физики. М., «Дрофа», 2008, §§ 23.1-23.3.</li> <li>3. Антонов В.Ф., Черныш А.М., Козлова Е.К., Коржуев А.В. Физика и биофизика. Практикум. М., «ГЭОТАР-Медиа», 2008, § 2.5.</li> <li>4. Боцьева Н.И. Руководство к лабораторным занятиям по дисциплине «Физика, математика», Ч. II. Владикавказ, ФГБОУ ВО СОГМА, 2019, С. 56–66.</li> </ol>
<u>Студент должен уметь:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Объяснять и иллюстрировать:               <ol style="list-style-type: none"> <li>1) закон Малюса</li> <li>2) явление вращения плоскости поляризации</li> <li>3) поляризацию света при двойном лучепреломлении</li> </ol> </li> </ul>	

### 3. Задания для самостоятельной работы по изучаемой тем

1. В чем отличие поляризованного света от естественного?
2. Как можно получить поляризованный свет? Что представляют собой поляризатор и анализатор?
3. Запишите законы Малюса, Брюстера, Био.
4. Как устроена призма Николя?
5. В чем состоит явление вращения плоскости поляризации?
6. Какие вещества называются оптически активными?
7. Запишите формулу, лежащую в основе метода поляриметрии (сахариметрии). Где используется этот метод?
8. Приведите принципиальную оптическую схему поляриметра. Для чего он предназначен?
9. Для каких целей используют поляризованный свет в медицине, биологии и фармации?
10. Опишите метод поляризационной микроскопии.

11. Допишите недостающие сведения в нижеследующем тексте:

- При отражении от границы двух диэлектриков ..... свет ..... поляризуется.
- Вращение плоскости поляризации растворами обусловлено взаимодействием электромагнитной волны с асимметричными ..... растворенного ..... активного.....

### *Тесты для самоконтроля*

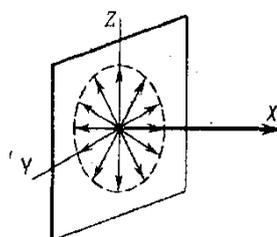
**1. Какая величина является непосредственно измеряемой сахариметром?:**

- удельное вращение сахара;
- угол поворота плоскости поляризации в исследуемом растворе;
- концентрация сахара в растворе.

**2. Оптические явления, лежащие в основе методов поляриметрии:**

- отражение и преломление света;
- поглощение света;
- явление оптической активности.

**3. На рисунке схематически изображена:**



- естественная волна;
- линейно-поляризованная волна;
- частично-поляризованная волна.

**4. Сахариметр (поляриметр) позволяет определить концентрацию:**

- прозрачных растворов;
- окрашенных растворов;
- растворов оптически активных веществ;

**5. Свет с одним единственным направлением колебаний вектора напряженности электрического поля световой волны называется:**

- частично-поляризованным;
- линейно-поляризованным;
- естественным.

**6. Свет, у которого отсутствует какое-либо преимущественное направление колебаний напряжённости электрического поля световой волны, называется:**

- a) частично-поляризованным;
- b) линейно-поляризованным;
- c) естественным или неполяризованным.

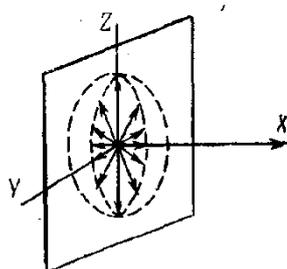
**7. Концентрацию каких веществ можно измерить с помощью поляриметра?:**

- a) прозрачных;
- b) окрашенных;
- c) оптически активных.

**8. По своей физической природе свет представляет собой:**

- a) ионизирующее электромагнитное излучение;
- b) электромагнитные волны, воспринимаемые органами зрения человека;
- c) поток фотонов, воспринимаемых органами зрения человека;
- d) свет имеет двойственную природу – это и поток фотонов и электромагнитные волны.

**9. На рисунке схематически изображена:**



- a) естественная волна;
- b) линейно поляризованная волна;
- c) частично поляризованная волна.

**10. Какой закон описывает изменение интенсивности поляризованного света от угла поворота плоскости анализатора?:**

- a) закон Бугера;
- b) закон Брюстера;
- c) закон Малюса.

