ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Кафедра биофизики информатики и медаппаратуры

УТВЕРЖДЕНО
на заседании кафедры
«31» августа 2021 г.,

Протокол №1 _____
Заведующий кафедрой
Абдулгалимов Р.М. _____
подпись

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проверки уровня сформированности компетенций (части компетенций) для промежуточной аттестации по итогам освоения РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

«МЕДИЦИНСКАЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ФИЗИКА»

Специальность (направление) подготовки: 33.05.01- «Фармация»

Квалификация выпускника: Специалитет

МАХАЧКАЛА - 2021

ФОС составили:
завед. кафедрой, д.п.н., доцент «_____» Абдулгалимов Р.М.

к.п.н., доцент «_____» Касимов А.К.

ФОС рассмотрен и принят на заседании кафедры «Биофизики, информатики и медаппаратуры»

Протокол заседания кафедры от «31»августа 2021 г. № 1

АКТУАЛЬНО на:

2020 / 2021 учебный год _____(_____)

20__ /20__ учебный год_____

20__ /20__ учебный год_____

КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «МЕДИЦИНСКАЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ФИЗИКА»

Код и наименование компетенции (или ее части)	**Код и наименование индикатора достижения компетенции**
Общепрофессиональные компетенции (ОПК)	
ОПК-1. Способен использовать основные биологические, физико-химические, химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов	**ИД-2. Применяет основные физико-химические и химические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.**
знать: математические методы решения интеллектуальных задач, основные законы физики, основные закономерности и тенденции развития мирового исторического процесса; выдающихся ученых-физиков, внесших вклад в формацию. **уметь:** излагать физические и математические законы и теоремы, пользоваться учебной, научной, научно-популярной литературой, пользоваться физическим оборудованием; прогнозировать направление и результат физико-химических процессов и химических превращений биологически важных веществ. **владеть:** способностью использования физических и математических законов в профессиональной деятельности и интерпретацией результатов экспериментальных исследований.	

I. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Код контролируемой компетенции (или ее части)
1	2	3	4
1	Основы механики. Механика жидкостей и газов. Колебания и волны.	Механические волны. Уравнение плоской волны. Параметры колебаний и волн. Энергетические характеристики. Дифракция и интерференция волн. Эффект Доплера и его использование в медицине. Акустика. Звук. Виды звуков. Сложный тон и его акустический спектр. Волновое сопротивление. Объективные (физические) и субъективные (физиологические) характеристики звука. Аудиометрия. Ультразвук. Физические основы применения ультразвука в медицине. Физические основы гемодинамики. Вязкость. Методы определения вязкости жидкостей (метод Стокса, метод Оствальда). Стационарный поток, ламинарное и турбулентное течение. Формула Ньютона. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Формула Пуазейля. Число Рейнольдса. Гидравлическое сопротивление в последовательных, параллельных и комбинированных системах трубок. Разветвляющиеся сосуды. Механические свойства биологических тканей. Закон Гука.	ОПК-1
2	Электричество и магнетизм	Электрический диполь. Токовый диполь. Электрическое поле токового диполя в неограниченной проводящей среде. Сердце – как токовый диполь. Физические процессы, происходящие в тканях организма под действием постоянного и переменного токов и электромагнитных полей. Полное сопротивление (импеданс) в электрических цепях. Закон Ома для переменных тока и напряжения. Емкостное и омическое сопротивление биологических тканей организма.	ОПК-1
3	Биофизика тканей и органов	1. Биологические клеточные мембраны и их физические свойства. Транспорт веществ через биологические мебраны. Уравнение Фика. Уравнение Нернста-Планка. Равновесный трансмембранный потенциал, уравнение Нернста. Стационарный потенциал Гольдмана-Ходжкина-Каца. Потенциал покоя. Потенциал действия. 2. Биофизика мышечного сокращения.	ОПК-1
4	Оптика.	Геометрическая оптика. Явление полного	ОПК-1

		внутреннего отражения света. Рефрактометрия. Волоконная оптика. Глаз – оптическая система. Микроскопия. Волновая оптика. Электромагнитные волны. Шкала электромагнитных волн. Энергетические характеристики световых потоков: поток светового излучения и плотность потока (интенсивность). Дифракционная решетка. Разрешающая способность оптических приборов и глаза. Поляризация света. Поляризационная микроскопия. Оптическая активность. Поляриметрия. Взаимодействие света с веществом. Рассеяние света. Поглощение света. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Оптическая плотность. Тепловое излучение. Характеристики и законы теплового излучения. Спектр излучения черного тела. Излучение Солнца.	
5	Квантовая физика, ионизирующие излучения.	Квантовая физика. Схема электронных энергетических уровней атомов и молекул и переходов между ними. Спектрофотометрия. Люминесценция. Закон Стокса для фотолюминесценции. Спектры люминесценции. Спектрофлюориметрия. Люминесцентная микроскопия. Лазеры. Особенности лазерного излучения. Рентгеновское излучение. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Закон ослабления рентгеновского излучения. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Взаимодействие α-,β- и γ-излучений с веществом. Механизм действия ионизирующих излучений на организм человека. Дозиметрия ионизирующего излучения. Поглощенная, экспозиционная и эквивалентная дозы.	ОПК-1
6	Основы медицинской электроники	1. Основные понятия медицинской электроники. Безопасность и надежность медицинской аппаратуры. Особенности сигналов, обрабатываемых медицинской электронной аппаратурой и связанные с ними требования к медицинской электронике. Принцип действия медицинской электронной аппаратуры (генераторы, усилители, датчики).	ОПК-1

Формы текущего контроля лабораторных занятий

№ раздела	Раздел дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Формы текущего контроля	Количество часов в семестре
1	Основы механики. Механика жидкостей и газов. Колебания и волны.	*ЛЗ.1 «*Снятие спектральной характеристики порога слышимости уха».	ПР, Т	3
		*ЛЗ.2 «*Изучение механических свойств тканей на модельных для тканей материалах (металлы, полимеры). Измерение коэффициента упругости и твердости».	ПР	3
		*ЛЗ.3 «*Определение вязкости жидкости методом Стокса и медицинским вискозиметром».	С, ПР, Т	3
3	Электричество и магнетизм	*ЛЗ.4 «*Физические основы гальванизации. Изучение устройства и принципа действия аппарата гальванизации на модельной электрической схеме».	С, ПР	3
		*ЛЗ.5 «*Физические основы УВЧ-терапии. Устройство и принцип УВЧ-терапии».	С	3
		*ЛЗ. 6 «*Электрические свойства тканей. Определение дисперсий электропроводности на модельных для живых тканей электрических схемах».	С, ПР, Т	3
5	Оптика	*ЛЗ.7 «*Физические основы ЭГ, ЭКГ».	С	3
		*ЛЗ.8 «*Взаимодействие света с веществом. Поглощение света. Фотоэлектроколориметрия».	С, Т	3
		ЛЗ 9 «Взаимодействие света с веществом. Рассеяние, поляризация света. Рефрактометрия. П оляриметрия».	ПР	4
		ЛЗ 10 «Лазер. Изучение длины волны лазерного излучения и размеров эритроцитов».	С	3
6	Квантовая физика, ионизирующие излучения.	*ЛЗ 11* «Радиоактивность. Дозиметрия».	С, Т	3
Итого				34

Оценочный материал (контрольные вопросы)

Л3.1 «Снятие спектральной характеристики порога слышимости уха» (ОПК – 1).

Механические волны и их разновидности. Параметры, характеризующие волны.
2. Природа звука. Источники звука.
3. Объективные (физические) и субъективные параметры звука. Единицы измерения параметров звука.
4. Порог слышимости, громкость, уровень интенсивности, единицы измерения.
5. Связь между объективными и субъективными параметрами звука. Закон Вебера-Фехнера.
6. Строение уха и физические функции элементов структур уха.
7. Аудиометрия, аудиограмма, аудиометр и его устройство.
8. Звуковые методы в клинике: перкуссия, аускультация и фонокардиография.

Л3.2 «Изучение механических свойств тканей на модельных для тканей материалах (металлы, полимеры). Измерение коэффициента упругости и твердости» (ОПК – 1).

1. Твердые тела и их разновидности.
2. Механические свойства твердых тел. Упругость, вязкость, ползучесть материалов, эластичность, хрупкость.
3. Деформации твердых тел.
4. Механическое напряжение, абсолютная и относительная величина деформации.
5. Связь между механическим напряжением и величиной деформации. Закон Гука. Модуль упругости (Юнга).
6. Кривая зависимости механического напряжения от величины деформации кристаллических твердых тел.
7. Механические (реологические) модели упругих, вязких и упруго-вязких материалов (модели Максвелла, Фойгта, Пойтинга).
8. Зависимость между деформацией и напряжением для вязкоупругого материала.
9. Основные механические свойства тканей организма - костей, кровеносных сосудов, легких.

Л3.3 «Определение вязкости жидкости методом Стокса медицинским вискозиметром» (ОПК – 1).

1. Механические свойства жидкостей.
2. Внутреннее трение. Коэффициент вязкости.
3. Уравнение Ньютона для вязкой жидкости.
4. Зависимость вязкости жидкости от ее природы и температуры.
5. Ньютоновская и неньютоновская жидкости.
6. Определение коэффициента вязкости жидкости по методу Стокса.
7. Реологические свойства крови. Диагностическое значение коэффициента вязкости крови.
8. Устройство и принцип действия капиллярного медицинского вискозиметра.
9. Формула Пуазейля для объемной скорости течения жидкости.
10. Формула определения вязкости крови по капиллярному вискозиметру.

Л3.4 «Физические основы гальванизации. Изучение устройства и принципа действия аппарата гальванизации на модельной электрической схеме» (ОПК-1).

1. Физические факторы, используемые в электротерапии.
2. Методы электротерапии, основанные на использовании постоянного и переменного электрического тока.
3. Физические процессы в тканях, наблюдаемые в них при прохождении электрического тока.
4. Методы гальванизации и электрофореза.
5. Принцип действия и устройство аппарата гальванизации.
6. Электронный осциллограф и его основные части.

7. Значение осциллографа в технике и медицине.

ЛЗ.5 «Физические основы УВЧ-терапии. Устройство и принцип УВЧ-терапии» (ОПК-1).

1. Электрический ток. Природа электрического тока. Параметры, характеризующие электрический ток.
2. Электрическое поле. Типы электрических полей. Параметры, характеризующие электрическое поле.
3. Проводники и диэлектрики.
4. Разновидности ВЧ и УВЧ-терапии. Физические факторы, используемые при ВЧ и УВЧ-терапии.
5. Физические процессы в тканях организма при воздействии высокочастотным электрическим током, электрическим, магнитным, электромагнитным полями УВЧ и СВЧ-диапазонов.
6. Формулы для определения количества теплоты, выделяющейся в проводниках и диэлектриках при УВЧ-терапии.
7. Устройство и принцип работы аппарата УВЧ-терапии, функциональное назначение основных блоков аппарата УВЧ-терапии.
8. Устройство и назначение терапевтического контура.

ЛЗ. 6 «Электрические свойства тканей. Определение дисперсий электропроводности на модельных для живых тканей электрических схемах» (ОПК-1).

1. Электрическая цепь переменного тока с омическим, емкостным и индуктивным сопротивлениями.
2. Импеданс (полное сопротивление) цепи переменного тока.
3. Импеданс тканей организма.
4. Природа омического и емкостного сопротивления тканей организма.
5. Эквивалентные электрические схемы тканей организма.
6. Кривые дисперсии электропроводности (импеданса) тканей в различных физиологических состояниях. Медицинское значение коэффициента Тарусова.
7. Физические основы реографии.
8. Проблема визуализации биоструктур путем получения пространственных распределений электропроводности.

ЛЗ.7 «Физические основы ЭКГ» (ОПК-1).

1. Электрокардиография.
2. Электрокардиограф. Устройство, принцип действия.
3. Электрокардиограмма.
4. Основы теории Эйнтховена – теории электрокардиографии.
5. Электрический и токовый диполи. Дипольный момент сердца. Интегральный электрический вектор сердца.

*ЛЗ.8 «Взаимодействие света с веществом. Поглощение света. Фотоэлектрокалориметрия» (*ОПК-1).

1. Дать определение явления поглощения света.
2. Вывод формулы описывающей поглощение света.
3. Физический смысл показателя поглощения.
4. Что называется коэффициентом пропускания и оптической плотностью вещества.
5. Закон поглощения света растворами.
6. Опишите принцип действия фотоколориметра.
7. Опишите методику измерения концентрации вещества в растворе в режиме одиночных и циклических измерений с помощью фотоэлектроколориметра.

*ЛЗ 9 «Взаимодействие света с веществом. Рассеяние, поляризация света. Рефрактометрия. Поляриметрия» (*ОПК-1).

1. Законы отражения и преломления света.
2. Предельный угол преломления.

3. Явление полного отражения.
4. Понятие предельный угол полного отражения.
5. Устройство рефрактометра.
6. Начертите ход лучей в рефрактометре в проходящем и отраженном свете.
7. Применение рефрактометра в медико-биологических исследованиях.
8. Определите, при каком угле падения луч, отраженный от границы раздела двух сред, перпендикулярен преломленному лучу.
9. Найдите показатель преломления среды, если луч, преломленный на границе этой среды с воздухом перпендикулярен отраженному лучу, а синус угла падения равен 0,8.

*ЛЗ 10 «Лазер. Изучение длины волны лазерного излучения и размеров эритроцитов» (*ОПК-1).

1. Определения спонтанного и вынужденного излучения.
2. Какое состояние вещества называется состоянием с инверсной населенностью.
3. Устройство и принцип действия газового лазера.
4. Инверсная населенность атомов в лазере.
5. Назначение резонатора в газовом лазере.
6. Основные свойства лазерного излучения.
7. Применение лазеров в медицине.
8. Формулы длины волны лазерного света, размера эритроцитов.

*ЛЗ 11 «Радиоактивность. Дозиметрия» (*ОПК-1).

1. Определение дозиметрии.
2. Определение поглощенной, экспозиционной и эквивалентной доз. Связь между дозами.
3. Мощность доз.
4. Единицы измерения доз и мощности доз. Связь между единицами измерения доз и мощности доз.
5. Устройство и принцип работы дозиметрических приборов.

