

## **КРАТКАЯ АННОТАЦИЯ**

**Лабораторный практикум по дисциплине «Медицинская биофизика»** — это цикл экспериментальных работ, в котором студенты исследуют организм как сложную физико-химическую систему. Практикум раскрывает, как законы механики, термодинамики, оптики и электричества проявляются в работе сердца, слуха, дыхания и клеточных мембран. Студенты осваивают на практике принципы ключевых медицинских технологий: от измерения артериального давления и снятия ЭКГ до работы с пульсоксиметрами и физиотерапевтическими аппаратами. Активное использование интерактивных симуляторов позволяет глубже понять суть биофизических явлений. Курс формирует основу для осознанного применения диагностической аппаратуры и понимания механизмов лечебных физических факторов в будущей профессиональной деятельности.

## **ОБЩАЯ АННОТАЦИЯ**

### **к лабораторному практикуму по дисциплине «Медицинская биофизика»**

**Цель практикума:** Формирование у будущих специалистов в области медицины и биотехнологий системного понимания физических и физико-химических процессов, определяющих жизнедеятельность организма на всех уровнях — от молекулярного до системного, и лежащих в основе современных диагностических и терапевтических технологий.

#### **Задачи практикума:**

- **Фундаментальная:** Раскрыть биофизическую сущность ключевых процессов: транспорт веществ через мембранны, генерация и распространение биоэлектрических потенциалов, механические свойства биологических тканей, преобразование энергии в клетках.
- **Методическая:** Обучить принципам действия, методикам работы и границам применимости основных классов медицинской аппаратуры: от измерительной (сфигмоманометры, термометры, шумомеры) до диагностической (электрокардиографы, пульсоксиметры) и физиотерапевтической.
- **Прикладная:** Сформировать практические навыки получения, обработки и интерпретации биофизических данных (сигналов ЭКГ, аудиограмм, параметров гемодинамики), а также оценки факторов окружающей среды с позиций гигиены.
- **Аналитическая:** Научить выявлять связь между изменением физических параметров биосистемы (вязкость, электрическая проводимость, оптическая плотность) и её функциональным состоянием в норме и при патологии.
- **Структура и содержание:**  
Практикум моделирует ключевые направления биофизических исследований в медицине:

1. **Биомеханика и гемодинамика** (измерение АД, анализ кровотока).
2. **Биоакустика и сенсорная биофизика** (аудиометрия, оценка шума).
3. **Биоэлектричество и электрофизиология** (ЭКГ, электростимуляция).
4. **Биооптика и спектрофотометрия** (пульсоксиметрия).
5. **Биофизика воздействий** (принципы работы физиотерапевтических аппаратов: дарсонвализация, аэрозольтерапия).
6. **Биофизика гомеостаза** (термометрия).

Особенностью практикума является **интегративный подход**, сочетающий работу с реальными приборами для развития мануальных навыков и использование **интерактивных компьютерных симуляторов** (PhET, виртуальные ЭКГ-лаборатории) для углублённого понимания механизмов изучаемых явлений.

**Формируемые компетенции:**

- Способность применять законы физики и химии для количественного описания и моделирования биологических процессов.
- Готовность к использованию основных физико-химических методов анализа в профессиональной деятельности.
- Умение интерпретировать данные, полученные с помощью медицинской аппаратуры, и оценивать погрешности измерений.
- Понимание биофизических ограничений и потенциальных артефактов диагностических методов.

**Значение в образовательной программе:**

Данный лабораторный курс служит **критически важным мостом** между фундаментальными естественными науками и клиническими дисциплинами. Он обеспечивает не просто знакомство с аппаратурой, но и формирует **биофизический тип мышления**, необходимый для осознанного принятия диагностических и терапевтических решений, а также для инновационной деятельности в области биомедицинской инженерии.

## **Лабораторный практикум по дисциплине «Медицинская биофизика»**

### **Аннотации к работам**

#### **1. Изучение аппарата для измерения артериального давления**

**Цель работы:** Освоить биофизические основы аускультативного метода Н.С. Короткова, изучить устройство механического сфигмоманометра и фонендоскопа, приобрести практические навыки измерения артериального давления (АД).

