

СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
по дисциплине «Физические принципы медицинских технологий»
для студентов 1 курса Института клинической медицины
специальность 31.05.01 Лечебное дело, профиль «Ars Medica»
на 1 семестр 2026/2027 учебного года

РАЗДЕЛ 1
«Механика и электродинамика в медицине»

Занятие «Введение в дисциплину»

Занятие № 1

Тема: «Звук в медицинских технологиях»

1. *СР - конспект: «Механические колебания и волны»:*
Механические колебания. Виды колебаний: свободные, вынужденные, автоколебания. Резонанс. Механические волны. Шкала механических волн: инфразвук, звук, ультразвук. Основные характеристики механических волн.
2. Звук. Физические характеристики звука. Акустический импеданс среды. Эффект Доплера. Характеристики слухового ощущения. Физические основы звуковых методов исследования в медицине: аускультация, перкуссия, фонокардиография, аудиометрия, акустическая импедансометрия. Физические основы слухопротезирования.
3. Применение искусственного интеллекта в диагностике и нарушении функций органа слуха.
4. Лабораторная работа № 11.

Занятие № 2

Тема: «Ультразвук в медицине»

1. *СР - конспект: «Ультразвук».*
2. Ультразвук. Источники и приемники ультразвука. Свойства ультразвуковой волны.
3. Особенности распространения ультразвука в биологических тканях. Действие ультразвука на биологические ткани. Физические основы применения ультразвука в медицинской диагностике: ультразвуковая визуализация, контрастное УЗИ, доплерография, ультразвуковая эластография, акустическая импедансная томография. Физические основы применения ультразвука в терапии: физиотерапия, литотрипсия, гипертермия, высокоинтенсивный фокусированный ультразвук (HIFU).
4. Правила техники безопасности при работе с медицинскими изделиями, основанными на применении ультразвука.
5. Ультразвуковая телемедицина.
6. Лабораторная работа «Определение размера образца методом ультразвуковой локализации».

Занятие № 3

Тема: «Биомеханика в медицинских технологиях»

1. *СР - конспект: «Рычаги. Условия равновесия. Рычаги 1-го, 2-го и 3-го рода».*
2. Механика, биомеханика. Рычаги. Условия равновесия. Рычаги 1-го, 2-го и 3-го рода. Рычаги в биомеханике. Информационные технологии в биомеханике.
3. Механика деформируемого тела. Упругость, прочность, твердость. Закон Гука. Медицинские технологии в биомеханике: биосовместимые имплантаты и протезы; экзоскелеты и робототехника; тканевая инженерия и искусственные органы. Стабилография. Компьютерный анализ движений. Биомеханика в реабилитации.
4. Элементы гидродинамики. Вязкость жидкости. Физические основы гемодинамики. Реология крови. Неинвазивные физические методы исследования в гемодинамике.

Занятие № 4

Тема: «Электродинамика в медицине»

1. *СР - конспект: «Основы электромагнетизма»:*

Электрический ток. Плотность и сила тока. Постоянный электрический ток. Электродвижущая сила источников тока. Переменный ток.

Электрическое поле и его характеристики.

Магнитное поле и его характеристики. Магнитные свойства вещества.

Электромагнитные волны. Шкала электромагнитных волн.

2. Основные физические явления и закономерности, лежащие в основе электрических процессов, протекающих в организме человека. Действие постоянного и переменного тока на биологические ткани и его применение в медицине. Применение переменного тока в медицине: а) воздействие токами низкой частоты; б) воздействие токами высокой частоты. Электрические импульсы. Импульсный ток и его применение в медицине.

3. Механизмы действия на биологические ткани электрических полей, магнитных полей, электромагнитных волн.

4. Виды методов (электрофорез, электрохирургия, УВЧ-терапия, амплипульстерапия, мио- и нейростимуляция, и др.).

5. Правила техники безопасности при работе с электрическими медицинскими изделиями.

6. Лабораторная работа № 18.

Занятие № 5

Тема: «Медицинские технологии на основе пассивных электрических свойств биологических тканей»

1. *СР - конспект: «Электрические и магнитные свойства вещества»:*

Проводники и диэлектрики. Электрическое сопротивление и электропроводность проводников.

