

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учебно-методическое объединение по высшему медицинскому,
фармацевтическому образованию

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель
Министра образования
Республики Беларусь
_____ И.А.Старовойтова

_____ /тип.
Регистрационный № ТД- _____ /тип.

МЕДИЦИНСКАЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Типовая учебная программа по учебной дисциплине
для специальности
1-79 01 02 «Педиатрия»

СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель Министра
здравоохранения Республики
Беларусь

_____ Е.Н.Кроткова
_____ 20__

СОГЛАСОВАНО

Сопредседатель Учебно-
методического объединения
по высшему медицинскому,
фармацевтическому образованию

_____ С.П.Рубникович
_____ 20__

СОГЛАСОВАНО

Начальник Главного управления
профессионального образования
Министерства образования
Республики Беларусь

_____ С.А.Касперович
_____ 20__

СОГЛАСОВАНО

Проректор по научно-методической
работе Государственного учреждения
образования «Республиканский
институт высшей школы»

_____ И.В.Титович
_____ 20__

Эксперт-нормоконтролер

_____ /тип.
_____ 20__

Минск 20__

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»;

И.Г.Мотевич, доцент кафедры общей физики учреждения образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», кандидат физико-математических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:

Кафедрой медицинской и биологической физики учреждения образования «Гродненский государственный медицинский университет»
(протокол № 6 от 21.01.2022);

Центральным научно-методическим советом учреждения образования «Гродненский государственный медицинский университет»
(протокол № 4 от 24.02.2022);

Научно-методическим советом по педиатрии Учебно-методического объединения по высшему медицинскому, фармацевтическому образованию
(протокол № 1 от 28.02.2022)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Медицинская и биологическая физика – учебная дисциплина естественно-научного модуля, содержащая основные научные знания об общих законах биофизики применительно к биосистеме, а также материал, необходимый для изучения принципов устройства медицинской аппаратуры и правил ее безопасного использования для решения профессиональных задач.

Типовая учебная программа по учебной дисциплине «Медицинская и биологическая физика» разработана в соответствии с образовательным стандартом высшего образования по специальности 1-79 01 02 «Педиатрия», утвержденным и введенным в действие постановлением Министерства образования Республики Беларусь от _____ № ____; типовым учебным планом по специальности 1-79 01 02 «Педиатрия» (регистрационный № L 79-1-005/пр-тип.), утвержденным первым заместителем Министра образования Республики Беларусь 19.05.2021.

Цель учебной дисциплины «Медицинская и биологическая физика» – формирование базовой профессиональной компетенции для применения знания об общих законах биофизики, принципах функционирования медицинского оборудования при диагностике и лечении 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:

БПК. Применять основные биофизические законы и знания об общих принципах функционирования медицинского оборудования для решения задач профессиональной деятельности.

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.

В рамках образовательного процесса по данной 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 текущей аттестации: зачет (1 семестр).

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

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

Название раздела (темы)	Всего аудиторных часов	Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий	
		лекции	практические
спектрофотометрии	2	–	2
5.4. Тепловое излучение тел. Энергетические характеристики теплового излучения. Тепловидение и термография в медицине	2	–	2
6. Основы квантовой механики и ее приложения	10	2	8
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	–	2
6.3. Вынужденное излучение. Лазеры. Свойства лазерного излучения. Применение лазеров в медицине	2	–	2
6.4. Основы электронного парамагнитного резонанса. Ядерный магнитный резонанс. Принципы магнитно-резонансной томографии	4	2	2
7. Ионизирующие излучения. Основы дозиметрии	8	2	6
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	2
Всего часов	44	8	36

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 диагностике и терапии

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.

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. Определение концентрации растворов с помощью рефрактометра. Принципы волоконной оптики. Эндоскопия

Геометрическая оптика. Законы геометрической оптики. Явление полного внутреннего отражения света, принципы волоконной оптики, устройство современных эндоскопов. Ход лучей в трехгранной призме. Устройство рефрактометра. Принципы волоконной оптики. Эндоскопия.

