

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Ярославский государственный медицинский университет
Министерства здравоохранения Российской Федерации
ФГБОУ ВО ЯГМУ Минздрава России**

**Рабочая программа дисциплины
ОБЩАЯ И МЕДИЦИНСКАЯ
БИОФИЗИКА**

**Специальность 30.05.01 МЕДИЦИНСКАЯ
КИБЕРНЕТИКА
Форма обучения ОЧНАЯ**

**Рабочая программа разработана
в соответствии с требованиями ФГОС ВО**

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 30.05.03 Медицинская кибернетика и входит в состав Образовательной программы высшего образования – программы специалитета – по специальности 30.05.01 Медицинская биохимия.

Рабочая программа разработана на кафедре медицинской физики с курсом медицинской информатики

Заведующий кафедрой – Фатеев М.М., д-р биол. наук, профессор

Разработчики:

Фатеев М.М., заведующий кафедрой, д-р биол. наук, профессор

Согласовано:

Декан
лечебного факультета
профессор




(подпись)

Филимонов В.И.

«15» июня 2023 года

Утверждено Советом по управлению образовательной деятельностью
«15» июня 2023 года, протокол № 6

Председатель Совета по
управлению образовательной
деятельностью, проректор по
образовательной деятельности
и цифровой трансформации,
доцент
«15» июня 2023 года



(подпись)

Смирнова А.В.

1. Вводная часть

1.1. Цель освоения дисциплины – приобретение знаний по основным разделам общей и медицинской биофизики, получение представлений о биофизических методах исследования, используемых в практической медицине.

1.2. Задачи дисциплины:

- приобретение знаний об основных закономерностях биофизических процессов и явлений, протекающих на молекулярном, клеточном и организменном уровнях в норме и при патологии;
- формирование знаний по методологии биофизических исследований и использованию биофизических методов в диагностике и лечении;
- обучение умению оценивать эффективность фотобиологических процессов при воздействии ультрафиолетового и лазерного излучения;
- обучение основным биофизическим методам, применяемым для изучения фотобиологических процессов, исследования структуры биомолекул, межклеточных взаимодействий в норме и патологии, снятия биопотенциалов с поверхности тела человека, широко используемых в клинической практике (ЭКГ, ЭЭГ, РВГ, пульсография, миография).

1.3. Требования к результатам освоения дисциплины

Преподавание дисциплины направлено на формирование

общефессиональных компетенций:

ОПК-1. Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности;

ОПК-3. Способен использовать специализированное диагностическое и лечебное оборудование, применять медицинские изделия, лекарственные средства, клеточные продукты и генно-инженерные технологии, предусмотренные порядками оказания медицинской помощи;

ОПК-5. Способен к организации и осуществлению прикладных и практических проектов и иных мероприятий по изучению биохимических и физиологических процессов и явлений, происходящих в клетке человека;

профессиональных компетенций:

- **ПК-5.** Способен организовывать и проводить научные исследования в области здравоохранения.

Таблица 1.

Требования к результатам освоения дисциплины

№	Индекс и номер компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	Индикаторы достижения компетенций	Виды контроля
1.	ОПК-1	Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности	ОПК1. ИД 1 – владеет алгоритмом основных физико-химических, математических и иных естественнонаучных методов исследований при решении профессиональных задач. ОПК1. ИД 2 – способен применять естественнонаучные знания на междисциплинарном уровне в профессиональной деятельности	Текущий контроль успеваемости (контроль текущей успеваемости при проведении учебных занятий и рубежный контроль по завершению изучения дисциплинарных модулей), промежуточная аттестация
2.	ОПК-3	Способен использовать специализированное диагностическое и лечебное оборудование, применять медицинские изделия, лекарственные средства, клеточные продукты и генно-инженерные технологии, предусмотренные порядками оказания медицинской помощи	ОПК-3. ИД1 – информирован о принципах работы и возможностях современного диагностического и лечебного оборудования	Текущий контроль успеваемости (контроль текущей успеваемости при проведении учебных занятий и рубежный контроль по завершению изучения дисциплинарных модулей), промежуточная аттестация.