Диэлектрическая проницаемость и электрическая емкость материалов. Поляризация диэлектриков.

2. Пассивные электрические свойства тканей тела человека. Удельная электропроводность и диэлектрическая проницаемость биологических тканей. Импеданс биотканей. Связь электрических характеристик тканей и органов с их физиологическим и функциональным состоянием. Эквивалентная электрическая схема биологических тканей. Ключевые диагностические технологии на основе пассивных электрических свойств тканей: электроимпедансная томография, биоимпедансометрия, импедансная реография.

3. Лабораторная работа № 15.

Занятие № 6

Тема: «Датчики и электроды в медицине»

1. Устройства съема, преобразования, передачи и регистрации медико-биологической информации. Биотелеметрия.

2. Датчики и их основные характеристики (чувствительность, порог чувствительности). Виды датчиков в медицине. Биосенсоры. Примеры датчиков в медицинских приборах и аппаратах.

3. Электроды и их основные характеристики. Виды электродов в медицине.

4. Основные требования к медицинским электродам и датчикам, электробезопасность.

5. Интернет вещей (IoT, Internet of Things) в медицине.

6. Лабораторная работа «Изучение датчиков, применяемых в медицине».

Занятие № 7

Тема: «Биологические мембраны. Мембранные технологии в медицине»

1. *СР - конспект: «Биологические мембраны»:*

Строение и физические свойства биологических мембран. Функции биологических мембран.

Активный и пассивный транспорт через биологические мембраны.

2. Биологические мембраны. Строение, физические свойства, функции биологических мембран. Активный и пассивный транспорт через биологические мембраны.

3. Биопотенциалы. Потенциал покоя. Потенциал действия. Особенности распространения потенциала действия вдоль нервных и мышечных волокон.

4. Искусственные мембраны.
5. Физические основы мембранных технологий в медицине: искусственная почка (гемодиализ), ЭКМО (экстракорпоральная мембранная оксигенация), мембранный плазмаферез, барьерные мембраны.
6. Роль мембранного транспорта в технологии «орган-на-чипе».
7. Искусственный интеллект в мембранных технологиях.
8. Лабораторная работа «Фильтры».

Занятие № 8

Тема: «Медицинские технологии на основе активных электрических свойств биологических тканей»

1. *СР - конспект: «Электрический диполь»:*
Электрический диполь. Электрическое поле диполя. Диполь во внешнем электрическом поле.
2. Активные электрические свойства биологических тканей. Физические основы электрографии органов и тканей.
3. Электрический диполь. Электрическое поле диполя. Токовый диполь как теоретическая основа электрографии органов и тканей.
4. Физические и биофизические основы методов электрографии в медицине: электрокардиографии (ЭКГ), электромиографии (ЭМГ), электроэнцефалографии (ЭЭГ), электроретинографии (ЭРГ) и др.
5. Теория Эйнтховена как основа ЭКГ. Сердце как эквивалентный электрический генератор. Генез электрокардиограмм в трех стандартных отведениях. Понятие о биполярных и униполярных отведениях.
6. Искусственный интеллект и телемедицина в электрографии органов и тканей.
7. Лабораторная работа № 17 (часть 1).

Занятие № 9

Тема: «Коллоквиум»

Контроль по разделу 1 . Коллоквиум.

РАЗДЕЛ 2

«Оптика, атомная и ядерная физика в медицине»

Занятие № 10

Тема: «Оптические методы в медицине 1»

1. *СР - конспект: «Геометрическая оптика»:*
Основные понятия и законы геометрической оптики. Показатель преломления среды. Линзы. Виды линз. Аберрации линз.
2. Основные понятия и законы геометрической оптики. Показатель преломления среды.
3. Явление полного внутреннего отражения света. Эндоскопические технологии в медицине.
4. Линзы. Виды линз. Аберрации линз.
5. Оптика глаза. Разрешающая способность глаза. Острота зрения. Оптические устройства и приборы для диагностики и коррекции дефектов зрения. Современные технологии рефрактометрии.
6. Основные типы бионических глаз.
7. Лабораторная работа «Оптическая система глаза».

