

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учебно-методическое объединение по высшему медицинскому,
фармацевтическому образованию

Контрольный
экземпляр

УТВЕРЖДАЮ

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

Е.Н.Кроткова

2023

Регистрационный № УПД-091-046 /пр./



МЕДИЦИНСКАЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Примерная учебная программа по учебной дисциплине для специальности

7-07-0911-03 «Стоматология»

СОГЛАСОВАНО

Ректор учреждения образования
«Белорусский государственный
медицинский университет»

С.П.Рубинович

12.09.2023



СОГЛАСОВАНО

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

С.Н.Коллюпанова

15.09.2023

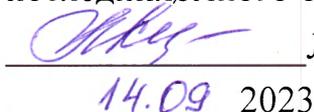


СОГЛАСОВАНО

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

Л.М.Калацей

14.09.2023



Минск 2023

СОСТАВИТЕЛИ:

А.А.Иванов, доцент кафедры медицинской и биологической физики учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет», кандидат физико-математических наук, доцент;

Н.И.Инсарова, доцент кафедры медицинской и биологической физики учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет», кандидат физико-математических наук, доцент;

Н.А.Никоненко, доцент кафедры медицинской и биологической физики учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет», кандидат физико-математических наук;

М.В.Гольцев, заведующий кафедрой медицинской и биологической физики учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет», кандидат физико-математических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

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

С.В.Иванова, и.о. заведующего кафедрой 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 «Белорусский государственный медицинский университет»
(протокол № 5 от 20.12.2022);

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет»
(протокол № от 15.02.2023);

Научно-методическим советом по стоматологии Учебно-методического объединения по высшему медицинскому, фармацевтическому образованию
(протокол № 2 от 23.02.2023)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

«Медицинская и биологическая физика» – учебная дисциплина естественнонаучного модуля, содержащая систематизированные научные знания о физических явлениях, определяющих сущность многих процессов жизнедеятельности, в том числе протекающих на клеточном и молекулярном уровне, а также о физических принципах методов современной диагностики и лечения.

Примерная учебная программа по учебной дисциплине «Медицинская и биологическая физика» разработана в соответствии с

образовательным стандартом специального высшего образования по специальности 7-07-0911-03 «Стоматология», 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 7-07-0911-03 «Стоматология» (регистрационный № 7-07-09-003/пр.), утвержденным первым заместителем Министра здравоохранения Республики Беларусь 21.11.2022 и первым заместителем Министра образования Республики Беларусь 02.12.2022.

Цель учебной дисциплины «Медицинская и биологическая физика» – формирование базовой профессиональной компетенции для применения методов диагностики и лечения в стоматологии.

Задачи учебной дисциплины «Медицинская и биологическая физика» состоят в формировании у студентов научных знаний о:

физических и физико-химических процессах, протекающих в живом организме;

механических и физических свойствах стоматологических материалов;

механических и физических свойствах биологических тканей;

физических методах современной диагностики и лечения стоматологических заболеваний;

свойствах физических полей, действующих на биологические объекты;

основах математической обработки экспериментальных данных;

умений и навыков, необходимых для:

использования диагностического и терапевтического оборудования;

интерпретации результатов лабораторных и инструментальных методов исследования;

безопасной работы с медицинской аппаратурой.

Знания, умения, навыки, полученные при изучении учебной дисциплины «Медицинская и биологическая физика», необходимы для успешного изучения следующих учебных дисциплин: «Анатомия человека», «Нормальная физиология», «Радиационная и экологическая медицина», «Лучевая диагностика и лучевая терапия», «Материаловедение и основы изготовления зубных протезов».

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 124 академических часа, из них 82 аудиторных и 42 часа самостоятельной работы студента.

Рекомендуемые формы промежуточной аттестации: экзамен (2 семестр).

