

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Учреждение образования
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

**Контрольный
экземпляр**



УТВЕРЖДАЮ
Ректор учреждения образования
«Белорусский государственный
медицинский университет»

С.П.Рубникович

24.06.2023

Рег. № УД- 001-033 / 2324 /уч.

БИОМЕДИЦИНСКАЯ ФИЗИКА

**Учебная программа учреждения образования
по учебной дисциплине для специальности**

7-07-0912-01 «Фармация»

Учебная программа разработана на основе примерной учебной программы для специальности 7-07-0912-01 «Фармация» утвержденной 23.06.2023, регистрационный № УПД-091/033/пр.; учебного плана учреждения образования по специальности 7-07-0912-01 «Фармация», утвержденного 27.06.2023, регистрационный № 7-07-0912-01/2324.

СОСТАВИТЕЛИ:

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

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

М.С.Тарасик, старший преподаватель кафедры медицинской и биологической физики учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет».

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой медицинской и биологической физики учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет» (протокол № 10 от 18.05.2023);

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет» (протокол № 6 от 27.06.2023)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

«Биомедицинская физика» – учебная дисциплина естественнонаучного модуля, содержащая систематизированные научные знания о физических свойствах и явлениях в организме человека, отдельных его органах, тканях, клетках, а также физико-химических основах процессов жизнедеятельности.

Цель учебной дисциплины «Биомедицинская физика» – формирование базовой профессиональной компетенции для применения студентами научных знаний о физических основах строения и функционирования живых организмов при идентификации и оценке показателей качества лекарственных средств с использованием физических методов.

Задачи учебной дисциплины «Биомедицинская физика» состоят в формировании у студентов научных знаний о физических свойствах и явлениях в организме человека, новейших физических открытиях и перспективах их использования в профессиональной деятельности, умений и навыков, необходимых для:

- работы с физическими приборами, применяемыми в фармации;
- физических методов идентификации и оценки показателей качества лекарственных средств;
- интерпретации результатов эксперимента.

Знания, умения, навыки, полученные при изучении учебной дисциплины «Биомедицинская физика», необходимы для успешного изучения следующих учебных дисциплин: «Аналитическая химия», «Физическая и коллоидная химия», «Фармацевтическая химия», «Фармакогнозия».

Студент, освоивший содержание учебного материала учебной дисциплины, должен обладать следующей базовой профессиональной компетенцией: применять знания основных физических, химических и биологических закономерностей для контроля качества лекарственных средств и лекарственного растительного сырья.

В результате изучения учебной дисциплины «Биомедицинская физика» студент должен

знать:

- основные положения и законы физики;
- механизмы действия физических факторов на живые организмы;

уметь:

- исследовать физические свойства и определять физические характеристики веществ;

владеть:

- методиками измерения значений физических величин;
- навыками использования приборов и аппаратуры при физическом анализе веществ;

- методикой расчета погрешностей измерений.

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 207 академических часов. Распределение аудиторных часов по видам занятий: 26/6¹ часов лекций (в том числе 9 часов управляемой самостоятельной работы (УСР)), 75/14¹ часов лабораторных занятий и 15/6¹ часов практических занятий, 91/181¹ час самостоятельной работы студента.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с учебным планом по специальности в форме зачета (1 семестр) и экзамена (2 семестр).

Форма получения образования – очная дневная/заочная.

¹ Для заочной формы получения образования

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БЮДЖЕТА УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ ПО СЕМЕСТРАМ

(ОЧНАЯ ДНЕВНАЯ ФОРМА ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ)

Код, название специальности	Семестр	Количество часов учебных занятий						Форма промежуточной аттестации
		всего	аудиторных	из них			самостоятельных внеаудиторных	
				лекций (в т.ч. УСП)	УСП	Лабораторных, практических занятий		
7-07-0912-01 «Фармация»	1	112	59	14	4	45	53	зачет
	2	95	57	12	5	45	38	экзамен

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БЮДЖЕТА УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

(ЗАОЧНАЯ ФОРМА ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ)

Код, название специальности	Семестр	Количество часов учебных занятий					самостоятельных внеаудиторных	Форма промежуточной аттестации
		всего	аудиторных	из них				
				лекций	практических	лабораторных		
7-07-0912-01 «Фармация»	Установочная сессия	26	6	6	-	-	20	
	1	90	8	-	4	4	82	Зачет
	2	91	12	-	2	10	79	Экзамен

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН
(ОЧНАЯ ДНЕВНАЯ ФОРМА ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ)

Наименование раздела (темы)	Количество часов аудиторных занятий		
	лекций	практических	лабораторных
1. Введение в дисциплину «Биомедицинская физика». Математическое моделирование медико-биологических и фармацевтических процессов. Механика	2	-	21
1.1. Физика и биомедицинская физика, предмет и методы. Введение в практикум	-	-	3
1.2. Математическое моделирование медико-биологических и фармацевтических процессов. Исследование функциональных зависимостей, определение скоростей изменения и градиентов функций	-	-	6
1.3. Элементы теории вероятностей. Случайные величины, их распределения и числовые характеристики распределения	-	-	3
1.4. Основы математической статистики. Порядок работы с выборкой. Методы расчета параметров распределения. Графическое представление статистического распределения. Элементы корреляционного анализа. Установление корреляционной связи между двумя совокупностями случайных величин	-	-	3
1.5. Методы измерения массы тел	-	-	3
1.6. Механические колебания. Разложение колебаний в гармонический спектр	1	-	-
1.7. Механические волны. Энергетические характеристики механической волны		-	-
1.8. Акустика. Биофизические основы формирования слухового ощущения. Звук, ультразвук, инфразвук. Ультразвук. Акустические и ультразвуковые методы исследования и воздействия в медицине	1	-	3
2. Молекулярная физика	4	-	9
2.1. Общие свойства и особенности молекулярного строения жидкостей. Молекулярное движение в жидкостях. Явление переноса в жидкостях. Физические основы гидродинамики идеальной и вязкой жидкости. Методы определения вязкости жидкостей	1	-	3
2.2. Распределение давления и скорости крови в сосудистой системе. Физические основы гемодинамики	1	-	-
2.3. Поверхностное натяжение	1	-	3
2.4. Упругие тела. Упругие свойства твердых тел. Определение модуля упругости материалов	1	-	3

3. Биофизика клетки. Моделирование биологических процессов	4	-	6
3.1. Физические свойства биологических мембран. Транспорт веществ через биологические мембраны	2	-	1
3.2. Биопотенциалы покоя и их ионная природа. Формирование мембранных потенциалов клетки при ее возбуждении	1	-	1
3.3. Генерация и распространение потенциала действия	1	-	4
4. Электричество и магнетизм	4	6	15
4.1. Физические основы электрографии тканей и органов	1	-	3
4.2. Методы регистрации биомедицинской информации. Датчики	1	-	3
4.3. Усиление биоэлектрических сигналов	-	-	3
4.4. Переменный ток. Различные нагрузки в цепи переменного тока. Импеданс живой ткани переменному току. Физические основы реографии	1	-	3
4.5. Характеристики импульсных токов. Физические основы электростимуляции тканей и органов	1	-	-
4.6. Воздействие высокочастотных токов и полей на организм. Использование УВЧ-колебаний в медицине. Изучение методов и аппаратуры для высокочастотной терапии	-	6	3
5. Оптика	4	-	21
5.1. Электромагнитные колебания и волны	1	-	3
5.2. Рефракция и рефрактометрия	-	-	3
5.3. Оптическая микроскопия. Основы электронной и зондовой микроскопии	-	-	3
5.4. Оптическая система глаза. Биофизические основы зрения	-	-	3
5.5. Законы поглощения и рассеяния света. Основы фотоколориметрии и спектрофотометрии	1	-	3
5.6. Атомные и молекулярные спектры. Спектры излучения и поглощения. Спектральные приборы	1	-	3
5.7. Вынужденные излучения. Лазеры. Действие лазерного излучения на биологические ткани	1	-	3
6. Физика атомов и молекул	4	6	-
6.1. Тепловое излучение	1	-	-
6.2. Люминесценция. Виды и основные характеристики явления люминесценции	1	-	-
6.3. Рентгеновское излучение	2	6	-
7. Ядерная физика	4	3	3
7.1. Радиоактивность	1	1	-
7.2. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом	1	-	-
7.3. Дозиметрия	2	2	3
Всего часов	26	15	75

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН
(ЗАОЧНАЯ ФОРМА ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ)

