

## П Л А Н

лекций **по медицинской и биологической физике**  
для студентов специальностей I-79 01 01 «Лечебное дело»

### **I семестр**

1. Основы математического моделирования биофизических процессов
2. Акустика. Акустические методы исследования в медицине
3. Формирование мембранных потенциалов клетки в покое и при возбуждении. Распространение потенциала действия по аксонам
4. Физические основы электрографии тканей и органов.

### **II семестр**

5. Основы электронного парамагнитного резонанса. Ядерный магнитный резонанс.
6. Тормозное и характеристическое рентгеновское излучение.
7. Дозиметрия ионизирующего излучения. Методы регистрации ионизирующих излучений

**П Л А Н**  
**лабораторно - практических занятий по медицинской и биологической физике**  
**для студентов специальностей I-79 01 01 «Лечебное дело»**

Продолжительность занятия 2 академических часа.

Номер занятия	Тема занятия	Теоретические вопросы по теме занятия
<b>I семестр</b>		
1.	Введение в физический лабораторный практикум	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Роль и место физико-математических знаний в структуре подготовки специалистов высшей квалификации для доказательной медицины.</li> <li>2. Задачи, решаемые при проведении лабораторных и практических занятий по медицинской и биологической физике.</li> <li>3. Проблема обеспечения эксплуатационной безопасности медицинской техники и электрических схем.</li> <li>4. Организация проведения лабораторных и практических занятий.</li> <li>5. Расчёт случайных погрешностей прямых измерений</li> </ol>
2.	Основы математического моделирования биофизических процессов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Функция и аргумент. Способы задания функциональной зависимости.</li> <li>2. Производная функции как мера скорости процесса. Градиенты.</li> <li>3. Геометрический и механический смысл производной.</li> <li>4. Основные правила дифференцирования и производные элементарных функций.</li> <li>5. Производные высших порядков.</li> </ol>
3.	Механические колебания и волны	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Механические колебания. Гармонические колебания. Энергия гармонических колебаний.</li> <li>2. Вынужденные колебания. Резонанс. Автоколебания.</li> <li>3. Сложные колебания. Гармонический спектр сложных колебаний, теорема Фурье.</li> <li>4. Применение гармонического анализа для обработки диагностических данных.</li> <li>5. Механические волны и их энергетические характеристики. Виды волн и скорость их распространения.</li> </ol>
4.	Физические основы гидродинамики идеальной и вязкой жидкости. Гемодинамика и биореология.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные понятия гидродинамики. Условие неразрывности струи. Уравнение Бернулли.</li> <li>2. Применение уравнения неразрывности и уравнения Бернулли для исследования кровотока в крупных артериях и аорте (закупорка артерии, артериальный шум, поведение аневризмы).</li> <li>3. Течение вязкой жидкости, формулы Ньютона и Пуазейля. Гидравлическое сопротивление.</li> <li>4. Роль эластичности сосудов, пульсовая волна</li> <li>5. Методы определения давления и скорости кровотока.</li> </ol>
5.	Определение вязкости жидкостей капиллярным вискозиметром	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Реологические свойства крови, неньютоновский характер вязкости крови.</li> <li>2. Факторы, влияющие на вязкость крови в организме.</li> <li>3. Методы определения вязкости: Стокса, Оствальда, ротационный метод.</li> <li>4. Распределение скорости кровотока и кровяного давления в большом круге кровообращения.</li> <li>5. Работа и мощность сердца.</li> </ol>
6.	Механические свойства биологических тканей	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Механические деформации и их виды. Закон Гука, модуль упругости.</li> <li>2. Диаграмма зависимости механического напряжения от относительной деформации (диаграмма напряжений).</li> <li>3. Упругие, вязкие и вязкоупругие среды, их механические характеристики.</li> <li>4. Механические модели биообъектов.</li> <li>5. Механические свойства биотканей (мышечная и костная ткани, кровеносные сосуды, сухожилия).</li> </ol>
7.	Поверхностное	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Особенности молекулярного строения жидкостей. Физическая</li> </ol>