Код компетенции	**Оценочный материал (тесты)**
ОПК-1	**1.**. Определение коэффициента вязкости. а. сила трения, действующая между слоями жидкости площадью 1 $м^2$ и при градиенте скорости $dV/dx=1\ с^{-1}$ б. сила, действующая между двумя частицами жидкости в условиях ламинарного течения жидкости в. величина механического напряжения, приходящего на 1 $м^2$ площади сечения жидкости г. сила трения, действующая между слоями жидкости при градиенте скорости $dV/dx=1\ с^{-1}$ **2**. Ньютоновские жидкости. а. жидкости, которые подчиняются закону $\tau=\tau_0+\eta j$. б. жидкости, которые не обладают вязкостью. в. жидкости, для которых вязкость зависит только от их природы и температуры. г. жидкости, вязкость которых зависит от условий их течения, градиента скорости жидкости **3**. Неньютоновские жидкости. а. жидкости, вязкость которых зависит не только от природы и температуры, но и от градиента скорости б. жидкости, вязкость которых не претерпевает изменение при изменении градиента скорости

	в. жидкости, у которых вязкость не зависит от условий их течения. г. жидкости, которые не обладают вязкостью. **4**. К какому типу жидкостей относится кровь? а. однородным б. ньютоновским в. неньютоновским г. к жидкостям с весьма низким коэффициентом вязкости 3. Что собой представляет аудиометрия? а. метод определения остроты слуха б. метод определения порога болевого ощущения в. метод определения интенсивности звуков г. метод измерения акустического спектра 4. Определение аудиограммы. а. кривая зависимости порога болевого ощущения от частоты звуковых колебаний б. кривая зависимости интенсивности звуков от их частоты в. кривая зависимости порога слухового ощущения от частоты звуковых колебаний г. кривая зависимости порога слухового ощущения от амплитуды звуковых колебаний **7**. Из каких частей состоит аудиометр? а. генератора звуковых колебаний с регулируемой частотой и интенсивностью, наушников (телефонных трубок) б. выпрямителя и усилителя в. фонендоскопа, усилителя, динамика г. генератора электрических колебаний с регулируемой частотой, интенсивностью и наушников (телефонных трубок). **8**. В чем заключается клинический звуковой метод аускультации? а. метод диагностики, основанный на анализе звуков, возникающих в легких и в сердце б. метод выслушивания звуков, создаваемых путем постукивания различных органов (в том числе легких) в. метод диагностики, основанный на записи звуков, возникающих в сердце и легких г. метод передачи звуков, возникающих в сердце и легких, для их записи и анализа 5. Перечислите звуковые методы в клинике. а. метод ультразвуковой локации, аудиометрия б. перкуссия, аускультация, фонокардиография в. гальванизация, аудиометрия, эхоэнцефалография г. электроэнцефолография, ультразвуковой метод измерения скорости кровотока 6. Из каких частей состоит фонендоскоп? а. полой капсулы с принимающей звук мембраной, усилителя звука б. приемника, генератора звука, резиновых трубок в. полой капсулы с передающей звук мембраной, резиновых трубок г. источника звука, полой капсулы с передающей звук мембраной, резиновых трубок 7. Что называется колебательным процессом? а. апериодическое изменение состояния системы б. периодическое изменение состояния некоторой системы в. любое изменение состояния системы под действием внешней силы г. изменение состояния системы за счет энергии, переданной ей из вне

	12. Какое колебание называется затухающим? а. колебание, логарифмический декремент затухания которого возрастает б. колебание, при протекании которого коэффициент затухания уменьшается в. колебание, логарифмический декремент затухания которого уменьшается г. колебание, амплитуда которого с течением времени уменьшается. **13**. Определение перкуссии. а. метод диагностики, основанный на анализе звуков, возникающих в органах при их постукивании. б. метод определения остроты слуха в. метод выслушивания звуков, которыми сопровождается функционирование внутренних органов г. один из методов ультразвуковой локации **14**. Перечислите механические процессы в живом организме. а. движение стенок, клапанов сердца, движение крови, легких и других органов. б. генерация и распространение электрических сигналов в органах в. перемещение электрических волн возбуждения по нервным волокнам г. транспорт молекул и ионов через мембрану **15.** Основные виды колебаний а. гармонические б. затухающие в. вынужденные и автоколебания г. все перечисленные **16**. В каком пункте правильно названы все ионы, ответственные за потенциал покоя? а. K^+, Na^+, Cl^-, Ca^{++} б. K^+, Na^+, Ca^{++} в. K^+, Na^+, Cl^- г. K^+, Na^+, SO^-_4

Ситуационная задача

Задача. *(ОПК-1)*

1. При проведении взрывных работ в шахте рабочий оказался в области действия звукового удара. Уровень интенсивности звука при этом составил L_{max}=150 дБ. В результате полученной им травмы произошел разрыв барабанной перепонки. Определите интенсивность, амплитудное значение звукового давления и амплитуду смещения частиц в волне для звука частотой ν=1кГц.

2. Вопрос. Укажите формулу для уровня данного звука.

Ответ $L=10\cdot\lg\frac{I}{I_0}$

3. Вопрос: Определите интенсивность данного звука.

Ответ: Как следует из представленной формулы:

$L_{max}=I_0\cdot 10^{\frac{I_{max}}{10}}=10^{-12}\cdot 10^{150/10} = 10^3 = 1000\frac{Вт}{м^2}$

4. Вопрос: Укажите формулу для интенсивности механической волны.

Ответ: $I=\frac{p^2}{2\rho\cdot c}=\frac{\rho\cdot A^2\cdot\omega^2\cdot c}{2}$

5. Вопрос: Вычислите амплитуду данной звуковой волны.

Ответ: Значение исходных данных задачи: ρ=1,29 кг/м^2;

$\omega=2\cdot\pi\cdot\nu=6{,}28\cdot10^3$ 1/с; с=330м/с

$P=\sqrt{2\cdot\rho\cdot c\cdot l}=\sqrt{2\cdot1{,}29\cdot330\cdot1000}=923$Па

$A=\frac{1}{\omega}\cdot\sqrt{\frac{2\cdot l}{\rho\cdot c}}=\frac{1}{6280}\cdot\sqrt{\frac{2000}{1{,}29\cdot330}}=0{,}00034$м

Формы контроля самостоятельной работы обучающегося по дисциплине «Медицинская и биологическая физика»

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Виды СРО	Трудо-емкость (час)	Формы контроля
1	**2**	**3**	**4**	**5**
		I СЕМЕСТР		
1.	Основы механики. Физика жидкостей, газов и твердых тел. Акустика	*Изучение учебной и научной литературы; подготовка к практическому занятию; подготовка к лабораторному занятию; работа с лекционным материалом; подготовка реферата.*	12	ПР, Т, СЗ, Р
2.	Электричество и магнетизм	*Повторение и закрепление изученного материала (работа с лекционным материалом, учебной литературой); формулировка вопросов ; подготовка к тестированию.*	10	ПР, Т, СЗ
3.	Биофизика тканей и органов	*Изучение учебной и научной литературы Работа с лекционным материалом, подготовка к тестированию.*	8	ПР, Т
4.	Оптика	*Изучение учебной и научной литературы; подготовка к практическому занятию; работа с лекционным материалом; подготовка к тестированию; решение задач, выданных на ПЗ.*	10	ПР, Т
5.	Квантовая физика, ионизирующие излучения.	*Повторение и закрепление изученного материала (работа с лекционным материалом, учебной литературой); подготовка реферата.*	10	ПР, Р
6	Элементы медицинской электроники	*Изучение учебной и научной литературы; подготовка к практическому занятию; работа с лекционным материалом; подготовка реферата.*	8	Т, Р
ИТОГО в семестре:			**58**	

Задача 1. *(ОПК-1)*
В касторовое масло опустили стальной шарик диаметром 1 мм и определили, что расстояние в 5 см он прошел за 14,2 с. Считая движение шарика равномерным, определить вязкость касторового масла, если его плотность равна 960 кг/м^3, а плотность стали 7860 кг/м^3.
Задача 2 *(ОПК-1)*
Определить коэффициент теплопроводности χ костной ткани, если через площадку этой кости размером 3х 3 см и толщиной 5 мм за 1 час проходит 68 Дж теплоты. Разность температур между внешней и внутренней поверхностями кости в теле составляет 1^0.
Задача 3 Отношение интенсивностей двух источников звука равна $I_2/I_1=2$. Чему равна

разность уровней интенсивностей этих звуков?*(ОПК-1)*

Задача 4 УЗ-волна с частотой 5 МГЦ проходит из мягких тканей в кость. Определить длину волны λ в обеих средах, если скорость УЗ в первой среде v_1=1500 м/с, а во второй v_2=3500 м/с.*(ОПК-1)*

Задача 5 Аппарат для гальванизации создает плотность тока 0,12 мА/см^2. Какое количество электричества проходит через тело, если наложенные на поверхность кожи электроды имеют площадь 1,5 дм^2 и процедура гальванизации длится 20 мин?*(ОПК-1)*

II. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Код компетенции	**Оценочный материал**
ОПК-1	1. Механические колебания. Типы колебаний. Параметры колебаний. Единицы измерений. 2. Механические волны. Типы волн. Параметры волн. 3. Эффект Доплера. Медицинские приложения эффекта Доплера. Формула, связывающая скорость частиц крови и изменения частоты ультразвука при его отражении. 4. Звук. Объективные (физические) и субъективные (слухового ощущения) характеристики звука. Связь между ними. Единицы измерения. 5. Аудиометрия. Порог слышимости. Спектральная характеристика порога слышимости уха. 6. Звуковые методы в клинике. 7. Ультразвук. Параметры ультразвука. 8. Физические процессы в тканях при воздействии ультразвуком. Медицинские приложения ультразвука. 9. Физические основы методов ультразвуковой локации и эходоплеровских исследований. 10. Типы течения жидкостей. Число Рейнольдса. 11. Вязкость (внутреннее трение) жидкости. Формула Ньютона для силы внутреннего трения. 12. Коэффициент вязкости. Единицы измерения вязкости. 13. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Физические особенности крови, определяющие принадлежность ее к неньютоновским жидкостям. 14. Распределение вязкости крови вдоль кровеносного русла. Диагностическое значение вязкости крови. 15. Методы определения вязкости крови. 16. Гемодинамика. Гемодинамические показатели и их связь с физическими параметрами крови и кровеносных сосудов. 17. Формула Паузейля. Гидравлическое сопротивление и его распределение вдоль кровеносного русла. 18. Распределение скорости кровотока и давления крови вдоль сердечнососудистой системы. 19. Пульсовая волна. Параметры пульсовых волн. 20. Физические основы клинического метода измерения давления

	кровотока. 21. Деформация тел. Упругая и пластичная деформация. Типы деформаций. Механическое напряжение. Закон Гука. Модуль упругости. Единицы измерения. 22. Графическая зависимость механического напряжения и относительной деформации. Пределы упругости и прочности. 23. Вязкоупругие тела. Основные механические свойства костей, кожи, сосудов. 24. Строение мышц. Реологические свойства мышц. 25. Модель скользящих нитей. Уравнение Хилла. 26. Структура и физические свойства мембран. Строение липидных молекул. 27. Пассивный транспорт молекул и ионов через мембраны. Разновидность пассивного транспорта через мембраны. 28. Активный транспорт ионов через мембраны. Определение ионных насосов. 29. Мембранные потенциалы. Природа ионов, участвующих в генерации мембранных потенциалов. Причины генерации мембранных потенциалов. 30. Потенциал покоя. Механизмы генерации потенциала покоя. 31. Уравнение Нернста и Гольдмана – Ходжкина-Каца. 32. Потенциал действия. Механизм генерации потенциала действия. Распространение потенциала действия по нервным и мышечным волокнам. 33. Электрическая активность органов. Зависимость электрической активности органов от их физиологического состояния. 34. Электрография. Разновидность электрографии. Физические основы электрокардиографии (основное положение теории Эйнтховена). 35. Полное сопротивление (импеданс) тканей организма переменному электрическому току. Формула импеданса. 36. Природа омического и емкостного сопротивления тканей. 37. Дисперсия электропроводности тканей организма. Медицинское значение дисперсии электропроводности. Коэффициент Тарусова. 38. Реография. Физические основы реографии. 39. Электрические токи. Разновидности и параметры токов. Порог ощутимого и не отпускающего тока. 40. Низкочастотные методы электротерапии. Физические процессы в тканях при воздействии низкочастотными токами. 41. Разновидности методов высокочастотной терапии. Факторы высокочастотной терапии. Физические процессы в тканях при воздействии высокочастотными факторами. 42. Гальванизация и электрофорез. Физические процессы в тканях при гальванизации 43. Аппарат гальванизации. Принцип действия и устройства.

	44. УВЧ – терапия. Физические процессы в проводящих и диэлектрических тканях при воздействии электрическим полем УВЧ – диапазона. 45. Медицинская электроника. Классификация приборов и аппаратов медицинской электроники. Принцип действия и назначения электронных приборов и аппаратов. 46. Общая схема съема, усиления, передачи, приема и регистрации медико-биологической информации. Классификация устройств съема. 47. Требования, предъявляемые по технике безопасности при работе с электронной аппаратурой. Деление приборов и аппаратов медицинской электроники в зависимости от способа защиты от поражения электрическим током. 48. Разновидности поражения электрическим током. Пороги ощутимого и не отпускающего токов и их зависимость от частоты. 49. Природа света. Явления взаимодействия света с телами. 50. Классификация оптических методов и исследования диагностики, основанных на явлениях взаимодействия света с телами. 51. Поглощение света прозрачными растворами. Закон поглощения света (закон Бугера-Бэра). Коэффициент пропускания, оптическая плотность растворов. Фотоэлектроколориметрия. 52. Лазеры. Устройства и принцип действия газового (или рубинового) лазера. 53. Особенности лазерного излучения. Медицинские приложения лазеров. 54. Тепловое излучение тел. Законы Стефана-Больцмана, Вина. 55. Физические основы термографии. Технические средства термографии. 56. Фотобиологические процессы. Разновидности фотобиологических процессов. 57. Строение глаза. Параметры оптической системы глаза. 58. Строение зрительных клеток. Физические основы зрительной рецепции. 59. Люминесценция. Разновидности люминесценции. 60. Естественный и поляризованный свет. Физические основы поляриметрии. Медицинское приложение поляриметрии. 61. Ультразвуковое, инфракрасное излучения. Медицинские приложения ультрафиолетовых и инфракрасных излучений. 62. Разновидности ионизирующих излучений. Методы получения и природа ионизирующих излучений. 63. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада, постоянная распада, активность радиоактивного препарата, период полураспада. 64. Первичные процессы взаимодействия ионизирующих излучений с тканями организма. Медицинское приложение ионизирующих излучений.

	65. Закономерности биологического действия ионизирующих излучений. 66. Физические основы радионуклидной диагностики и терапии. 67. Рентгеновские лучи. Природа и метод получения рентгеновских лучей. Первичные процессы взаимодействия рентгеновских лучей с тканями организма. 68. Закон ослабления рентгеновских лучей при прохождении через вещество. Физические основы рентгеноскопии. 69. Дозиметрия ионизирующих излучений. Экспозиционная доза. Мощность экспозиционной дозы. 70. Поглощенная доза. Мощность поглощенной дозы. 71. Эквивалентная доза и ее мощность. Единицы измерений. Коэффициент качества. Зависимость коэффициента качества от природы ионизирующих излучений. 72. Способы защиты от ионизирующих излучений. 73. Системные и практические единицы измерений поглощенной, экспозиционной и эквивалентной доз и их связь.

1) Типовые задания для оценивания результатов сформированности компетенции на уровне «Знать» (воспроизводить и объяснять учебный материал с требуемой степенью научной точности и полноты**):**

Тестирование

1. Рентгеновское излучение.

а. электромагнитные волны с длиной волны от 80 до 10^{-5} нм
б. электромагнитные волны, длина волны которых находится в интервале от до 300 нм
в. ультразвуковые волны, частота которых претерпевает изменение в интервале 10^5-10^9 Гц
г. электромагнитные волны с длиной волны от 400 до 800 нм

2. По механизму образования различают следующие виды рентгеновского излучения

а. тормозное и характеристическое
б. длинноволновое и коротковолновое
в.ультрафиолетовое и инфракрасное
г. микроволновое и ультравысокочастотное

3. Метод рентгеновской томографии.

а. это компьютерный вариант получения изображения тканей организма путем регистрации рассеянных рентгеновских лучей
б. это компьютерный вариант рентгеноскопии, позволяющий получить послойные изображения органов на экране компьютера
в. это компьютерный вариант рентгеноскопии, позволяющий получать интегральное изображение органов человека на экране компьютера
г. метод получения изображения тканей на рентгенолюминесцирующем экране путем воздействия на него рентгеновскими лучами, прошедшими через организм

4. Радиоактивность.

