

Учреждение образования  
«Гродненский государственный медицинский университет»

**УТВЕРЖДАЮ**

Ректор учреждения образования  
«Гродненский государственный медицинский  
университет», профессор



В.А. Снежицкий

« 12 » 09 2014 г.

Регистрационный № УД- 209/p

## МЕДИЦИНСКАЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальностей  
1-79 01 01 «Лечебное дело»,  
1-79 01 02 «Педиатрия»

Лечебный факультет  
Педиатрический факультет  
Факультет иностранных учащихся

Кафедра медицинской и биологической физики

Курс – 1

Семестры – 1–2

Лекции– 36 часов

Практические занятия– 36 часов

Лабораторные занятия– 72 часа

Экзамен – 2-й семестр

Зачет – 1-й семестр

Аудиторных часов по  
учебной дисциплине – 144

Всего часов по

учебной дисциплине – 308

Форма получения высшего  
образования: дневная

Составили: зав. кафедрой, доцент И. М. Бертель, доцент С. И. Клинецвич

2014 г.

Учебная программа составлена на основе типовой учебной программы по учебной дисциплине «Медицинская и биологическая физика» для специальностей 1-79 01 01 «Лечебное дело», 1-79 01 02 «Педиатрия», утвержденной первым заместителем министра образования Республики Беларусь (рег. №ТД L-361 от 20 августа 2014 г.)

Рассмотрена и рекомендована к утверждению на заседании кафедры медицинской и биологической физики учреждения образования «Гродненский государственный медицинский университет»

протокол № 1 от 29.08.2014  
Заведующий кафедрой, к.ф.-м.н., доцент

 И.М. Бертель

Одобрена и рекомендована к утверждению Центральным научно-методическим советом учреждения образования «Гродненский государственный медицинский университет»

протокол № 1 от « 11 » 09 2014г.

Председатель ЦНМС,  
первый проректор

  
В. В. Воробьев

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Медицинская и биологическая физика – учебная дисциплина, содержащая комплекс разделов прикладной физики и биофизики, в которых рассматриваются физические законы и явления применительно к решению медицинских задач, а также включает материал, необходимый для изучения принципов устройства медицинской аппаратуры и правил ее безопасного использования; элементы математического аппарата, используемые для количественного описания медико-биологических процессов и обработки медицинских данных.

Учебная программа дисциплины «Медицинская и биологическая физика» включает новейшие научные данные по математическому описанию медико-биологических процессов и обработке медицинских данных, физическим свойствам биотканей и физических полей, действующих на них, физическим методам диагностики заболеваний и исследованиям биологических систем. Особенность новой типовой учебной программы состоит в постановке задач изучения и преподавания дисциплины, направленных на формирование у студентов академической, социально-личностной и профессиональной компетенции.

**Цель преподавания и изучения дисциплины** «Медицинская и биологическая физика» состоит в формировании у студентов и приобретении ими научных знаний о строении и физических свойствах биологических тканей, о закономерностях их взаимодействия с физическими полями, о физических основах современных методов диагностики и лечения.

**Задачи изучения дисциплины** состоят в приобретении студентами академической компетенции, основу которой составляет способность к самостоятельному поиску учебно-информационных ресурсов, овладению методами приобретения и осмысления знания:

- физических и физико-химических процессов, протекающих в живом организме, методов их исследования и описания;
- физических свойств биотканей и свойств физических полей, действующих на них;
- физических основ современных методов диагностики состояния организма: ультразвуковых, тепловизионных, рентгеновских, магнито-резонансных и др.;
- методов теории вероятностей и математической статистики для обработки медицинских данных.

**Задачи преподавания дисциплины** состоят в формировании социально-личностной и профессиональной компетенции, основа которой заключается в знании и применении:

- механических и реологических свойств биотканей;
- физических свойств механических, электрических, магнитных и электромагнитных полей разных частотных диапазонов и особенностей их воздействия на организм человека;

– физических основ современных методов диагностики и лечения; методов проведения математической обработки данных медицинских исследований.

Структура учебной программы «Медицинская и биологическая физика» представлена семью разделами.

### **Требования к подготовке студента по окончании изучения дисциплины**

Студент должен **знать**:

- общие законы физики и биофизики, лежащие в основе процессов, протекающих в организме;
- реологические свойства биологических тканей и жидкостей;
- характеристики физических факторов (лечебных, климатических, производственных), оказывающих воздействие на организм и биофизические механизмы такого воздействия;
- назначение, основы устройства и практического использования медицинской аппаратуры, технику безопасности при работе с ней;
- основы математических методов обработки медицинских данных.

Студент должен **уметь**:

- пользоваться основными измерительными приборами;
- исследовать физические свойства веществ;
- работать на физической медицинской аппаратуре, представленной в лабораторном практикуме;
- проводить простейшую статистическую обработку результатов измерений.

Студент должен **владеть**:

- методами определения различных физических характеристик биологических объектов;
- практическими навыками использования отдельных образцов лечебной и диагностической аппаратуры.

на изучение учебной дисциплины для специальностей 1-79 01 01 «Лечебное дело»,

Всего образовательным стандартом высшего образования первой ступени по циклу естественнонаучных дисциплин, а также базовой учебной программой для специальностей 1-79 01 01 «Лечебное дело» и 1-79 01 02 «Педиатрия» отводится 308 академических часов. Из них аудиторных часов - 144, из них лекций - 36, практических - 27, лабораторных - 81. Самостоятельных внеаудиторных часов - 164.

Текущая аттестация проводится в соответствии с типовым учебным планом в форме зачета за I семестр и курсового экзамена во II семестре.

Самостоятельная внеаудиторная работа заключается в изучении основной и дополнительной литературы, монографий, периодической литературы, оперативной информации интернет-источников, подготовке сообщений, рефератов, кратких докладов, учебных презентаций, участия в образовательных

форумах по наиболее актуальным проблемам медицинской и биологической физики.