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Название раздела (темы)	Всего аудиторных часов	Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий		
		лекции	лабораторные	практические
1. Математическое описание медико-биологических процессов и обработка медицинских данных	4	-	-	4
1.1. Исследование функциональных зависимостей	1	-	-	1
1.2. Элементы дифференциального и интегрального исчисления	2	-	-	2
1.3. Элементы теории ошибок	1	-	-	1
2. Основы биомеханики с элементами материаловедения в стоматологии	12	2	6	4
2.1. Физические основы механики материалов	7	1	4	2
2.2. Механические и теплофизические свойства стоматологических материалов и тканей зуба	3	1	-	2
2.3. Элементы биомеханики зубочелюстной системы	2	-	2	-
3. Биоакустика	6	-	2	4
3.1. Природа и классификация акустических волн	2	-	-	2
3.2. Физические и физиологические характеристики звуковых волн. Звуковые методы исследования в медицине	2	-	2	-
3.3. Ультразвук и его медицинское применение	2	-	-	2
4. Физические основы биореологии, гидродинамики и гемодинамики	12	2	4	6
4.1. Основные понятия и соотношения, определяющие течение идеальной и вязкой жидкости. Вискозиметрия	5	1	2	2
4.2. Физические основы гемодинамики (гемореологии)	3	1	-	2
4.3. Элементы физики поверхностных явлений	2	-	2	-
4.4. Адгезия. Роль адгезии в стоматологии	2	-	-	2
5. Физические процессы в биологических мембранах	4	-	-	4
5.1. Физические свойства биологических мембран. Транспорт веществ через биологические мембраны	2	-	-	2
5.2. Мембранные потенциалы клетки	2	-	-	2
6. Применение электрических токов, электрических и магнитных полей в медицине	17	2	15	-
6.1. Физические основы электрографии тканей и органов	2	-	2	-

Название раздела (темы)	Всего аудиторных часов	Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий		
		лекции	лабораторные	практические
6.2. Электростимуляция тканей и органов	2	-	2	-
6.3. Получение и регистрация медицинских данных, характеристики электро медицинской аппаратуры	4	-	4	-
6.4. Электрические свойства тканей организма человека	5	1	4	-
6.5. Воздействие электрических токов, электрических и магнитных полей на организм человека	4	1	3	-
7. Электромагнитное излучение и его применение в медицине	25	4	18	3
7.1. Электромагнитные волны, их свойства. Поляризация света, поляризационные методы в биологии и медицине. Поглощение света и его законы	6	1	4	1
7.2. Рефрактометрия. Оптическая микроскопия	4	-	4	-
7.3. Отражение, поглощение и рассеяние света кожей, тканями зуба и стоматологическими материалами	3	1	2	-
7.4. Тепловое излучение тел. Клиническая термография. Теплоотдача организма человека	2	-	2	-
7.5. Излучение и поглощение света атомами и молекулами. Люминесценция	4	-	4	-
7.6. Вынужденное излучение. Лазеры, их применение в медицине	2	-	2	-
7.7. Тормозное рентгеновское излучение, его природа и получение	2	1	-	1
7.8. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Использование рентгеновского излучения в медицине	2	1	-	1
8. Методы ядерной физики в медицине	2	-	-	2
8.1. Явление радиоактивности. Радионуклидная диагностика	1	-	-	1
8.2. Магнитно-резонансная томография	1	-	-	1
Всего часов	82	10	45	27

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Математическое описание медико-биологических процессов и обработка медицинских данных

1.1. Исследование функциональных зависимостей

Постоянные и переменные величины. Способы задания функций. Элементарные функции и их графики.

1.2. Элементы дифференциального и интегрального исчисления

Производная как мера скорости процесса. Градиенты. Понятие интеграла. Применение дифференциального и интегрального исчисления для решения медико-биологических задач.

1.3. Элементы теории ошибок

Прямые и косвенные измерения. Оценка точности полученного в опытах результата. Доверительная вероятность и доверительный интервал, относительная ошибка измерений.