**11. Анизотропия некоторых кристаллов, т.е. различие оптических свойств кристаллов по определенным направлениям связана:**

- a) со свойствами кристаллической решетки кристалла;
- b) со свойствами падающего на кристалл света.

**12. Наличие лево- и правовращающих разновидностей одного и того же**

**вещества определяется:**

- a) поляризационными свойствами прошедшего через вещество света;
- b) особенностями строения вещества.

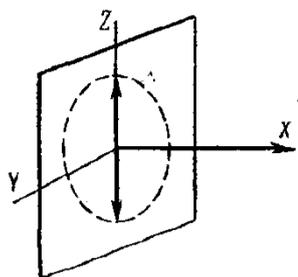
**13. Величина угла поворота плоскости поляризации света, прошедшего через оптически активное вещество, не зависит от:**

- a) длины пути, пройденной светом в веществе;
- b) концентрации вещества в растворе;
- c) показателя преломления вещества;
- d) длины волны света.

**14. На анализатор в сахариметре падает:**

- a) свет с эллиптической поляризацией
- b) свет с круговой поляризацией;
- c) плоско-поляризованный свет;
- d) естественный свет.

**15. На рисунке схематически изображена:**



- a) естественная волна;
- b) линейно поляризованная волна;
- c) частично поляризованная волна.

**Тема: «РАДИОАКТИВНОСТЬ. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ  
ГАММА-КВАНТОВ С ВЕЩЕСТВОМ.  
ПРИМЕНЕНИЕ РАДИОИЗОТОПОВ В МЕДИЦИНЕ»**

**1. Вопросы для проверки исходного (базового) уровня знаний:**

1. Основные характеристики ядер.
2. Состав атомных ядер.
3. Типы фундаментальных взаимодействий.
4. Энергия связи ядер.

**2. Целевые задачи:**

<u>Студент должен знать:</u>	<u>Литература</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Физическую природу явления радиоактивности</li> <li>• Виды радиоактивного распада и их свойства</li> <li>• Основной закон радиоактивного распада</li> <li>• Применение радионуклидов и нейтронов в медицине</li> </ul>	<p>1. Ремизов А.Н., Максина А.Г., Потапенко А.Я. Медицинская и биологическая физика. М., «Дрофа», 2004, §§ 27.1–27.7.</p> <p>2. Ремизов А.Н., Потапенко А.Я. Курс физики. М., «Дрофа», 2004, §§ 31.4-31.6, 31.10.</p>
<p style="text-align: center;"><u>Студент должен уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Составлять уравнения <math>\alpha</math> -, <math>\beta</math> - распадов ядер различных химических элементов</li> <li>• Используя основной закон радиоактивного распада вычислять постоянную распада, период полураспада, активность радиоактивных препаратов</li> </ul>	<p>3. Физика и биофизика (под ред. Антонова В.Ф.). М., «ГЭОТАР-Медиа», 2008, §§ 12.1, 12.2, 14.1-14.3.</p> <p>4. Боциева Н.И. Руководство к лабораторным занятиям по дисциплине «Физика, математика», Ч. II. Владикавказ, ФГБОУ ВО СОГМА, 2019, С. 67–78.</p>

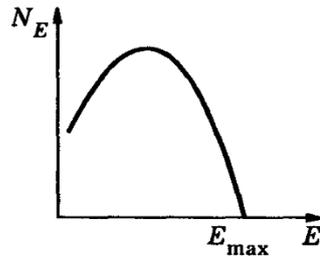
**3. Задания для самостоятельной работы по изучаемой теме:**

1. В чем заключается явление радиоактивности? Что называют естественной и искусственной радиоактивностью?
2. Запишите основной закон радиоактивного распада. Какую зависимость он описывает?
3. В чем состоит физический смысл постоянной распада? Как связаны постоянная распада и период полураспада?
4. Что такое активность препарата и в каких единицах она измеряется?
5. Перечислите основные типы радиоактивного распада.