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### **1. Основы математических методов обработки медико-биологической информации**

#### **1.1. Исследование функциональных зависимостей, определение скоростей изменения и градиентов функций**

Производная функции как мера скорости процесса, её геометрический и физический смысл, правила нахождения, градиенты. Производные высших порядков. Исследование функций на экстремум. Дифференциал функции одной переменной. Частные производные и полный дифференциал функции многих переменных. Состояние организма как функция многих переменных.

Первообразная функция и неопределённый интеграл. Определённый интеграл, его применение для вычисления площадей фигур и работы переменной силы. Методы нахождения неопределённых и определённых интегралов. Правило Ньютона-Лейбница.

#### **1.2. Основы математического моделирования медико-биологических процессов**

Понятие об обыкновенных дифференциальных уравнениях. Общие и частные решения. Интегрирование дифференциальных уравнений с разделяющимися переменными.

Примеры составления математических моделей медико-биологических процессов (размножение бактерий, накопление и выведение лекарственных веществ, радионуклидов и т.п.).

#### **1.3. Элементы теории вероятностей. Случайная величина и её распределение**

Случайные события, их виды. Вероятность случайного события. Вероятностный характер медико-биологических процессов. Теоремы сложения и умножения вероятностей, формула Байеса. Принципы вероятностных подходов к задачам диагностики и прогнозирования заболеваний.

#### **1.4. Случайные величины, их распределения и числовые характеристики распределения**

Дискретные и непрерывные случайные величины. Их законы распределения. Числовые параметры распределений случайных величин: математическое ожидание, мода, медиана, дисперсия, среднее квадратическое отклонение. Примеры различных законов распределения случайных величин. Нормальный закон распределения и его свойства.

#### **1.5. Основы математической статистики. Порядок работы с выборкой. Методы расчета параметров распределения. Графическое представление статистического распределения**

Генеральная совокупность и выборка. Вариационный и интервальный статистические ряды. Графическое представление выборки: полигон частот и гистограмма. Оценка параметров генеральной совокупности по параметрам выборки. Методы обработки медицинских данных.

Обработка результатов прямых и косвенных измерений физических величин.

## **1.6. Элементы корреляционного анализа. Установление корреляционной связи между двумя совокупностями случайных величин**

Элементы корреляционного анализа. Построение корреляционного поля, линии регрессии и расчет коэффициента корреляции.

## **2. Механические колебания и волны. Акустика. Ультразвуковые методы исследования. Механические свойства твердых тел и биологических тканей**

### **2.1. Основы биомеханики. Механические свойства биологических тканей. Определение модуля упругости материалов**

Механические деформации, их виды. Закон Гука, модуль упругости. Определение модуля упругости материалов. Упругие, вязкие и вязкоупругие среды, их механические характеристики и модели. Механические свойства биотканей: костной ткани, мышц, сухожилий, стенок сосудов.

### **2.2. Механические колебания. Резонанс. Гармонический анализ сложных колебаний. Механические волны**

Свободные, затухающие и вынужденные механические колебания. Резонанс. Автоколебания. Гармонические колебания. Энергия гармонических колебаний. Сложение колебаний. Гармонический спектр сложных колебаний, теорема Фурье. Применение гармонического анализа для обработки диагностических данных.

Механические волны, их виды, скорость распространения. Уравнение волны. Энергетические характеристики волны: поток энергии, интенсивность (плотность потока энергии), объемная плотность энергии волны, вектор Умова. Эффект Доплера.

### **2.3. Акустика. Диаграмма слышимости. Ультразвук и его свойства. Акустические и ультразвуковые методы исследования и воздействия в медицине**

Физические характеристики звука: частота, интенсивность, спектральный состав. Характеристики слухового ощущения и их связь с физическими характеристиками звука. Диаграмма слышимости. Закон Вебера-Фехнера. Уровни интенсивности и уровни громкости, единицы измерения, связь между ними. Фонокардиография. Отражение и поглощение звуковых волн. Акустический импеданс.

Биофизические основы действия ультразвука на клетки и ткани организма. Принципы ультразвуковой визуализации органов и тканей. Ультразвуковая диагностика. Применение эффекта Доплера для неинвазивного измерения скорости кровотока.

Инфразвук. Особенности действия инфразвука на биологические объекты.

### **2.4. Биофизические основы формирования слухового ощущения. Аудиометрия**

Диаграмма слышимости. Аудиометрия. Снятие спектральной характеристики чувствительности уха на пороге слышимости.

## **3. Биореология. Физические основы гемодинамики**

### **3.1. Физические основы гидродинамики идеальной и вязкой жидкости**

Основные понятия гидродинамики. Уравнение неразрывности струи. Уравнение Бернулли. Течение вязкой жидкости, формулы Ньютона и Пуазейля. Гидравлическое сопротивление.

### **3.2. Физические основы гемодинамики. Применение уравнения Бернулли, уравнения неразрывности и формулы Пуазейля для анализа течения жидкости и артериального кровотока**

Реологические свойства крови, неньютоновский характер ее вязкости. Роль эластичности сосудов, пульсовая волна. Распределение скорости кровотока и кровяного давления в большом круге кровообращения. Применение уравнения Бернулли для исследования кровотока в крупных артериях и аорте (закупорка артерии, артериальный шум, поведение аневризмы). Методы определения давления и скорости кровотока.

Работа и мощность сердца.

### **3.3. Определение вязкости жидкостей капиллярным вискозиметром**

Факторы, влияющие на вязкость крови в организме. Методы определения вязкости: Стокса, Оствальда, ротационный метод. Определение вязкости жидкости вискозиметром Оствальда.