**Краткое описание:** В ходе работы студенты знакомятся с физическими принципами регистрации АД, конструкцией механического тонометра и биоакустической природой тонов Короткова. Отрабатывается алгоритм наложения манжеты, нагнетания воздуха и аускультации. Определяются sistолическое и диастолическое давление. Анализируются физические источники ошибок и правила корректного измерения. Работа

формирует базовый клинико-диагностический навык, основанный на понимании биофизики гемодинамики.

## **2. Регистрация кривой порога слышимости (Аудиометрия)**

**Цель работы:** Экспериментально определить пороги слуховой чувствительности на разных частотах, построить аудиограмму и научиться интерпретировать её для диагностики типов тухоухости с позиций биоакустики.

**Краткое описание:** Работа выполняется с использованием виртуальной модели звукового генератора и детектора (на базе симулятора PhET «Звук»). Студент, изменяя частоту звукового сигнала (от 125 Гц до 8000 Гц), определяет минимальную интенсивность звука (в дБ), воспринимаемую виртуальным «пациентом». На основе полученных данных строится график – аудиограмма. Проводится сравнительный анализ полученной кривой с нормой, что позволяет понять биофизические механизмы слухового восприятия и основы аудиометрической диагностики.

## **3. Определение уровня шума с помощью прибора CENTER 320**

**Цель работы:** Освоить биофизическую методику измерения уровня звукового давления, оценить акустическую обстановку в различных помещениях с точки зрения гигиенических нормативов и потенциального воздействия на организм.

**Краткое описание:** Студенты изучают принцип действия и устройство цифрового шумомера CENTER 320 (или его аналога) с позиций биоакустики. Проводят серию замеров уровня эквивалентного звука (дБА) в помещениях разного назначения. Полученные данные сравниваются с действующими санитарными нормами (СанПиН). Делается вывод о соответствии условий допустимым уровням, а также обсуждаются биофизические механизмы воздействия шума на слуховой анализатор и общее состояние здоровья.

## **4. Физические основы аэрозольтерапии. Исследование работы небулайзера**

**Цель работы:** Изучить биофизические принципы генерации аэрозолей, классификацию частиц по дисперсности и исследовать характеристики медицинского небулайзера.

**Краткое описание:** В работе рассматриваются основные типы небулайзеров: компрессорные, ультразвуковые и меш-небулайзеры с точки зрения физики аэрозолей. Студенты изучают, как размер генерируемых частиц (ММАД – среднемассовый аэродинамический диаметр) определяет глубину седиментации и проникновения лекарственного средства в различные отделы респираторного тракта. Практическая часть включает анализ технических характеристик прибора, определение его производительности и дисперсности аэрозоля. Обсуждаются биофизические основы эффективности и показания для разных типов ингаляционной терапии.

## **5. Физические основы термометрии. Исследование медицинского термометра**

**Цель работы:** Изучить биофизические принципы, лежащие в основе различных методов измерения температуры тела, и провести сравнительный анализ точности медицинских термометров.

**Краткое описание:** Работа посвящена изучению термодинамических и оптических основ работы контактных (ртутные, электронные) и бесконтактных (инфракрасные) термометров. Особое внимание уделяется вопросам калибровки, теплового контакта, времени релаксации и погрешности измерений. На практике студенты измеряют температуру моделируемого объекта разными термометрами, сравнивают результаты и делают выводы об их достоинствах, недостатках и области применения в клинической практике с учётом биофизики теплообмена.

## 6. Изучение аппарата для электростимуляции

**Цель работы:** Исследовать биофизические закономерности возбуждения нервной ткани электрическим током, изучить принцип действия и основные параметры аппаратов для электростимуляции.

**Краткое описание:** Работа проводится с использованием интерактивной компьютерной модели нейрона (симулятор PhET «Нейрон»). Студенты изучают биоэлектрические явления: порог возбуждения, реабазу, хронаксию, генерацию и распространение потенциала действия. Моделируя подачу электрических стимулов различной силы, длительности и формы, они наблюдают ответы мембранны. На основе полученных данных формулируются основные биофизические требования к параметрам стимулирующего тока в физиотерапии и функциональной диагностике.

## 7. Изучение аппаратов для местной дарсонвализации «ДЕ-212 КАРАТ»

**Цель работы:** Изучить биофизические основы метода дарсонвализации, устройство и принцип работы высокочастотного аппарата местного воздействия.