6. Запишите уравнение  $\alpha$ -распада и приведите его характерные особенности.
7. Запишите уравнения  $\beta^+$ ,  $\beta^-$ -распадов и электронного захвата.
8. Запишите реакции  $\beta$ -распада нейтрона и протона.
9. Объясните, почему  $\alpha$ -распад сопровождается  $\gamma$ -излучением.
10. Допишите недостающие сведения в нижеследующем тексте:
- Период полураспада-это время, за которое распадается.....радиоактивных ядер.
  - Главной особенностью  $\beta$ -распада является то, что он обусловлен не ядерными, не электромагнитными, а.....взаимодействиями.  
 $\beta$ -распад процесс не внутриядерный, а.....
11. Приведите зависимость числа распавшихся ядер от времени. Постройте соответствующий график. Какому моменту времени соответствует пересечение графиков для временной зависимости числа распавшихся и нераспавшихся ядер?
12. Решите задачу:  
Найти активность препарата, если в течение 20 мин распадается 10000 ядер этого вещества.

### *Тесты для самоконтроля*

- 1. Изотопы ядер данного химического элемента имеют одинаковое число:**
- a) протонов;
  - b) нейтронов;
  - c) электронов.
- 2. Какие из указанных ниже элементарных частиц не относятся к нуклонам?:**
- a) электроны;
  - b) протоны;
  - c) нейтроны.
- 3. Количество протонов в ядре атома равно:**
- a) массовому числу химического элемента;
  - b) порядковому номеру химического элемента в таблице Менделеева;
  - c) разности массового числа и порядкового номера.
- 4. На рисунке приведен:**



- a) спектр  $\alpha$ -распада;
- b) спектр  $\beta^-$ -распада.

**5. Если постоянные распада для двух веществ соотносятся как  $\lambda_1 < \lambda_2$ , то периоды полураспада  $T$  соответственно:**

- a)  $T_1 > T_2$ ;
- b)  $T_1 < T_2$ ;
- c)  $T_1 = T_2$ .

**6. Активность радиоактивного вещества со временем:**

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

**7. Любой из видов радиоактивного распада сопровождается:**

- a)  $\alpha$  – излучением;
- b)  $\beta$  – излучением;
- c)  $\gamma$  – излучением.

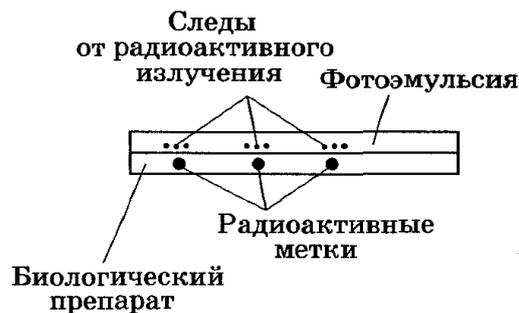
**8. Радиоактивное излучение, представляющее собой поток электронов называется:**

- a)  $\alpha$  – излучением;
- b)  $\beta$  – излучением;
- c)  $\gamma$  – излучением.

**9. Целью радионуклидной диагностики является:**

- a) определение вида излучения радионуклида;
- b) определение анатомического и функционального состояния органа;
- c) определение степени заражения местности радиоактивными изотопами.

**10. На рисунке схематически показан метод:**



- a) гамма-терапии;
- b) автордиографии;
- c) магниторезонансной томографии.

**11. Радиофармпрепараты – это:**

- a) фармацевтические препараты, содержащие радиоактивный нуклид;
- b) препараты, поглощающие радиоактивные излучения;
- c) препараты для передачи информации по радиоканалу.

**12. Позитронно-эмиссионные томографы (ПЭТ) регистрируют:**

- a) потоки позитронов, которые излучает радиофармпрепарат;
- b) гамма-фотоны, возникающие в результате реакции аннигиляции пары;
- c) содержание позитронов и электронов в костной ткани.

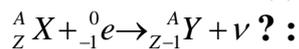
**13. Какое число нейтронов входит в состав ядра химического элемента  ${}^{14}_6N$  ?:**

- a) 6;
- b) 8;
- c) 14.

**14.  $\gamma$  - излучение при радиоактивном распаде является:**

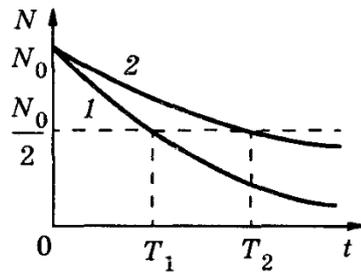
- a) потоком электронов;
- b) потоком нейтронов;
- c) потоком коротковолнового электромагнитного излучения;
- d) потоком протонов.