Наименование раздела (темы)	Количество часов аудиторных занятий			Самостоятельная работа
	лекций	практических	Лабораторных	
1. Введение в дисциплину «Биомедицинская физика». Математическое моделирование медико-биологических и фармацевтических процессов. Механика	1	1	2	39
1.1. Физика и биомедицинская физика, предмет и методы. Введение в практикум	-	1	-	4
1.2. Математическое моделирование медико-биологических и фармацевтических процессов. Исследование функциональных зависимостей, определение скоростей изменения и градиентов функций	-	-	-	4
1.3. Элементы теории вероятностей. Случайные величины, их распределения и числовые характеристики распределения	-	-	-	4
1.4. Основы математической статистики. Порядок работы с выборкой. Методы расчета параметров распределения. Графическое представление статистического распределения. Элементы корреляционного анализа. Установление корреляционной связи между двумя совокупностями случайных величин	-	-	-	5
1.5. Современные методы измерений линейных и угловых величин	-	-	-	4
1.6. Методы измерения массы тел	-	-	-	5
1.7. Механические колебания. Разложение колебаний в гармонический спектр	1	-	-	4
1.8. Механические волны. Энергетические характеристики механической волны	-	-	-	5
1.9. Акустика. Биофизические основы формирования слухового ощущения. Звук, ультразвук, инфразвук. Ультразвук. Акустические и ультразвуковые методы исследования и воздействия в медицине	-	-	2	4
2. Молекулярная физика	1	-	4	20
2.1. Общие свойства и особенности молекулярного строения жидкостей. Молекулярное движение в жидкостях. Явление переноса в жидкостях. Физические основы гидродинамики идеальной и вязкой жидкости. Методы определения вязкости жидкостей	1	-	2	5

2.2. Распределение давления и скорости крови в сосудистой системе. Физические основы гемодинамики	-	-	-	5
2.3. Поверхностное натяжение	-	-	2	5
2.4. Упругие тела. Упругие свойства твердых тел. Определение модуля упругости материалов	-	-	-	5
3. Биофизика клетки. Моделирование биологических процессов	2	2	-	20
3.1. Физические свойства биологических мембран. Транспорт веществ через биологические мембраны	1	1	-	6
3.2. Биопотенциалы покоя и их ионная природа. Формирование мембранных потенциалов клетки при ее возбуждении	1	1	-	6
3.3. Генерация и распространение потенциала действия	-	-	-	8
4. Электричество и магнетизм	-	1	4	28
4.1. Физические основы электрографии тканей и органов	-	-	-	4
4.2. Методы регистрации биомедицинской информации. Датчики	-	-	-	4
4.3. Усиление биоэлектрических сигналов	-	-	-	4
4.4. Постоянный электрический ток	-	-	1	4
4.5. Переменный ток. Различные нагрузки в цепи переменного тока. Импеданс живой ткани переменному току. Физические основы реографии	-	-	1	4
4.6. Характеристики импульсных токов. Физические основы электростимуляции тканей и органов	-	-	-	4
4.7. Воздействие высокочастотных токов и полей на организм. Использование УВЧ-колебаний в медицине. Изучение методов и аппаратуры для высокочастотной терапии	-	1	2	4
5. Оптика	2	1	4	19
5.1. Электромагнитные колебания и волны	1	-	1	1
5.2. Рефракция и рефрактометрия	-	-	1	2
5.3. Оптическая микроскопия. Основы электронной и зондовой микроскопии	-	-	1	2
5.4. Оптическая система глаза. Биофизические основы зрения	-	-	-	4
5.5. Законы поглощения и рассеяния света. Основы фотоколориметрии и спектрофотометрии	1	1	1	2
5.6. Атомные и молекулярные спектры. Спектры излучения и поглощения. Спектральные приборы	-	-	-	4
5.7. Вынужденные излучения. Лазеры. Действие лазерного излучения на биологические ткани	-	-	-	4
6. Физика атомов и молекул	-	-	-	30
6.1. Тепловое излучение	-	-	-	10
6.2. Люминесценция. Виды и основные характеристики явления люминесценции	-	-	-	10
6.3. Рентгеновское излучение	-	-	-	10
7. Ядерная физика	-	1	-	25
7.1. Радиоактивность	-	1	-	5

7.2. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом	-		-	10
7.3. Дозиметрия	-		-	10
Всего часов	6	6	14	181

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Введение в дисциплину «Биомедицинская физика». Математическое моделирование медико-биологических и фармацевтических процессов. Механика

1.1. Физика и биомедицинская физика, предмет и методы. Введение в практикум

Цели и задачи изучения учебной дисциплины «Биомедицинская физика». Роль биомедицинской физики как фундаментальной науки в познании окружающего мира.

1.2. Математическое моделирование медико-биологических и фармацевтических процессов. 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. 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. Случайные величины, их распределения и числовые характеристики распределения

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

1.4. Основы математической статистики. Порядок работы с выборкой. Методы расчета параметров распределения. Графическое представление статистического распределения. Элементы корреляционного анализа. Установление корреляционной связи между двумя совокупностями случайных величин

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

1.5. Методы измерения массы тел

Изучение весоизмерительных приборов, их классификация. Перспективы применения полученных знаний при изучении дисциплин фармацевтического профиля.

1.6. Механические колебания. Разложение колебаний в гармонический спектр

Свободные, затухающие и вынужденные механические колебания. Вынужденные колебания. Резонанс. Автоколебания. Гармонические колебания. Энергия гармонических колебаний. Сложение гармонических колебаний, направленных по одной прямой. Сложное колебание и его гармонический спектр, теорема Фурье. Применение гармонического анализа для обработки диагностических данных.

1.7. Механические волны. Энергетические характеристики механической волны

Виды механических волн. Кинематическое и дифференциальное уравнения механической волны. Поток энергии волны, интенсивность (плотность потока энергии).

1.8. Акустика. Биофизические основы формирования слухового ощущения. Звук, ультразвук, инфразвук. Ультразвук. Акустические и ультразвуковые методы исследования и воздействия в медицине

Характеристики слухового ощущения и их связь с физическими характеристиками звука. Диаграмма слышимости. Закон Вебера-Фехнера. Отражение и поглощение звуковых волн. Акустический импеданс. Аудиометрия. Снятие спектральной характеристики уха на пороге слышимости. Методы получения ультразвуковых колебаний. Особенности распространения и действие ультразвука на вещество. Биофизические основы действия ультразвука на клетки и ткани организма. Хирургическое и терапевтическое применение ультразвука. Кавитация. Использование ультразвуковых колебаний в биологии, медицине и фармации. Эффект Доплера и его применение для неинвазивного измерения скорости кровотока.

2. Молекулярная физика

2.1. Общие свойства и особенности молекулярного строения жидкостей. Молекулярное движение в жидкостях. Явление переноса в жидкостях. Физические основы гидродинамики идеальной и вязкой жидкости. Методы определения вязкости жидкостей

Основные понятия гидродинамики. Уравнение Бернулли. Вязкость жидкости. Уравнение Ньютона. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Течение вязкой жидкости. Формула Пуазейля. Гидравлическое сопротивление. Ламинарное и турбулентное течение. Число Рейнольдса. Методы Стокса, Оствальда, ротационный метод определения вязкости жидкости. Устройство

вискозиметра Оствальда. Определение с его помощью вязкости исследуемой жидкости. Исследование зависимости вязкости жидкости от температуры.

2.2. Распределение давления и скорости крови в сосудистой системе. Физические основы гемодинамики

Реологические свойства крови. Факторы, влияющие на вязкость крови в организме. Методы определения давления и скорости кровотока. Роль эластичности сосудов, пульсовая волна. Работа и мощность сердца.

2.3. Поверхностное натяжение

Сущность физического явления поверхностного натяжения. Коэффициент поверхностного натяжения и методы его определения. Капиллярные явления, их значение в биологических системах. Давление под изогнутой поверхностью жидкости. Формула Лапласа. Газовая эмболия. Методы определения коэффициента поверхностного натяжения. Поверхностно-активные вещества (ПАВ). Адсорбция. Применение поверхностно-активных веществ в фармации.

2.4. Упругие тела. Упругие свойства твердых тел. Определение модуля упругости материалов

Упругие тела. Упругие свойства твердых тел. Закон Гука. Модуль Юнга. Кристаллические тела. Типы кристаллических решеток. Аморфное и жидкокристаллическое состояние вещества. Упругие, вязкие и вязкоупругие среды, их механические характеристики и модели. Механические свойства костной ткани, мышц, сухожилий, сосудов.