### **3.4. Поверхностное натяжение в жидкости. Капиллярные явления**

Физическая сущность явления поверхностного натяжения. Коэффициент поверхностного натяжения и методы его определения. Добавочное давление под кривой поверхностью жидкости, формула Лапласа. Смачивание. Капиллярные явления, их значение в биологических системах. Газовая эмболия.

## **4. Явления переноса и физические процессы в биологических мембранах**

### **4.1. Физические свойства биологических мембран. Транспорт веществ через биологические мембраны. Формирование мембранных потенциалов клетки в покое и при возбуждении**

Строение и физические свойства биологических мембран. Пассивный транспорт веществ через биологические мембраны, его виды. Математическое описание пассивного транспорта веществ. Активный транспорт ионов.

### **4.2. Формирование мембранных потенциалов клетки в покое и при возбуждении. Распространение потенциала действия по аксонам**

Мембранные потенциалы покоя и их ионная природа. Уравнение Нернста. Уравнение Гольдмана-Ходжкина-Катца для потенциала покоя клетки. Механизм генерации потенциала действия, его основные фазы. Рефрактерный период. Распространение потенциала действия по безмиелиновым и миелинизированным аксонам.

## **5. Электрические и магнитные явления в организме, электрические воздействия и методы исследования**

### **5.1. Физические основы электрографии тканей и органов. Изучение основ электрокардиографии**

Электрическое поле и его характеристики. Поле диполя. Диполь в электрическом поле. Основы электрокардиографии, теория Эйнтховена. Сердце как электрический диполь. Стандартные отведения Эйнтховена, усиленные униполярные и грудные отведения. Формирование зубцов электрокардиограммы, их связь с физиологическими процессами в миокарде. Определение амплитудных и временных параметров электрокардиограммы.

### **5.2. Различные нагрузки в цепи переменного тока. Эквивалентная электрическая схема живой ткани. Определение зависимости импеданса живой ткани от частоты переменного тока. Физические основы реографии**

Переменный ток, его характеристики. Омическое сопротивление, индуктивность и ёмкость в цепи переменного тока. Импеданс цепи. Эквивалентная схема живой ткани. Импеданс живой ткани, его зависимость от частоты переменного тока. Оценка жизнестойкости тканей. Физические основы реографии как диагностического метода.

### **5.3. Характеристики импульсных токов. Физические основы электростимуляции тканей и органов. Знакомство с аппаратурой для электростимуляции и определение параметров импульсных токов**

Импульсные токи и их характеристики. Электровозбудимость тканей, реобаза, хронаксия. Уравнение Вейса-Лапика, закон Дюбуа-Реймона. Виды электростимуляции сердца.

Определение параметров импульсных токов (длительности импульса, частоты, скважности). Изучение аппарата амплипульс – терапии.

### **5.4. Основные характеристики и свойства магнитного поля. Магнитные свойства веществ и биотканей**

Магнитное поле и его характеристики. Магнитная индукция. Закон Био-Савара-Лапласа. Магнитное поле прямого и кругового тока. Действие магнитного поля на электрический заряд, проводник с током, рамку с током. Электромагнитная индукция. Закон Фарадея. Индуктивность контура. Энергия магнитного поля. Магнитные свойства веществ. Действие магнитного поля на биообъекты.

### **5.5. Воздействие на организм высокочастотных токов и полей. Изучение методов и аппаратуры для высокочастотной терапии**

Физические основы высокочастотной терапии и электрохирургии. Знакомство с методами и аппаратами высокочастотной терапии: диатермией, индуктотермией, микроволновой терапией, крайне высокочастотной терапией, местной дарсонвализацией. Изучение нагревания диэлектриков и электролитов в поле ультравысокой частоты.

## **5.6. Регистрация биофизических параметров. Термоэлектрические явления, их использование в датчиках. Изучение электрических датчиков температуры**

Общие характеристики и классификация датчиков (измерительных преобразователей). Датчики температуры. Зависимость сопротивления металлов и полупроводников от температуры. Контактная разность потенциалов. Термопара, термо-ЭДС. Градуировка термопары, термистора и проволочного терморезистора.

## **5.7. Усиление биоэлектрических сигналов. Определение частотных и амплитудных характеристик усилителя.**

Общие принципы усиления электрических сигналов. Требования к усилителям биопотенциалов. Определение частотной и амплитудной характеристик усилителя, полосы пропускания и динамического диапазона. Амплитудные и частотные характеристики основных биопотенциалов: ЭКГ, ЭЭГ, ЭМГ. Дифференциальный усилитель, его особенности и способ подключения к пациенту.

## **6. Оптические методы исследования и воздействие излучением оптического диапазона на биологические объекты. Элементы физики атомов и молекул**

### **6.1. Электромагнитные волны, их свойства. Методы получения поляризованного света. Использование поляризационных методов для исследования биологических объектов. Оптическая активность.**

Общие свойства электромагнитных волн. Естественный и поляризованный свет. Виды поляризации света. Методы получения поляризованного света, основанные на явлениях Брюстера, двулучепреломления, дихроизма поглощения. Закон Малюса. Оптическая активность. Устройство поляризационных приборов, основанных на двулучепреломлении и дихроизме поглощения. Прохождение света через поляризаторы. Устройство поляриметра. Определение концентрации оптически активных веществ поляриметром.

### **6.2. Рефрактометрия. Определение концентрации растворов с помощью рефрактометра. Принципы волоконной оптики. Эндоскопия**

Законы отражения и преломления света. Устройство рефрактометра. Зависимость показателя преломления растворов от концентрации. Определение концентрации растворов с помощью рефрактометра.

Явление полного внутреннего отражения света, принципы волоконной оптики, устройство современных эндоскопов.