**15. Какой вид радиоактивного распада соответствует уравнению**



- a)  $\alpha$  – распад;
- b)  $\beta^+$  - распад;
- c)  $\beta^-$  распад;
- d) электронный захват.

**16. На рисунке приведены кривые радиоактивного распада двух разных веществ. Постоянные распада соотносятся как:**



- a)  $\lambda_1 > \lambda_2$ ;
- a)  $\lambda_1 = \lambda_2$ ;
- c)  $\lambda_1 < \lambda_2$ ;

**17.В методе гамма-терапии в качестве излучающего изотопа используют:**

- a)  $^{99m}\text{Tc}$ ;
- b)  $^{60}\text{Co}$ ;
- c)  $^{123}\text{I}$ ;
- d)  $^{131}\text{I}$ .

## Тема: «ДОЗИМЕТРИЯ»

### 1. Вопросы для проверки исходного (базового) уровня знаний:

1. Состав атомных ядер.
2. Явление радиоактивности.
3. Виды радиоактивного распада.
4. Основной закон радиоактивного распада.

### 2. Целевые задачи:

<u>Студент должен знать:</u>	<u>Литература</u>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Определения и формулы поглощенной, экспозиционной и эквивалентной (биологической) доз, мощности дозы; единицы измерения этих величин (системные и внесистемные)</li><li>• Взаимосвязь между системными и внесистемными дозиметрическими единицами</li><li>• Физические основы взаимодействия <math>\alpha</math> -, <math>\beta</math> -, <math>\gamma</math> -излучений и нейтронов с веществом</li><li>• Физические основы действия ионизирующих излучений на организм</li><li>• Способы защиты от ионизирующих излучений</li><li>• Классификацию и принцип действия детекторов ионизирующих излучений</li></ul>	<p>1. Ремизов А.Н., Максина А.Г., Потапенко А.Я. Медицинская и биологическая физика. М., «Дрофа», 2008, §§27.3–27.5, 28.1–28.4.</p> <p>2. Ремизов А.Н., Потапенко А.Я. Курс физики. М., «Дрофа», 2008, §§ 31.7-31.9, 32.1-32.3.</p> <p>3. Физика и биофизика. (под ред. Антонова В.Ф.). М., «ГЭОТАР-Медиа», 2008, §§ 13.1-13.5, 24.3-24.6.</p> <p>4. Боцьева Н.И. Руководство к лабораторным занятиям по дисциплине «Физика, математика», Ч. II. Владикавказ, ФГБОУ ВО СОГМА, 2019, С. 79–89.</p>
<p><u>Студент должен уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Объяснять механизм формирования дозы в веществе и живой ткани для различных видов ионизирующих излучений</li><li>• Используя соотношения между дозиметрическими величинами вычислять дозу и мощность излучения</li><li>• Объяснять основные механизмы взаимодействия ионизирующих излучений с веществом</li><li>• Объяснять механизм первичного действия ионизирующих излучений на организм</li></ul>	

### 3. Задания для самостоятельной работы по изучаемой теме:

1. От чего зависит величина поглощенной дозы? Что такое мощность дозы?
2. Опишите физические процессы формирования поглощенной дозы для различных частиц. В результате каких основных процессов происходит формирование поглощенной дозы в живой ткани?
3. Чем обусловлена необходимость введения понятия экспозиционной дозы рентгеновского и  $\gamma$ -излучения? В каких единицах она измеряется?
4. Запишите формулу, связывающую поглощенную и экспозиционные дозы. От чего зависит переходной коэффициент  $f$ ?
5. Как мощность дозы зависит от расстояния до радиоактивного препарата – источника ионизирующего излучения?
6. От чего зависит биологическое действие ионизирующих излучений?
7. Приведите значения коэффициента качества излучения для разных видов ионизирующих излучений.
8. Что называется профессиональной дозой?
9. Опишите механизмы взаимодействия с веществом  $\alpha$ -частиц,  $\beta$ -частиц,  $\gamma$ -квантов и нейтронов.
10. Что такое проникающая и ионизирующая способности ионизирующего излучения? Сравните различные виды ионизирующих излучений по этим характеристикам и объясните различия.
11. Допишите недостающие сведения в нижеследующем тексте:
  - Естественный фон .....излучений (космические лучи, радиоактивность почвы, воды, воздуха и т.д.) создает в среднем.....дозы.....В год.
  - Для данного вида излучения.....действие обычно тем больше, чем.....излучения.
  - Тяжелые заряженные частицы взаимодействуют в основном с.....электронами и поэтому.....отклоняются от .....своего первоначального движения.
  - В косвенном механизме под действием излучения происходит.....воды. Продукты.....реагируют с.....
  - Структуру живого организма можно разделить на три уровня:
    - 1) .....
    - 2) .....
    - 3) .....
12. Опишите прямой и косвенный механизмы повреждения молекул.
13. Какие виды детекторов ионизирующих излучений известны? Каков их принцип действия?