3. Биофизика клетки. Моделирование биологических процессов

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

Биофизика клетки. Структура и основные функции биомембран. Модельные липидные мембраны. Липосомы: применение в фармации. Методы исследования мембран (ядерный магнитный резонанс, электронный парамагнитный резонанс, метод флуоресцентных и спиновых зондов, электронная микроскопия, инфракрасная спектроскопия, рентгеноструктурный анализ). Транспорт веществ через биологические мембраны. Явления переноса. Общее уравнение переноса. Пассивный транспорт. Математическое описание пассивного транспорта веществ. Уравнение Теорелла. Диффузия. Простая и облегченная диффузия, осмос, фильтрация. Физические методы изучения переноса веществ через мембраны. Активный транспорт. Молекулярная организация мембранной системы активного транспорта на примере натрий-калиевого насоса.

3.2. Биопотенциалы покоя и их ионная природа. Формирование мембранных потенциалов клетки при ее возбуждении

Уравнение Нернста. Уравнение Гольдмана-Ходжкина-Катца для потенциала покоя клетки.

3.3. Генерация и распространение потенциала действия

Распространение потенциала действия по безмиелиновым и миелинизированным аксонам. Моделирование биологических процессов, как метод познания.

4. Электричество и магнетизм

4.1. Физические основы электрографии тканей и органов

Электрокардиография. Теория отведений Эйнтховена. Формирование электрокардиограммы, её вид. Определение амплитудных и временных параметров ЭКГ.

4.2. Методы регистрации биомедицинской информации. Датчики

Зависимость сопротивления металлов и полупроводников от температуры. Термоэлектрические явления. Контактная разность потенциалов. Термоэлектродвижущая сила. Термопара. Явление Пельтье. Градуировка термопары и термистора.

4.3. Усиление биоэлектрических сигналов

Определение частотной и амплитудной характеристик усилителя, полосы пропускания и динамического диапазона. Дифференциальный усилитель.

4.4. Переменный ток. Различные нагрузки в цепи переменного тока. Импеданс живой ткани переменному току. Физические основы реографии

Омическое индуктивное и емкостное сопротивления в цепи переменного тока. Полное сопротивление (импеданс) в цепи с последовательным соединением резистора, катушки и конденсатора. Импеданс биологических тканей. Эквивалентная электрическая схема живой ткани. Оценка жизнестойкости тканей. Реография.

4.5. Характеристики импульсных токов. Физические основы электростимуляции тканей и органов

Импульсные токи и их характеристики. Определение параметров импульсных токов (длительности импульса, частоты, скважности) с помощью осциллографа. Электровозбудимость тканей, реобаза, хронаксия. Уравнение Вейса-Лапика, закон Дюбуа-Реймона. Изучение аппарата амплипульс – терапии. Виды электростимуляции сердца.

4.6. Воздействие высокочастотных токов и полей на организм. Использование УВЧ-колебаний в медицине. Изучение методов и аппаратуры для высокочастотной терапии

Физические основы диатермии, местной дарсонвализации, индуктотермии, УВЧ- и МКВ-терапии. Прогрев диэлектриков и электролитов в поле аппарата УВЧ-терапии.

5. Оптика

5.1. Электромагнитные колебания и волны

Уравнение электромагнитной волны. Шкала электромагнитных волн. Естественный и поляризованный свет. Способы получения поляризованного света. Поляризация при отражении и преломлении света на диэлектрике. Закон Брюстера, поляроиды. Закон Малюса. Оптическая активность вещества. Определение концентрации оптически активных веществ поляриметром. Волновые свойства света.

5.2. Рефракция и рефрактометрия

Законы отражения и преломления света. Устройство рефрактометра. Определение концентрации растворов с помощью рефрактометра. Явление полного внутреннего отражения света, принципы волоконной оптики, устройство современных эндоскопов. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом. Дисперсия света.

5.3. Оптическая микроскопия. Основы электронной и зондовой микроскопии

Оптический микроскоп, ход лучей, увеличение. Методы оптической микроскопии. Разрешающая способность и предел разрешения оптических микроскопов. Формула Аббе. Основы электронной микроскопии. Длина волны де Бройля. Предел разрешения электронного микроскопа. Определение линейных размеров микрообъектов оптическим микроскопом. Атомно-силовая микроскопия.

5.4. 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.

5.5. Законы поглощения и рассеяния света. Основы фотокolorиметрии и спектрофотометрии

Поглощение света. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Законы поглощения света веществом. Показатель поглощения вещества, его зависимость от длины волны света и концентрации раствора. Молярный коэффициент поглощения. Коэффициент пропускания и оптическая плотность, их зависимость от длины волны и концентрации. Колориметрия.

Устройство ФЭКа. Определение с его помощью концентрации растворов. Рассеяние света. Эффект Тиндаля. Молекулярное рассеяние. Закон Релея. Нефелометрия.

5.6. Атомные и молекулярные спектры. Спектры излучения и поглощения. Спектральные приборы

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

5.7. Вынужденные излучения. Лазеры. Действие лазерного излучения на биологические ткани

Вынужденное излучение и его свойства. Устройство оптических квантовых генераторов – лазеров. Свойства лазерного излучения, его использование в медицине. Применение лазеров в медицине. Фотодинамическая терапия. Дифракция света. Определение длины волны лазера и размеров малых объектов по дифракционной картине.

6. Физика атомов и молекул

6.1. Тепловое излучение

Основные характеристики теплового излучения. Законы теплового излучения Кирхгофа, Стефана-Больцмана, Вина. Формула Планка. Тепловое

излучение тела человека. Термография. Использование тепловидения и термографии в медицине.

6.2. Люминесценция. Виды и основные характеристики явления люминесценции

Фотолюминесценция. Квантовый выход, длительность послесвечения. Закон Стокса. Закон Вавилова. Люминесценция биологических систем. Люминесцентный анализ.

6.3. Рентгеновское излучение

Основные свойства рентгеновского излучения. Тормозное и характеристическое рентгеновское излучение. Закон Мозли. Спектры рентгеновского излучения. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Рентгеноструктурный анализ. Использование рентгеновского излучения в диагностике и лучевой терапии. Основы рентгеновской компьютерной томографии.

7. Ядерная физика

7.1. Радиоактивность

Закон радиоактивного распада. Активность радиоактивных препаратов. Основные типы радиоактивного распада.

7.2. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом

Характеристики взаимодействия ионизирующих излучений с веществом: линейная плотность ионизации, линейная передача энергии, средний линейный пробег. Биологические действие излучения. Защита от ионизирующего излучения.

Применение ионизирующих излучений для изучения строения веществ и свойств клетки. Радионуклидные методы диагностики и лучевой терапии.

7.3. Дозиметрия

Поглощенная, экспозиционная и эквивалентная дозы. Связь между ними и единицы их измерения. Эффективная эквивалентная доза, коэффициент радиационного риска. Коллективная доза. Мощность дозы. Детекторы ионизирующего излучения. Дозиметры. Устройство дозиметров и радиометров. Определение мощности экспозиционной дозы. Биологический и эффективный периоды полувыведения радионуклидов из организма.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «БИОМЕДИЦИНСКАЯ ФИЗИКА»
ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОГО МОДУЛЯ**

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Самостоятельные работы студента	Формы контроля знаний
		У	СР	П	Л		
1	Введение в дисциплину «Биомедицинская физика». Математическое моделирование медико-биологических и фармацевтических процессов. Механика Механические колебания. Разложение колебаний в гармонический спектр. Акустика. Биофизические основы формирования слухового ощущения. Звук, ультразвук, инфразвук. Ультразвук. Акустические и ультразвуковые методы исследования и воздействия в медицине. Упругие тела. Упругие свойства твердых тел. Механические свойства биологических тканей	2	0,5	-	24	21	Формы контроля знаний
1.1	Физика и биомедицинская физика, предмет и методы. Введение в практикум Л.р. Элементы теории погрешностей	-	-	-	3	2	Собеседования; отчеты по аудиторным лабораторным упражнениям с их устной защитой;

