

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учебно-методическое объединение по высшему медицинскому,
фармацевтическому образованию

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель
Министра здравоохранения
Республики Беларусь,
председатель Учебно-методического
объединения по высшему
медицинскому, фармацевтическому
образованию

Е.Н.Кроткова
2023

Регистрационный № УПД-091-063/пр.



МЕДИЦИНСКАЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Примерная учебная программа по учебной дисциплине
для специальности 7-07-0911-06 «Педиатрия»

СОГЛАСОВАНО

Ректор учреждения образования
«Гродненский государственный
медицинский университет»

И.Г.Жук

20.09 2023



СОГЛАСОВАНО

Начальник главного управления
организационно-кадровой работы и
профессионального образования
Министерства здравоохранения
Республики Беларусь

О.Н.Коллюпанова

15.09 2023



СОГЛАСОВАНО

Начальник Республиканского
центра научно-методического
обеспечения медицинского и
фармацевтического образования
государственного учреждения
образования «Белорусская
медицинская академия
последипломного образования»

Л.М.Калацей

22.09 2023

22.09 2023

Минск 2023

СОСТАВИТЕЛИ:

В.Н.Хильманович, заведующий кафедрой медицинской и биологической физики учреждения образования «Гродненский государственный медицинский университет», кандидат педагогических наук, доцент;

И.М.Бертель, доцент кафедры медицинской и биологической физики учреждения образования «Гродненский государственный медицинский университет», кандидат физико-математических наук, доцент;

С.И.Клинцевич, доцент кафедры медицинской и биологической физики учреждения образования «Гродненский государственный медицинский университет», кандидат физико-математических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра медицинской и биологической физики учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет»;

С.В.Иванова, доцент кафедры медицинской и биологической физики учреждения образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет», кандидат биологических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ПРИМЕРНОЙ:

Кафедрой медицинской и биологической физики учреждения образования «Гродненский государственный медицинский университет»
(протокол № 9 от 04.04.2023);

Научно-методическим советом учреждения образования «Гродненский государственный медицинский университет»
(протокол № 8 от 18.05.2023);

Научно-методическим советом по педиатрии Учебно-методического объединения по высшему медицинскому, фармацевтическому образованию
(протокол № 2 от 19.05.2023)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Медицинская и биологическая физика – учебная дисциплина естественно-научного модуля, содержащая научные знания об общих законах биофизики применительно к биосистеме, принципах устройства медицинской аппаратуры и правилах ее безопасного использования.

Примерная учебная программа по учебной дисциплине «Медицинская и биологическая физика» разработана в соответствии с образовательным стандартом специального высшего образования по специальности 7-07-0911-06 «Педиатрия», утвержденным и введенным в действие постановлением Министерства образования Республики Беларусь и Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 01.09.2023 № 302/127; примерным учебным планом по специальности 7-07-0911-06 «Педиатрия» (регистрационный № 7-07-09-006/пр.), утвержденным первым заместителем Министра здравоохранения Республики Беларусь 24.11.2023 и первым заместителем Министра образования Республики Беларусь 20.12.2022.

Цель учебной дисциплины «Медицинская и биологическая физика» – формирование базовой профессиональной компетенции для диагностики и лечения заболеваний у детей и подростков.

Задачи учебной дисциплины «Медицинская и биологическая физика» состоят в формировании у студентов научных знаний о физических и физико-химических процессах, протекающих в живом организме, методах их исследования и описания, физических основах современных методов диагностики состояния организма человека, умений и навыков, необходимых для решения медико-биологических задач.

Знания, умения, навыки, полученные при изучении учебной дисциплины «Медицинская и биологическая физика», необходимы для успешного изучения следующих учебных дисциплин: «Нормальная физиология», «Патологическая физиология», «Медицинская реабилитация и физиотерапия», «Офтальмология», «Лучевая диагностика и лучевая терапия», «Радиационная и экологическая медицина».

Студент, освоивший содержание учебного материала учебной дисциплины, должен обладать следующей базовой профессиональной компетенцией: применять основные биофизические законы и знания об общих принципах функционирования медицинского оборудования для решения задач профессиональной деятельности.

В рамках образовательного процесса по учебной дисциплине студент должен приобрести не только теоретические знания, практические умения и навыки по специальности, но и развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной, социально-культурной и общественной жизни страны.