14. Почему эффективность облучения внутренних органов внешними источниками  $\gamma$ - или рентгеновского излучения выше, чем при облучении  $\alpha$ -частицами или  $\beta$ -электронами?

15. Почему хроническое облучение малыми дозами также является опасным?

16. Какую опасность для человека несет выброс различных радиоактивных изотопов в атмосферу? Одинаково ли действие их на организм? Какие основные показатели определяют степень их воздействия на организм?

### *Тесты для самоконтроля*

**1. Удельные потери энергии тяжелых заряженных частиц возрастают:**

- a) с уменьшением энергии частицы;
- b) с увеличением энергии частицы;

**2. Радиационная длина  $L$  – это :**

- a) средняя толщина вещества, на которой энергия электрона уменьшается в 2 раза;
- b) средняя толщина вещества, на которой энергия электрона уменьшается в  $e$  раз;
- c) средняя толщина вещества, на которой энергия электрона уменьшается в 10 раз.

**3. Телом массой 60 кг в течение 6 часов была поглощена энергия 1 Дж.**

**Мощность поглощенной дозы равна:**

- a)  $7,7 \cdot 10^{-7}$  Гр/с;
- b)  $9,3 \cdot 10^{-7}$  Гр/с;
- c)  $1,59 \cdot 10^{-6}$  Гр/с;
- d)  $1,74 \cdot 10^{-6}$  Гр/с.

**4. Ионизационные потери  $S$  представляют собой:**

- a) потери энергии на половине пути ;
- b) потери энергии на всем пути;
- c) потери энергии, происходящие вследствие ионизационного торможения частицы.

**5. Следовые детекторы позволяют:**

- a) получать информацию о потоке ионизирующего излучения;
- b) регистрировать появление частицы в заданном пространстве;
- c) наблюдать траекторию частицы.

**6. К интегральным детекторам относится:**

- a) камера Вильсона;
- b) счетчик Гейгера-Мюллера;
- c) ионизационная камера непрерывного действия;
- d) искровая камера.

**7. Из функций клеток к действию ядерных излучений наиболее устойчивы:**

- a) способность к делению;
- b) синтез белков и нуклеиновых кислот;
- c) дыхание и фотосинтез.

**8. Средний линейный пробег  $\alpha$ - частицы зависит:**

- a) от ее энергии;
- b) от плотности вещества;
- c) от ее энергии и плотности вещества.

**9. По способности концентрировать радионуклиды и продукты их деления основные органы можно расположить в следующий ряд:**

- a) щитовидная железа>скелет>мышцы>печень;
- b) печень>скелет>мышцы> щитовидная железа;
- c) щитовидная железа>печень>скелет>мышцы;
- d) мышцы>печень> щитовидная железа>скелет.

**10. Изотоп калия  ${}_{19}^{40}\text{K}$  в организме человека содержится:**

- a) только в костном мозге;
- b) только в головном мозге;
- c) только в мышцах и селезенке;
- d) головном мозге, мышцах, селезенке и костном мозге.

**11. Из функций клеток к действию ядерных излучений наиболее чувствительны:**

- a) способность к делению, синтез белков и нуклеиновых кислот;
- b) дыхание;
- c) фотосинтез.

**12. Кислород усиливает биологическое действие:**

- a) слабо ионизирующих излучений;
- b) сильно ионизирующих излучений.

## ОТВЕТЫ

### к тестам для самоконтроля

*Производная и дифференциал функции.* 1-е, 2-а, 3-б, 4-б, 5-2, 6-сd, 7-б, 8-б, 9-б, 10-с, 11-д, 12-б.