	натяжение в жидкости. Капиллярные явления	сущность явления поверхностного натяжения. 2. Коэффициент поверхностного натяжения, единицы измерения коэффициента поверхностного натяжения. 3. Смачивание. Капиллярные явления, их значение в биологических системах. 4. Добавочное давление под кривой поверхностью жидкости, формула Лапласа. Газовая эмболия. 5. Роль альвеолярного сурфактанта в процессе дыхания.
8.	Акустика. Акустические методы исследования в медицине.	1. Физические характеристики звука: частота, интенсивность, спектральный состав. 2. Характеристики слухового ощущения и их связь с физическими характеристиками звука. 3. Диаграмма слышимости. Закон Вебера-Фехнера. Уровни интенсивности, уровни громкости звука и единицы их измерения, связь между ними. 4. Физические основы работы аппарата восприятия звука (ухо человека). 5. Аудиометрия и фонокардиография 6. Отражение и поглощение звуковых волн. Акустический импеданс.
9.	Ультразвук и инфразвук. Ультразвуковые методы исследования и воздействия в медицине.	1. Излучатели и приёмники УЗ. 2. Биофизические основы действия ультразвука на клетки и ткани организма. 3. Принципы ультразвуковой визуализации органов и тканей. Использование УЗ в терапии, хирургии. 4. Эффект Доплера. 5. Инфразвук. Особенности действия инфразвука на биологические объекты.
10.	Структурно-функциональная организация мембран. Транспорт веществ через биологические мембраны.	1. Молекулярная организация и модели клеточных мембран. 2. Физические свойства биологических мембран. 3. Пассивный транспорт веществ через биологические мембраны, его виды. 4. Математическое описание пассивного транспорта. 5. Активный транспорт ионов.
11.	Формирование мембранных потенциалов клетки в покое и при возбуждении. Распространение потенциала действия по аксонам.	1. Мембранные потенциалы покоя и их ионная природа 2. Уравнения Нернста и Гольдмана-Ходжкина-Катца для потенциала покоя клетки. 3. Механизм генерации потенциала действия, его основные фазы. Рефрактерный период. 4. Распространение потенциала действия по безмиелиновым аксонам. 5. Распространение потенциала действия по миелинизированным аксонам.
12.	Физические основы электрографии тканей и органов	1. Электрическое поле и его характеристики. 2. Электрический диполь. 3. Электрическое поле диполя. Диполь в электрическом поле. 4. Понятие о мультиполе. Волокно миокарда как диполь.
13.	Изучение основ электрокардиографии	1. Основы электрографии органов. Электрокардиография. 2. Дипольный эквивалентный электрический генератор сердца. Теория Эйнтховена. 3. Стандартные отведения Эйнтховена, усиленные униполярные и грудные отведения. 4. Формирование зубцов электрокардиограммы, их связь с физиологическими процессами в миокарде.
14.	Усиление биоэлектрических сигналов. Определение частотных и амплитудных характеристик усилителя	1. Общие принципы усиления электрических сигналов. Требования к усилителям биопотенциалов. 2. Амплитудная характеристика усилителя. Амплитудные искажения и их предупреждение. 3. Частотная характеристика усилителя. Частотные искажения и их предупреждение. 4. Дифференциальный усилитель, его особенности и способ подключения к пациенту.