Всего на изучение учебной дисциплины отводится 108 академических часов, из них 44 аудиторных и 64 часа самостоятельной работы студента

Рекомендуемая форма аттестации студентов: зачет (1 семестр).

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Название раздела (темы)	Всего аудиторных часов	Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий		
		лекции	практические	лабораторные
1. Введение в физический лабораторный практикум. Акустика. Звук и ультразвук в диагностике и терапии	4	–	3	1
1.1. Введение в физический лабораторный практикум. Механические колебания и волны	2	–	2	–
1.2. Акустика. Характеристики слухового ощущения. Звук, ультразвук и инфразвук в медицине	2	–	1	1
2. Явления переноса и физические процессы в биологических мембранах	4	2	2	–
3. Электрические явления в организме человека, электрические методы воздействия и исследования	8	2	4	2
3.1. Физические основы электрографии тканей и органов организма человека. Основы электрокардиографии. Определение амплитудных и временных параметров электрокардиографии	6	2	3	1
3.2. Воздействие на организм человека высокочастотных токов и полей. Методы и аппаратура для высокочастотной терапии	2	–	1	1
4. Регистрация биофизических параметров. Термоэлектрические явления, их использование в датчиках. Электрические датчики температуры	2	–	1	1
5. Оптические методы исследования и воздействие излучением оптического диапазона на биологические объекты. Элементы физики атомов и молекул	8	–	6	2
5.1. Геометрическая оптика. Рефрактометрия. Принципы волоконной оптики. Эндоскопия	2	–	1	1
5.2. Оптическая микроскопия. Оптическая система глаза. Биофизические основы зрения	2	–	2	–
5.3. Законы поглощения и рассеяния света. Основы фотокolorиметрии и спектрофотометрии	2	–	1	1
5.4. Тепловое излучение тел. Энергетические характеристики теплового	2	–	2	–

Название раздела (темы)	Всего аудиторных часов	Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий		
		лекции	практические	лабораторные
излучения. Тепловидение и термография в медицине				
6. Основы квантовой механики и ее приложения	10	2	6	2
6.1. Теория Бора. Спектр атома водорода. Волновые свойства электронов	2	–	2	–
6.2. Излучение и поглощение энергии атомами и молекулами. Основы спектрального анализа	2	–	1	1
6.3. Вынужденное излучение. Лазеры. Свойства лазерного излучения. Применение лазеров в медицине	2	–	1	1
6.4. Основы электронного парамагнитного резонанса. Ядерный магнитный резонанс. Принципы магнитно-резонансной томографии	4	2	2	–
7. Ионизирующие излучения. Основы дозиметрии	8	2	5	1
7.1. Тормозное и характеристическое рентгеновское излучение. Свойства рентгеновского излучения и его использование в медицине	2	–	2	–
7.2. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Радионуклидные методы диагностики и лучевой терапии	2	–	2	–
7.3. Дозиметрия ионизирующего излучения. Методы регистрации ионизирующих излучений	4	2	1	1
Всего часов	44	8	27	9

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Введение в физический лабораторный практикум. Акустика. Звук и ультразвук в диагностике и терапии

1.1. Введение в физический лабораторный практикум. Механические колебания и волны

Роль, задачи и место физических и биофизических знаний в структуре подготовки специалистов в области медицины. Правила работы и техники безопасности в физической лаборатории. Проблема обеспечения эксплуатационной безопасности медицинской техники и электрических схем.

Механические колебания. Гармонические колебания. Свободные и затухающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс. Механические волны и их характеристики.

1.2. Акустика. Характеристики слухового ощущения. Звук, ультразвук и инфразвук в медицине

Физические характеристики звука. Характеристики слухового ощущения и их связь с физическими характеристиками звука. Акустический импеданс. Закон Вебера-Фехнера. Физические основы работы аппарата восприятия звука (ухо человека). Акустические методы исследования в медицине.

Излучатели и приемники ультразвука. Принципы ультразвуковой диагностики. Использование ультразвука в терапии, хирургии. Инфразвук. Особенности действия инфразвука на биологические объекты.