*Неопределенный интеграл. Основные методы интегрирования.* 1-а, 2-с, 3-б, 4-б, 5-б, 6-б, 7-б, 8-б, 9-б, 10-аd, 11-бe.

*Определенный интеграл. Формула Ньютона-Лейбница. Некоторые приложения определенного интеграла.* 1-с, 2-б, 3-б, 4-б, 5-б, 6-б, 7-д, 8-б, 9-б, 10-с.

*Дифференциальные уравнения.* 1-д, 2-с, 3-а, 4-с, 5-б, 6-с, 7-д, 8-с, 9-а.

*Основные понятия и теоремы теории вероятностей. Формулы Бернулли и Пуассона.* 1-б, 2-а, 3-б, 4-а, 5-б, 6-б, 7-б, 8-а, 9-б, 10-с, 11-а, 12-б.

*Дискретные случайные величины.* 1-с, 2-д, 3-б, 4-б, 5-б, 6-с, 7-а, 8-а, 9-б, 10-д.

*Непрерывные случайные величины. Нормальный закон распределения.* 1-б, 2-а, 3-б, 4-б, 5-б, 6-б, 7-б, 8-ас, 9-с, 10-б.

*Статистическое распределение выборки. Полигон и гистограмма.* 1-с, 2-а, 3-б, 4-б, 5-б, 6-а, 7-б, 8-б, 9-а, 10-с.

*Точечные и интервальные оценки основных числовых характеристик генеральной совокупности.* 1-а, 2-б, 3-б, 4-б, 5-а, 6-б, 7-с, 8-б, 9-д, 10-б.

*Манометрия: физические основы насосной функции сердца, измерение артериального давления.* 1-б, 2-а, 3-б, 4-а, 5-д, 6-с, 7-а, 8-б, 9-б, 10-б, 11-б, 12-а, 13-а, 14-б.

*Аудиометрия.* 1-б, 2-б, 3-д, 4-б, 5-а, 6-а, 7-д, 8-д, 9-а, 10-а, 11-с, 12-б, 13-с, 14-б, 15-с, 16-а, 17-б.

*Доплерометрия: физические основы эффекта Доплера, определение скорости потока крови.* 1-с, 2-б, 3-а, 4-а, 5-а, 6-а, 7-а, 8-б, 9-а, 10-с, 11-б.

*Рефрактометрия.* 1-а, 2-с, 3-а, 4-аб, 5-а, 6-б, 7-а, 8-а, 9-а, 10-б, 11-с, 12-б, 13-с, 14-д, 15-б.

*Определение вязкости жидкости.* 1-а, 2-б, 3-с, 4-б, 5-б, 6-а, 7-а, 8-б, 9-а, 10-б, 11-а, 12-б, 13-а, 14-б, 15-б, 16-б.

*Пассивные электрические свойства тканей.* 1-б, 2-б, 3-а, 4-а, 5-б, 6-а, 7-с, 8-а, 9-б, 10-б, 11-а, 12-с, 13-а, 14-с, 15-с.

*Пульсовая оксиметрия: физические основы поглощения света веществом, определение насыщения артериальной крови кислородом.* 1-д, 2-а, 3-а, 4-д, 5-с, 6-б, 7-д, 8-б, 9-б.

*Микроскопия.* 1-а, 2-а, 3-с, 4-а, 5-б, 6-б, 7-аб, 8-д, 9-б, 10-с, 11-а, 12-а, 13-а, 14-б, 15-а, 16-б.

*Концентрационная колориметрия.* 1-б, 2-а, 3-б, 4-а, 5-с, 6-д, 7-а, 8-д, 9-а, 10-с, 11-с.

*Поляриметрия.* 1-б, 2-с, 3-а, 4-с, 5-б, 6-с, 7-с, 8-d, 9-с, 10-с, 11-а, 12-б, 13-с, 14-с, 15-б.

*Радиоактивность. Взаимодействие гамма-квантов с веществом.*

*Применение радиоизотопов в медицине.* 1-а; 2-а; 3-б; 4-б; 5-а; 6-а; 7-с; 8-б; 9-б; 10-б; 11-а; 12-б; 13-б; 14-с; 15-d; 16-а; 17-б.

*Дозиметрия.* 1-а, 2-б, 3-а, 4-с, 5-с, 6-с, 7-с, 8-с, 9-с, 10-d, 11-а, 12-а.