2. Основы биомеханики с элементами материаловедения в стоматологии

2.1. Физические основы механики материалов

Статические и динамические нагрузки. Основные механические свойства материалов, используемых в стоматологии: прочность, упругость, пластичность, хрупкость, твердость, ударная вязкость, усталость материалов. Диаграмма растяжения. Методика определения модуля упругости (модуля Юнга) по изгибу. Расчет на прочность при растяжении и сжатии.

Твердость по Бринеллю, Виккерсу и Кнуппу. Системные и внесистемные единицы измерения твердости. Метод Мооса.

2.2. Механические и теплофизические свойства стоматологических материалов и тканей зуба

Температуры плавления и кипения, удельная теплоемкость, коэффициенты теплопроводности и температуропроводности, термические коэффициенты линейного и объемного расширения материалов, методика их определения.

2.3. Элементы биомеханики зубочелюстной системы

Силы, моменты сил, напряжения и деформации в челюстно-лицевом аппарате человека. Механические свойства компактного и губчатого вещества костной ткани, кожи. Распределение напряжений в периодонте при действии на зуб вертикальной силы.

3. Биоакустика

3.1. Природа и классификация акустических волн

Характеристики акустических волн и их классификация. Отражение и поглощение акустических волн.

3.2 Физические и физиологические характеристики звуковых волн. Звуковые методы исследования в медицине

Физические и физиологические характеристики звука. Диаграмма слышимости. Закон Вебера-Фехнера. Аудиометрия.

3.3. Ультразвук и его медицинское применение

Получение и регистрация ультразвука. Характерные свойства ультразвука, определяющие его применение в медицине. Понятие об А- и В-методах ультразвуковой диагностики. Ультразвуковая доплерография, эхоостеометрия.

4. Физические основы биореологии, гидродинамики и гемодинамики

4.1. Основные понятия и соотношения, определяющие течение идеальной и вязкой жидкости. Вязкозиметрия

Условие неразрывности струи. Идеальная жидкость, уравнение Бернулли. Формула Ньютона для силы внутреннего трения в жидкости. Вязкость жидкости. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Формула Пуазейля. Методика определения вязкости жидкости (метод Оствальда, ротационный метод).

4.2. Физические основы гемодинамики (гемореологии)

Реологические свойства стоматологических материалов, крови и плазмы крови. Распределение скорости кровотока и кровяного давления в сосудистой системе. Пульсовая волна. Работа и мощность сердца.

4.3. Элементы физики поверхностных явлений

Поверхностное натяжение. Смачивание. Давление под изогнутой поверхностью жидкости. Формула Лапласа. Капиллярные явления. Природа газовой эмболии. Физические закономерности, определяющие механизмы вдоха и выдоха. Методы определения коэффициента поверхностного натяжения жидкостей.

4.4. Адгезия. Роль адгезии в стоматологии

Физические основы адгезии. Факторы, определяющие прочность адгезионного соединения. Использование адгезивных систем в восстановительной стоматологии.

5. Физические процессы в биологических мембранах

5.1. Физические свойства биологических мембран. Транспорт веществ через биологические мембраны

Пассивный транспорт веществ через биологические мембраны и его виды. Математическое описание пассивного транспорта. Активный транспорт ионов.

5.2. Мембранные потенциалы клетки

Мембранные потенциалы покоя. Механизм генерации потенциала действия. Рефрактерность.

Локальные токи. Особенности распространения потенциала действия по безмиелиновому и миелинизированному волокну.

6. Применение электрических токов, электрических и магнитных полей в медицине

6.1. Физические основы электрографии тканей и органов человека

Основные характеристики электрического поля. Электростатический и токовый диполь. Электрокардиография. Теория Эйнтховена. Токовый диполь – эквивалентный электрический генератор сердца. Формирование

электрокардиограммы, ее вид. Электромиография, ее применение в стоматологии.

6.2. Электростимуляция тканей и органов человека

Параметры импульсных сигналов и их физиологическое значение. Закон Дюбуа-Реймона. Уравнение Вейса-Лапика. Понятие о хронаксиметрии. Низкочастотная электродиагностика и электротерапия в стоматологии.