Занятие № 11

Тема: «Современные технологии в микроскопии»

1. Обзор современных методов микроскопии.
2. Физические основы оптической микроскопии. Виды и специальные приемы оптической микроскопии. Предел разрешения и полезное увеличение оптического микроскопа. Физические основы конфокальной, темнопольной, фазово-контрастной микроскопии.

3. Физические основы электронной микроскопии. Предел разрешения электронного микроскопа. Трансмиссионная и сканирующая электронная микроскопия.
4. Основы флуоресцентной, интерференционной, поляризационной, атомно-силовой микроскопии.
5. Лабораторная работа «Микроскопия».

Занятие № 12

Тема: «Оптические методы в медицине 2»

1. *СР - конспект: «Свет как электромагнитная волна»:*
Интерференция и дифракция света.
2. Свет как электромагнитная волна. Особенности взаимодействия света с веществом.
3. Основы волновой оптики. Интерференция, дифракция, поляризация света.
4. Основы квантовой оптики. Поглощение и рассеяние света. Спектры поглощения атомов и молекул.
5. Физические основы медицинских методов, основанных на явлениях интерференции, дифракции, поляризации, поглощения и рассеяния света: просветление оптики, оптическая когерентная томография (ОКТ), спектрофотометрия, пульсоксиметрия, поляриметрия.
6. Лабораторная работа «Определение размеров эритроцитов дифракционным методом».

Занятие № 13

Тема: «Физические основы применения лазеров в медицине»

1. *СР - конспект: «Классификация лазеров»:*
Классификации лазеров: по виду активной среды (рабочего вещества); по интенсивности лазерного излучения; по классу опасности; по области применения в медицине.
2. Лазерное излучение. Устройство и принцип действия лазера.
3. Классификации лазеров: по виду активной среды (рабочего вещества); по интенсивности лазерного излучения; по классу опасности; по области применения в медицине.
4. Характеристики лазерного излучения. Взаимодействие лазерного излучения с веществом.
5. Физические и биофизические основы применения лазеров в медицине: лазерные скальпели в хирургии и офтальмологии, низкоинтенсивная лазерная терапия, фотодинамическая терапия (ФДТ). Лазеры в медицинской аппаратуре.
6. Меры безопасности при работе с лазерами.

Занятие № 14

Тема: «Физические принципы медицинской дозиметрии и радиационной безопасности.»

1. *СР - конспект: «Радиоактивность»:*
Радиоактивность. Естественная и искусственная радиоактивность. Виды радиоактивного распада. Основной закон радиоактивного распада.
2. Элементы дозиметрии. Поглощенная и экспозиционная дозы. Мощность дозы, связь экспозиционной дозы и активности радиоактивного препарата. Эквивалентная и эффективная эквивалентная дозы. Виды детекторов ионизирующего излучения. Дозиметрические приборы.
3. Дозиметрия в контактной и радиационной лучевой терапии. Дозиметрия в диагностических методах ядерной медицины.
4. Методы защиты от ионизирующих излучений при лучевой терапии и диагностике.
5. Искусственный интеллект в ядерной медицине.
6. Лабораторная работа «Дозиметрия».

Занятие № 15

Тема: «Коллоквиум»

Контроль по разделу 2 . Коллоквиум.

Занятие № 16

Тема: «Зачёт»

Итоговый контроль по курсу.

*СР – самостоятельная работа (конспект к занятию).

Список литературы:

1. А.Н. Ремизов, А.Г. Максина, А.Я. Потапенко «Медицинская и биологическая физика» М. 2014.
2. А.Н. Ремизов, А.Г. Максина, Д.Г. Квашнин «Сборник задач по медицинской и биологической физике для медицинских вузов» М. 2019.
3. Руководство к лабораторным работам по физике и математике: учебное пособие [для студентов медицинских вузов] / М.Е. Блохина, В.Н. Фёдорова, Е.П. Лысенко [и др.]. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва: РНИМУ им. Н.И. пирогова, 2023. — 248 с.

Зав. каф. физики и математики ИФМХ

Т.В. Мачнева