а. самопроизвольный распад неустойчивых ядер
б. электрическая активность ионов и свободных радикалов
в. самопроизвольный синтез неустойчивых ядер
г. количество частиц, образующихся за единицу времени при распаде радиоактивных ядер

5. Дозиметрия, раздел ядерной физики и измерительной техники, который

а. изучает величины, характеризующие действие ионизирующего излучения на организм, а также методы и приборы для их измерения
б. изучает величины, характеризующие процесс распада радиоактивных элементов, а также

методы и приборы исследования этого процесса
в. изучает активность радиоактивных элементов
г.разрабатывает методы определения характеристик радиоактивных элементов

2) Типовые задания для оценивания результатов сформированности компетенции на уровне «Владеть» (решать усложненные задачи на основе приобретенных знаний, умений и навыков, с их применением в нетипичных ситуациях, формируется в процессе практической деятельности**):**

Решение усложненных ситуационных задач:

Задача 1. УЗ, частота которой ν=3 МГц, падает на артерию под углом α= 60 ° к оси артерии. Определить скорость эритроцитов в сонной артерии, если величина доплеровского сдвига частоты при отражении УЗ от эритроцитов $\Delta\nu$=1,7 кГц. Скорость УЗ в крови u=1500 м/с.

Задача 2. Определить коэффициент отражения УЗ на границе раздела черепа и мозга. Плотность ткани мозга ρ_1=1,05·10^3 кг/м^3, а плотность ткани кости черепа ρ_2=1,7·10^3 кг/м^3. Скорость УЗ в названных тканях u_1=1,52 км/с, u_2 =3,6 км/с соответственно.

Задача 3. УЗ падает на границу раздела ткань-опухоль и отражается от него. Определить скорость прохождения УЗ волны через ткань, если глубина пролегания границы опухоль-ткань 3см, время прохождения УЗ от излучателя до опухоли и в обратном направлении равно 2 с.

Задача 4. Чему равна частота УЗ волны, распространяющейся в морской воде со скоростью u=1,53 км/с и длиной волны λ=2 см.

Измерение коэффициента вязкости крови с помощью капиллярного вискозиметра

Приборы и принадлежности: капиллярный вискозиметр, исследуемая и эталонная жидкости.

Схема современного медицинского вискозиметра показана на рис.

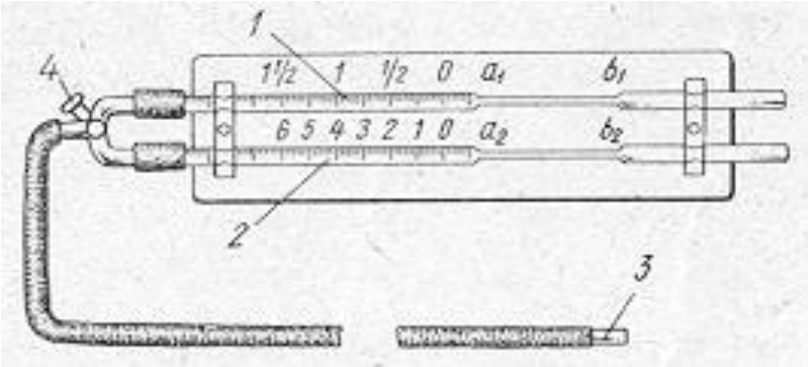


Схема медицинского вискозиметра

Капилляр $a_1в_1$ соединен последовательно с трубочкой 1, а капилляр $a_2в_2$ с трубочкой 2. Сами трубочки 1 и 2 подведены к общему крану 4. На трубочки 1 и 2 нанесены штрихи миллиметровой и сантиметровой шкалы. Открывая с помощью крана 4 последовательно капилляры и прикладывая к стеклянной трубочке 3 физиологические усилия, заполняются поочередно один капилляр водой, а другой исследуемой жидкостью (кровью) до отметки 0. После этого, открыв обе трубочки с помощью крана 4, одновременно перемещают жидкости до тех пор пока кровь не достигнет, например, цифры 3, а вода – до другой отметки в своей трубке. Из-за разницы в значениях коэффициентов вязкости крови η и воды η_o расстояния l, l_o, которые проходят жидкости, будут отличаться друг от друга, несмотря на то, что силы, приложенные к ним, одинаковы. Измерив расстояния l, l_o, которые прошли жидкости, по формуле (5) вычисляется искомый коэффициент вязкости крови в относительных единицах.

Измерения вязкости повторить три раза. Определить среднее значение вязкости $\bar{\eta}$, абсолютную ошибку каждого измерения $\Delta\eta_i$, среднюю арифметическую погрешность $\bar{\Delta\eta}$. Результаты измерений занести в таблицу

Жидкость	l_o	l	η_o	η	$\bar{\eta}$	$\bar{\Delta\eta}$

Приложение 3

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дагестанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО ДГМУ Минздрава России)

Кафедра биофизики, информатики и медаппаратуры

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
Р.М.Абдулгалимов_____
«__»_____ 2021г.

Методические рекомендации преподавателю по теме практического занятия: «Измерение аналога электрокардиограммы на модельной электрической схеме».

Время - 90мин.

Тема занятия: Измерение аналога электрокардиограммы на модельной электрической схеме.
Цель занятия: Изучение теории электрокардиографии.
Формирование умений: а) распознавать нормальные электрокардиограммы; б) собирать модельные электрические схемы и выполнять на них измерения зависимости разности потенциала на различных отведениях от величины модельного дипольного момента сердца; в) строить графики на основе результатов измерений.

Мотивация темы: В настоящее время метод ЭКГ - один из широко распространенных и информативных методов клинической диагностики, совершенно безвредный для пациента. Электрокардиограф – изделие медицинское электрическое (и связанные с ним электроды), предназначенное для получения электрокардиограмм для диагностики.
Теория занятия преследует цель формирования унифицированных знаний у студентов.

Хроника занятия:
- Вступительное слово – 3 мин.
- контроль знаний в форме тестирования – 15 мин.
- объяснение новой темы – 30 мин.
- выполнение лабораторной работы и решение задач – 30 мин.
- Заключение – 5 мин.

Оборудование:
- Условная модель туловища человека;
- Делитель напряжения;
- Выпрямитель;
- Эмалированная кювета;
- Комплект из пяти проводов.

План занятия

Контроль исходного уровня знаний, необходимых для изучения данной темы.

Тестовые задания.

1.Электрический диполь представляет собой:

а) систему из двух разноименных зарядов;

б) систему из двух одноименных зарядов;

+в) систему из двух равных по величине, но различных по знаку зарядов, расположенных на некотором расстоянии друг от друга;

г) систему из двух разных по величине, но одинаковых по знаку зарядов, расположенных на некотором расстоянии друг от друга.

2. Энергетическая характеристика электрического поля

+ а) потенциал;

б) сила тока;

в) напряжение;

г) напряженность.

3. Единица измерения потенциала.

а) Вт

б) А

+в) В

г) Ом.

4. Силовая характеристика электрического поля

а) потенциал;

б) сила тока;

в) напряжение;

+г) напряженность.

5. Напряженность определяется по формуле:

а) E=F/q

б) E=F/S

в) U=F/q

г) U=F/S.

6. Основная характеристика диполя

+а) дипольный момент

б) электрический диполь

в) напряженность

г) диполь.

7. Единица измерения напряжения в СИ

а) А

б) мА

+в) В

г) Вт.

8. Тела, не проводящие электрический ток, называются?

а) электролитами

б) диэлектриками

в) полупроводниками

+г) проводниками.

9. Разностью потенциалов между двумя точками поля называют:

+а) отношение работы, совершаемой силами поля при перемещении точечного положительного заряда из одной точки поля в другую, к этому заряду;

б) отношение работы, совершаемой силами поля при перемещении точечного отрицательного заряда из одной точки поля в другую, к этому заряду.

10. Единица измерения разности потенциалов

а) Кл/кг

+б) Дж/Кл

в) Н/Кл
г) Н/кг.

Объяснение новой темы:
Электрокардиография (ЭКГ) метод графической регистрации характеристик электрического поля сердца и их изменений в процессе сердечных сокращений. По виду и особенностям соответствующей кривой *электрокардиограммы* можно судить о деятельности сердца и ее нарушениях.

В настоящее время метод ЭКГ один из широко распространенных и информативных методов клинической диагностики, совершенно безвредный для пациента. Соответствующие регистрирующие приборы электрокардиографы просты в эксплуатации, портативные и являются наиболее доступными и массовыми медицинскими приборами.

Метод ЭКГ представляет собой одну из разновидностей *медицинской электрографии* вообще; другими ее разновидностями являются электроэнцефалография (ЭЭГ) регистрация электрической активности головного мозга, электромиография (ЭМГ), изучающая электрическую активность мышц, и другие методы. Однако методы ЭЭГ, ЭМГ требуют более сложных приборов и применяются лишь в условиях крупных клиник и лабораторий.

Все чаще метод ЭКГ применяется в комплексе с другими электрофизическими методами диагностики медицинской реографии, фонокардиографией, сфигмографией. Быстро развивается сейчас магнитокардиография (МКГ) метод регистрации магнитного поля сердца. МКГ дополняет метод ЭКГ и имеет перед ним ряд важных преимуществ.

Методы электрографии, в том числе ЭКГ, ЭЭГ, ЭМГ и другие, широко применяются также в физиологических исследованиях с использованием более чувствительных регистрирующих приборов и техники измерений.

2. Электрическое поле сердца. Сердце как диполь

Источником электрического поля сердца являются электрические заряды ионы, распределенные сложным образом в клетках и межклеточном пространстве миокарда. Картина эквипотенциальных линий электрического поля изображена на рис. 1 (в момент сокращения желудочков). Вид этих линий напоминает поле, создаваемое электрическим диполем (рис. 2).

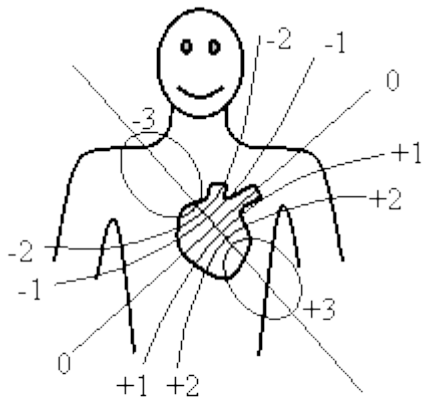


Рис. 1

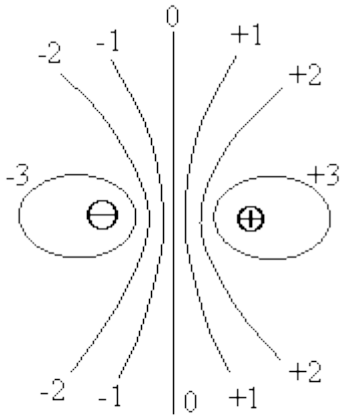


Рис. 2

Электрический диполь в физике это два близко расположенных заряда разного знака, равных по абсолютной величине (-*q* и +*q*). Основной физической величиной для диполя является *вектор электрического момента диполя* $\vec{\varepsilon}$, равный по величине произведению

$$\varepsilon = q\ell, \quad (1)$$

где ℓ расстояние между зарядами. При этом вектор $\vec{\varepsilon}$ направлен вдоль оси диполя АА от

отрицательного заряда (-*q*) к положительному (+*q*) (рис. 3).

Электрическое поле диполя (рис. 2) в любой удаленной точке полностью определяется вектором $\vec{\varepsilon}$. Так, значение потенциала □ в некоторой точке М, удаленной на большое расстояние *r* от диполя,

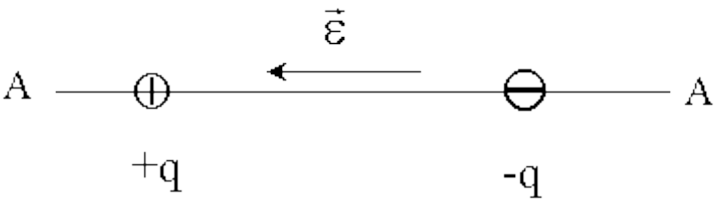


Рис. 3

$$\varphi = \frac{k\varepsilon_r}{r^2} \quad (2)$$

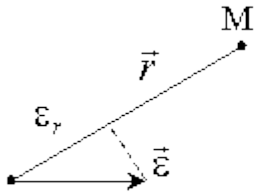


Рис. 4

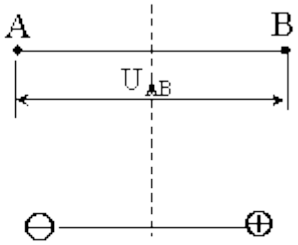


Рис. 5

зависит от проекции ε_r вектора $\vec{\varepsilon}$ на направление радиус-вектора точки М $\vec{r}$ (рис. 4); *k* коэффициент пропорциональности, зависящий от диэлектрической проницаемости среды, окружающей диполь, и от выбора системы единиц.

Из формулы (2) можно получить следующее важное для дальнейшего свойство электрического поля диполя: напряжение (разность потенциалов) U_{AB} между двумя равноудаленными от диполя точками (А и В, рис. 5) прямо пропорционально проекции $\vec{\varepsilon}_{AB}$ вектора $\vec{\varepsilon}$ на направление АВ:

$U_{AB} = k\,\vec{\varepsilon}_{AB}$. (3)

3. Вектор дипольного момента сердца и его изменение во время сердечного цикла.

Основная задача метода ЭКГ

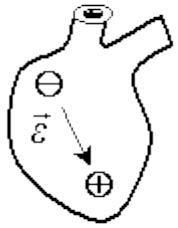


Рис. 6

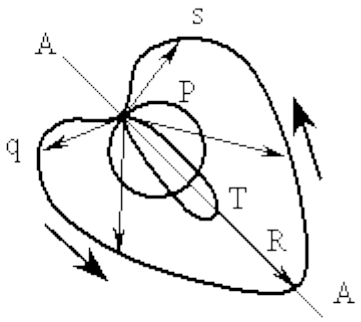


Рис. 7

В простейшей теории ("теория Эйнштейна") сердце в электрическом отношении считают диполем, находящимся в однородной среде, которой приближенно являются окружающие сердце ткани. Поэтому за основную электрическую характеристику сердца принимают вектор дипольного момента сердца $\vec{\varepsilon}$ (рис. 6), в дальнейшем ДМС.

В течение цикла сердечного сокращения (ЦСС) вектор $\vec{\varepsilon}$ непрерывно изменяется по величине и направлению, приближенно оставаясь во фронтальной плоскости тела. Эти изменения связаны с процессами де и реполяризации клеточных мембран и целых участков ткани миокарда, сопровождающих механические сокращения сердечной мышцы. За время одного ЦСС конец вектора ДМС $\vec{\varepsilon}$ движется по почти плоской кривой, состоящей из трех замкнутых частей

"петель" (рис. 7): *P, qRs, T*. Эту кривую обычно называют *вектор-кардиограммой* (ВКГ) пациента. При этом начало вектора $\vec{\varepsilon}$ условно считают фиксированным (обычно в точке, расположенной в межпредсердечной перегородке, около верхушки сердца). Направление движения конца вектора $\vec{\varepsilon}$ на рис. 7 указано жирными стрелками.

Каждая часть этой кривой (*P, qRs, T*) связана со вполне определенной электрической фазой ЦСС ("петл*я*" P с возбуждением предсердий, "петля" *qRs* и *T* с процессами де и реполяризации желудочков). При этом максимальное по величине значение вектора $\vec{\varepsilon}$ имеет в положении *R* (рис. 7), соответствующем стадии наибольшей поляризации желудочковых отделов миокарда. Это положение вектора $\vec{\varepsilon}$ определяет направление *электрической оси* сердца АА, в норме почти совпадающее с анатомической осью сердца.