6.3. Получение и регистрация медицинских данных, характеристики электромедицинской аппаратуры

Электроды, датчики, усилители и регистрирующие приборы, их виды и характеристики. Блок-схема электрокардиографа. Регистрация и обработка электрокардиограмм.

Датчики температуры активного и пассивного типа, их градуировка и использование в стоматологии.

Частотная и амплитудная характеристики усилителя напряжения, полоса пропускания и динамический диапазон. Принцип работы дифференциального усилителя.

6.4. Электрические свойства тканей организма человека

Особенности электропроводности биологических тканей при постоянном и переменном токе. Лечебные методы, основанные на использовании постоянного тока: гальванизация, лечебный электрофорез. Эквивалентная электрическая схема живой ткани. Импеданс живой ткани, его зависимость от частоты. Оценка жизнестойкости тканей. Реография (импедансная плетизмография) как диагностический метод в стоматологии.

6.5. Воздействие электрических токов, электрических и магнитных полей на организм человека

Механизмы высокочастотного воздействия. Тепловые и нетепловые эффекты. Диатермия, электрохирургия, индуктотермия, ультравысокочастотная терапия, микроволновая терапия, местная дарсонвализация, крайневыхочастотная терапия. Назначение терапевтического контура.

7. Электромагнитное излучение и его применение в медицине

7.1. Электромагнитные волны, их свойства. Поляризация света, поляризационные методы в биологии и медицине. Поглощение света и его законы

Общие свойства электромагнитных волн. Естественный и поляризованный свет. Методы получения поляризованного света. Закон Малюса. Оптически активные вещества. Вращение плоскости поляризации. Определение концентрации оптически активных веществ с помощью поляриметра. Спектрополяриметрия. Фотоупругость в стоматологии.

Процессы взаимодействия света с веществом. Поглощение света и его законы (закон Бугера, закон Бугера-Ламберта-Бера). Коэффициент пропускания, оптическая плотность. Принципы работы фотоэлектроколориметра и других спектральных приборов. Спектр поглощения крови.

7.2. Рефрактометрия. Оптическая микроскопия

Измерение показателя преломления раствора с помощью рефрактометра. Определение концентрации раствора по его показателю преломления. Явление полного внутреннего отражения. Волоконная оптика и ее применение в медицине.

Ход лучей в оптическом микроскопе, увеличение микроскопа, предел его разрешения. Понятие об электронной и атомно-силовой микроскопии. Определение размеров микрообъекта с помощью оптического микроскопа.

7.3. Отражение, поглощение и рассеяние света кожей, тканями зуба и стоматологическими материалами

Зеркальное и диффузное отражение. Рассеяние света: рэлеевское рассеяние, рассеяние Ми. Особенности процессов взаимодействия электромагнитного излучения с кожей и тканями зуба. Оптические свойства современных композиционных материалов для создания эстетических реставраций в стоматологии.

7.4. Тепловое излучение тел. Клиническая термография. Теплоотдача организма человека

Характеристики и законы теплового излучения. Энергетическая светимость, спектральная плотность энергетической светимости, монохроматический коэффициент поглощения. Абсолютно черное тело, серое тело, другие тела. Законы Кирхгофа, Стефана-Больцмана, Вина. Формула Планка. Регистрация распределения температур поверхности тела человека с помощью тепловизора. Диагностический анализ полученных термограмм. Процессы теплообмена тела человека с окружающей средой.

7.5. Излучение и поглощение света атомами и молекулами. Люминесценция

Энергетические состояния атомных систем. Люминесценция, ее классификация, характеристики и законы. Применение люминесцентного анализа в медицине, в частности в стоматологии.

7.6. Вынужденное излучение. Лазеры, их применение в медицине

Принцип работы лазера. Классификация лазеров. Особенности лазерного излучения. Лазерная доплерография, спеклинтерферометрия, голография. Лазерная терапия и хирургия в стоматологии.

7.7. Тормозное рентгеновское излучение, его природа и получение

Получение тормозного рентгеновского излучения, его спектральные характеристики. Регулировка жесткости и мощности (потока энергии) рентгеновского излучения.