1.2	Математическое моделирование медико-биологических и фармацевтических процессов. Л.р. Составления математических моделей медико-биологических процессов	-	-	-	3	2	Отчеты по аудиторным лабораторным упражнениям с их устной защитой; отчеты по домашним лабораторным упражнениям с их устной защитой
1.3	Исследование функциональных зависимостей, определение скоростей изменения и градиентов функций Л.р. Определение скоростей изменения и градиентов функций. Вычисление определенных интегралов	-	-	-	3	2	Отчеты по аудиторным лабораторным упражнениям с их устной защитой; отчеты по домашним лабораторным упражнениям с их устной защитой
1.4	Элементы теории вероятностей. Случайные величины, их распределения и числовые характеристики распределения Л.р. Определение числовых параметров распределения случайных величин: математическое ожидание, мода, медиана, дисперсия, среднеквадратическое отклонение	-	-	-	3	3	Отчеты по аудиторным лабораторным упражнениям с их устной защитой; отчеты по домашним лабораторным упражнениям с их устной защитой
1.5	Основы математической статистики. Порядок работы с выборкой. Методы расчета параметров распределения. Графическое представление статистического распределения. Элементы корреляционного анализа. Установление корреляционной связи между двумя совокупностями случайных величин. Л.р. Графическое представление статистического распределения. Построение корреляционного поля, линии регрессии и расчет коэффициента корреляции.	-	-	-	3	3	Отчеты по аудиторным лабораторным упражнениям с их устной защитой; отчеты по домашним лабораторным упражнениям с их устной защитой
1.6	Итоговое занятие по разделу «Введение в дисциплину «Биомедицинская физика», «Математическое моделирование медико-биологических и фармацевтических процессов. Механика».	-	-	-	3	-	тесты; контрольные опросы; контрольные работы;
1.7	Методы измерения массы тел Л.р. Измерение массы тела	-	-	-	3	3	Письмен. отчеты по лабор. работе; отчеты по лабораторной работе с ее устной защитой; контрольные опросы
1.8	Акустика. Биофизические основы формирования слухового ощущения. Звук, ультразвук, инфразвук. Ультразвук. Акустические и ультразвуковые методы исследования и	-	-	-	3	3	Электронные практикумы; письменные отчеты по лабораторной работе; отчеты по лабораторной

	воздействия в медицине. Л.р. Снятие спектральной характеристики уха на пороге слышимости.								работе с ее устной защитой; контрольный опрос
2	Молекулярная физика Физические основы гидродинамики идеальной и вязкой жидкости. Методы определения вязкости. Основные понятия гидродинамики. Условие неразрывности струи. Уравнение Бернулли. Течение вязкой жидкости, формулы Ньютона и Пуазейля. Гидравлическое сопротивление. Физические основы гемодинамики. Факторы, влияющие на вязкость крови в организме. Распределение давления крови по сосудистой системе. Пульсовая волна. Работа и мощность сердца	4	1	-	9	15			
2.1	Общие свойства и особенности молекулярного строения жидкостей. Молекулярное движение в жидкостях. Явление переноса в жидкостях. Физические основы гидродинамики идеальной и вязкой жидкости. Методы определения вязкости жидкостей. Л.р. Определение вязкости жидкости вискозиметром Оствальда.	-	-	-	3	3			Визуальные лабораторные работы; письменные отчеты по лабораторной работе; отчеты по лабораторной работе с ее устной защитой; контрольный опрос
	Поверхностное натяжение в жидкости. Коэффициент поверхностного натяжения и методы его определения. Капиллярные явления. Формула Лапласа. Газовая эмболия. Поверхностно-активные вещества (ПАВ). Адсорбция. Применение поверхностно-активных веществ в фармации.	2	0,5	-	-	3			
2.2	Поверхностное натяжение Л.р. Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости методом Ребиндера.	-	-	-	3	3			Визуальные лабораторные работы; письменные отчеты по лабораторной работе; отчеты по лабораторной работе с ее устной защитой; контрольный опрос
2.3	Упругие тела. Упругие свойства твердых тел. Определение модуля упругости материалов. Л.р. Определение модуля упругости кости по изгибу.	-	-	-	3	3			Визуальные лабор. работы; письмен. отчеты по лаб. работе; отчеты по лаб. работе с ее устной защитой;

3	<p>Биофизика клетки. Моделирование биологических процессов</p> <p>Физические свойства биологических мембран. Транспорт веществ через биологические мембраны. Строение и физические свойства биологических мембран. Пассивный транспорт веществ через биомембраны, его виды и математическое описание. Уравнение Теорелла, Нернста-Планка и Фика. Активный транспорт. Натрий-калиевый насос.</p>	4	1,5	6	-	17	<p>Отчеты по домашним практическим упражнениям с их устной защитой; рефераты; доклады на семинаре; контрольные опросы; контрольные работы; тесты</p>
3.1	<p>Формирование мембранных потенциалов клетки в покое и при возбуждении. Уравнения Нернста и Гольдмана-Ходжкина-Катца. Механизм генерации потенциалов покоя и действия. Распространение потенциала действия по аксонам. Механизм генерации биопотенциала действия, его основные фазы. Рефрактерный период. Распространение потенциала действия по безмиелиновым и миелинизированным аксонам</p>	2	1	1	-	3	<p>Отчеты по домашним практическим упражнениям с их устной защитой; рефераты; доклады на семинаре; контрольные опросы; контрольные работы; тесты</p>
3.1	<p>Биопотенциалы покоя и их ионная природа. Формирование мембранных потенциалов клетки при ее возбуждении. Уравнения Нернста и Гольдмана-Ходжкина-Катца.</p>	-	-	0,5	-	4	<p>Отчеты по домашним практическим упражнениям с их устной защитой; рефераты; доклады на семинаре; контрольные опросы; контрольные работы; тесты</p>
3.2	<p>Генерация и распространение потенциала действия. Распространение потенциала действия по безмиелиновым и миелинизированным аксонам. Моделирование биологических процессов, как метод познания. Итоговое занятие по разделам «Введение в дисциплину «Биомедицинская физика». Математическое моделирование медико-биологических и фармацевтических процессов. Механика», «Молекулярная физика», «Биофизика клетки. Моделирование биологических процессов».</p>	-	-	2,5	-	4	<p>Отчеты по домашним практическим упражнениям с их устной защитой; рефераты; доклады на семинаре; контр. опросы; контр. работы; тесты; коллоквиум</p>

3.3	Итоговое занятие по разделам «Молекулярная физика», «Биофизика клетки. Моделирование биологических процессов».	-	-	6	-	3	тесты; контрольные опросы; контрольные работы;
4	4 Электричество и магнетизм	4	1	-	-	-	
	Физические основы электрографии тканей и органов. Изучение основ электрокардиографии. Теория Эйнтховена, методы регистрации ЭКГ. Методы регистрации биомедицинской информации. Датчики. Зависимость сопротивления металлов и полупроводников от температуры. Контактная разность потенциалов. Термоэлектродвижущая сила. Термопара. Явление Пельтье. Усиление биоэлектрических сигналов. Определение частотной и амплитудной характеристик усилителя, полосы пропускания и динамического диапазона. Дифференциальный усилитель.	2	0,5	-	-	-	
	Характеристики импульсных токов. Физические основы электростимуляции тканей и органов. Импульсные токи и их характеристики. Электровозбудимость тканей, реобаза, хронаксия. Уравнение Вейса-Лапика, закон Дюбуа-Реймона. Виды электростимуляции сердца. Воздействие высокочастотных токов и полей на организм. Физические основы методов высокочастотной терапии и электрохирургии: диатермия, индуктометрия, УВЧ-терапия, МКВ-терапия, КВЧ-терапия, дарсонвализация	2	0,5	-	-	-	
	Всего часов:	14	4	45	53		
4	4 Электричество и магнетизм	-	1	3	15	8	
4.1	Физические основы электрографии тканей и органов. Л.р. Физические основы электрографии органов и тканей.	-	-	-	3	2	Визуальные лабораторные работы; письменные отчеты по лабораторной работе; отчеты по лабораторной