2. Явления переноса и физические процессы в биологических мембранах

Молекулярная организация и модели клеточных мембран. Физические свойства биологических мембран. Пассивный и активный транспорт веществ через биологические мембраны. Математическое описание пассивного транспорта веществ. Уравнения Нернста и Гольдмана-Ходжкина-Катца для потенциала покоя клетки. Механизм генерации потенциала действия, его основные фазы. Распространение потенциала действия по безмиелиновым и миелиновым аксонам.

3. Электрические явления в организме человека, электрические методы воздействия и исследования

3.1. Физические основы электрографии тканей и органов организма человека. Основы электрокардиографии. Определение амплитудных и временных параметров электрокардиографии

Электрическое поле и его характеристики. Электрический диполь. Электрическое поле диполя. Диполь в электрическом поле. Дипольный эквивалентный электрический генератор сердца. Понятие о мультиполе. Основы электрографии органов организма человека.

Электрокардиография. Теория Эйнтховена. Стандартные отведения Эйнтховена, усиленные униполярные и грудные отведения. Формирование зубцов электрокардиограммы, их связь с физиологическими процессами в миокарде. Электростимуляция сердца.

3.2. Воздействие на организм человека высокочастотных токов и полей. Методы и аппаратура для высокочастотной терапии

Физические основы высокочастотной терапии и электрохирургии. Структурная схема аппарата ультравысокочастотной терапии. Терапевтический контур. Воздействие на биообъекты переменными электрическим и магнитным полями. Воздействие на биообъекты электромагнитными волнами. Диатермия, дарсонвализация, диатермокоагуляция, диатермотомия.

4. Регистрация биофизических параметров. Термоэлектрические явления, их использование в датчиках. Электрические датчики температуры

Общая схема съема, передачи и регистрации медико-биологической информации. Электроды для съема биоэлектрического сигнала. Общие характеристики и классификация датчиков. Термоэлектрические явления в металлах и полупроводниках. Термопары и термисторы и их использование для измерения температуры. Пьезоэлектрический эффект и его применение. Датчики в медицине: датчики температуры тела, датчики параметров системы дыхания, датчики параметров сердечно-сосудистой системы.

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

5.1. Геометрическая оптика. Рефрактометрия. Принципы волоконной оптики. Эндоскопия

Законы геометрической оптики. Ход лучей в трехгранной призме. Устройство рефрактометра. Определение концентрации растворов с помощью рефрактометра. Явление полного внутреннего отражения света, принципы волоконной оптики, устройство современных эндоскопов.

5.2. Оптическая микроскопия. Оптическая система глаза. Биофизические основы зрения

Линзы. Формула тонкой линзы. Оптическая микроскопия. Ход лучей в оптическом микроскопе. Увеличение и предел разрешения оптических микроскопов. Формула Аббе.

Человеческий глаз как оптическая система. Аккомодация глаза. Недостатки оптической системы глаза и их коррекция. Острота зрения. Чувствительность глаза к свету и цвету. Механизм адаптации глаза к различной освещенности. Биофизические основы зрительной рецепции.

5.3. Законы поглощения и рассеяния света. Основы фотоколориметрии и спектрофотометрии

Поглощение света. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Показатель поглощения вещества, его зависимость от длины волны света и концентрации раствора. Коэффициент пропускания и оптическая плотность вещества. Колориметрия. Устройство фотоэлектроколориметра. Рассеяние света. Закон Рэлея. Нефелометрия.

5.4. Тепловое излучение тел. Энергетические характеристики теплового излучения. Тепловидение и термография в медицине

Тепловое излучение тел. Основные характеристики теплового излучения: поток излучения, энергетическая светимость, спектральная плотность энергетической светимости, монохроматический коэффициент поглощения и единицы их измерения. Абсолютно черное, серое и другие тела. Законы теплового излучения (Кирхгофа, Стефана-Больцмана, Вина). Формула Планка. Тепловое излучение тела человека. Способы теплообмена организма человека с окружающей средой. Использование тепловидения и термографии в медицине.

6. Основы квантовой механики и ее приложения

6.1. Теория Бора. Спектр атома водорода. Волновые свойства электронов

Теория Бора. Спектр атома водорода. Волновые свойства электронов: дифракция. Интерференция. Волновая функция. Уравнение Шредингера.

6.2. Излучение и поглощение энергии атомами и молекулами. Основы спектрального анализа

Структура энергетических уровней атомов и молекул. Основы атомного и молекулярного спектрального анализа.