### **6.3. Оптическая микроскопия. Основы электронной и зондовой микроскопии**

Ход лучей в микроскопе. Увеличение и предел разрешения оптических микроскопов. Формула Аббе. Основы электронной микроскопии. Волновые свойства электронов. Длина волны де Бройля. Предел разрешения электронного микроскопа. Принципы и возможности зондовой микроскопии.

Определение цены деления окулярной шкалы и линейных размеров микробъектов оптическим микроскопом.

#### **6.4. Тепловое излучение тел. Энергетические характеристики теплового излучения. Тепловидение и термография в медицине**

Основные характеристики теплового излучения. Энергетическая светимость, спектральная плотность энергетической светимости, монохроматический коэффициент поглощения. Абсолютно чёрное, серое и другие тела. Законы теплового излучения (Кирхгофа, Стефана-Больцмана, Вина). Формула Планка. Тепловое излучение тела человека. Использование тепловидения и термографии в медицине.

#### **6.5. Законы поглощения и рассеяния света. Основы фотоколориметрии и спектрофотометрии**

Поглощение света. Законы поглощения света веществом. Показатель поглощения вещества, его зависимость от длины волны света и концентрации раствора. Коэффициент пропускания и оптическая плотность, их зависимость от длины волны и концентрации. Устройство фотоэлектроколориметра. Определение с его помощью концентрации растворов. Определение спектра поглощения вещества спектрофотометром. Рассеяние света, его виды и закономерности. Закон Релея. Нефелометрия.

#### **6.6. Излучение и поглощение энергии атомами и молекулами. Основы спектрального анализа. Люминесценция. Наблюдение и исследование спектров испускания и поглощения**

Теория Бора. Спектр атома водорода. Основы атомного и молекулярного спектрального анализа. Градуировка спектроскопа излучением ртутной лампы и исследование спектров поглощения гемоглобина крови и других растворов.

Люминесценция, ее виды и характеристики. Законы Стокса и Вавилова. Люминесцентный анализ в медицине. Собственная люминесценция биологических объектов. Люминесцентные метки и зонды. Фотобиологические процессы, спектр действия.

Фотодинамическая терапия.

#### **6.7. Вынужденное излучение. Лазеры. Свойства лазерного излучения. Применение лазеров в медицине**

Вынужденное излучение и его свойства. Условия усиления света. Устройство лазеров. Назначение активной среды, системы накачки и резонатора в лазерах. Схема работы лазера. Свойства лазерного излучения, его использование в медицине. Использование лазерного излучения в терапии и хирургии. Дифракция света. Определение длины волны лазера и размеров малых объектов по дифракционной картине.

#### **6.8. Оптическая система глаза. Биофизические основы зрения**

Аккомодация глаза. Недостатки оптической системы глаза и их коррекция. Чувствительность глаза к свету и цвету. Механизм адаптации глаза к различной освещённости. Биофизические основы зрительной рецепции.

## **6.9. Основы электронного парамагнитного резонанса. Ядерный магнитный резонанс. Принципы магнитно-резонансной томографии**

Поведение парамагнитных молекул во внешнем магнитном поле. Электронный парамагнитный резонанс. Парамагнитные свойства свободных радикалов. Схема установки для наблюдения электронного парамагнитного резонанса. Идентификация свободных радикалов и определение их концентрации методами ЭПР. Магнитные свойства ядер химических элементов, ядерный магнитный резонанс. Химический сдвиг.

Принципы получения изображений органов и тканей с помощью магнитно-резонансного томографа.

## **7. Ионизирующие излучения. Основы дозиметрии**

### **7.1. Тормозное и характеристическое рентгеновское излучение. Свойства рентгеновского излучения и его использование в медицине**

Природа тормозного и характеристического рентгеновского излучения, их характеристики и свойства.

Устройство рентгеновской лампы, спектр тормозного излучения и его регулировка. Характеристическое излучение. Закон Мозли. Закон ослабления рентгеновского излучения веществом, слой половинного ослабления. Линейный и массовый показатели ослабления, их зависимость от жёсткости излучения и свойств вещества. Виды взаимодействия рентгеновского излучения с веществом. Использование рентгеновского излучения в диагностике и лучевой терапии. Основы рентгеновской компьютерной томографии. Методы защиты от рентгеновского излучения.

### **7.2. Радиоактивность. Искусственная и естественная радиоактивность. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом. Радионуклидные методы диагностики и лучевой терапии**

Радиоактивный распад и его виды. Энергетические спектры  $\alpha$ - и  $\beta$ -частиц, гамма-излучений. Основной закон радиоактивного распада. Период полураспада. Характеристики взаимодействия ионизирующих излучений с веществом: линейная плотность ионизации, линейные потери энергии, длина пробега.

Активность радионуклидов, единицы её измерения. Связь между ними. Удельная, массовая и поверхностная активности. Изменение активности препарата во времени. Измерение активности препарата.

### **7.3. Дозиметрия ионизирующего излучения. Методы регистрации ионизирующих излучений**

Поглощённая, экспозиционная, эквивалентная дозы. Связь между ними и единицы их измерения. Эффективная эквивалентная доза, коэффициенты радиационного риска, коллективная доза.

Устройство дозиметров и радиометров. Определение мощности экспозиционной дозы. Естественный радиационный фон. Методы расчёта поглощённой и эквивалентной доз при внешнем облучении.

### **7.4. Методы расчёта поглощённой и эквивалентной доз, полученных в результате однократного поступления радионуклидов в организм**

Биологический и эффективный периоды полувыведения радионуклидов из организма. Закон изменения активности радионуклидов в организме. Методы расчёта эквивалентной дозы внутреннего облучения при однократном поступлении радионуклидов в организм.