4.2	Методы регистрации биомедицинской информации. Датчики Л.р. Электрические датчики температуры.	-	-	-	3	1	работе с ее устной защитой; контрольный опрос. Визуальные лабораторные работы; письменные отчеты по лабораторной работе; отчеты по лабораторной работе с ее устной защитой; контрольный опрос.
4.3	Усиление биоэлектрических сигналов. Л.р. Изучение свойств усилителя электрических сигналов	-	-	-	3	1	Визуальные лабораторные работы; письменные отчеты по лабораторной работе; отчеты по лабораторной работе с ее устной защитой; контрольный опрос. Зачет.
4.4	Переменный ток. Различные нагрузки в цепи переменного тока. Импеданс живой ткани переменному току. Физические основы реографии. Л.р. Определение зависимости импеданса биологической ткани от частоты тока.	-	-	-	3	1	собеседование; визуальные лабораторные работы; письменные отчеты по лабораторной работе; отчеты по лабораторной работе с ее устной защитой; контрольный опрос. Зачет.
4.5	Воздействие высокочастотных токов и полей на организм. Использование УВЧ для высокочастотной -колебаний в медицине. Изучение методов и аппаратуры терапии. Л.р. Физические принципы высокочастотной электротерапии.	-	1	-	3	1	Визуальные лабораторные работы; письменные отчеты по лабораторной работе; отчеты по лабораторной работе с ее устной защитой; контрольный опрос
5	Итоговое занятие по разделу «Электричество и магнетизм».	-	-	3	-	2	Электронные тесты;
5	Оптика	4	1,5	-	18	16	Отчеты по домашним практическим упражнениям с их устной защитой; рефераты; доклады на семинаре; контрольные опросы; контрольные работы; тесты
5.1	Электромагнитные колебания и волны Л.р. Определение концентрации оптически активных веществ поляриметром.	2	0,5	-	-	1	Визуальные лабораторные работы; письменные отчеты по лабораторной работе; отчеты по лабораторной работе

5.2	<p>Рефракция и рефрактометрия. Л.р. Определение показателя преломления жидкости рефрактометром.</p>	-	-	-	3	2	<p>работе с ее устной защитой; контрольный опрос</p>
5.3	<p>Оптическая микроскопия. Основы электронной и зондовой микроскопии. Л.р. Измерение малых объектов с помощью микроскопа.</p>	-	-	1,5	2	<p>рефераты; контрольный опрос</p>	<p>Визуальные лабораторные работы; письменные отчеты по лабораторной работе; отчеты по лабораторной работе с ее устной защитой;</p>
5.4	<p>Оптическая система глаза. Бифизические основы зрения.</p>	-	-	1,5	2	<p>Отчеты по домашним практическим упражнениям с их устной защитой; рефераты; доклады на семинаре; контрольные опросы; контрольные работы; тесты</p>	<p>Визуальные лабораторные работы; письменные отчеты по лабораторной работе; отчеты по лабораторной работе с ее устной защитой;</p>
5.5	<p>Законы поглощения и рассеяния света. Основы фотокориметрии и спектрофотометрии. Л.р. Поглощение и рассеяние света. Основы колориметрического анализа.</p>	-	-	3	2	<p>Отчеты по домашним практическим упражнениям с их устной защитой; рефераты; доклады на семинаре; контрольные опросы; контрольные работы; тесты</p>	<p>Визуальные лабораторные работы; письменные отчеты по лабораторной работе; отчеты по лабораторной работе с ее устной защитой; контрольный опрос</p>
	<p>Атомные и молекулярные спектры. Спектры излучения и поглощения. Теория Бора. Квантовые числа. Принцип Паули. Спектр атома водорода. Основы атомного и молекулярного спектрального анализа. Основы люминесцентного анализа. Люминесценция, ее виды и характеристики. Законы Стокса и Вавилова. Квантовый выход, длительность послесвечения. Собственная люминесценция биологических объектов. Спектры люминесценции. Люминесцентный анализ в медицине.</p>	2	1	-	-	2	<p>Отчеты по домашним практическим упражнениям с их устной защитой; рефераты; доклады на семинаре; контрольные опросы; контрольные работы; тесты</p>

<p>Люминесцентные метки и зонды. Лазеры. Действие лазерного излучения на биологические ткани. Вынужденное излучение и его свойства. Свойства лазерного излучения, его использование в медицине. Фотодинамическая терапия.</p>									
<p>5.6 Атомные и молекулярные спектры. Спектры излучения и поглощения. Спектральные приборы. Л.р. Основы спектрального анализа</p>	-	-	-	3	2				<p>Визуальные лабораторные работы; письменные отчеты по лабораторной работе; отчеты по лабораторной работе с ее устной защитой; контрольный опрос</p>
<p>5.7 Вынужденные излучения. Лазеры. Действие лазерного излучения на биологические ткани Л.р. Принцип действия лазеров, их свойства и применение</p>	-	-	-	3	2				<p>Визуальные лабораторные работы; письменные отчеты по лабораторной работе; отчеты по лабораторной работе с ее устной защитой; контрольный опрос</p>
<p>6 Физика атомов и молекул Тепловое излучение. Основные характеристики и законы теплового излучения тел. Законы Кирхгофа, Стефана-Больцмана, Вина. Формула Планка. Законы поглощения и рассеяния света. Законы Бугера и Бугера-Ламберта-Бера. 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 ФЭКа. Определение с его помощью концентрации растворов. Рассеяние света и его виды, закон Релея. Нефелометрия.</p>	4	1,5	6	-	6				<p>Отчеты по домашним практическим упражнениям с их устной защитой; рефераты; доклады на семинаре; контрольные опросы; контрольные работы; тесты</p>
<p>Рентгеновское излучение. Основные свойства рентгеновского излучения. Тормозное и характеристическое рентгеновское излучение. Закон Мозли. Спектры рентгеновского излучения. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Рентгеноструктурный анализ. Использование</p>	2	0,5	3	-	2				<p>Отчеты по домашним практическим упражнениям с их устной защитой; рефераты; доклады на семинаре; контрольные опросы; контрольные работы; тесты</p>

	рентгеновского излучения в диагностике и лучевой терапии. Основы рентгеновской компьютерной томографии									
	Итоговое занятие по разделам «Оптика», «Физика атомов и молекул»	-	-	3	-	2			Электронные тесты; коллоквиум	
7	Ядерная физика	4	1	1,5	1,5	8				
	Радиоактивность. Основные типы радиоактивного распада. Основной закон радиоактивного распада. Период полураспада. Активность, единицы её измерения. Изменение активности препарата во времени. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом. Радионуклидные методы диагностики и лучевой терапии. Линейная плотность ионизации, линейная передача энергии, средний линейный пробег. Биологические действие излучения.	2	0,5	-	-	2			Отчеты по домашним практическим упражнениям с их устной защитой; рефераты; доклады на семинаре; контрольные опросы; контрольные работы; тесты	
	Дозиметрия. Поглощенная, 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.	2	0,5	-	-	2			Отчеты по домашним практическим упражнениям с их устной защитой; рефераты; доклады на семинаре; контрольные опросы; контрольные работы; тесты	
7.1	Дозиметрия	-	-	-	1,5	2			Визуальные лабораторные работы; письменные отчеты по лабораторной работе; отчеты по лабораторной работе с ее устной защитой; контрольный опрос	
7.2	Радиоактивность.								Отчеты по домашним практическим упражнениям с их устной защитой; рефераты; доклады на семинаре; контрольные опросы; контрольные работы; тесты; электронные тесты; коллоквиум; экзамен	
7.3	Дозиметрия.									
	Итоговое занятие по разделу «Ядерная физика».	-	-	1,5	-	2				
	Всего часов:	12	5	45		38				

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «БИОМЕДИЦИНСКАЯ ФИЗИКА»
ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОГО МОДУЛЯ
(ЗАОЧНАЯ ФОРМА ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ)**

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов			Формы контроля знаний
		лекций	практических	лабораторных	
Установочная сессия					
1	Введение в дисциплину «Биомедицинская физика». Математическое моделирование медико-биологических и фармацевтических процессов. Механика	1	-	-	
2	Молекулярная физика	1			
1.1	Физика и биомедицинская физика, предмет и методы. Введение в практикум	-	-	-	Собеседования; контрольные опросы
1.7	Механические колебания. Разложение колебаний в гармонический спектр.				
1.8	Механические волны. Энергетические характеристики механической волны.				
2.1	Общие свойства и особенности молекулярного строения жидкостей. Молекулярное движение в жидкостях. Явление переноса в жидкостях. Физические основы гидродинамики идеальной и вязкой жидкости. Методы определения вязкости жидкостей	2	-	-	
1.9	Акустика. Биофизические основы формирования слухового ощущения. Звук, ультразвук, инфразвук. Ультразвук. Акустические и ультразвуковые методы исследования и воздействия в медицине Л.р. Снятие спектральной характеристики уха на пороге слышимости	-	-	-	Электронные практикумы; письменные отчеты по лабораторной работе; отчеты по лабораторной работе с ее устной защитой; контрольный опрос