**Краткое описание:** В ходе работы студенты знакомятся с физическими принципами генерации импульсных токов высокой частоты и напряжения (110-400 кГц). Изучаются виды электродов и биофизические механизмы их воздействия на ткани (тепловой, осцилляторный, электрохимический эффекты). Рассматриваются вызываемые физико-биологические эффекты: вазомоторный, трофический, бактерицидный. Практическая часть включает изучение панели управления, правил техники безопасности и обсуждение биофизических ограничений метода.

## 8. Снятие электрокардиограммы и построение вектора ЭДС сердца

**Цель работы:** Освоить биофизические основы метода электрокардиографии, изучить происхождение элементов ЭКГ и научиться определять направление электрической оси сердца (ЭОС).

**Краткое описание:** Студенты изучают систему отведений Эйнштейна с точки зрения теории диполя и проводят виртуальное снятие ЭКГ с использованием интерактивного симулятора. Они идентифицируют зубцы (P, Q, R, S, T) и интервалы, связывая их с фазами деполяризации и реполяризации миокарда. Ключевым этапом является расчёт угла альфа ( $\alpha$ ) направления среднего результирующего вектора деполяризации

желудочков (метод треугольника Эйнховена). Определяется положение ЭОС и его биофизическое и клиническое значение.

## **9. Гигиеническая оценка естественного и искусственного освещения помещений**

**Цель работы:** Освоить биофизические основы фотометрии, гигиенические принципы нормирования освещённости и практические методы оценки световой среды в помещениях лечебно-профилактических учреждений (ЛПУ).

**Краткое описание:** В ходе работы студенты исследуют световую среду помещений различного назначения (учебная аудитория, процедурный кабинет, холл). С использованием люксметра АТТ-1508 проводятся замеры естественной и искусственной освещённости в контрольных точках. На основании плана помещения и данных измерений рассчитываются гигиенические показатели: световой коэффициент (СК), коэффициент естественной освещённости (КЕО), удельная мощность искусственного освещения. Полученные результаты сравниваются с нормативными значениями для лечебных и учебных помещений. В заключительной части на основе нормативов и характеристик типовых светильников выполняется расчёт их необходимого количества и расположения для создания оптимальной искусственной освещённости в заданном помещении.

**Формируемые компетенции:** Работа развивает навыки инструментального контроля факторов окружающей среды, анализа соответствия условий труда и лечения гигиеническим нормативам, а также проектирования безопасной и эффективной световой среды в медицинских учреждениях на основе биофизических принципов фотометрии и физиологии зрения.

## **10. Оптическая оксиметрия. Исследование работы пульсоксиметра**

**Цель работы:** Изучить биофизический принцип работы пульсоксиметра, основанный на спектрофотометрии и анализе пульсовой волны, и исследовать факторы, влияющие на точность измерения насыщения крови кислородом ( $\text{SpO}_2$ ).

**Краткое описание:** В работе рассматривается закон Бугера-ЛамBERTA-BERA и его применение для неинвазивного определения концентрации окси- и дезоксигемоглобина. Студенты изучают устройство датчика пульсоксиметра (светодиоды и фотодетектор) и биооптические основы метода. На практике исследуется влияние различных факторов (движение, низкая перфузия, патологические формы гемоглобина) на показания прибора. Анализируются достоинства, ограничения и биофизические артефакты метода, его роль в клиническом мониторинге.

### **1. Изучение аппарата для измерения артериального давления**



**2. Регистрация кривой порога слышимости (Аудиометрия)** (<https://phet.colorado.edu/en/simulations/filter?subjects=sound-and-waves&type=html>)

**3. Определение уровня шума с помощью прибора CENTER 320** **определение уровня шума с помощью прибора CENTER 320**



**4. Физические основы аэрозольтерапии. Исследование работы небулайзера**



**5. Физические основы термометрии. Исследование медицинского термометра**



## 6. Изучение аппарата для электростимуляции

[https://phet.colorado.edu/sims/html/neuron/latest/neuron\\_ru.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/neuron/latest/neuron_ru.html)

## 7. Изучение аппаратов для местной дарсонвализации «ДЕ-212 КАРАТ



## 8. Снятие электрокардиограммы и построение вектора ЭДС сердца



## 9. Гигиеническая оценка естественного и искусственного освещения помещений



#### 10. Оптическая оксиметрия. Исследование работы пульсоксиметра