#### **7.5. Принципы расчёта поглощённой и эквивалентной доз, полученных при непрерывном поступлении радионуклидов в организм**

Счётчики радиоактивного излучения человека. Принципы расчёта эквивалентной дозы внутреннего облучения при непрерывном поступлении радионуклидов в организм.

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### ЛИТЕРАТУРА

#### Основная:

1. Лещенко, В. Г. Медицинская и биологическая физика: учебное пособие / В. Г. Лещенко, Г. К. Ильич. Мн.: Новое знание, 2012; М.: ИНФРА-М, 2012. 552 с.
2. Лещенко, В. Г. Практикум по медицинской и биологической физике: учебное пособие / под редакцией В. Г. Лещенко. Мн.: Новое знание, 2013; М.: ИНФРА-М, 2013. 318 с.
3. Ремизов, А. Н. Медицинская и биологическая физика: издание 4-е, переработанное и дополненное / А. Н. Ремизов. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. 648с
4. Федорова, В. Н. Краткий курс медицинской и биологической физики с элементами реабилитологии: лекции и семинары/ В. Н. Федорова, Л. А. Степанова. - М.: Физматлит, 2005.-624 с.
5. Лобочкая Н.Л. Высшая математика, 2. -изд./ Н. В. Лобочкая, Ю. В. Морозов, А. А. Дунаев. -Мн., 1987.-479 с.
6. Горский, Ф.К. Физический практикум с элементами электроники/ Ф. К. Горский, Н. М. Сакевич. -Мн.: Вышэйшая школа, 1980. – 272 с.

#### Дополнительная:

7. Антонов, В.Ф. Биофизика: учебник для студ. высш. учеб.заведений/ В.Ф. Антонов [ и др.]; под общ. ред. В. Ф. Антонова.– М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2000. -288 с.
8. Ремизов, А. Н. Сборник задач по медицинской и биологической физике, учебное пособие для вузов / А. Н. Ремизов, А. Г. Максина. М.: Дрофа, 2001. 192 с.
9. Блохина, М. Е. Руководство к лабораторным работам по медицинской и биологической физике: Учебное пособие для вузов, 2-е, перераб., доп./ М. Е. Блохина, Г. В. Мансурова, И. А. Эссаулова; под ред. Ремизова А.Н. –М.: Дрофа, 2002. -288 с.

### ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

Оценка учебных достижений студента осуществляется с использованием фонда оценочных средств и технологий учреждения высшего образования. Фонд оценочных средств учебных достижений студента включает:

- типовые задания в различных формах (устные, письменные, тестовые, ситуационные и т.п.);
- контрольные работы;
- учебно-исследовательские работы студентов;
- компьютерные тесты;
- протоколы лабораторных работ;

- иные средства диагностики в соответствии с учебной программой.
- Фонд технологий контроля обучения включает:
- устный опрос;
  - итоговое занятие (коллоквиум);
  - защиту реферата по теме учебной программы дисциплины;
  - текущую аттестацию по окончании изучения дисциплины с применением устной, письменной, тестовой и иных методик контроля обучения.

#### **ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

1. Лабораторная работа «Изучение нормального закона распределения случайной величины»;
2. Лабораторная работа «Принцип действия доплеровского индикатора скорости кровотока»;
3. Лабораторная работа «Снятие спектральной характеристики уха на пороге слышимости»;
4. Лабораторная работа «Определение вязкости жидкости вискозиметрами Оствальда и ВК-4 и исследование зависимости вязкости раствора от концентрации»;
5. Лабораторная работа «Определение поверхностного натяжения методом измерения максимального давления в пузырьке воздуха»;
6. Лабораторная работа «Определение модуля упругости кости по изгибу»;
7. Лабораторная работа «Диффузия ионов через полупроницаемую пленку (мембрану)»;
8. Лабораторная работа «Компьютерное моделирование электрогенеза в клетках»;
9. Лабораторная работа «Расчет кислородного обеспечения организма в зависимости от эффективности энергообмена»;
10. Лабораторная работа «Изучение работы электрокардиографа Определение амплитудных и временных параметров ЭКГ»;
11. Лабораторная работа «Определение зависимости индуктивного и емкостного сопротивлений от частоты»;
12. Лабораторная работа «Определение сопротивления живой ткани человека постоянному и переменному токам»;
13. Лабораторная работа «Изучение работы мультивибратора, дифференцирующей и интегрирующей цепей»;
14. Лабораторная работа «Исследование напряженности поля и нагревание вещества полем аппарат УВЧ-терапии»;
15. Лабораторная работа «Электрические методы измерения неэлектрических величин»;
16. Лабораторная работа «Определение частотной, амплитудной характеристик усилителя электрокардиографа, линейных и нелинейных искажений»;
17. Лабораторная работа «Определение увеличения микроскопа и его разрешающей способности»;

18. Лабораторная работа «Исследование зависимости показателя преломления раствора от его концентрации. Определение концентрации раствора с помощью рефрактометра»;
19. Лабораторная работа «Определение длины световой волны с помощью дифракционной решетки»;
20. Лабораторная работа «Определение концентрации оптически активных веществ с помощью поляриметра»;
21. Лабораторная работа «Определение концентрации окрашенных растворов фотоэлектроколориметром»;
22. Лабораторная работа «Градуировка спектроскопа. Исследование спектров излучения и поглощения веществ»;
23. Лабораторная работа «Определение коэффициента поглощения гамма-лучей веществом».