3	Биофизика клетки. Моделирование биологических процессов	2			
3.1	Физические свойства биологических мембран. Транспорт веществ через биологические мембраны.	2			
3.2	Биопотенциалы покоя и их ионная природа. Формирование мембранных потенциалов клетки при ее возбуждении	2			
5.	Оптика	2			
5.1	Электромагнитные колебания и волны.				
5.5	Законы поглощения и рассеяния света. Основы фотокolorиметрии и спектрофотометрии	2			
	Всего:	6	-	-	-
	1 семестр				
2	Молекулярная физика				2
2.1	Общие свойства и особенности молекулярного строения жидкостей. Молекулярное движение в жидкостях. Явление переноса в жидкостях. Физические основы гидродинамики идеальной и вязкой жидкости. Методы определения вязкости жидкостей Л.р. Определение вязкости жидкости вискозиметром Оствальда				2
2.3	Поверхностное натяжение Л.р. Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости методом Ребиндера				1
3	Биофизика клетки. Моделирование биологических процессов	2			
3.1	Физические свойства биологических мембран. Транспорт веществ через биологические мембраны				2
3.2	Биопотенциалы покоя и их ионная природа. Формирование мембранных потенциалов клетки при ее возбуждении. Итоговое занятие по темам «Механика», «Молекулярная физика», «Биофизика клетки. Моделирование биологических процессов»				2
4	Электричество и магнетизм	2			2
4.4	Постоянный электрический ток				1
4.5					2

Визуальные лабораторные работы, письменные отчеты по домашним практическим упражнениям, рефераты, контрольные работы; тесты

Визуальные лабораторные работы; письменные отчеты по лабораторной работе; отчеты по лабораторной работе с ее устной защитой; контр. опрос

Отчеты по домашним практическим упражнениям с их устной защитой; рефераты; доклады на семинаре; контрольные опросы; контрольные работы; тесты

Визуальные лабораторные работы; письменные отчеты по лабораторной работе; отчеты по лабораторной работе

<p>Переменный ток. Различные нагрузки в цепи переменного тока. Импеданс живой ткани переменному току. Физические основы реографии Л.р. Определение зависимости импеданса биологической ткани от частоты тока</p>				с ее устной защитой; контрольный опрос; тесты
<p>4.7 Воздействие высокочастотных токов и полей на организм. Использование УВЧ-колебаний в медицине. Изучение методов и аппаратуры для высокочастотной терапии. Итоговое занятие по теме «Электричество и магнетизм»</p>		1		Визуальные лабораторные работы; письменные отчеты по лабораторной работе; отчеты по лабораторной работе с ее устной защитой; контрольный опрос. Электронные тесты; отчеты по лабораторным работам с их устной защитой; устный зачет; электронные тесты: коллоквиум; зачет
	Всего за семестр:	-	4	4
4	2 семестр			
<p>4.7 Воздействие высокочастотных токов и полей на организм. Использование УВЧ-колебаний в медицине. Изучение методов и аппаратуры для высокочастотной терапии Л.р. Физические принципы высокочастотной электротерапии</p>			2	Визуальные лабораторные работы; письменные отчеты по лабораторной работе; отчеты по лабораторной работе с ее устной защитой; контрольный опрос. Электронные тесты; отчеты по лаб. работам с их устной защитой;
5	Оптика		1	8
7	Ядерная физика		1	
5.1	Электромагнитные колебания и волны. Законы поглощения и рассеяния света. Спектры излучения и поглощения. Атомные и молекулярные спектры Л.р. Определение концентрации оптически активных веществ поляриметром		2	Визуальные лабораторные работы; письменные отчеты по лабораторной работе; отчеты по лабораторной работе с ее устной защитой; контрольный опрос; тесты
5.2	Рефракция и рефрактометрия Л.р. Определение показателя преломления жидкости рефрактометром		2	Визуальные лабораторные работы; письменные отчеты по лабораторной работе; отчеты по лабораторной работе

5.3	<p>Оптическая микроскопия. Основы электронной и зондовой микроскопии</p> <p>Л.р. Измерение малых объектов с помощью микроскопа</p>			с ее устной защитой; рефераты; контрольный опрос; тесты
5.5	<p>Законы поглощения и рассеяния света. Основы фотоколориметрии и спектрофотометрии.</p> <p>Л.р. Поглощение и рассеяние света. Основы колориметрического анализа</p>	2	Визуальные лабораторные работы; письменные отчеты по лабораторной работе; отчеты по лабораторной работе с ее устной защитой; рефераты; учебно-исследовательские работы студентов; контрольный опрос; тесты	
5.5	Законы поглощения и рассеяния света.		Визуальные лабораторные работы; письменные отчеты по лабораторной работе; отчеты по лабораторной работе с ее устной защитой; контрольный опрос; тесты; электронные тесты: коллоквиум	
7.1.	Радиоактивность		Письменные отчеты по домашним	
7.2.	Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом	2	практическим упражнениям; рефераты; контрольные работы; тесты;	
7.3.	Дозиметрия		электронные тесты; коллоквиум;	
	Итоговое занятие по темам «Оптика», «Физика атомов и молекул», «Ядерная физика»		экзамен	
	Всего за семестр:	2	10	
	Всего	6	14	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. Практикум по медицинской и биологической физике : учебное пособие / В. Г. Лещенко [и другие] – Минск : БГМУ, 2018. – 220 с.

Дополнительная:

2. Антонов, В. Ф. Физика и биофизика : учебник / В. Ф. Антонов, Е. К. Козлова, А. М. Черныш. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 472 с.
3. Ремизов, А. Н. Медицинская и биологическая физика : учебник / А. Н. Ремизов. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2018. – 656 с.
4. Лещенко, В. Г. Медицинская и биологическая физика : учебное пособие / В. Г. Лещенко, Г. К. Ильич. – Минск : Новое знание ; Минск : ИНФРА-М, 2017. – 552 с.

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ

Кинематика и динамика вращательного движения

Момент инерции тела относительно оси вращения. Момент импульса. Основное уравнение динамики вращательного движения. Закон сохранения момента импульса. Кинетическая энергия вращающегося тела. Центрифугирование.

Основные положения молекулярно-кинетической теории

Уравнение Клаузиуса. Степени свободы. Распределение энергии по степеням свободы. Взаимодействие между молекулами в реальных газах. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Сравнение опытных и теоретических изотерм реального газа. Критическое состояние вещества.

Магнитное поле

Основные характеристики магнитного поля: индукция, напряженность магнитного поля, магнитный поток. Магнитное поле в веществе. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея.

Инфракрасное и ультрафиолетовое излучения. Первичные механизмы действия на биологические объекты. Аппараты светолечения.

Электронный парамагнитный резонанс, ядерный магнитный резонанс, их применение.

Основы ЯМР-томографии. Принципы получения изображений органов и тканей в МРТ.

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

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

- подготовку к лекциям, практическим и лабораторным занятиям;
- подготовку к коллоквиумам, зачетам и экзаменам по учебной дисциплине;
- проработку тем (вопросов), вынесенных на самостоятельное изучение;

изучение тем и проблем, не выносимых на лекции и семинары;
 решение задач;
 выполнение исследовательских и творческих заданий;
 подготовку тематических докладов, рефератов, презентаций;
 выполнение практических заданий;
 конспектирование учебной литературы;
 подготовку отчетов;
 составление обзора научной литературы по заданной теме;
 оформление информационных и демонстрационных материалов (стенды, плакаты, графики, таблицы, газеты и пр.);
 изготовление макетов, лабораторно-учебных пособий;
 составление тематической подборки литературных источников, интернет-источников;
 составление тестов студентами для организации взаимоконтроля.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ
 УПРАВЛЯЕМОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ
 ДИСЦИПЛИНЕ**

Основные формы организации управляемой самостоятельной работы:
 написание и презентация реферата;
 выступление с докладом;
 изучение тем и проблем, не выносимых на лекции;
 конспектирование первоисточников (разделов хрестоматий, сборников документов, монографий, учебных пособий);
 компьютерное тестирование;
 составление тестов студентами для организации взаимоконтроля;
 изготовление дидактических материалов;
 подготовка и участие в активных формах обучения.

Контроль управляемой самостоятельной работы осуществляется в виде:
 контрольной работы;
 итогового занятия в форме коллоквиума, устного собеседования, письменной работы, тестирования;
 обсуждения рефератов;
 защиты учебных заданий;
 оценки устного ответа на вопрос, сообщения, доклада или решения задачи;
 проверки рефератов, письменных докладов, отчетов;
 проверки конспектов первоисточников, монографий и статей;
 индивидуальной беседы.