Аномальные изменения нормы, амплитуды "Петель" *P, qRs, T* или скорости движения по кривой конца вектора $\vec{\varepsilon}$, как правило, связаны с наличием вполне определенной патологии в работе сердца пациента и имеют, следовательно, большое диагностическое значение. Например, "задержка" начала движения вектора $\vec{\varepsilon}$ по петле *qRs* (после окончания движения по петле *P*) сверх обычных 0, 15 *с* может быть признаком нарушения в проведении электрических импульсов возбуждения от предсердий к желудочкам по соответствующим нервным волокнам ("блокада" артриовентрикулярного типа")*.

Учитывая изложенное выше, можно сформулировать основную задачу метода ЭКГ как получение максимально возможной информации о направлении вектора ДМС и его изменении в течение ЦСС, то есть получение полной кривой ВКГ пациента и ее анализ.

Эта задача решается непосредственно в специальной разновидности метода ЭКГ векторной электрокардиографии. В обычном методе ЭКГ информацию о векторе ДМС получают косвенно, восстанавливая вектор $\vec{\varepsilon}$ по величине его проекций (см. п.4).

4. Физический смысл электрокардиограммы.

Отведения

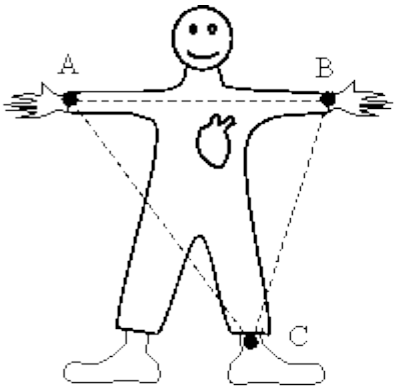


Рис. 8

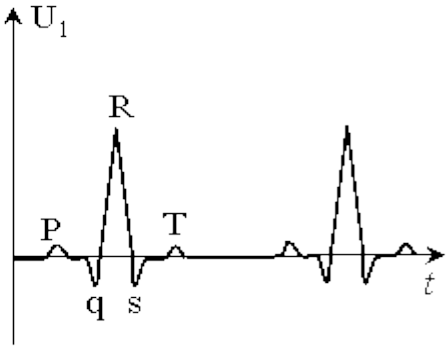


Рис. 9

Для получения сведении о векторе ДМС $\vec{\varepsilon}$ в методе ЭКГ измеряют электрическое напряжение (то есть разности потенциалов) U_k (где $k = 1, 2, 3, \square$) между парами фиксированных точек на поверхности тела пациента. Каждое *k* е измерение, производимое с наложением электродов в соответствующих очках тела, принято называть *отведением*. Графическая кривая, определяющая зависимость этих напряжений от времени, $U_k(t)$, называется электрокардиограммой (кривой ЭКГ) в отведении номер *k*.

Три основные отведения I, II, III получаются (предложено Эйнтховеном), когда в качестве точек, между которыми измеряются напряжения, берутся следующие: точка А на правой

руке, B на левой руке, C на левой ноге, причем эти точки образуют (приближенное) вершины равностороннего треугольника ABC, в центре O которого находится сердце (рис. 8). Зависимость от времени напряжения U_{AB} между точками A и B $U_1(t)$ соответствует отведению I, U_{AC} ($U_2(t)$) отведению II и U_{BC}($U_3(t)$) отведению III. Схематически вид кривой ЭКГ здорового человека в отведении I представлен на рис. 9.

Поскольку точки A, B, C равно удален от сердечного "диполя" (рис. 8), то на основании формулы (3) вид кривой ЭКГ, $U_k(t)$, приближенно соответствует зависимости $\varepsilon_k(t)$ проекции вектора ДМС на соответствующее направление от времени:

$U_k(t)$ □ $\varepsilon_k(t)$, (4)

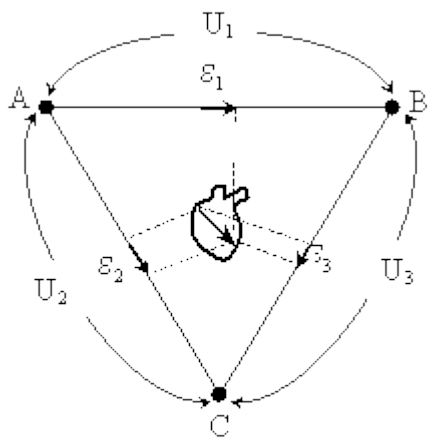


Рис. 10

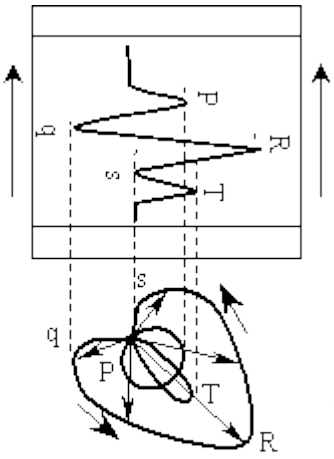


Рис. 11

а отношение напряжений U_1: U_2: U_3 в фиксированный момент времени равно отношению □ $_1$: □$_2$: □ $_3$ проекций вектора $\vec{\varepsilon}$ на направлении AB, AC и BC (рис. 10):

U_1: U_2: U_3 = □ $_1$: □$_2$: □ $_3$. (5)

Кривая ЭКГ (рис. 9) состоит из трех характерных зубцов *P, qRs, T*, разделенных промежутками нулевого потенциала и повторяющихся с периодом сердечных сокращений. Эти зубцы соответствуют трем замкнутым "петлям" кривой ВКГ (рис. 11). Поэтому из сравнения кривых ЭКГ в I, II, III отведениях нетрудно получить представление о направлении вектора ДМС $\vec{\varepsilon}$ в каждый момент времени, то есть решить основную задачу метода ЭКГ (см. п. 3). Например, сопоставляя относительные величины зубцов *R* в трех отведениях, можно легко определить положение электрической оси сердца AA (рис. 7), что часто имеет важное значение для диагностики сердечных заболеваний.

Для получения дополнительной информации об электрической активности сердца в настоящее время используются также другие отведения ЭКГ, например, *усиленные отведения* от конечностей (*aVR, aVL, aVF*), а также комплекс *грудных отведений* (*V*). Так, в отведении *aVR* (от правой руки) "снимается" напряжение $U_{A(BC)}$ между точкой A и общей точкой (BC) (рис. 8), то есть электроды, прикладываемые в точках B и C, соединяются между собой проводником ("закорачиваются". Аналогично отведение *aVL* (от левой руки) соответствует напряжению $U_{B(AC)}$, а отведение *aVF* (от левой ноги) напряжению $U_{C(AB)}$.

С целью получения ЭКГ в грудном отведении необходим дополнительный электрод; он накладывается на поверхность грудной клетки в области расположения сердца (точка O на рис. 8). При этом снимается напряжение $U_{O(ABC)}$ между точкой O и общей точкой конечностей (ABC). Вид кривой ЭКГ очень чувствителен к месту расположения грудного электрода ввиду непосредственной близости сердца. Поэтому на практике снимают целый ряд грудных отведений, прикладывая специальный электрод (с резиновой присоской) во вполне определенных анатомических точках грудной поверхности.

Наконец, для получения кривой ЭКГ высокого качества еще один электрод присоединяется

к правой ноге пациента; он соединяется с корпусом измерительного прибора с заземлением.

Таким образом, принятая в современной клинической практике система электрографического обследования предполагает получение 6 основных (I, II, III, *aVR, aVL, aVF*) и 6 грудных V_1 V_6) отведений, для чего на пациента накладывается 5 металлических электродов (4 на конечности и один на грудь). Обычно в приборах, регистрирующих ЭКГ, каждый из подсоединяемых к электродам 5-ти "кабелей"проводников окрашен в определенный цвет (см. п. 5); при этом регистрация кривой ЭКГ в любом отведении происходит автоматически при выборе соответствующего положения переключателя отведений в приборе.

Порядок выполнения работы.

Практическая часть данной работы посвящена экспериментальной проверке теории Эйнтховена. Она включает этап подготовки установки, этап выполнения измерений и этап построения графиков.Измерения проводятся с использованием электрической модели сердца, которая позволяет произвести измерения разности потенциалов, создаваемых в проводящей структуре искусственным токовым диполем.

В эмалированной кювете помещают модель туловища человека. Модель смачивается слабым солевым раствором или чистой водой. На модели начерчены контуры трех петель, которые описываются концом мгновенного значения электрического вектора сердца за время одного сердечного цикла (см. рис.1.).

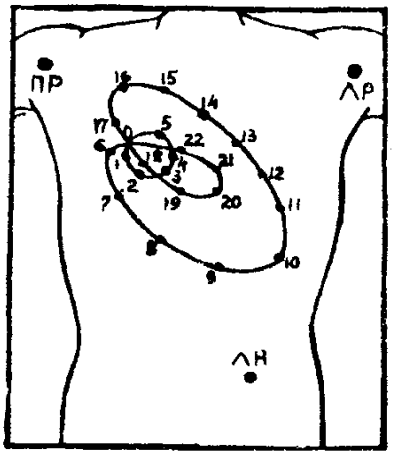


Рис.1.

Вдоль контура петель на равных расстояниях расположены контактные гнезда. В ходе выполнения работы на гнезда с помощью специальных электродов подключенных к делителю напряжения, подается внешнее электрическое поле различной величины. Тем самым в структуре модели формируется токовый диполь, длина и направление электрического момента которого в соответствии с теорией Эйнтховена испытывают изменения. Кроме названных гнезд на модели расположены три дополнительные контактные гнезда, соответствующие вершинам треугольника Эйнтховена: ЛР, ПР, ЛН.

Принципиальная схема экспериментальной установки показана на рис. 13. В процессе выполнения работы к переключателям отведений модели может быть подключен, как это показано на рис. 13, осциллограф или милливольтметр. В данной работе в качестве измерительного прибора используется милливольтметр. Собрать экспериментальную установку в соответствии со схемой, показанной на рис.13. Процесс измерений на первом этапе сводится к подаче с помощью делителя напряжения к точкам начала и конца аналога электрического вектора сердца, как это показано на рис.2. На втором этапе измеряется напряжение, наблюдаемое на взятом отведении при подаче напряжения от делителя последовательно на точки 0-1, точки 0-2, точки 0-3 и т.д. Измеряемое при этом напряжение соответствует величине ординаты модельной кривой ЭКГ. Результаты измерений заносятся в таблицу.

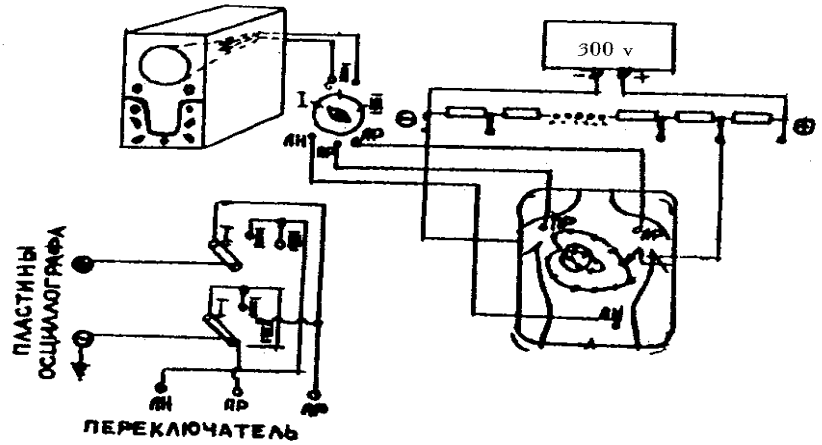


Рис.2.

№ контакта	Напряжение на контакте	Ординаты I отведения	Ординаты II отведения	Ординаты III отведения
0-1				
…				
….				

Построение графика. Петли и зубцы P,QRS, T на ЭКГ разделены участками нулевого потенциала. Эти интервалы, высота и форма зубцов на ЭКГ имеют характерные размеры. Продолжительность сердечного цикла составляет в среднем 0,9 сек. Длительность нулевых интервалов и зубцов ЭКГ заданы в таблице.

	Сек	деление
интервал нулевого потенциала	0,12	4
зубец P	0,09	3
интервал нулевого потенциала	0,09	3
зубец QRS	0,12	4
интервал нулевого потенциала	0,09	3
зубец T	0,18	6
интервал нулевого потенциала	0,21	7

Нарисовать на миллиметровой бумаге прямоугольную систему координат. Выбрать ось абсцисс в качестве оси времени, а ось ординат – в качестве оси напряжения. Разделить ось времени на 30 отрезков, ось напряжения на 12 равных отрезков. Длина каждого отрезка на обоих осях взять равным 0,5 см. Выбрать начало координат, как это показано на рис. 8. Отрезки на оси времени пронумеровать от 0 до 30. Принять всю длину оси времени в 30 отрезков, равной длительности сердечного цикла 0,9 с. В этом масштабе длина каждого отрезка на оси абсцисс станет равной 0,9с/30=0,03 с. Выделить на оси времени нулевые и зубцовые интервалы в соответствии с их шириной, приведенной в таблице. Так ширина крайнего левого (первого) интервала нулевого потенциала складывается из 4 отрезков (см. табл.). Это число отрезков определяется как отношение всей ширины первого нулевого потенциала 0,12 на ширину одного отрезка 0,03. Зубцовые интервалы в свою очередь разделить на равные отрезки, число которых соответствует числу измерений внутри каждой петли (зубцового интервала). После этого последовательно нанести измеренные значения напряжения на координатную плоскость. Провести плавные кривые по всем точкам. Чтобы иметь полную модельную ЭКГ необходимо соединить кривые изменения напряжения горизонтальными линиями нулевого потенциала, как это показано на рис. 3. Произвести измерение модельных ЭКГ на двух других отведениях.

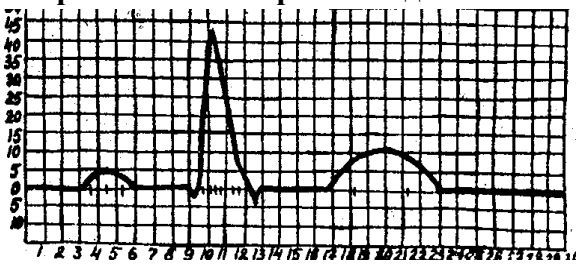


Рис. 3. ***Сравнение реально наблюдаемой ЭКГ (примерный ее вид показан на рис. 9) и ЭКГ, измеренной на модельной структуре (рис.14), обнаруживает достаточно близкое сходство. Этот результат является убедительным доказательством справедливости теории Эйнтховена.***

Вопросы для самоконтроля

1. Каким методом, пассивным или активным, является электрокардиография? Представляет ли этот диагностический метод опасность для здоровья пациентов?

2. Какую физическую величину измеряют в электрокардиографии?
3. Объясните природу возникновения разности потенциалов между двумя точками тела человека (или животного), называемую *биопотенциалом*.
4. Почему в теории *Эйнтховена* сердце в электрическом отношении считают диполем?
5. Какую физическую величину называют *дипольным моментом* сердца?
6. Как дипольный момент изменяется в ходе цикла сердечного сокращения?
7. Какие виды *отведений* в электрокардиографии вам известны?
8. С какой целью врачи снимают электрокардиограммы одновременно с нескольких отведений?

Литература

1. Ремизов А.Н., Максина А.Г., Потапенко А.Я. Медицинская и биологическая физика. М., «Дрофа», 2014.
2. Физика и биофизика. Под ред. проф. М.В. Антонова. Москва, «ГЭОТАР-Медиа», 2009, с. 272-282.
3. Руководство к практическим и лабораторным занятиям по физике и математике. Махачкала, 2016.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дагестанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО ДГМУ Минздрава России)

Кафедра биофизики, информатики и медаппаратуры

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
Р.М.Абдулгалимов_____
«_21_»_августа_____ 2021г.

Методические рекомендации преподавателю
по теме практического занятия:
«Устройство и принцип действия оптического микроскопа.
Применение микроскопа для измерения размеров малых предметов».