3.	ОПК-5	Способен к организации и осуществлению прикладных и практических проектов и иных мероприятий по изучению биохимических и физиологических процессов и явлений, происходящих в клетке человека	<p>ОПК 5. ИД 1 – информирован об основных закономерностях развития и жизнедеятельности организма на основе биохимических и физиологических процессов и явлений, происходящих в клетке, ткани, органе человека.</p> <p>ОПК 5. ИД 2 – использует лабораторное оборудование и измерительные приборы для проведения биохимических исследований и диагностики биохимических и физиологических процессов и явлений, происходящих в клетке человека</p>	Текущий контроль успеваемости (контроль текущей успеваемости при проведении учебных занятий и рубежный контроль по завершению изучения дисциплинарных модулей), промежуточная аттестация.
4.	ПК-5	Способен организовывать и проводить научные исследования в области здравоохранения	ПК-5. ИД1 – разрабатывает новые медицинские и биологические модели и методы и внедряет их в клиническую практику и управление здравоохранением	Текущий контроль успеваемости (контроль текущей успеваемости при проведении учебных занятий и рубежный контроль по завершению изучения дисциплинарных модулей), промежуточная аттестация.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Обязательной части образовательной программы.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые в ходе изучения дисциплин:

Дисциплина «Математический анализ»:

Знания: Математических методов решения задач с применением дифференциальных и интегральных исчислений.

Умения: Пользоваться учебной, научной, научно-популярной литературой, сетью Интернет для решения математических задач.

Навыки: Владение базовыми технологиями преобразования информации: текстовые, табличные редакторы, поиск в сети Интернет.

Дисциплина «Теория вероятностей и математическая статистика»:

Знания: Методов параметрической и непараметрической статистики.

Умения: Пользоваться учебной, научной, научно-популярной литературой, сетью Интернет для решения задач по статистике.

Навыки: Владение базовыми технологиями преобразования информации: текстовые, табличные редакторы, программами по статистической обработке данных, поиск в сети Интернет.

Дисциплина «Механика, электричество», «оптика, атомная физика»:

Знания: основных физических величин и законов механики и электричества

Умения: описывать движение, составлять уравнения движения, изображать электрические и магнитные поля, описывать поведение заряженных частиц и систем заряженных частиц в них

Навыки: объяснять и количественно описывать явления природы

Дисциплина «Органическая и физическая химия»:

Знания: Общих законов строения, структуры и превращения химических веществ, в частности соединений углерода с использованием физических методов исследования.

Умения: Пользоваться учебной, научной, научно-популярной литературой, сетью Интернет для решения поставленных задач по химии.

Навыки: Владение оптическими методами исследования веществ: калориметрией, спектроскопией, спектрофотометрией.

Дисциплина «Морфология, анатомия человека, гистология, цитология»:

Знания: Строения человеческого тела, его органов и систем, строения тканей и клеток.

Умения: Пользоваться учебной, научной, научно-популярной литературой, сетью Интернет для изучения морфологии человека.

Навыки: Владение основными цито- и гистологическими методами изучения строения клеток и тканей организма.

Дисциплина «Физиология»:

Знания: Основных законов и механизмов функционирования клеток, тканей, органов и систем органов, целого организма, а также механизмов адаптации его к меняющимся условиям окружающей среды.

Умения: Пользоваться учебной, научной, научно-популярной литературой, сетью Интернет для изучения физиологии человека.

Навыки: Владение основными методами определения функционирования органов и систем человеческого тела.

Дисциплина «Биохимия»:

Знания: Химического состава и структуры веществ, содержащихся в живых организмах, путей и способов регуляции их метаболизма и энергетического обеспечения процессов, происходящих в клетке и организме.

Умения: Пользоваться учебной, научной, научно-популярной литературой, сетью Интернет для изучения биохимии человека.

Навыки: Владение методами хроматографии, спектрофотометрии для определения содержания биологически важных для организма веществ.

Дисциплина «Общая патология, патологическая анатомия, патофизиология»:

Знания: Причин и механизмов типовых патологических процессов, состояний и реакций, их проявления и значение для организма при развитии различных заболеваний; роли различных методов моделирования: экспериментального, на искусственных физических системах, логического, компьютерного, математического и др. в изучении патологических процессов.