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.

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.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Время, отведенное на самостоятельную работу, может использоваться обучающимися на:

подготовку к лекциям, практическим и лабораторным занятиям;

подготовку к зачету по учебной дисциплине;

проработку тем (вопросов), вынесенных на самостоятельное изучение; решение задач;

выполнение исследовательских и творческих заданий;

подготовку тематических докладов, рефератов, презентаций;

выполнение практических заданий;

конспектирование учебной литературы;

Основные методы организации самостоятельной работы:

выступление с докладом;

изучение тем и проблем, не выносимых на лекции и практические занятия;

компьютеризированное тестирование, в том числе на платформе Moodle;

подготовка и участие в активных формах обучения.

Контроль самостоятельной работы может осуществляться в виде:

индивидуальных заданий, в том числе на платформе Moodle;

контрольной работы;

итогового занятия, коллоквиума в форме устного собеседования, письменной работы, тестирования (в том числе на платформе Moodle);

обсуждения рефератов;

защиты протокола лабораторного занятия;

оценки устного ответа на вопрос, сообщения, доклада или решения задачи на практических занятиях;

проверки рефератов;

индивидуальной беседы.

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

Для диагностики компетенций используются следующие формы:

Устная форма:

собеседования;

устный зачет.

Письменная форма:

тесты;

контрольные опросы;

контрольные работы;

письменные отчеты по аудиторным (домашним) практическим упражнениям;

письменные отчеты по лабораторным работам;

рефераты;

отчеты по научно-исследовательской работе;

публикации статей, докладов;

письменный зачет;

стандартизированные тесты;

оценивание на основе модульно-рейтинговой системы;

оценивание на основе кейс-метода.

Устно-письменная форма:

отчеты по аудиторным практическим упражнениям с их устной защитой;

отчеты по домашним практическим упражнениям с их устной защитой;

отчеты по лабораторным работам с их устной защитой;

зачет;

оценивание на основе модульно-рейтинговой системы;

Техническая форма:

электронные тесты, в том числе на платформе Moodle;

электронные практикумы, в том числе на платформе Moodle;

визуальные лабораторные работы.

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.

СОСТАВИТЕЛИ:

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

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

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

Оформление типовой учебной программы и сопровождающих документов соответствует установленным требованиям.

Начальник учебно-методического отдела учреждения образования «Гродненский государственный медицинский университет» _____ Е.В. Дежиц

Начальник Республиканского центра научно-методического обеспечения медицинского и фармацевтического образования государственного учреждения образования «Белорусская медицинская академия последипломного образования» _____ Л.М.Калацей

Сведения об авторах (составителях) типовой учебной программы

Фамилия, имя, отчество	Хильманович Валентина Николаевна
Должность, ученая степень, ученое звание	Заведующий кафедрой медицинской и биологической физики учреждения образования «Гродненский государственный медицинский университет», кандидат педагогических наук, доцент
<input type="checkbox"/> служебный	+375-152-44-67-51
<i>E-mail:</i>	valentina-gr@yandex.ru
Фамилия, имя, отчество	Бертель Иван Михайлович
Должность, ученая степень, ученое звание	Доцент кафедры медицинской и биологической физики учреждения образования «Гродненский государственный медицинский университет», кандидат физико-математических наук, доцент
<input type="checkbox"/> служебный	+375-152-44-67-51
<i>E-mail:</i>	ivan_bertel@mail.ru
Фамилия, имя, отчество	Клинцевич Станислав Иванович
Должность, ученая степень, ученое звание	Доцент кафедры медицинской и биологической физики учреждения образования «Гродненский государственный медицинский университет», кандидат физико-математических наук, доцент
<input type="checkbox"/> служебный	+375-152-44-67-51
<i>E-mail:</i>	ksi@grsmu.by