Время - 90мин.

Тема занятия: Устройство и принцип действия оптического микроскопа.
Применение микроскопа для измерения размеров малых предметов.
Цель занятия: Изучение устройства микроскопа и окулярно-винтового микрометра, основных характеристик микроскопа, специальных приемов микроскопии.
Формирование умений: Научиться определять характеристики и параметры микроскопа, проводить измерения микроскопируемых объектов.
Мотивация темы: Технология микроскопирования открыла новые возможности в медицинской и лабораторной практике. Сегодня без специальной оптики не обходятся ни диагностические исследования, ни оперативные вмешательства. Наиболее значима роль микроскопов в стоматологии, офтальмологии, микрохирургии. Речь идёт не просто об улучшении видимости и облегчении работы, а о принципиально новом подходе

к проведению исследований и операций.
Теория занятия преследует цель формирования унифицированных знаний у студентов.
Хроника занятия:
- Вступительное слово – 3 мин.
- контроль знаний – 15 мин.
- объяснение новой темы – 30 мин.
- выполнение лабораторной работы – 30 мин.
- Заключение – 5 мин.

Оборудование:
- Микроскоп;
- оккулярно-винтовой микрометр;
- дифракционная решетка;
- предмет малых размеров.

План занятия

Основные вопросы темы:
1.Геометрическая оптика тонких линз
2.Микроскоп-как система тонких линз
3.Понятие апертурного угла и числовой апертуры
4.Понятие предела разрешения микроскопа
5.Полное увеличение микроскопа
6.Полезное увеличение микроскопа
7.Окулярный микрометр, цена деления
8.Измерение микрообъекта

Методы обучения и преподавания.

1. Разбор теории со всей группой.
2. Работа в малых группах (знакомство с прибором, определение цены деления винтового окулярного микрометр, размеров микрообъекта, апертуры микроскопа, полезного и полного увеличения микроскопа, предела разрешения.)

Оценка выполнения работы.
Сегодня сфера применения микроскопа огромна и универсальна. Этот прибор широко применяется в медицине и для учебных целей, в промышленности, с его помощью осуществляются различные исследования. Различаются микроскопы по сфере применения и конструкции.

В зависимости от предназначения микроскопы подразделяются на:

- лабораторные;
- стоматологические;
- хирургические;
- офтальмологические;
- отоларингологические.

Оптические системы для проведения биохимических, гематологических, дерматологических, цитологических исследований функционально отличаются от медицинских. Самыми совершенными и мощными признаны офтальмологические микроскопы — с их помощью удалось совершить радикальный прорыв в лечении катаракты, дальнозоркости, близорукости, астигматизма. Операции на микронном уровне, проводимые под 40-кратным увеличением, по инвазивности сопоставимы с уколом, пациент

восстанавливается после операции за считанные дни.

Биологические микроскопы применяются для лабораторных исследований в санитарно-эпидемиологических, ветеринарных службах, а также в медицинских учреждениях, занимающихся деятельностью в экологической и биологической сфере. В микроскопах этого типа используется методика фазового контраста, то есть темные и светлые поля.

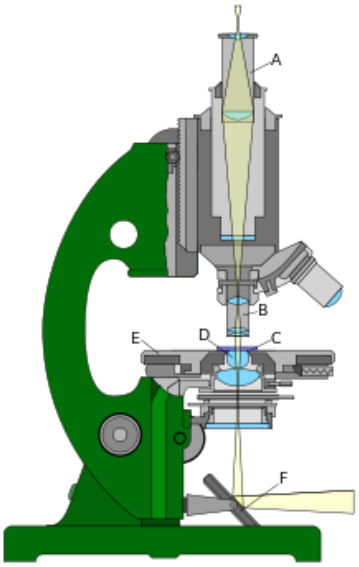
Бинокулярные микроскопы – это вид биологических микроскопов. Применение технологии отражения света позволяет получать объемную картинку.

В медицинских учреждениях с помощью микроскопов при проведении диагностики и лабораторных анализов исследуются биологические материалы (цитология, гематология, дерматология). Операционные микроскопы помогают при проведении операций в офтальмологии, стоматологии, оториноларингологии, нейрохирургии и гинекологии.

В гинекологии сегодня применяют мини-микроскоп, позволяющий по образцу слюны женщины определить, какие дни благоприятны для зачатия, а какие - нет в течение менструального цикла. Этот оптический прибор размером с губную помаду очень удобен и предназначен для применения как в медицинских учреждениях, так и в домашних условиях.

В медицине наиболее распространены оптические микроскопы. Изображения, полученные с их помощью, даже при многократных увеличениях, имеют четкость и высокое качество.

Микроскоп (от микро... и греч. skopéo — смотрю), оптический прибор для получения сильно увеличенных изображений объектов (или деталей их структуры), невидимых невооружённым глазом. Человеческий глаз представляет собой естественную оптическую систему, характеризующуюся определённым разрешением, т. е. наименьшим расстоянием между элементами наблюдаемого объекта (воспринимаемыми как точки или линии), при котором они ещё могут быть отличены один от другого. Для нормального глаза при удалении от объекта на т. н. расстояние наилучшего видения (D = 250 мм) минимальное разрешение составляет примерно 0,08 мм (а у многих людей — около 0,20 мм). Размеры микроорганизмов, большинства растительных и животных клеток, мелких кристаллов, деталей микроструктуры металлов и сплавов и т. п. значительно меньше этой величины. Для наблюдения и изучения подобных объектов и предназначены микроскопы различных типов. С помощью микроскопа определяют форму, размеры, строение и многие другие характеристики микрообъектов. микроскоп даёт возможность различать структуры с расстоянием между элементами до 0,20 мкм.Микроскоп - оптико-механический прибор основной функциональной частью которого является его оптическая система.



Устройство оптического микроскопа: A — окуляр; B — объектив; C — объект; D — конденсор; E — предметный столик; F — зеркало.

Ход лучей в микроскопе показан на рис. 2., стр. 142 руководства к практическим и лабораторным занятиям по математике и физике. Наглядно показывается всё на доске с участием студента.

Порядок выполнения работы.

Определение цены деления окулярно-винтового микрометра.

Для определения цены деления окулярно-винтового микрометра используется объект с эталонной шкалой. Цена деления шкалы задана.

В качестве такого объекта в данной работе используется дифракционная решетка с известным периодом **c.** Она представляет собой стеклянную пластинку, на которую через равные промежутки **a** нанесены параллельные непрозрачные штрихи шириной **b**. Величина c=a+b называется периодом решетки.

Задание 1. положите дифракционную решетку на предметный столик микроскопа. В микроскопе окуляр должен быть заменен на окулярно-винтовой микрометр.

б. получите четкое изображение дифракционной решетки в окуляре микрометра в форме параллельных друг другу узких полос..

в. поворачивая предметный столик микроскопа, добейтесь, чтобы полосы на дифракционной решетке были параллельны одной из линий перекрестия, видимого в окуляр микрометра.

г. вращая барабан микрометра, установите одну из линий (или точку) перекрестия окулярно-винтового микрометра на границу между полосами дифракционной решетки и снимите показание n_1 окулярного микрометра.

д. переместив линию (точку) перекрестия на N полос дифракционной решетки снимите показание n_2 окулярного микрометра.

е. Определите цену деления окулярного микрометра по формуле $\delta = c \cdot N/(n_2 - n_1)$.

ж. определите величину δ несколько раз для разных N. Вычислите среднее значение цены деления микрометра $\bar{\delta}$.

Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу.

N	c, мкм	n_1	N_2	$n_2 - n_1$	N	δ, мкм	$\bar{\delta}$
1							
2							

Задание 2.

Определение толщины волоса .

Порядок выполнения задания 2

а. положите на предметный столик свой волос.

б. получите четкое изображение волоса в окуляре микрометра.

в. поворачивая предметный столик микроскопа добейтесь того, чтобы изображение волоса было параллельно одной из линий перекрестия окулярного микрометра.

г. вращая барабан микрометра, установите одну из линий или точку перекрестия окулярно-винтового микрометра на один из краев изображения волоса и снимите показание m_1 окулярного микрометра.

д. переместив точку перекрестия на другую сторону изображения волоса, снимите показание окулярного микрометра m_2.

е. определите толщину волоса по формуле $d=(m_2-m_1)\delta$

ж. определите размеры d несколько раз. После вычислите среднее значение толщины волоса $\bar{d}$.

Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу:

	<δ>	m_1	M_2	$m_2 - m_1$	d, мкм	$\bar{d}$, мкм
1						
2						
3						

з. определите абсолютную и относительную погрешности измерений для толщины волоса с доверительной вероятностью 0,95.

Задание 3.

Оценка увеличения микроскопа.

Зная фокусные расстояния объектива и окуляра $f_1 \approx f_2 \approx 1$ см, найти по формуле (4) примерное число, соответствующее увеличению микроскопа k.

Контрольные вопросы для заключительного контроля знаний

1. Что из себя представляет оптический прибор, предназначенный для получения увеличенного изображения исследуемого объекта ?
2. Какое увеличение дает система объектив-окуляр?
3. Какое увеличение дает объектив?
4. Какое увеличение дает окуляр?
5. Укажите формулу линейного увеличения объектива?
6. Укажите формулу углового увеличения окуляра?
7. Что такое разрешающая способность микроскопа?
8. От чего зависит предел разрешения микроскопа?
9. Формула числовой апертуры ?
10. Показатель преломления воздуха.
11. Оптическая длина тубуса микроскопа.
12. Цена деления винтового окулярного микрометра.
13. Укажите границы длин волн видимого света
14. По какой формуле определяются размеры величины микрообъекта?
15. Что такое оптическая линза?
16. По какой формуле определяется полное увеличение микроскопа?
17. Что такое устройство, у которого пространство между наблюдаемым предметом и объективом заполняется жидкостью с показателем преломления, близким к показателю преломления стекла?
18. Что такое аберрация?
19. Что такое иммерсионный объектив?
20. Пределом разрешения. Разрешающая способность микроскопа.

Литература

1. А.Н.Ремизов, Максина Л.Г., Потапенко А.Я. Медицинская и биологическая физика. М.: «Высшая школа», 2014, с.463-474.
2. Н.М.Ливенцев. Курс физики ч.I. стр. 266-279.
3. Руководство к практическим и лабораторным занятиям по физике и математике. Махачкала, 2016.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дагестанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО ДГМУ Минздрава России)

Кафедра биофизики, информатики и медаппаратуры

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
Р.М.Абдулгалимов_____
«_21_»__августа_____ 2021г.

Методические рекомендации преподавателю
По теме практического занятия: «Оптическая система глаза и ее характеристики. Недостатки оптической системы глаза и их устранение. Биофизические основы зрительной рецепции».

Время - 90мин.

Тема занятия: Оптическая система глаза и ее характеристики. Недостатки оптической системы глаза и их устранение. Биофизические основы зрительной рецепции
Цель занятия: Освоение знаний об устройстве оптической системы глаза, роли анатомических структур глаза в формировании изображения предметов на сетчатке, об основных параметрах оптической системы глаза, о недостатках оптической системы глаза и методах их устранения с помощью оптических устройств и о биофизических основах зрительной рецепции.
Формирование умений: а. оценить величину изображения предмета на сетчатке глаза; б. находить остроту зрения; в. оценить недостатки оптической системы глаза.
Мотивация темы заключается в возможностях современной медицины, в частности о современных диагностических, терапевтических и оперативных возможностях современной медицинской науки позволяющих не только сохранить, но и вернуть утраченные зрительные функции.
Теория занятия преследует цель формирования унифицированных знаний у студентов.

Хроника занятия:
- Вступительное слово – 3 мин.
- контроль знаний в форме тестирования – 15 мин.
- объяснение новой темы – 30 мин.
- выполнение лабораторной работы и решение задач – 30 мин.
- Заключение – 5 мин.

План занятия
Контроль исходного уровня знаний, необходимых для изучения данной темы.

Тестовые задания.

1. **Предмет размером 20 см расположен на расстоянии 700 м от глаза. Увидит ли человек какие-либо детали этого предмета?**

- увидит
- не увидит +
- увидит верхнюю половину предмета
- увидит нижнюю половину предмета
- среди ответов нет правильного

2. Каков минимальный угол зрения, исходя из дифракции?

- 1' +
- 2'
- 3'
- 4'
- 5'

3. Школьник, читая книгу без очков, держит её на расстоянии 20 см от глаз. Какие очки должен носить школьник?

- -2 дптр
- +2 дптр
- +1 дптр
- -1 дптр +
- среди ответов нет правильного

4. Человек переводит взгляд с неба на раскрытую книгу.Как изменится оптическая сила хрусталика? считайте, что книга расположена на рассоянии наилучшего зрения d_0=25 см.

- на 2,5 дптр
- на 0,25 дптр
- на 4 дптр +
- на 0,4 дптр
- среди ответов нет правильного

5. Расстояние до Луны равно 3476 км. Какова площадь изображения полной Луны на сетчатке? Сколько примерно палочек возбуждается эти м изображением? Под каким углом зрения видна Луна?

- $1{,}9*10^{-2}$ мм^2;1000;32' +
- $1{,}9*10^{-2}$ мм^2;1500;52'
- 1,9*10-^{2} мм^2;2000;62'
- 3,4*10-^{2} мм^2;1000;32'
- среди ответов нет правильного

6. При помощи собирающей линзы с фокусным расстоянием 6 см получают мнимое изображение рассматриваемой монеты на расстоянии 18 см от линзы. На каком расстоянии от линзы помещена монета?

- 0,045 см
- 0,045 м +
- 0,45м
- 0,18 м
- среди ответов нет правильного

7. Свеча находится на расстоянии 12,5 см от собирающей линзы, оптическая сила которой равна 10 дптр. На каком расстоянии от линзы получается изображение свечи?

- 0,5 м +
- 0,5 см
- 0,125 м
- 0,125 см
- среди ответов нет правильного

8. Каково фокусное расстояние собирающей линзы, дающей мнимое изображение предмета, помещенного перед ней на расстоянии 0,4 м? Расстояние от линзы до изображения 1,2 м.

- 1,2 м
- 0,4 м
- 0,6 м +
- 0,6 см
- среди ответов нет правильного

9. Точка S находится на главной оптической оси рассеивающей линзы. Фокусное расстояние линзы 40 см, а расстояние от линзы до изображения точки 30 см. На каком расстоянии от линзы расположена точка S?

- 0,4 м
- 0,3 м
- 1,2 см
- 1,2 м +
- среди ответов нет правильного

10. На каком расстоянии от рассеивающей линзы с оптической силой — 4 дптр надо поместить предмет, чтобы его мнимое изображение получилось в 5 раз меньше самого предмета?

- 2 м
- 1 м +
- 4 м
- 5 м
- среди ответов нет правильного

11. Перед рассеивающей линзой с фокусным расстоянием 0,2 м на расстоянии 10 см от нее поставлен предмет. На каком расстоянии от линзы получается его изображение?

- 0,2 м
- 0,1 м
- 10 см
- 0,07 м +
-

Органом зрения человека являются глаза, которые во многих отношениях представляют собой весьма совершенную оптическую систему.

В целом глаз человека – это шарообразное тело диаметром около 2,5 см, которое называют глазным яблоком. Непрозрачную и прочную внешнюю оболочку глаза называют склерой, а ее прозрачную и более выпуклую переднюю часть - роговицей. С внутренней стороны склера покрыта сосудистой оболочкой, состоящей из кровеносных сосудов, питающих глаз. Против роговицы сосудистая оболочка переходит в радужную оболочку, неодинаково окрашенную у различных людей, которая отделена от роговицы камерой с прозрачной водянистой массой. В радужной оболочке имеется круглое отверстие, называемое зрачком, диаметр которого может изменяться. Таким образом, радужная оболочка играет роль диафрагмы, регулирующей доступ света в глаз. При ярком освещении зрачок уменьшается, а при слабом освещении - увеличивается. Внутри глазного яблока за радужной оболочкой расположен хрусталик, который представляет собой двояковыпуклую линзу из прозрачного вещества с показателем преломления около 1,4. Хрусталик окаймляет кольцевая мышца, которая может изменять кривизну его поверхностей, а значит, и его оптическую силу.