Волновые свойства электронов. Длина волны де Бройля. Основы электронной микроскопии. Предел разрешения электронного микроскопа.

6.3. Вынужденное излучение. Лазеры. Свойства лазерного излучения. Применение лазеров в медицине

Спонтанное и вынужденное излучение и его свойства. Инверсия населенностей энергетических уровней. Условия усиления света. Трех- и четырехуровневая активная среда. Устройство лазеров. Назначение активной среды, системы накачки и оптического резонатора в лазерах. Свойства лазерного излучения. Использование лазерного излучения в терапии и хирургии.

6.4. Основы электронного парамагнитного резонанса. Ядерный магнитный резонанс. Принципы магнитно-резонансной томографии

Магнитные моменты электрона – орбитальный и спиновой. Орбитальное магнитомеханическое отношение для электрона. Поведение парамагнитных атомов во внешнем магнитном поле. Электронный парамагнитный резонанс и его применение в медицине. Ядерный магнитный резонанс (ЯМР). ЯМР-томография как диагностический метод. Принципы магнитно-резонансной томографии.

7. Ионизирующие излучения. Основы дозиметрии

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

Устройство рентгеновской лампы. Природа тормозного и характеристического рентгеновского излучения. Спектр тормозного излучения и его регулировка. Характеристическое излучение. Закон Мозли. Закон ослабления рентгеновского излучения веществом, слой половинного ослабления. Линейный и массовый показатели ослабления. Виды взаимодействия рентгеновского излучения с веществом. Использование

рентгеновского излучения в диагностике и лучевой терапии. Основы рентгеновской компьютерной томографии.

7.2. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Радионуклидные методы диагностики и лучевой терапии

Радиоактивный распад и его виды. Энергетические спектры α - и β частиц, гамма-излучения. Основной закон радиоактивного распада. Период полураспада. Активность радионуклидов, единицы ее измерения. Изменение активности препарата во времени. Удельная, массовая и поверхностная активности. Характеристики взаимодействия ионизирующих излучений с веществом. Радионуклидные методы диагностики: гамма-хронография, топография, позитронно-эмиссионная томография. Радионуклидная терапия.

7.3. Дозиметрия ионизирующего излучения. Методы регистрации ионизирующих излучений

Поглощенная, экспозиционная, эквивалентная дозы, связь между ними и единицы их измерения. Мощности доз. Эффективная эквивалентная доза. Коэффициенты радиационного риска. Коллективная доза. Устройство дозиметров и радиометров, трековых детекторов. Естественный и техногенный радиационные фоны. Методы расчета поглощенной и эквивалентной доз при внешнем облучении. Методы защиты от ионизирующих излучений. Предельно допустимые дозы излучения для населения.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Литература

Основная:

1. Лещенко, В. Г. Медицинская и биологическая физика : учебное пособие / В. Г. Лещенко, Г. К. Ильич. – Мн. : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2017. – 552 с.

Дополнительная:

2. Ремизов, А. Н. Медицинская и биологическая физика : учебник / А. Н. Ремизов. – 4-е изд., испр. и перераб. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2018. – 656 с.

3. Антонов, В. Ф. Физика и биофизика : учебник / В. Ф. Антонов, Е. К. Козлова, А. М. Черныш. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 480 с.

Примерный перечень результатов обучения

В результате изучения учебной дисциплины «Медицинская и биологическая физика» студент должен

знать:

общие законы физики и биофизики, лежащие в основе процессов, протекающих в организме человека;

характеристики физических факторов, оказывающих воздействие на организм человека и биофизические механизмы такого воздействия;

назначение, основы устройства и использования отдельных образцов медицинской аппаратуры и технику безопасности при работе с ней;

физические методы исследования веществ и явлений природы;

уметь:

пользоваться основными измерительными приборами;

исследовать физические свойства веществ;

работать на физической медицинской аппаратуре;

владеть:

методами определения различных физических характеристик биологических объектов;

навыками использования отдельных образцов медицинской аппаратуры.

Примерный перечень практических навыков

1. Работа с основными измерительными приборами.

2. Применение физических методов для определения характеристик и параметров биологических объектов.

3. Установление логической связи влияния различных факторов на состояние биологической системы.