### **ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

1. Практическое занятие «Введение в физический практикум»;
2. Практическое занятие «Производная функции»;
3. Практическое занятие «Дифференциал функции»;
4. Практическое занятие «Неопределенный и определенный интегралы»;
5. Практическое занятие «Обыкновенные дифференциальные уравнения и их применение для решения медико-биологических задач»;
6. Практическое занятие «Основы математической статистики»;
7. Практическое занятие «Проверка статистических гипотез»;
8. Практическое занятие «Элементы корреляционного и дисперсионного анализа»;
9. Практическое занятие «Механические колебания и волны»;
10. Практическое занятие «Биоэнергетика. Второе начало термодинамики и живые организмы»;
11. Практическое занятие «Основы дозиметрии ионизирующих излучений»;
12. Практическое занятие «Электронный парамагнитный, ядерный магнитный резонансы. Их применение в биологии и медицине»;
13. Практическое занятие «Тормозное и характеристическое рентгеновское излучение. Его свойства и использование в медицине».

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1 ПЕРВЫЙ СЕМЕСТР

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов				Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Форма контроля знаний
		лекции	практические занятия	лабораторные занятия	управляемая самостоятельная работа студента			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	<b>Введение в физический практикум</b>	0	3,0	0	0/0	Инструкция по ОТ и ТБ		
2	<b>Основы математических методов обработки медико-биологической информации</b>	3,9	21,0	3,0	2,1/3,0			
2.1	<b>Исследование функциональных зависимостей, определение скоростей изменения и градиентов функций</b>	0	9,0	0	0/2,0			
2.1.1	Производная функции. <b>КСР (практ):</b> Решение примеров и задач на нахождение производных функций (индивидуальные задания)	0	3,0	0	0/1,0	Индивидуальные задания	[5] [1] [3] [4]	Устный опрос; Проверка выполнения индивидуальных заданий
2.1.2	Дифференциал функции.	0	3,0	0	0/0	Индивидуальные задания	[5] [1] [3] [4]	Решение задач; Проверка выполнения индивидуальных заданий
2.1.3	Неопределенный и определенный	0	3,0	0	0/1,0	Индивидуальные	[5]	Устный опрос;

	интегралы. <b>КСР (практ.):</b> решение задач на нахождение определенных и неопределенных интегралов (индивидуальные задания).					задания		Проверка выполнения индивидуальных заданий
<b>2.2</b>	<b>Основы математического моделирования медико-биологических процессов</b>	<b>0</b>	<b>3,0</b>	<b>0</b>	<b>0/0</b>			
2.2.1	Обыкновенные дифференциальные уравнения и их применение для решения медико-биологических задач	0	3,0	0	0/0	Индивидуальные задания	[1] [5]	Решение задач; Проверка выполнения индивидуальных заданий
<b>2.3</b>	<b>Элементы теории вероятностей. Случайная величина и ее распределение</b>	<b>1,3</b>	<b>0</b>	<b>3,0</b>	<b>0,7/0</b>			
2.3.1	Элементы теории вероятностей. Дискретные и непрерывные случайные величины. Их законы распределения. Числовые параметры распределений случайных величин: математическое ожидание, мода, медиана, дисперсия, среднее квадратическое отклонение. Примеры различных законов распределения случайных величин. Нормальный закон распределения и его свойства. <b>КСР (лекц.):</b> Примеры законов распределения случайных величин: формула Бернулли, функция Лапласа, закон Пуассона	1,3	0	3,0	0,7/0	Индивидуальные задания	[1] [5]	Устный опрос; Проверка выполнения индивидуальных заданий
<b>2.4</b>	<b>Основы математической статистики. Порядок работы с выборкой. Методы расчета параметров распределения. Графическое представление статистического распределения</b>	<b>2,6</b>	<b>9,0</b>	<b>0</b>	<b>1,4/1,0</b>			
2.4.1	Основы математической статистики. <b>КСР (лекц.):</b> Обработка результатов прямых	1,3	3,0	0	0,7/0	Индивидуальные задания	[1] [5]	Устный опрос; Проверка выполнения

	и косвенных измерений.							индивидуальных заданий
2.4.2	Проверка статистических гипотез. <b>КСР (практ.):</b> решение задач на проверку статистических гипотез с применением t-критерия Стьюдента, T-критерия Крамера-Уэлча, F-критерия Фишера, хи-квадрат (индивидуальные задания).	0	3,0	0	0/1,0	Индивидуальные задания	[1] [5]	Решение задач; Проверка выполнения индивидуальных заданий
2.4.3	Элементы корреляционного и дисперсионного анализа. <b>КСР (лекц.):</b> Определение линии регрессии и расчет коэффициента линейной корреляции. Итоговая контрольная работа по разделам курса «Элементы высшей математики, теории вероятностей и математической статистики в медицине».	1,3	3,0	0	0,7/0	Индивидуальные задания	[1] [5]	Компьютерное тестирование, Проверка выполнения индивидуальных заданий.
<b>3</b>	<b>Механические колебательные и волновые процессы</b>	<b>3,9</b>	<b>3,0</b>	<b>6,0</b>	<b>2,1/0</b>			
3.1	Механические колебания и волны. <b>КСР (лекц.):</b> Эффект Доплера и его применение для неинвазивного измерения скорости кровотока.	1,3	3,0	0	0,7/0		[1] [3] [4]	Устный опрос на лабораторно-практическом занятии и зачетном занятии.
3.2	Ультразвук и инфразвук. <b>КСР (лекц.):</b> Механическая волна. Уравнение волны.	1,3	0	3,0	0,7/0	Установка для демонстрации эффекта Доплера	[1] [3] [4]	Решение задач; Устный опрос на лабораторно-практическом занятии и зачетном занятии.
3.3	Акустика. <b>КСР (лекц.):</b> Фонокардиография. Отражение и поглощение звуковых волн. Акустический импеданс.	1,3	0	3,0	0,7/0	Генератор ЗЧ, наушники	[1] [3] [4]	Устный опрос на лабораторно-практическом занятии и зачетном занятии.