Сосудистая оболочка с внутренней стороны глаза покрыта разветвлениями светочувствительного нерва, особенно густыми напротив зрачка. Эти разветвления образуют сетчатую оболочку, на которой получается действительное изображение предметов, создаваемое оптической системой глаза. Пространство между сетчаткой и хрусталиком заполнено прозрачным стекловидным телом, имеющим студенистое строение. Изображение предметов на сетчатке глаза получается перевернутое. Однако деятельность мозга, получающего сигналы от светочувствительного нерва, позволяет нам видеть все предметы в натуральных положениях.

Когда кольцевая мышца глаза расслаблена, то изображение далеких предметов получается на сетчатке. Вообще устройство глаза таково, что человек может видеть без напряжения предметы, расположенные не ближе 6 метров от глаза. Изображение более близких предметов в этом случае получается за сетчаткой глаза. Для получения отчетливого изображения такого предмета кольцевая мышца сжимает хрусталик всё сильнее до тех пор, пока изображение предмета не окажется на сетчатке, а затем удерживает хрусталик в сжатом состоянии. Таким образом, «наводка на фокус» глаза человека осуществляется изменением оптической силы хрусталика с помощью кольцевой мышцы. Способность оптической системы глаза создавать отчетливые изображения предметов, находящих на различных расстояниях от него, называют аккомодацией (от латин. «accommodatio» - приспособление). При рассматривании очень далеких предметов в глаз попадают параллельные лучи. В этом случае говорят, что глаз аккомодирован на бесконечность.

Аккомодация глаза не бесконечна. С помощью кольцевой мышцы оптическая сила глаза может увеличиваться не больше чем на 12 диоптрий. При долгом рассматривании близких предметов глаз устает, а кольцевая мышца начинает расслабляться и изображение предмета расплывается.

Глаза человека позволяют хорошо видеть предметы не только при дневном освещении. Способность глаза приспосабливаться к различной степени раздражения

окончаний светочувствительного нерва на сетчатке глаза, т. е. к различной степени яркости наблюдаемых объектов, называют адаптацией.

Сведение зрительных осей глаз на определенной точке называется конвергенцией. Когда предметы расположены на значительном расстоянии от человека, то при переводе взгляда с одного предмета на другой между осями глаз практически не изменяется, и человек теряет способность правильно определять положение предмета. Когда предметы находятся очень далеко, то оси глаз располагаются параллельно, и человек не может даже определить движется или нет тот предмет, на который он смотрит. Некоторую роль в определении положения тел играет и усилие кольцевой мышцы, которая сжимает хрусталик при рассматривании предметов, расположенных недалеко от человека.

Решение задач.

1. Предмет расположен на расстоянии 40 см от линзы, имеющей оптическую силу 5 дптр. Вторая линза с оптической силой 6 дптр расположена на расстоянии 60 см от первой линзы. Определите, где находится изображение и каково поперечное увеличение, даваемое оптической системой.

Решение:

F_1=20см

F_2=16см

d_1=40см

l=60см

Г =?

$$\frac{1}{F}=\frac{1}{d_1}+\frac{1}{f_1'}\quad,\quad \text{откуда}\quad d_1'=\frac{d_1F_1}{d_1-F_1}=0.4м$$

считая это изображение предметом для второй линзы, находим

расстояние до неё $d_2=l-f_1=0.2м$

По формуле $\frac{1}{d_2}+\frac{1}{f_2}=\frac{1}{F_2}$ находим $f_2=\frac{d_2F_2}{d_2-F_2}=1м$

Так как $d_1=f_1$ то $Г_1=\frac{f}{d_1}=1$

$$Г_2=\frac{f_2}{d_2}=\frac{1м}{0{,}2м}=5$$

Ответ: Увеличение системы равно 5, так как первая линза не дает увеличения.

2. Увеличение микроскопа □ = 500. Определите оптическую силу объектива, если фокусное расстояние окуляра равно 5 см, а длина тубуса 20 см.

β=500

$f_{0к}$=5см

Δ=20 см=0,2м

Фоб=?

$$\beta=\frac{\ell d_0}{F_1\cdot F_2}\qquad D=\frac{1}{F_2}=\frac{\beta\cdot F_1}{\ell\cdot d_0}$$

$$D=\frac{500\cdot 5\cdot 10^{-2}м}{0{,}2м\cdot 25\cdot 10^{-2}м}=500дптр$$

3. Увеличение микроскопа □ = 500. Определите оптическую силу объектива, если фокусное расстояние окуляра равно 5 см, а длина тубуса 20 см.

β=500
$f_{0к}$=5см
Δ=20 см=0,2м

Фоб=?

$$\beta = \frac{\ell d_0}{F_1 - F_2} \qquad D = \frac{1}{F_2} = \frac{\beta \cdot F_1}{\ell - d_0}$$

$$D = \frac{500 \cdot 5 \cdot 10^{-2}\,м}{0{,}2\,м \cdot 25 \cdot 10^{-2}\,м} = 500\,дптр$$

4. Фокусное расстояние объектива зрительной трубы равно 200 см, окуляра - 10 см. В зрительную трубу наблюдают Луну, угловой диаметр которой при наблюдении невооруженным глазом равен 30'. Под каким углом виден диаметр лунного диска в зрительную трубу?

ψ =30'
F_1=2 м
F_2=0,1 м

φ =?

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{\varphi}{\psi}$$

$$\varphi = \frac{F_1}{F_2}\psi$$

$$\varphi = \frac{2\,м}{0{,}1\,м}30' = 600' = 10^0$$

5. Свет падает на границу раздела двух сред под углом 60° и переходит в оптически более плотную среду. Чему равен угол преломления, если скорость света в одной из разных сред в 1,2 раза больше, чем в другой?

Решение:

$\alpha=60^0$
$n_2>n_1$
$v_1=1.2*v_2$

β=?

$$\frac{Sin\alpha}{Sin\beta} = \frac{v_1}{v_2}$$

$$Sin\beta = \frac{v_2 Sin\alpha}{v_1}$$

$$Sin\beta = \frac{v_2 \cdot Sin60^0}{1.2v_2} = \frac{Sin60^0}{1.2} = \frac{\sqrt{3}}{1.2 \cdot 2} = 0.722$$

$$\beta = 46^0$$

Задачи для самостоятельного решения:

1. Найти на сетчатке размеры изображения предмета высотой H=0,5 м, удаленного от глаза на расстоянии 10 м, при условии, что размеры глазного яблока составляет примерно 0,023 м.
2. Найти остроту зрения при условии, что наименьший угол зрения составляет 5′; 3′; 0,4′.
3. Две точки могут быть разрешены, когда размеры изображения на сетчатке не меньше 5 мкм, что составляет расстояние между двумя соседними колбочками. Определить минимальные размеры предмета на расстоянии наилучшего зрения, который все еще может быть рассмотрен с помощью глаза, как имеющий линейные размеры.

4. Хрусталик глаза обладает достаточно сильно искривленной поверхностью. Однако фокусирующий эффект хрусталика не очень велик. Основная часть фокусирующего действия глаза приходится на роговицу. Объясните этот эффект (коэффициент преломления вещества хрусталика равен 1,424, а коэффициент преломления стекловидного тела и вещества, которым заполнена передняя камера равен 1,336).
5. Некий взрослый человек имеет нормальную роговицу и хрусталик, однако диаметр его глазного яблока равен 24 мм. Каким недостатком он страдает?

Литература

1. Ремизов А.Н., Максина А.Г., Потапенко А.Я. Медицинская биологическая физика, М:, «Дрофа», 2014, стр. 456-461, 531-534.
2. Хьюбел Д. Глаз. Мозг. Зрение, М., 1990, стр.40-47.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дагестанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО ДГМУ Минздрава России)

Кафедра биофизики, информатики и медаппаратуры

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
Р.М.Абдулгалимов_____
«_21_»_августа_2021г..

Методические рекомендации преподавателю
По теме практического занятия: «Изучение работы газового лазера. Определение длины волны лазерного излучения и размеров эритроцитов крови с помощью лазера».

Время - 90мин.

Тема занятия: Изучение работы газового лазера. Определение длины волны лазерного излучения и размеров эритроцитов крови с помощью лазера.

Цель работы: **Изучение устройства, принципа действия газового лазера и особенностей лазерного излучения.**

Формирование умений: а. определить длину волны излучения лазера; б. найти размеры малых предметов (эритроцитов) с помощью лазера.

Приборы и принадлежности: Газовый лазер, дифракционная решетка, оптическая скамья, щелевая диафрагма, экран, гистологический препарат – мазок крови.

Мотивация темы Современные направления медико-биологического применения лазеров могут быть разделены на две основные группы. Первая — использование лазерного излучения в качестве инструмента исследования. В этом случае лазер играет роль уникального светового источника при спектральных исследованиях, лазерной микроскопии, голографии и др. Вторая группа — основные пути использования лазеров в качестве инструмента воздействия на биологические объекты.

Теория занятия преследует цель формирования унифицированных знаний у студентов.

Хроника занятия:

- Вступительное слово – 3 мин.

- контроль знаний – 15 мин.
- объяснение новой темы – 30 мин.
- выполнение лабораторной работы – 30 мин.
- Заключение – 5 мин.

<u>План занятия</u>

Исходный уровень знаний, необходимых для изучения данной темы, включает в себя:

1. Основы устройства и работы лазеров.
2. Классификация лазеров.
3. Гелий-неоновый лазер, рубиновый лазер.
4. Биофизические основы действия лазерного излучения на организм. Использование низкоинтенсивных лазеров в медицине.
5. Использование высокоинтенсивных лазеров в медицине. Лазерная хирургическая установка.
6. Безопасность при эксплуатации лазерных установок.

В результате проведения занятия студент должен знать:

1. Основные правила безопасности при эксплуатации лазерных установок.
2. Основные свойства лазерного излучения, являющиеся основой его использования в медицине.
3. Основные формулы дифракции света на щели, малом объекте и дифракционной решетке.

В результате проведения занятия студент должен уметь:

Определить длину волны излучения гелий-неонового лазера с помощью дифракционной решетки и оценить размеры эритроцитов в мазке крови с помощью излучения гелий-неонового лазера, уметь работать с лазерными установками с соблюдением техники безопасности.

Контрольные вопросы по теме занятия:

1. Определения спонтанного и вынужденного излучения.
2. Какое состояние вещества называется состоянием с инверсной населенностью.
3. Устройство и принцип действия газового лазера.
4. Инверсная населенность атомов в лазере.
5. Назначение резонатора в газовом лазере.
6. Основные свойства лазерного излучения.
7. Применение лазеров в медицине.
8. Формулы длины волны лазерного света, размера эритроцитов.

В 1960 г. был создан первый квантовый генератор видимого диапазона излучения — лазер с кристаллом рубина в качестве рабочего вещества (активной среды). В том же году был создан газовый гелий-неоновый лазер. Все огромное многообразие созданных в настоящее время лазеров можно классифицировать по видам рабочего вещества: различают газовые, жидкостные, полупроводниковые и твердотельные лазеры. В зависимости от типа лазера энергия для создания инверсной населенности сообщается разными способами: возбуждение очень интенсивным светом — «оптическая накачка», электрическим газовым разрядом, в полупроводниковых лазерах — электрическим током. По характеру свечения лазеры подразделяют на импульсные и непрерывные.

Рассмотрим принцип работы твердотельного рубинового лазера. Рубин — это кристалл окиси алюминия Al_20_3, содержащий в виде примеси примерно 0,05% ионов хрома Cr^{3+}. Возбуждение ионов хрома осуществляют методом оптической накачки с помощью импульсных источников света большой мощности. В одной из конструкций применяют

трубчатый отражатель, имеющий в сечении форму эллипса. Внутри отражателя помещены прямая ксеноновая импульсная лампа и рубиновый стержень, расположенные вдоль линий, проходящих через фокусы эллипса (рис. 1). Внутренняя поверхность алюминиевого отражателя хорошо отполирована или посеребрена. Основное свойство эллиптического отражателя заключается в том, что свет, вышедший из одного его фокуса (ксеноновой лампы) и отраженный от стенок, попадает в другой фокус отражателя (рубиновый стержень).

Рубиновый лазер работает по трехуровневой схеме (рис. 2 а). В результате оптической накачки ионы хрома переходят с основного уровня 1 в короткоживущее возбужденное состояние 3. Затем происходит безызлучательный переход в долгоживущее (метастабильное) состояние 2, с которого вероятность спонтанного излучательного перехода относительно мала. Поэтому происходит накопление возбужденных ионов в состоянии 2 и создается инверсная населенность между уровнями 1 и 2. В обычных условиях переход со 2-го на 1-й уровень происходит спонтанно и сопровождается люминесценцией с длиной волны 694,3 нм. В резонаторе лазера есть два зеркала (см. рис. 1), одно из которых имеет коэффициент отражения R интенсивности отраженного и падающего на зеркало света), другое зеркало полупрозрачное и пропускает часть падающего на него излучения {R < 100%). Кванты люминесценции в зависимости от направления их движения либо вылетают из боковой поверхности рубинового стержня и теряются, либо, многократно отражаясь от зеркал, сами вызывают вынужденные переходы. Таким образом, пучок, перпендикулярный зеркалам, будет иметь наибольшее развитие и выходит наружу через полупрозрачное зеркало. Такой лазер работает в импульсном режиме.

Основным конструктивным элементом гелий-неонового лазер-(рис. 3) является газоразрядная трубка диаметром около 7 мм. В трубку вмонтированы электроды для создания газового разряда и возбуждения гелия. На концах трубки под углом Брюстера расположены окна, благодаря которым излучение оказывается плоскополяризованным. Плоскопараллельные зеркала резонатора монтируются вне трубки, одно из них полупрозрачное (коэффициент отражения R < 100%). Таким образом, пучок вынужденного излучения выходит наружу через полупрозрачное зеркало. Это лазер непрерывного действия.

Зеркала резонатора делают с многослойными покрытиями, и вследствие интерференции создается необходимый коэффициент отражения для заданной длины волны. Чаще всего используются гелий-неоновые лазеры, излучающие красный свет с длиной волны 632,8 нм. Мощность таких лазеров небольшая, она не превышает 100 мВт.

Применение лазеров основано на свойствах их излучения: высокая монохроматичность (~ 0,01 нм), достаточно большая мощность, узость пучка и когерентность.

Узость светового пучка и малая его расходимость позволили использовать лазеры для измерения расстояния между Землей и Луной (получаемая точность — около десятков сантиметров), скорости вращения Венеры и Меркурия и др.

На когерентности лазерного излучения основано их применение в голографии. .На основе гелий-неонового лазера с использованием волоконной оптики разработаны гастроскопы, которые позволяют голографически формировать объемное изображение внутренней полости желудка.

Монохроматичность лазерного излучения очень удобна при возбуждении спектров комбинационного рассеяния света атомами и молекулами .

Широкое применение лазеры нашли в хирургии, стоматологии, офтальмологии, дерматологии, онкологии. Биологические эффекты лазерного излучения зависят как от свойств биологического материала, так и от свойств лазерного излучения.