15.	Цепи переменного электрического тока	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Переменный электрический ток и его физические характеристики.</li> <li>2. Цепь переменного электрического тока с активным сопротивлением.</li> <li>3. Цепь переменного электрического тока с индуктивным сопротивлением.</li> <li>4. Цепь переменного электрического тока с емкостным сопротивлением.</li> <li>5. Полное сопротивление цепи переменного электрического тока. Импеданс.</li> </ol>
16.	Электропроводность биологических тканей для постоянного и переменного тока. Физические основы реографии.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Постоянный и переменный ток. Закон Ома в дифференциальной форме.</li> <li>2. Электропроводность электролитов для постоянного электрического тока.</li> <li>3. Электропроводность биологических тканей. Первичное действие постоянного тока на ткани организма. Гальванизация. Лекарственный электрофорез.</li> <li>4. Эквивалентная схема электропроводности живой ткани переменному току. Зависимость импеданса биологических объектов от частоты электрического тока.</li> <li>5. Реография (импедансная плетизмография) как диагностический метод. Оценка жизнестойкости тканей.</li> </ol>
17.	Физические основы электростимуляции тканей и органов.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Электрический импульс, импульсные токи и их физические характеристики.</li> <li>2. Определение параметров импульсных токов (длительности импульса, частоты, скважности).</li> <li>3. Электровозбудимость тканей. Реобазы. Хронаксия. Уравнение Вейс-Лапика, закон Дюбуа-Реймона.</li> <li>4. Электронные стимуляторы. Низкочастотная физиотерапевтическая электронная аппаратура.</li> <li>5. Виды электростимуляции сердца.</li> </ol>
18.	Зачет по разделам:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Механические колебания и волны. Акустика. Ультразвуковые методы исследования. Механические свойства твердых тел и биологических тканей.</li> <li>• Биореология. Физические основы гемодинамики.</li> <li>• Явления переноса и физические процессы в биологических мембранах.</li> <li>• Электрические и магнитные явления в организме, электрические воздействия и методы исследования.</li> </ul>
<b>II семестр</b>		
19.	Регистрация биофизических параметров. Термоэлектрические явления, их использование в датчиках. Изучение электрических датчиков температуры	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Общая схема съема, передачи и регистрации медико-биологической информации. Электроды для съема биоэлектрического сигнала.</li> <li>2. Общие характеристики и классификация датчиков.</li> <li>3. Термоэлектрические явления в металлах и полупроводниках. Терморезисторы и термисторы и их использование для измерения температуры.</li> <li>4. Пьезоэлектрический эффект и его применение.</li> <li>5. Датчики в медицине: датчики температуры тела, датчики параметров системы дыхания, датчики параметров сердечно-сосудистой системы.</li> </ol>
20.	Воздействие на организм высокочастотных токов и полей. Изучение методов и аппаратуры для высокочастотной терапии	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Физические основы высокочастотной терапии и электрохирургии.</li> <li>2. Генератор гармонических колебаний. Структурная схема аппарата УВЧ-терапии. Терапевтический контур.</li> <li>3. Воздействие на биообъекты переменным электрическим полем.</li> <li>4. Воздействие на биообъекты переменным магнитным полем.</li> <li>5. Воздействие на биообъекты электромагнитными волнами.</li> <li>6. Диатермия, дарсонвализация, диатермокоагуляция, диатермотомия.</li> </ol>
21.	Рефрактометрия. Определение концентрации растворов с помощью	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Геометрическая оптика. Законы геометрической оптики.</li> <li>2. Явление полного внутреннего отражения света, принципы волоконной оптики, устройство современных эндоскопов.</li> <li>3. Ход лучей в трехгранной призме. Устройство рефрактометра.</li> </ol>

	рефрактометра. Принципы волоконной оптики. Эндоскопия.	4. Зависимость показателя преломления растворов от концентрации. Определение концентрации растворов с помощью рефрактометра.
22.	Оптическая микроскопия	1. Линзы. Формула тонкой линзы. Аберрации линз 2. Оптическая микроскопия. Ход лучей в оптическом микроскопе. 3. Увеличение и предел разрешения оптических микроскопов. Формула Аббе. 4. Специальные приемы оптической микроскопии.
23.	Оптическая система глаза. Биофизические основы зрения	1. Человеческий глаз как оптическая система. Аккомодация глаза. 2. Недостатки оптической системы глаза и их коррекция. 3. Чувствительность глаза к свету и цвету. Механизм адаптации глаза к различной освещённости. 4. Биофизические основы зрительной рецепции. 5.
24.	Электромагнитные волны, их свойства. Методы получения поляризованного света. Использование поляризационных методов для исследования биологических объектов. Оптическая активность.	1. Общие свойства электромагнитных волн. 2. Естественный и поляризованный свет. Виды поляризации света. 3. Методы получения поляризованного света. 4. Закон Малюса. Прохождение света через поляризаторы. 5. Оптическая активность. Устройство оптического поляриметра.
25.	Вынужденное излучение. Лазеры. Свойства лазерного излучения. Применение лазеров в медицине.	1. Вынужденное излучение и его свойства. Условия усиления света. 2. Устройство лазеров. Назначение активной среды, системы накачки и резонатора в лазерах. Схема работы лазера. 3. Свойства лазерного излучения 4. Использование лазерного излучения в терапии и хирургии.
26.	Законы поглощения и рассеяния света. Основы фотокolorиметрии и спектрофотометрии.	1. Поглощение света. Закон Бугера-Ламберта-Бера. 2. Показатель поглощения вещества, его зависимость от длины волны света и концентрации раствора. Коэффициент пропускания и оптическая плотность вещества. 3. Колориметрия. Устройство фотоэлектрокolorиметра. 4. Рассеяние света. Закон Рэлея. Нефелометрия.
27.	Люминесценция. Наблюдение и исследование спектров испускания и поглощения. Основы спектрального анализа.	1. Теория Бора. Спектр атома водорода. 2. Структура энергетических уровней атомов и молекул 3. Основы атомного и молекулярного спектрального анализа. 4. Люминесценция, ее виды и характеристики. Законы Стокса и Вавилова. 5. Люминесцентный анализ в медицине. Собственная люминесценция биологических объектов. Люминесцентные метки и зонды. 6. Фотобиологические процессы, спектр действия. Фотодинамическая терапия.
28.	Основы квантовой механики и её приложения. Основы электронной и зондовой микроскопии.	1. Волновая функция и ее физический смысл. Уравнение Шрёдингера. 2. Волновые свойства электронов. Длина волны де Бройля 3. Основы электронной микроскопии. Предел разрешения электронного микроскопа. 4. Сканирующая зондовая микроскопия: виды, принцип действия.
29.	Тепловое излучение тел. Энергетические характеристики теплового излучения. Тепловидение и термография в медицине.	1. Тепловое излучение тел. Основные характеристики теплового излучения: энергетическая светимость, спектральная плотность энергетической светимости, монохроматический коэффициент поглощения. 2. Абсолютно чёрное, серое и другие тела. Законы теплового излучения (Кирхгофа, Стефана-Больцмана, Вина). Формула Планка. 3. Тепловое излучение тела человека. Способы теплообмена организма с окружающей средой. 4. Использование тепловидения и термографии в медицине.