<b>4</b>	<b>Физические основы гемодинамики и биореологии.</b>	<b>1,3</b>	<b>0</b>	<b>3,0</b>	<b>0,7/0</b>			
4.1	Физические основы гемодинамики. Применение уравнения Бернулли, уравнения неразрывности и формулы Пуазейля для анализа течения жидкости и артериального кровотока. Вискозиметрия. <b>КСР (лекц.):</b> Устройство вискозиметра Оствальда. Определение вязкости жидкости с помощью вискозиметра Оствальда.	1,3	0	3,0	0,7/0	Вискозиметр, секундомер, растворы соли NaCl	[1] [1] [3] [4]	Решение задач; Устный опрос на лабораторно-практическом занятии и зачетном занятии.
<b>5</b>	<b>Молекулярные явления в жидкости</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3,0</b>	<b>0/0</b>			
5.1	Поверхностное натяжение в жидкости. Смачивание. Капиллярные явления, их значение в биологических системах. Газовая эмболия.	0	0	3,0	0/0	Установка Ребиндера	[1] [3] [4]	Решение задач; Устный опрос на лабораторно-практическом занятии и зачетном занятии.
<b>6</b>	<b>Основы биомеханики. Механические свойства биологических тканей. Определение модуля упругости материалов</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3,0</b>	<b>0/0</b>			
6,1	Механические деформации, их виды. Закон Гука, модуль упругости. Определение модуля упругости материалов. Упругие, вязкие и вязкоупругие среды, их механические характеристики и модели. Механические свойства биотканей: костной ткани, мышц, сухожилий, стенок сосудов.	0	0	3,0	0/0	Установка для определения модуля Юнга	[1] [3] [4]	Решение задач; Устный опрос на лабораторно-практическом занятии и зачетном занятии.
<b>7</b>	<b>Биофизические свойства биологических</b>	<b>2,6</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>1,4/0</b>			

	<b>мембран и мембранные потенциалы</b>							
7.1	Структурно-функциональная организация клеточных мембран. Транспорт веществ через биологические мембраны. <b>КСР (лекц.):</b> Активный транспорт ионов.	1,3	0	3,0	0,7/0	Микроколориметр, полупроницаемая пленка, раствор $\text{Cu}_2\text{SO}_4$	[1] [3] [4] [7]	Устный опрос на лабораторно-практическом занятии и на экзамене
7.2.	Формирование мембранных потенциалов клетки в покое и при возбуждении <b>КСР (лекц.):</b> Распространение потенциала действия по безмиелиновым и миелинизированным аксонам.	1,3	0	3,0	0,7/0	ПК, математическая модель электрогенеза клетки	1] [3] [4] [7]	Решение задач. Устный опрос на лабораторно-практическом занятии и на экзамене
<b>8</b>	<b>Итоговый контроль знаний и практических навыков, зачет по изученным разделам дисциплины</b>	<b>0</b>	<b>3,0</b>	<b>0</b>	<b>0/0</b>			
8.1	<b>Итоговый контроль знаний и практических навыков, зачет по разделам:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Математическое описание медико-биологических процессов и обработка медицинских данных;</li> <li>• Механические колебательные и волновые процессы;</li> <li>• Биореология. Физические основы гемодинамики;</li> <li>• Молекулярные явления в жидкости.</li> <li>• Механические свойства биологических тканей</li> </ul>	0	3,0	0	0/0	Индивидуальные задания	[1] [3] [4] [7] [8]	Компьютерное тестирование, письменный опрос, устное собеседование
<b>9</b>	<b>Биоэнергетика. Термодинамика биосистем</b>	<b>2,6</b>	<b>3,0</b>	<b>3,0</b>	<b>1,4/0</b>			
9.1	Биоэнергетика. Первое начало термодинамики и живые организмы. <b>КСР (лекц.):</b> Виды теплообмена в организме. Уравнение теплового баланса.	1,3	0	3,0	0,7/0	Тонометр, фонендоскоп, линейка, секундомер	[3] [4]	Устный опрос на лабораторно-практическом занятии и на экзамене

9.2	Второе начало термодинамики и живые организмы. <b>КСР (лекц.):</b> Термометрия и калориметрия. Применение низких температур в медицине.	1,3	3,0	0	0,7/0	Компьютерные тесты	[3] [4]	Устный опрос на лабораторно-практическом занятии и на зачете
<b>Всего часов за I сем</b>		<b>14,3</b>	<b>33</b>	<b>27</b>	<b>7,7/3</b>			
<b>Итого часов за I сем.</b>		<b>14.3+7.7+33+27+3=85</b>						

## 1.2 ВТОРОЙ СЕМЕСТР

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов				Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Форма контроля знаний
		лекции	практические занятия	лабораторные занятия	управляемая самостоятельная работа студента			
<b>10</b>	<b>Электрические и магнитные явления в организме, электрические воздействия и методы исследования</b>	<b>5,2</b>	<b>0</b>	<b>20,0</b>	<b>2,8/0</b>			
10.1	Внешние электрические поля тканей и органов. <b>КСР (лекц.):</b> Определение амплитудных и временных параметров ЭКГ.	1,3	0	2,5	0,7/0	электрокардиограф	[1] [3] [4] [7]	Устный опрос на лабораторно-практическом занятии и на экзамене
10.2	Цепи переменного электрического тока.	0	0	2,5	0/0	генератор, измерительные приборы, индуктивное и емкостное сопротивление	[1] [3] [4] [8]	Решение задач
10.3	Электропроводность биологических тканей для постоянного и переменного токов. Физические основы реографии.	0	0	2,5	0/0	аппарат для гальванизации	[1] [3] [4] [7]	Устный опрос
10.4	Физические основы импульсной электротерапии. <b>КСР (лекц.):</b> Различные виды нагрузки в цепи переменного тока. Импеданс живой ткани для переменного тока. Электровозбудимость тканей.	1,3	0	2,5	0,7/0	генератор импульсов, осциллограф	[1] [3] [4] [8] [9]	Решение задач. Устный опрос на лабораторно-практическом занятии и на экзамене