Все лазеры, используемые в медицине, условно подразделяются на 2 вида: низкоинтенсивные (интенсивность не превышает 10 Вт/см^2, чаще всего составляет около 0,1 Вт/см^2) — терапевтические и высокоинтенсивные — хирургические. Интенсивность наиболее мощных лазеров может достигать 10^{14} Вт/см^2, в медицине обычно используются лазеры с интенсивностью 10^2— 10^6 Вт/см^2.

Низкоинтенсивные лазеры — это такие, которые не вызывают заметного деструктивного действия на ткани непосредственно во время облучения. В видимой и ультрафиолетовой областях спектра их эффекты обусловлены фотохимическими реакциями и не отличаются от эффектов, вызываемых монохроматическим светом, полученным от обычных, некогерентных источников. В этих случаях лазеры являются просто удобными монохроматическими источниками света, обеспечивающими точную локализацию и дозированность воздействия. Примерами может служить использование света гелий-неоновых лазеров для лечения трофических язв, ишемической болезни сердца и др., а также криптоновых и др. лазеров для фотохимического повреждения опухолей в фотодинамической терапии.

МЕРЫ ЗАЩИТЫ ОТ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

При работе с лазерными установками потенциальную опасность для организма человека (пациента, медицинского персонала) представляет неконтролируемое прямое и рассеянное лазерное излучение. Наибольшую опасность оно представляет для зрения оператора, работающего с лазерной установкой. Однако рассеянное инфракрасное лазерное излучение непрерывных углекислотных лазеров установок «Скальпель-1», «Ромашка-1», «Ромашка-2» полностью задерживается слоями слезной жидкости и роговицы глаза и не достигает глазного дна. Поскольку глубина проникновения лазерного излучения не превышает 50 мкм, около 70% его энергии поглощается слезной жидкостью и около 30% — роговицей.

Высокоинтенсивное излучение углекислотного лазера, особенно если оно сфокусировано, может вызывать локальное ожоговое поражение кожи открытых частей тела —рук, лица. Воздействие лазерного излучения на организм человека не проявляется только при интенсивности облучения ниже безопасного уровня, которое для углекислотного лазера непрерывного действия составляет для глаз 0,1 Вт/см^2. Известно, что в клинических условиях для достижения требуемого клинического эффекта применяют уровни прямого облучения, в сотни и тысячи раз превышающие безопасный уровень, поэтому при работе с углекислотными лазерными установками необходимо соблюдение определенных мер защиты.

В помещении, где выполняют операции с использованием углекислотного лазера, целесообразно стены и потолок покрыть материалом с минимальной отражающей способностью, а_ аппаратуру и приборы с гладкими блестящими поверхностями разместить таким образом, чтобы на них ни при каких обстоятельствах не мог попасть прямой луч, или отгородить их ширмами, с матовыми темными поверхностями. Перед входом в помещение, в котором находится установка, должно быть установлено световое табло («Не_входить»__«Включен лазер»), включаемое во время лазерной операции.

Защита глаз больных и персонала от прямого или отраженного излучения углекислотного лазера надежно гарантируется очками из обычного оптического стекла. Желательно, чтобы очки были изготовлены таким образом, чтобы исключалась возможность попадания лазерного излучения через щели между оправой и лицом и обеспечивалось широкое поле зрения. Очки надевают только на время выполнения лазерного этапа хирургического вмешательства, чтобы предотвратить непосредственное воздействие лазерного облучения на глаза.

При работе с углекислотными лазерными установками использование лазерных хирургических инструментов повышает опасность повреждения кожи рук и лица хирурга за счет отражения от инструментов лазерного луча. Эта опасность резко снижается при применении инструментов, имеющих специальное «чернение». «Черненые» инструменты поглощают около 90% попадающего на них лазерного излучения с длиной волны 10,6 мкм. Другие инструменты — ранорасширители, кровоостанавливающие зажимы, пинцеты, сшивающие аппараты — также могут отражать лазерный луч. Однако в руках опытного хирурга любое хирургическое вмешательство может быть выполнено без направления лазерного луча на эти инструменты. Существует также опасность возгорания операционного материала, салфеток, простыней и др. при попадании на них прямо направленного лазерного

излучения, поэтому при работе с ним необходимо в зоне предполагаемой лазерной обработки использовать мягкий материал, смоченный в изотоническом растворе хлорида натрия._ Целесообразно также в момент выполнения лазерного этапа операции удалять из поля действия лазерного излучения приборы и инструменты, изготовленные из пластических масс, способных возгораться при высокой температуре.

Не следует также забывать, что лазерная установка одновременно является и устройством, работающим с использованием электроэнергии. В связи с этим при работе с ней необходимо соблюдать правила электробезопасности, выполняемые при эксплуатации электроустановок потребителей.

Персонал, работающий с лазерными установками, должен пройти специальную подготовку и иметь соответствующую квалификацию. Все лица, работающие с лазерным излучением, регулярно, не менее одного раза в год, должны подвергаться медицинскому обследованию, включающему осмотр офтальмологом, терапевтом и невропатологом. Кроме того, необходим клинический анализ крови с проверкой уровня гемоглобина, числа лейкоцитов и лейкоцитарной формулы. Проводят также основные печеночные пробы.

При аккуратном соблюдении изложенных выше правил опасность повреждения органов, тканей и биологических сред человеческого организма практически отсутствует. Так, за 10-летний период работы с различными лазерными установками, которыми в общей сложности было выполнено несколько тысяч различных операций, мы не наблюдали ни одного случая поражения глаз и кожи лазерным излучением, а также изменений в состоянии здоровья ни у одного из сотрудников учреждения, связанных с работой на лазерных установках.

Порядок выполнения работы:

Упражнение 1. Определение длины волны излучения гелий-неонового лазера. Для определения длины волны излучения гелий-неонового лазера λ в данной работе используется устройство, известное как дифракционная решетка. Дифракционная решетка представляет собой прозрачную пластинку, на которой через равные промежутки **a** нанесены параллельные непрозрачные штрихи шириной **b**. Параметр d= a+b называется периодом дифракционной решетки.

Лазерный свет при взаимодействии с дифракционной решеткой испытывает дифракцию. Вторичные когерентные волны, образующиеся в результате дифракции интерферируют, образуя дифракционную картину.

Из оптики известно, что при нормальном падении света на дифракционную решетку возникают дифракционные максимумы в определенных направлениях. Зависимость между углом α, под которым виден максимум дифракционной картины, периодом решетки d и длиной волны лазерного луча λ имеет вид

$$d\sin\alpha=\pm n\lambda, \qquad (1)$$

здесь числа n=0, 1, 2, ... соответствуют порядку дифракционных максимумов. Из этой формулы следует, что длина волны лазерного света

$$\lambda=\frac{d}{n}\sin\alpha \qquad (2)$$

Описание установки. Схема установки для определения длины волны излучения лазера изображена на рис. 4. Вблизи выходного окна лазера 2 на неподвижной подставке закреплена дифракционная решетка 3. На экране 4 наблюдается дифракционная картина. Вдоль оптической скамьи располагается шкала 5 для измерения расстояния между решеткой и экраном. 2

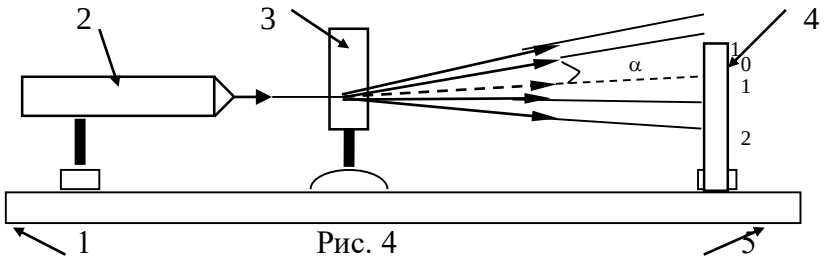


Рис. 4

Для того чтобы определить длину волны лазерного излучения по формуле (2) необходимо знать период решетки d, порядок максимума n и угол α. При правильном расположении всех деталей установки можно получить на экране максимумы нулевого, первого, второго и т.д. порядков. Период дифракционной решетки, используемой в данной работе, $d=10^{-4}$ см. Угол α определяется по формуле

$$tg\alpha=x/2L, \qquad (3)$$

здесь L - расстояние между дифракционной решеткой и экраном, x – расстояние между максимумами одного порядка дифракционной картины, расположенными симметрично относительно центрального максимума.

Порядок выполнения упражнения.

1. Установить на оптической скамье 1 (рис.4) дифракционную решетку 3 и экран 4.
2. Вставить в пазы экрана лист миллиметровой бумаги.
3. Расположить решетку, экран нормально к оси лазера.
4. Перемещая экран вдоль оптической скамьи, получить на нем четкое изображение дифракционной картины. При этом необходимо добиться, чтобы на экране были видны максимумы не менее четырех порядков (n=1, 2, 3, 4).
5. Измерить по шкале, укрепленной на скамье, расстояние между дифракционной решеткой и экраном.
6. Измерить на экране расстояние x между максимумами первого порядка.
7. Определить $tg\alpha$ для максимумов первого порядка по формуле (3).
8. Зная $tg\alpha$ определить по тригонометрическим таблицам $\sin\alpha$.
9. Вычислить длину волны газового лазера по формуле (2).
10. Произвести аналогичные измерения и вычисления для максимума второго, третьего и т.д. порядков.
11. Вычислить среднюю длину волны излучения лазера $\bar{\lambda}$.
12. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу

N	L, мм	x, мм	$tg\alpha$	$\sin\alpha$	λ, мкм	$\bar{\lambda}$, мкм
1						
2						

Упражнение 2.

Если в качестве дифракционной решетки использовать монослой мелких круглых частиц одинакового размера, расположенных хаотично на прозрачной стеклянной пластинке, то на экране можно наблюдать дифракционную картину, представляющую собой сумму дифракционных картин отдельных частиц. Эта картина будет иметь вид концентрически чередующихся темных и световых колец, окружающих центральное светлое пятно.

Из дифракционной теории следует, что при дифракции параллельных лучей на круглой преграде темные кольца получаются при условии

$$\sin\alpha_1 = 0{,}61\lambda/r,\ \sin\alpha_3 = 1{,}11\lambda/r,\ \sin\alpha_5 = 1{,}62\lambda/r,$$

где λ - длина волны света, r - радиус частиц, α - угловой радиус кольца (рис.5). Математические условия получения световых колец имеют вид $\sin\alpha_2 = 0{,}82\lambda/r,\ \sin\alpha_4 = 1{,}34\lambda/r$.

Рис. 5

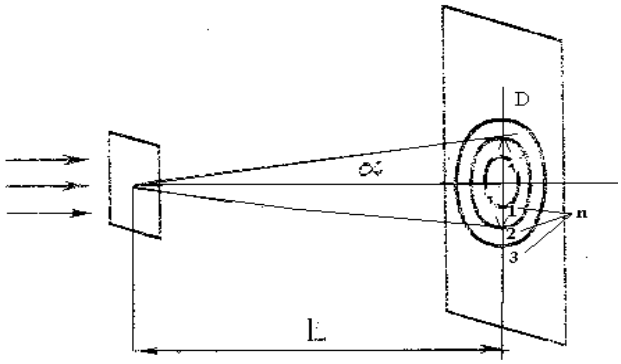
Знание этих условий позволяет с помощью дифракционной картины определить размеры частиц, на которых происходит дифракция. Формула радиуса частиц, нанесенных на стеклянную пластинку

$$r=n\lambda/\sin\alpha, \qquad (4)$$

где n – номер дифракционного кольца, которое видно под углом α из точки расположения

лазера (рис. 5).

Для определения размеров частиц используется гистологический препарат эритроцитов крови животного. Размер эритроцита определяется по формуле (4). Угол α находят из равенства



$$tg\alpha = D/2L \quad , \qquad (5)$$

где D - диаметр дифракционного кольца порядка n. Кольца нумеруются с первого темного кольца, окружающего центральный светлый круг. Как правило, дифракционная картина размазана. Дифракционные кольца получаются широкими. Поэтому при расчете tgα по формуле (5) диаметр кольца определяется как

$$D = \frac{D_1 + D_2}{2}, \qquad (6)$$

где D_1 и D_2 - внешний и внутренний радиусы кольца. Значение коэффициента n соответствует номеру кольца.

<u>Определение размера эритроцитов.</u>

1. Установите на оптической скамье исследуемый препарат и экран.
2. Получите на экране четкую дифракционную картину.
3. Измерьте расстояние L между экраном и препаратом.
4. Измерьте внешний D_1 и внутренний D_2 диаметры первого темного кольца и вычислите диаметр кольца по формуле (6).
5. Вычислите tgα по формуле (5) и по таблице найдите sinα.
6. Вычислите размер эритроцитов r по формуле (4).
7. Проделайте аналогичные измерения и вычисления величины размера эритроцитов r по максимумам других порядков.
8. Вычислите средний размер эритроцитов $\bar{r}$.
9. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу.

n	L, мм	D_1 ,мм	D_2 ,мм	D,мм	tgα	sinα	r, мм	$\bar{r}$, мм

Литература

1. Ремизов А.Н., Максина А.Г., Потапенко А.Я. Медицинская биологическая физика, М.: «Дрофа», 2014, § 30.1.
2. «Лазеры в хирургии» под редакцией проф. О.К. скобелкина
3. «Лазеры в клинической медицине» под редакцией с. Д. Плетнева

Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дагестанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО ДГМУ Минздрава России)

Кафедра биофизики, информатики и медаппаратуры

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
Р.М.Абдулгалимов_____
«_21_»_августа___ 2021г.

Методические рекомендации по внеаудиторной работе студента
По теме: «Оптическая система глаза и ее характеристики. Недостатки оптической системы глаза и их устранение. Биофизические основы зрительной рецепции».

Тема занятия: Оптическая система глаза и ее характеристики. Недостатки оптической системы глаза и их устранение. Биофизические основы зрительной рецепции
Цель занятия: Освоение знаний об устройстве оптической системы глаза, роли анатомических структур глаза в формировании изображения предметов на сетчатке, об основных параметрах оптической системы глаза, о недостатках оптической системы глаза и методах их устранения с помощью оптических устройств и о биофизических основах зрительной рецепции.
До изучения данной темы студент должен знать ответы на следующие вопросы:

1. Предмет размером 20 см расположен на расстоянии 700 м от глаза. Увидит ли человек какие-либо детали этого предмета?

2. Каков минимальный угол зрения, исходя из дифракции?

3. Школьник, читая книгу без очков, держит её на расстоянии 20 см от глаз. Какие очки должен носить школьник?

4. Человек переводит взгляд с неба на раскрытую книгу.Как изменится оптическая сила хрусталика? считайте, что книга расположена на рассоянии наилучшего зрения d_0=25 см.

5. Расстояние до Луны равно 3476 км. Какова площадь изображения полной Луны на сетчатке? Сколько примерно палочек возбуждается эти м изображением? Под каким углом зрения видна Луна?

6. При помощи собирающей линзы с фокусным расстоянием 6 см получают мнимое изображение рассматриваемой монеты на расстоянии 18 см от линзы. На каком расстоянии от линзы помещена монета?

7. Свеча находится на расстоянии 12,5 см от собирающей линзы, оптическая сила которой равна 10 дптр. На каком расстоянии от линзы получается изображение свечи?

8. Каково фокусное расстояние собирающей линзы, дающей мнимое изображение предмета, помещенного перед ней на расстоянии 0,4 м? Расстояние от линзы до изображения 1,2 м.

9. Точка S находится на главной оптической оси рассеивающей линзы. Фокусное расстояние линзы 40 см, а расстояние от линзы до изображения точки 30 см. На каком расстоянии от линзы расположена точка S?

10. На каком расстоянии от рассеивающей линзы с оптической силой — 4 дптр. надо поместить предмет, чтобы его мнимое изображение получилось в 5 раз меньше самого предмета?