30.	Магнитное поле и его характеристики. Воздействие магнитного поля на биологические объекты. Основы электронного парамагнитного резонанса. Ядерный магнитный резонанс. Принципы магнитно-резонансной томографии.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Магнитные моменты электрона – орбитальный и спиновой. Орбитальное магнитомеханическое отношение для электрона.</li> <li>2. Поведение парамагнитных атомов во внешнем магнитном поле. Электронный парамагнитный резонанс (ЭПР) и его применение в медицине.</li> <li>3. Ядерный магнитный резонанс (ЯМР).</li> <li>4. Использование ЯМР для получения изображений органов и тканей. ЯМР-томография как диагностический метод.</li> </ol>
31.	Тормозное и характеристическое рентгеновское излучение.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Устройство рентгеновской лампы.</li> <li>2. Природа тормозного и характеристического рентгеновского излучения, их характеристики и свойства.</li> <li>3. Спектр тормозного излучения и его регулировка.</li> <li>4. Закон ослабления рентгеновского излучения веществом, слой половинного ослабления. Линейный и массовый показатели ослабления.</li> </ol>
32.	Свойства рентгеновского излучения и его использование в медицине.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Виды взаимодействия рентгеновского излучения с веществом.</li> <li>2. Использование рентгеновского излучения в диагностике и лучевой терапии.</li> <li>3. Основы рентгеновской компьютерной томографии.</li> <li>4. Методы защиты от ионизирующих излучений.</li> </ol>
33.	Радиоактивность. Закон радиоактивного распада	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Радиоактивный распад и его виды. Энергетические спектры <math>\alpha</math>- и <math>\beta</math>-частиц, гамма-излучения.</li> <li>2. Основной закон радиоактивного распада. Период полураспада.</li> <li>3. Активность радионуклидов, единицы её измерения. Изменение активности препарата во времени.</li> <li>4. Удельная, массовая и поверхностная активности.</li> </ol>
34.	Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом. Радионуклидные методы диагностики и лучевой терапии.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Характеристики взаимодействия ионизирующих излучений с веществом: линейная плотность ионизации, линейные потери энергии, длина пробега.</li> <li>2. Основные биологические эффекты при действии ИИ.</li> <li>3. Радионуклидные методы диагностики: гамма-хронография и - томография, позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ).</li> <li>4. Методы лучевой терапии.</li> </ol>
35.	Дозиметрия ионизирующего излучения. Методы регистрации ионизирующих излучений	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Поглощенная, экспозиционная, эквивалентная дозы. Связь между ними и единицы их измерения. Мощности доз.</li> <li>2. Эффективная эквивалентная доза. Коэффициенты радиационного риска. Коллективная доза.</li> <li>3. Устройство дозиметров и радиометров, трековых детекторов.</li> <li>4. Естественный и техногенный радиационные фоны.</li> </ol>
36.	Экзаменационные вопросы по разделам:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Электрические и магнитные явления в организме, электрические воздействия и методы исследования.</li> <li>• Оптические методы исследования и воздействие излучением оптического диапазона на биологические объекты. Элементы физики атомов и молекул.</li> <li>• Ионизирующие излучения. Основы дозиметрии.</li> </ul>

Зав. кафедрой медицинской  
и биологической физики, к.п.н., доцент



Хильманович В.Н.