7.8. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Использование рентгеновского излучения в медицине

Когерентное рассеяние, фотоэффект, эффект Комптона. Закон ослабления рентгеновского излучения. Слой половинного ослабления. Защита от рентгеновского излучения. Рентгенодиагностика и рентгенотерапия. Основы компьютерной рентгеновской томографии. Визиографы в современной стоматологии.

8. Методы ядерной физики в медицине

8.1. Явление радиоактивности. Радионуклидная диагностика

Виды радиоактивного распада. Основной закон радиоактивного распада, период полураспада. Радиофармпрепараты и требования, предъявляемые к ним. Основы позитронно-эмиссионной томографии.

8.2. Магнитно-резонансная томография

Магнитные свойства биологических тканей. Явление ядерного магнитного резонанса. Устройство магнитно-резонансного томографа. Магнитно-резонансная томография в стоматологии.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Литература

Основная:

1. Ремизов, А. Н. Медицинская и биологическая физика : учебник / А. Н. Ремизов. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2023. – 656 с.
2. Практикум по медицинской и биологической физике : учебное пособие / В. Г. Лещенко [и другие] – Минск : БГМУ, 2018. – 220 с.

Дополнительная:

3. Лещенко, В. Г. Медицинская и биологическая физика : учебное пособие / В. Г. Лещенко, Г. К. Ильич. – Минск : Новое знание; Минск : ИНФРА-М, 2017. – 552 с.
4. Иванов, А. А. Физика в стоматологии : учеб пособие / А. А. Иванов, Н. И. Инсарова, Н. А. Никоненко, Т. И. Суслина . – Минск : ИВЦ Минфина, 2012 – 368 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, реологические свойства биологических тканей и жидкостей;

характеристики физических факторов (лечебных, климатических, производственных), оказывающих воздействие на организм человека и биофизические механизмы такого воздействия;

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

основы математических методов обработки экспериментальных данных; физические основы применяемых методов диагностики заболеваний, контроля состояния окружающей среды и воздействия на организм человека с лечебной и профилактической целью;

новейшие физические открытия и перспективы их использования в профессиональной деятельности;

физико-механические свойства зубных тканей, конструкционных и вспомогательных стоматологических материалов;

уметь:

пользоваться основными измерительными приборами; работать на электронной медицинской аппаратуре; применять современные информационные технологии для обработки и оформления результатов измерений;

владеть:

методиками определения различных физических характеристик биологических объектов;

методиками определения механических и физических характеристик стоматологических материалов;

практическими навыками использования диагностической и терапевтической аппаратуры.

**Примерный перечень практических навыков,
формируемых при изучении учебной дисциплины
«Медицинская и биологическая физика»**

1. Проведение измерений различных физических характеристик биологических объектов.
2. Использование основных измерительных приборов.
3. Использование отдельных образцов стоматологической, терапевтической и диагностической аппаратуры.
4. Применение современных информационных технологий для обработки и оформления результатов измерений.

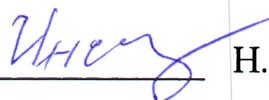
СОСТАВИТЕЛИ:

Доцент кафедры медицинской и биологической физики учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет», кандидат физико-математических наук, доцент



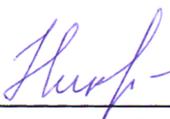
А.А.Иванов

Доцент кафедры медицинской и биологической физики учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет», кандидат физико-математических наук, доцент



Н.И.Инсарова

Доцент кафедры медицинской и биологической физики учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет», кандидат физико-математических наук



Н.А.Никоненко

Заведующий кафедрой медицинской и биологической физики учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет», кандидат физико-математических наук, доцент



М.В.Гольцев

Оформление примерной учебной программы и сопровождающих документов соответствует установленным требованиям

Начальник отдела научно-методического обеспечения образовательного процесса Управления образовательной деятельности учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет»



Е.Н.Белая