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

Для диагностики компетенций используются следующие формы:

Устная форма:

собеседования;
коллоквиумы;
доклады на практических занятиях;

Письменная форма:

тесты;
контрольные опросы;
контрольные работы;
письменные отчеты по аудиторным (домашним) практическим упражнениям;
письменные отчеты по лабораторным работам;
рефераты;
учебно-исследовательские работы студентов;

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;
экзамен;

Техническая форма:

электронные тесты;
электронные практикумы;
визуальные лабораторные работы.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ

Линейный (традиционный) метод (лекция, практические, лабораторные и семинарские занятия);

активные (интерактивные) методы:

проблемно-ориентированное обучение PBL (Problem-Based Learning);

научно-ориентированное обучение RBL (Research-Based Learning).

ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ НАВЫКОВ

1. Использование измерительных и электроизмерительных приборов.
2. Определение поверхностного натяжения жидкостей и исследование его зависимости от концентрации.
3. Определение зависимости коэффициента вязкости жидкости от концентрации вискозиметром Оствальда.
4. Определение электродвижущей силы источника тока компенсационным способом.
5. Исследование зависимости сопротивления полупроводникового материала от температуры.

6. Определение показателя преломления вещества с помощью рефрактометра.
7. Определение концентрации сахара в растворе поляриметром.
8. Определение концентрации окрашенных растворов с помощью фотоэлектроколориметра.
9. Градуировка спектроскопа и исследование спектров излучения и поглощения вещества.
10. Применение спектрофотометра для определения оптической плотности веществ.
11. Определение увеличения микроскопа и его разрешающей способности (работа с микроскопом с фотонасадкой и без фотонасадки).
12. Изучение работы газового лазера.
13. Исследование спектров излучения с помощью дифракционной решетки.
14. Градуировка фотоэлемента в качестве люксметра.

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ

1. Учебные таблицы и плакаты.
2. Таблицы производных и интегралов функций.
3. Звуковой генератор.
4. Наушники.
5. Аудиометр.
6. Вискозиметр Оствальда;
7. Секундомер.
8. Установка для определения поверхностного натяжения.
9. Индикатор малых перемещений.
10. Набор грузов.
11. Штангенциркуль.
12. Электрокардиограф шестиканальный «Альтоник-06».
13. Термопара.
14. Резистивные датчики температуры.
15. Вольтметр.
16. Омметр для резистивных датчиков.
17. Эталонный термометр.
18. Водяная баня.
19. Генератор переменного напряжения.
20. Усилитель.
21. Источник постоянного напряжения.
22. Микроамперметр постоянного тока.
23. Вольтметр постоянного тока.
24. Аппарат гальванизации.
25. Микроамперметр переменного тока.
26. Генератор электрических низкочастотных синусоидальных колебаний.

27. Аппарат «Амплипульс-4».
28. Осциллографы.
29. Мультивибраторы (генераторы прямоугольных импульсов напряжения).
30. Аппарат УВЧ-30.
31. Секундомер, поляриметр.
32. Рефрактометр.
33. Оптический микроскоп.
34. Камера Горяева.
35. Фотоэлектроколориметр.
36. Спектроскоп (монокроматор УМ-2).
37. Ртутная лампа.
38. Источник света с непрерывным спектром.
39. Лазер.
40. Дифракционные решетки с различными постоянными.
41. Экран.
42. Масштабная линейка.
43. Радиометр КРВП – 3Б.

ПЕРЕЧЕНЬ ЛЕКЦИЙ

1 семестр

1. Механические колебания. Разложение колебаний в гармонический спектр. Акустика. Биофизические основы формирования слухового ощущения. Звук, ультразвук, инфразвук. Ультразвук. Акустические и ультразвуковые методы исследования и воздействия в медицине. Упругие тела. Упругие свойства твердых тел. Механические свойства биологических тканей.

2. Физические основы гидродинамики идеальной и вязкой жидкости. Методы определения вязкости. Основные понятия гидродинамики. Условие неразрывности струи. Уравнение Бернулли. Течение вязкой жидкости, формулы Ньютона и Пуазейля. Гидравлическое сопротивление. Физические основы гемодинамики. Факторы, влияющие на вязкость крови в организме. Распределение давления крови по сосудистой системе. Пульсовая волна. Работа и мощность сердца.

3. Поверхностное натяжение в жидкости. Коэффициент поверхностного натяжения и методы его определения. Капиллярные явления. Формула Лапласа. Газовая эмболия. Поверхностно-активные вещества (ПАВ). Адсорбция. Применение поверхностно-активных веществ в фармации.

4. Физические свойства биологических мембран. Транспорт веществ через биологические мембраны. Строение и физические свойства биологических мембран. Пассивный транспорт веществ через биомембраны, его виды и математическое описание. Уравнение Теорелла, Нернста-Планка и Фика. Активный транспорт. Натрий-калиевый насос.

5. Формирование мембранных потенциалов клетки в покое и при возбуждении. Уравнения Нернста и Гольдмана-Ходжкина-Катца. Механизм

генерации потенциалов покоя и действия. Распространение потенциала действия по аксонам. Механизм генерации биопотенциала действия, его основные фазы. Рефрактерный период. Распространение потенциала действия по безмиелиновым и миелинизированным аксонам.

6. Физические основы электрографии тканей и органов. Изучение основ электрокардиографии. Теория Эйнтховена, методы регистрации ЭКГ. Методы регистрации биомедицинской информации. Датчики. Зависимость сопротивления металлов и полупроводников от температуры. Контактная разность потенциалов. Термоэлектродвижущая сила. Термопара. Явление Пельтье. Усиление биоэлектрических сигналов. Определение частотной и амплитудной характеристик усилителя, полосы пропускания и динамического диапазона. Дифференциальный усилитель.

7. Характеристики импульсных токов. Физические основы электростимуляции тканей и органов. Импульсные токи и их характеристики. Электровозбудимость тканей, реобаза, хронаксия. Уравнение Вейса-Лапика, закон Дюбуа-Реймона. Виды электростимуляции сердца. Воздействие высокочастотных токов и полей на организм. Физические основы методов высокочастотной терапии и электрохирургии: диатермия, индуктотермия, УВЧ-терапия, МКВ-терапия, КВЧ-терапия, дарсонвализация.

2 семестр

8. Электромагнитные колебания и волны. Общие свойства электромагнитных волн. Естественный и поляризованный свет. Виды поляризации. Методы получения поляризованного света. Закон Малюса. Оптическая активность. Поляриметрия.

9. Атомные и молекулярные спектры. Спектры излучения и поглощения. Теория Бора. Квантовые числа. Принцип Паули. Спектр атома водорода. Основы атомного и молекулярного спектрального анализа. Основы люминесцентного анализа. Люминесценция, ее виды и характеристики. Законы Стокса и Вавилова. Квантовый выход, длительность послесвечения. Собственная люминесценция биологических объектов. Спектры люминесценции. Люминесцентный анализ в медицине. Люминесцентные метки и зонды. Лазеры. Действие лазерного излучения на биологические ткани. Вынужденное излучение и его свойства. Свойства лазерного излучения, его использование в медицине. Фотодинамическая терапия.

10. Тепловое излучение. Основные характеристики и законы теплового излучения тел. Законы Кирхгофа, Стефана-Больцмана, Вина. Формула Планка. Законы поглощения и рассеяния света. Законы Бугера и Бугера-Ламберта-Бера. 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 ФЭКа. Определение с его помощью концентрации растворов. Рассеяние света и его виды, закон Релея. Нефелометрия.

11. Рентгеновское излучение Основные свойства рентгеновского излучения. Тормозное и характеристическое рентгеновское излучение. Закон Мозли. Спектры рентгеновского излучения. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Рентгеноструктурный анализ. Использование рентгеновского излучения в диагностике и лучевой терапии. Основы рентгеновской компьютерной томографии.

12. Радиоактивность. Основные типы радиоактивного распада. Основной закон радиоактивного распада. Период полураспада. Активность, единицы её измерения. Изменение активности препарата во времени. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом. Радионуклидные методы диагностики и лучевой терапии. Линейная плотность ионизации, линейная передача энергии, средний линейный пробег. Биологические действие излучения.

13. Дозиметрия. Поглощенная, 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.

ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

1 семестр

1. Физика и биомедицинская физика, предмет и методы. Введение в практикум. Л.р. Элементы теории погрешностей

2. Математическое моделирование медико-биологических и фармацевтических процессов. Л.р. Определение скоростей изменения и градиентов функций. Вычисление определенных интегралов

3. Исследование функциональных зависимостей, определение скоростей изменения и градиентов функций. Л.р. Составления математических моделей медико-биологических процессов

4. Элементы теории вероятностей. Случайные величины, их распределения и числовые характеристики распределения. Л.р. Определение числовых параметров распределения случайных величин: математическое ожидание, мода, медиана, дисперсия, среднее квадратическое отклонение

5. Основы математической статистики. Порядок работы с выборкой. Методы расчета параметров распределения. Графическое представление статистического распределения. Элементы корреляционного анализа. Установление корреляционной связи между двумя совокупностями случайных величин Л.р. Графическое представление статистического распределения. Построение корреляционного поля, линии регрессии и расчет коэффициента корреляции

6. Методы измерения массы тел. Л.р. Измерение массы тела

7. Акустика. Биофизические основы формирования слухового ощущения. Звук, ультразвук, инфразвук. Ультразвук. Акустические и ультразвуковые

методы исследования и воздействия в медицине. Л.р. Снятие спектральной характеристики уха на пороге слышимости

8. Общие свойства и особенности молекулярного строения жидкостей. Молекулярное движение в жидкостях. Явление переноса в жидкостях. Физические основы гидродинамики идеальной и вязкой жидкости. Методы определения вязкости жидкостей. Л.р. Определение вязкости жидкости вискозиметром Оствальда

9. Поверхностное натяжение. Л.р. Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости методом Ребиндера

10. Упругие тела. Упругие свойства твердых тел. Определение модуля упругости материалов. Л.р. Определение модуля упругости кости по изгибу

11. Физические основы электрографии тканей и органов. Л.р. Физические основы электрографии органов и тканей

12. Методы регистрации биомедицинской информации. Датчики. Л.р. Электрические датчики температуры

13. Усиление биоэлектрических сигналов. Л.р. Изучение свойств усилителя электрических сигналов

2. Семестр

1. Переменный ток. Различные нагрузки в цепи переменного тока. Импеданс живой ткани переменному току. Физические основы реографии. Л.р. Определение зависимости импеданса биологической ткани от частоты тока

2. Воздействие высокочастотных токов и полей на организм. Использование УВЧ-колебаний в медицине. Изучение методов и аппаратуры для высокочастотной терапии. Л.р. Физические принципы высокочастотной электротерапии

3. Электромагнитные колебания и волны. Л.р. Определение концентрации оптически активных веществ поляриметром

4. Рефракция и рефрактометрия. Л.р. Определение показателя преломления жидкости рефрактометром

5. Оптическая микроскопия. Основы электронной и зондовой микроскопии. Л.р. Измерение малых объектов с помощью микроскопа

6. Оптическая система глаза. Биофизические основы зрения

7. Законы поглощения и рассеяния света. Основы фотокolorиметрии и спектрофотометрии. Л.р. Поглощение и рассеяние света. Основы колориметрического анализа

8. Атомные и молекулярные спектры. Спектры излучения и поглощения. Спектральные приборы. Л.р. Основы спектрального анализа

9. Вынужденные излучения. Лазеры. Действие лазерного излучения на биологические ткани. Л.р. Принцип действия лазеров, их свойства и применение

10. Дозиметрия. Л.р. Определение массовой активности продуктов питания и строительных материалов с помощью радиометра

ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1 семестр

1. Физические свойства биологических мембран. Транспорт веществ через биологические мембраны. Строение и физические свойства биологических мембран. Пассивный транспорт веществ через биомембраны, его виды и математическое описание. Уравнение Теорелла, Нернста-Планка и Фика. Активный транспорт. Натрий-калиевый насос.

2. Генерация и распространение потенциала действия. Итоговое занятие по темам «Введение в дисциплину «Биомедицинская физика». Математическое моделирование медико-биологических и фармацевтических процессов. Механика», «Молекулярная физика», «Биофизика клетки. Моделирование биологических процессов».

2 семестр

1. Воздействие высокочастотных токов и полей на организм. Использование УВЧ-колебаний в медицине. Изучение методов и аппаратуры для высокочастотной терапии.

2. Итоговое занятие по разделу «Электричество и магнетизм»

3. Рентгеновское излучение.

4. Итоговое занятие по разделам «Оптика», «Физика атомов и молекул»

5. Радиоактивность. Дозиметрия. Итоговое занятие по разделу «Ядерная физика».

ПЕРЕЧЕНЬ ЛЕКЦИЙ

(ЗАОЧНАЯ ФОРМА ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ)

1. Механические колебания. Разложение колебаний в гармонический спектр. Механические волны. Энергетические характеристики механической волны. Общие свойства и особенности молекулярного строения жидкостей. Молекулярное движение в жидкостях. Явление переноса в жидкостях. Физические основы гидродинамики идеальной и вязкой жидкости. Методы определения вязкости жидкостей

2. Физические свойства биологических мембран. Транспорт веществ через биологические мембраны. Биопотенциалы покоя и их ионная природа. Формирование мембранных потенциалов клетки при ее возбуждении.

3. Электромагнитные колебания и волны. Законы поглощения и рассеяния света. Основы фотоколориметрии и спектрофотометрии.

ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

(ЗАОЧНАЯ ФОРМА ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ)

1. Акустика. Биофизические основы формирования слухового ощущения. Звук, ультразвук, инфразвук. Ультразвук. Акустические и ультразвуковые методы исследования и воздействия в медицине. Л.р. Снятие спектральной характеристики уха на пороге слышимости

2. Общие свойства и особенности молекулярного строения жидкостей. Молекулярное движение в жидкостях. Явление переноса в жидкостях. Физические основы гидродинамики идеальной и вязкой жидкости. Методы определения вязкости жидкостей. Л.р. Определение вязкости жидкости вискозиметром Оствальда
3. Поверхностное натяжение. Л.р. Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости методом Ребиндера
4. Переменный ток. Различные нагрузки в цепи переменного тока. Импеданс живой ткани переменному току. Физические основы реографии. Л.р. Определение зависимости импеданса биологической ткани от частоты тока
5. Воздействие высокочастотных токов и полей на организм. Использование УВЧ-колебаний в медицине. Изучение методов и аппаратуры для высокочастотной терапии. Л.р. Физические принципы высокочастотной электротерапии
6. Электромагнитные колебания и волны. Законы поглощения и рассеяния света. Спектры излучения и поглощения. Атомные и молекулярные спектры. Л.р. Определение концентрации оптически активных веществ поляриметром
7. Рефракция и рефрактометрия. Л.р. Определение показателя преломления жидкости рефрактометром
8. Оптическая микроскопия. Основы электронной и зондовой микроскопии. Л.р. Измерение малых объектов с помощью микроскопа
9. Законы поглощения и рассеяния света. Основы фотоколориметрии и спектрофотометрии. Л.р. Поглощение и рассеяние света. Основы колориметрического анализа

ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ (ЗАОЧНАЯ ФОРМА ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ)

1. Физика и биомедицинская физика, предмет и методы. Введение в практикум.
2. Физические свойства биологических мембран. Транспорт веществ через биологические мембраны Биопотенциалы покоя и их ионная природа. Формирование мембранных потенциалов клетки при ее возбуждении. Итоговое занятие по темам «Механика», «Молекулярная физика», «Биофизика клетки. Моделирование биологических процессов»
3. Воздействие высокочастотных токов и полей на организм. Использование УВЧ-колебаний в медицине. Изучение методов и аппаратуры для высокочастотной терапии. Итоговое занятие по теме «Электричество и магнетизм»
4. Законы поглощения и рассеяния света. Радиоактивность. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом. Дозиметрия. Итоговое занятие по темам «Оптика», «Физика атомов и молекул», «Ядерная физика»

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1. Аналитическая химия	Фармацевтической химии	Нет	№10 от 18.05.2023
2. Физическая и коллоидная химия	Общей химии	Нет	№10 от 18.05.2023
3. Фармацевтическая химия	Фармацевтической химии	Нет	№10 от 18.05.2023

СОСТАВИТЕЛИ:

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


М.В. Гольцев

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


О.Н.Белая

Старший преподаватель кафедры медицинской и биологической физики учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет»


М.С.Тарасик

Оформление учебной программы и сопровождающих документов соответствует установленным требованиям.

Декан фармацевтического факультета учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет»

24.06 2023


Н.С. Гурина

Методист отдела научно-методического обеспечения образовательного процесса учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет»

24.06. 2023


А.П.Погорелова