11. Перед рассеивающей линзой с фокусным расстоянием 0,2 м на расстоянии 10 см от нее поставлен предмет. На каком расстоянии от линзы получается его изображение?

После изучения темы решить самостоятельно следующие задачи:

Задачи для самостоятельного решения:

6. Найти на сетчатке размеры изображения предмета высотой H=0,5 м, удаленного от глаза на расстоянии 10 м, при условии, что размеры глазного яблока составляет примерно 0,023 м.
7. Найти остроту зрения при условии, что наименьший угол зрения составляет 5′; 3′; 0,4′.
8. Две точки могут быть разрешены, когда размеры изображения на сетчатке не меньше 5 мкм, что составляет расстояние между двумя соседними колбочками. Определить минимальные размеры предмета на расстоянии наилучшего зрения, который все еще может быть рассмотрен с помощью глаза, как имеющий линейные размеры.
9. Хрусталик глаза обладает достаточно сильно искривленной поверхностью. Однако фокусирующий эффект хрусталика не очень велик. Основная часть фокусирующего действия глаза приходится на роговицу. Объясните этот эффект (коэффициент преломления вещества хрусталика равен 1,424, а коэффициент преломления стекловидного тела и вещества, которым заполнена передняя камера равен 1,336).
10. Некий взрослый человек имеет нормальную роговицу и хрусталик, однако диаметр его глазного яблока равен 24 мм. Каким недостатком он страдает?

Литература

3. Ремизов А.Н., Максина А.Г., Потапенко А.Я. Медицинская биологическая физика, М:, «Дрофа», 2014, стр. 456-461, 531-534.
4. Хьюбел Д. Глаз. Мозг. Зрение, М., 1990, стр.40-47.
5. Дж.Б. Мэрион. Общая физика с биологическими примерами. М., 1986.
5. Ю.Владимиров и др. Биофизика. М., 1992.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дагестанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО ДГМУ Минздрава России)

Кафедра биофизики, информатики и медаппаратуры

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
Р.М.Абдулгалимов_____
«_21_»_августа___ 2021г.

Методические рекомендации по внеаудиторной работе студента по теме: «Определение концентрации растворов с помощью рефрактометра».

Тема занятия: Определение концентрации растворов с помощью рефрактометра

Цель работы: 1. изучение устройства и принципа действия рефрактометра; 2. изучение методов измерение показателя преломления жидкостей и концентрации растворов с помощью рефрактометра; 3. формирование умений определения концентрации растворов с помощью рефрактометров.

Знания, необходимые для изучения данной темы.

1. Коэффициент поглощения света
2. Коэффициент пропускания света
3. Полное внутреннее отражение света.
4. Оптическое явление, на котором основана рефрактометрия
5. Основные части рефрактометра
6. Формула поглощения света веществом (закон Бугера).
7. Формула Бугера-Бэра-Ламберта.
8. Формула оптической плотности растворов.
9. Концентрационная колориметрия
10. Какой свет называется плоскополяризованным?
11. Что собой представляет плоскость поляризации света?
12. Что собой представляют оптически активные вещества?
13. Примеры оптически активных веществ.
14. Формула закона Малюса.
15. На каком явлении основаны медицинские поляриметры?
16. Основные части медицинского поляриметра
17. Формула зависимости угла вращения плоскости поляризации от концентрации раствора сахара.
18. Что собой представляет светопровод?
19. Механизм прохождения света через светопровод.
20. Эндоскоп.
21. Основные части эндоскопа с волоконной оптикой
22. Что называется люминесценцией?
23. Фотолюминесценция – это излучение, наблюдаемое при воздействии на вещества (в том числе и на биоткани)…
24. Электролюминесценция – это излучение, наблюдаемое при воздействии на вещества…
25. Что называется флюоресценцией?

26.Что называется фосфоресценцией?

После изучения данной темы студент должен знать ответы на следующие вопросы:

1. Законы отражения и преломления света.
2. Предельный угол преломления.
3. Явление полного отражения.
4. Понятие предельный угол полного отражения.
5. Устройство рефрактометра.
6. Начертите ход лучей в рефрактометре в проходящем и отраженном свете.
7. Применение рефрактометра в медико-биологических ис-сле¬дованиях.
8. Определите, при каком угле падения луч, отраженный от границы раздела двух сред, перпендикулярен преломлен-ному лучу.

9. Найдите показатель преломления среды, если луч, преломленный на границе этой среды с воздухом перпендикулярен отраженному лучу, а синус угла падения равен 0,8.

Литература

1. А.Н.Ремизов. Медицинская и биологическая физика. стр.4 63-474.
2. Н.М.Ливенцев. Курс физики ч.I. стр. 266-279.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дагестанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО ДГМУ Минздрава России)

Кафедра биофизики, информатики и медаппаратуры

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
Р.М.Абдулгалимов_____
«_21_»_августа___ 2021г.

Методические рекомендации по внеаудиторной работе студента по теме: «Определение концентрации растворов фотоэлектрическим колориметром».

Тема занятия: Определение концентрации растворов фотоэлектрическим колориметром
Цель работы: 1. Изучение механизмов и закономерностей взаимодействия света с веществом, основ фотоэлектрического метода определения концентрации вещества.

Знания, необходимые для изучения данной темы.

1. Абсолютный показатель преломления света в веществах.
2. Что называется относительным показателем преломления света на границе раздела двух сред?
3. Коэффициент отражения
4. Закон Стокса.
5. Люминесцентный качественный и количественный анализ биологических объектов.
6. Люминесцентный микроскоп.
7. Фотобиологические процессы.
8. Первичные стадии фотобиологических процессов.
9. Спектр действия света на биологические структуры.
10. Фотомедицина – область медицины, в которой в качестве фактора диагностики и

терапии используется…
11. Какое излучение электромагнитных волн атомами называется индуцированным?
12. Какое состояние атомов называется возбужденным?
13. Энергетическая светимость тела – это энергия, излучаемая
14. Серые тела – тела, коэффициент поглощения которых равен…
15. Тепловое излучение тел:
16. Определение закона Стефана-Больцмана для теплового излучения тел.
17. Формула закона Стефана-Больцмана для теплового излучения тел.
18. Сформулировать закон смещения Вина для теплового излучения тел.

После изучения темы студент должен знать ответы на следующие вопросы:

1. Дать определение явления поглощения света.
2. Вывод формулы описывающей поглощение света.
3. Физический смысл показателя поглощения.
4. Что называется коэффициентом пропускания и оптической плотностью вещества.
5. Закон поглощения света растворами.
6. Опишите принцип действия фотоколориметра.
7. Опишите методику измерения концентрации вещества в растворе в режиме одиночных и циклических измерений с помощью фотоэлектроколориметра.

Литература

1. Ремизов А.Н., Максина А.Г., Потапенко А.Я. Медицинская и биологическая физика. М., «Дрофа», 2003.
2. Эссаулова И.А. и др. Руководство к лабораторным работам по медбиофизике. М., «Высшая школа», 1985.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дагестанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО ДГМУ Минздрава России)

Кафедра биофизики, информатики и медаппаратуры

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
Р.М.Абдулгалимов_____
«_21_»_августа___ 2021г.

Методические рекомендации по внеаудиторной работе студента по теме: «Измерение аналога электрокардиограммы на модельной электрической схеме».

Тема занятия: Измерение аналога электрокардиограммы на модельной электрической схеме.
Цель занятия: Изучение теории электрокардиографии.
Формирование умений: а) распознавать нормальные электрокардиограммы; б) собирать модельные электрические схемы и выполнять на них измерения зависимости разности потенциала на различных отведениях от величины модельного дипольного момента сердца; в) строить графики на основе результатов измерений.

Знания, необходимые для изучения данной темы.
Тестовые задания:
1.Электрический диполь представляет собой:
а) систему из двух разноименных зарядов;
б) систему из двух одноименных зарядов;
+в) систему из двух равных по величине, но различных по знаку зарядов, расположенных на некотором расстоянии друг от друга;
г) систему из двух разных по величине, но одинаковых по знаку зарядов, расположенных на некотором расстоянии друг от друга.
2. Энергетическая характеристика электрического поля
+ а) потенциал;
б) сила тока;
в) напряжение;
г) напряженность.
3. Единица измерения потенциала.
а) Вт
б) А
+в) В
г) Ом.
4. Силовая характеристика электрического поля
а) потенциал;
б) сила тока;
в) напряжение;
+г) напряженность.

5. Напряженность определяется по формуле:
+а) E=F/q
б) E=F/S
в) U=F/q
г) U=F/S.
6. Основная характеристика диполя
+а) дипольный момент
+б) электрический диполь
в) напряженность
г) диполь.
7. Единица измерения напряжения в СИ
а) А
б) мА
+в) В
г) Вт.
8. Тела, не проводящие электрический ток, называются?
а) электролитами
б) диэлектриками
в) полупроводниками
+г) проводниками.
9. Разностью потенциалов между двумя точками поля называют:
+а) отношение работы, совершаемой силами поля при перемещении точечного положительного заряда из одной точки поля в другую, к этому заряду;
б) отношение работы, совершаемой силами поля при перемещении точечного отрицательного заряда из одной точки поля в другую, к этому заряду.
10. Единица измерения разности потенциалов
а) Кл/кг
+б) Дж/Кл
в) Н/Кл
г) Н/кг.

После изучения темы студент должен знать ответы на следующие вопросы:

9. Каким методом, пассивным или активным, является электрокардиография? Представляет ли этот диагностический метод опасность для здоровья пациентов?
10. Какую физическую величину измеряют в электрокардиографии?
11. Объясните природу возникновения разности потенциалов между двумя точками тела человека (или животного), называемую *биопотенциалом*.
12. Почему в теории *Эйнтховена* сердце в электрическом отношении считают диполем?
13. Какую физическую величину называют *дипольным моментом* сердца?
14. Как дипольный момент изменяется в ходе цикла сердечного сокращения?
15. Какие виды *отведений* в электрокардиографии вам известны?
16. С какой целью врачи снимают электрокардиограммы одновременно с нескольких отведений?

Литература

4. Ремизов А.Н., Максина А.Г., Потапенко А.Я. Медицинская и биологическая физика. М., «Дрофа», 2003.
5. Антонов В.Ф. и др. Биофизика.
6. Физика и биофизика. Под ред. проф. М.В. Антонова. Москва, «ГЭОТАР-Медиа», 2008, с. 272-282.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дагестанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО ДГМУ Минздрава России)

Кафедра биофизики, информатики и медаппаратуры

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
Р.М.Абдулгалимов_____
«_21_»_августа___ 2021г.

Методические рекомендации по внеаудиторной работе студента по теме: «Устройство и принцип действия оптического микроскопа. Применение микроскопа для измерения размеров малых предметов».

Тема занятия: Устройство и принцип действия оптического микроскопа. Применение микроскопа для измерения размеров малых предметов.
Цель занятия: Изучение устройства микроскопа и окулярно-винтового микрометра, основных характеристик микроскопа, специальных приемов микроскопии.
Формирование умений: Научиться определять характеристики и параметры микроскопа, проводить измерения микроскопируемых объектов.

Основные вопросы, ответы на которые студент должен знать до изучения данной темы:

1.Геометрическая оптика тонких линз
2.Микроскоп-как система тонких линз
3.Понятие апертурного угла и числовой апертуры
4.Понятие предела разрешения микроскопа
5.Полное увеличение микроскопа
6.Полезное увеличение микроскопа
7.Окулярный микрометр, цена деления
8.Измерение микрообъекта

Контрольные вопросы для заключительного контроля знаний

1. Что из себя представляет оптический прибор, предназначенный для получения увеличенного изображения исследуемого объекта ?
2. Какое увеличение дает система объектив-окуляр?
3. Какое увеличение дает объектив?
4. Какое увеличение дает окуляр?
5. Укажите формулу линейного увеличения объектива?
6. Укажите формулу углового увеличения окуляра?
7. Что такое разрешающая способность микроскопа?
8. От чего зависит предел разрешения микроскопа?
9. Формула числовой апертуры ?
10.Показатель преломления воздуха.
11.Оптическая длина тубуса микроскопа.
12. Цена деления винтового окулярного микрометра.
13. Укажите границы длин волн видимого света

14. По какой формуле определяются размеры величины микрообъекта?
15. Что такое оптическая линза?
16. По какой формуле определяется полное увеличение микроскопа?
17. Что такое устройство, у которого пространство между наблюдаемым предметом и объективом заполняется жидкостью с показателем преломления, близким к показателю преломления стекла?
18. Что такое аберрация?
19. Что такое иммерсионный объектив?
20. Предел разрешения. Разрешающая способность микроскопа.

Литература

1. А.Н.Ремизов, Максина Л.Г., Потапенко А.Я. Медицинская и биологическая физика. М.: «Высшая школа», 2003, с.463-474.

2. Н.М.Ливенцев. Курс физики ч.I. стр. 266-279.

3. И.А. Эссаулова и др. Руководство к лабораторным работам по медбиофизике. М.: «Высшая школа», 1987 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дагестанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО ДГМУ Минздрава России)

Кафедра биофизики, информатики и медаппаратуры

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
Р.М.Абдулгалимов_____
«_21_»_августа___ 2021г.

Методические рекомендации по внеаудиторной работе студента по теме: «Изучение работы газового лазера. Определение длины волны лазерного излучения и размеров эритроцитов крови с помощью лазера».

Тема занятия: Изучение работы газового лазера. Определение длины волны лазерного излучения и размеров эритроцитов крови с помощью лазера.

Цель работы: Изучение устройства, принципа действия газового лазера и особенностей лазерного излучения.

Исходный уровень знаний, необходимых для изучения данной темы, включает в себя:

7. Основы устройства и работы лазеров.
8. Классификация лазеров.
9. Гелий-неоновый лазер, рубиновый лазер.
10. Биофизические основы действия лазерного излучения на организм. Использование низкоинтенсивных лазеров в медицине.
11. Использование высокоинтенсивных лазеров в медицине. Лазерная хирургическая установка.
12. Безопасность при эксплуатации лазерных установок.

В результате изучения темы студент должен знать:

4. Основные правила безопасности при эксплуатации лазерных установок.

5. Основные свойства лазерного излучения, являющиеся основой его использования в медицине.
6. Основные формулы дифракции света на щели, малом объекте и дифракционной решетке.

В результате проведения занятия студент должен уметь:
Определять длину волны излучения гелий-неонового лазера с помощью дифракционной решетки и оценить размеры эритроцитов в мазке крови с помощью излучения гелий-неонового лазера, уметь работать с лазерными установками с соблюдением техники безопасности.

После изучения темы студент должен знать ответы на следующие вопросы:

9. Определения спонтанного и вынужденного излучения.
10. Какое состояние вещества называется состоянием с инверсной населенностью.
11. Устройство и принцип действия газового лазера.
12. Инверсная населенность атомов в лазере.
13. Назначение резонатора в газовом лазере.
14. Основные свойства лазерного излучения.
15. Применение лазеров в медицине.
16. Формулы длины волны лазерного света, размера эритроцитов.

Литература

4. Ремизов А.Н., Максина А.Г., Потапенко А.Я. Медицинская биологическая физика, М.: «Дрофа», 2014, § 30.1.
5. И.А. Эссаулова и др. Руководство к лабораторным работам по медбиофизике, М.: Высшая школа, 1987, стр.250.
6. «ЛАЗЕРЫ В ХИРУРГИИ» ПОД РЕДАКЦИЕЙ ПРОФ. О.К. СКОБЕЛКИНА
7. «ЛАЗЕРЫ В КЛИНИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЕ» ПОД РЕДАКЦИЕЙ С. Д. ПЛЕТНЕВА