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов				Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Форма контроля знаний
		лекции	практические занятия	лабораторные занятия	управляемая самостоятельная работа студента			
10.5	Физические основы методов высокочастотной терапии и электрохирургии. <b>КСР (лекц.):</b> Основы диатермии и индуктотермии.	1,3	0	2,5	0,7/0	Аппарат УВЧ-терапии, пробирка с раствором NaCl и трансформаторным маслом	[1] [3] [4] 8 [9]	Устный опрос на лабораторно-практическом занятии и на экзамене
10.6	Устройства съема и регистрации медико-биологической информации. <b>КСР (лекц.):</b> Коэффициент усиления, амплитудная и частотная характеристики усилителя.	1,3	0	2,5	0,7/0	термоэлектрический датчик, цифровой вольтметр	[1] [4] [6]	Устный опрос на лабораторно-практическом занятии и на экзамене
10.7	Усиление биоэлектрических сигналов.	0	0	2,5	0/0	генератор, усилители электрических сигналов	[1] [3] [4] [8] [9]	Устный опрос на лабораторно-практическом занятии и на экзамене
10.8	Контрольная работа по разделам курса «Биоэнергетика. Термодинамика биосистем». «Электрические и магнитные явления в организме, электрические воздействия и методы исследования»	0	0	2,5	0/0	Индивидуальные задания	[1] [3] [4] [7] [9]	Компьютерное тестирование, письменный опрос, устное собеседование
<b>11</b>	<b>Оптические методы исследования и воздействие излучением оптического диапазона на биологические объекты.</b>	<b>1,3</b>	<b>0</b>	<b>17,5</b>	<b>0,7/0</b>			

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов				Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Форма контроля знаний
		лекции	практические занятия	лабораторные занятия	управляемая самостоятельная работа студента			
	<b>Элементы физики атомов и молекул</b>							
11.1	Оптическая микроскопия.	0	0	2,5	0/0	микроскоп, микрообъект,	[1] [3] [4] [7] [9]	Решение задач
11.2	Рефрактометрия. Эндоскопия	0	0	2,5	0/0	рефрактометр, эндоскоп	[1] [3] [4] [7] [9]	Устный опрос на лабораторно-практическом занятии и на экзамене
11.3	Электромагнитные волны, их свойства.	0	0	2,5	0/0	дифракционная решетка, источник монохроматического света, измерительная линейка	[1] [3] [4] [7] [9]	Устный опрос
11.4	Поляризация. Использование поляризационных методов в медицине	0	0	2,5	0/0	поляризатор, поляриметр, 5%, 7%, 10%, 15% - растворы сахара	[1] [3] [4] [7] [9]	Решение задач
11.5	Тепловое излучение тел. Тепловидение и термография в медицине. Элементы	0	0	2,5	0/0	спектроскоп, неоновая лампа, кювета с раствором	[1] [4]	Устный опрос

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов				Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Форма контроля знаний
		лекции	практические занятия	лабораторные занятия	управляемая самостоятельная работа студента			
	квантовой механики					KMnO <sub>4</sub>	[6]	
11.6	Поглощение и рассеяние света. Люминесценция.	0	0	2,5	0/0	микроколориметр, 5%, 7%, 10%, 15% - растворы Cu <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	[1] [4] [6]	Решение задач
11.7	Электронный парамагнитный, ядерный магнитный резонансы. Их применение в биологии и медицине. <b>КСР (лекц.):</b> Принципы получения изображений органов и тканей в МРТ.	1,3	0	2,5	0,7/0		[1] [2] [6]	Устный опрос на лабораторно-практическом занятии и на экзамене
<b>12</b>	<b>Ионизирующие излучения. Основы дозиметрии</b>	<b>2,6</b>	<b>0</b>	<b>7,5</b>	<b>1,4</b>			
12.1	Тормозное и характеристическое рентгеновское излучение. Его свойства и использование в медицине. <b>КСР (лекц.):</b> Счётчики радиоактивного излучения человека. Биологический и эффективный периоды полувыведения радионуклидов из организма.	1,3	0	2,5	0,7/0	рентгеновские трубки	[1] [3] [4] [7] [9]	Решение задач. Устный опрос на лабораторно-практическом занятии и на экзамене
12.2	Явление радиоактивного распада. Использование радионуклидов в медицине. <b>КСР (лекц.):</b> Устройство дозиметров и радиометров	1,3	0	2,5	0,7/0	дозиметр, источник гамма-излучения	[1] [3] [4] [7] [9]	Устный опрос. Устный опрос на лабораторно-практическом занятии и на

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов				Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Форма контроля знаний
		лекции	практические занятия	лабораторные занятия	управляемая самостоятельная работа студента			
							экзамене	
12.3	Основы дозиметрии ионизирующих излучений.	0	0	2,5	0/0		[1] [3] [4] [7] [9]	Решение задач
<b>Всего часов за II сем.</b>		<b>9,1</b>	<b>0,0</b>	<b>45</b>	<b>4,9/0</b>			
<b>Итого часов за II сем.</b>		<b>9,1+0+45+4,9=59</b>						
<b>Всего часов</b>		<b>23</b>	<b>33</b>	<b>72</b>	<b>13/3</b>			

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ ПО  
ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ С ДРУГИМИ  
ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу
Общая химия	Кафедра общей и биорганической химии	Кафедра внесла предложение об углубленном рассмотрении на учебных занятиях механизмов возникновения: 1) диффузионного потенциала Нернста; 2) клеточного мембранного электрического потенциала; 3) осмотического давления. Протокол №14 от 16.06.2014г.	Принять к сведению решение кафедры общей и биорганической химии. Протокол №11 от 30.06.2014г.