Умения: проводить патофизиологический анализ клинико-лабораторных, экспериментальных, других данных и формулировать на их основе заключение о наиболее вероятных причинах и механизмах развития патологических процессов, принципах и методах их выявления.

Навыки: Системного подхода к анализу медицинской информации, основных методов оценки функционального состояний организма человека, анализа и интерпретации результатов современных диагностических технологий.

Знания, умения и навыки, формируемые в ходе освоения данной дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин образовательной программы:

- Общая и медицинская радиобиология
- Медицинская биохимия
- Молекулярная биология
- Общая и клиническая иммунология
- Клиническая лабораторная диагностика
- Медицинские технологии
- Внутренние болезни
- Неврология
- Психиатрия

3. Объем дисциплины

3.1. Общий объем дисциплины

Общий объем дисциплины – 10 зачетных единиц (360 академ.часов), в том числе:

- промежуточная аттестация в форме экзамена – 36 академ.часов;
- контактная работа обучающихся с преподавателем – 216 академ.часов;
- самостоятельная работа обучающихся – 108 академ.часов.

3.2 Распределение часов по семестрам

Таблица 2.

Распределение часов контактной работы обучающихся с преподавателем и самостоятельной работы обучающихся по семестрам

Вид учебной работы	Всего академ.часов	Распределение часов по семестрам		
		Сем. 5	Сем. 6	Сем. 7
1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (аудиторная), всего	216	72	72	72

в том числе:	х	х	х	х
Занятия лекционного типа (лекции)	57	18	21	18
Занятия семинарского типа, в т.ч.	159	54	51	54
Семинары	-	-	-	-
Практические занятия, клинические практические занятия	159	54	51	54
Лабораторные работы, практикумы	-	-	-	-
2. Самостоятельная работа обучающихся, всего	108	36	36	36

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы учебной дисциплины и компетенции, которые должны быть освоены при их изучении

№	Наименование раздела учебной дисциплины	Содержание раздела в дидактических единицах (темы разделов)	Индекс и номер формируемых компетенций
1.	Фотобиофизика. Поглощение света в биологических системах.	Введение в курс общей и медицинской биофизики. Основные фотобиологические процессы и их стадии. Электронные переходы в биомолекулах при поглощении света и люминесценции. Количественные закономерности поглощения света. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Спектры поглощения биомолекул. Особенности поглощения света в биологических системах. Дифференциальная и производная спектрофотометрия и области ее применения в биологии и медицине.	ОПК-1, ОПК - 5.
2.	Люминесценция в биологических системах	Зависимость потока и интенсивности фотолюминесценции от концентрации. Квантовый выход фотолюминесценции. Спектры фотолюминесценции и спектры ее возбуждения. Миграция энергии электронного возбуждения в биологических системах. Хемилюминесценция в	ОПК-1, ОПК - 5.

		<p>биологических системах и ее активаторы. Биолюминесценция и биохемилюминесценция.</p> <p>Биохемилюминесценция при перекисном окислении липидов, активации фагоцитов.</p> <p>Использование хемилюминесцентных методов в биологии и медицине.</p> <p>Биолюминесценция светляков и бактерий.</p>	
3.	<p>Первичные и начальные стадии фотопревращений биомолекул. Механизмы фотобиологических процессов при действии ультрафиолета.</p>	<p>Общие закономерности фотопревращений биомолекул.</p> <p>Кинетика необратимых и обратимых однофотонных фотопревращений биомолекул.</p> <p>Спектры действия фотопревращений биомолекул.</p> <p>Характеристика естественного УФ-излучения. Инактивирующее действие УФ-излучения на белки и спектры действия. Фотофизика и фотохимия сложных белков.</p> <p>Фотопревращения нуклеиновых кислот, липидов в биомембранах под действием УФ.</p> <p>Общие закономерности эритемы, индуцированной УФ.</p> <p>Канцерогенное действие УФ-излучения на кожу. Лечебное действие УФ-излучения на организм животных и человека.</p>	<p>ОПК-1, ОПК - 5.</p>
4.	<p>Фотофизические стадии зрения у позвоночных и фотосинтеза в галобактериях. Механизм сенсibilизированных фотобиологических процессов.</p>	<p>Спектры действия скотопического и фотопического зрения. Спектры поглощения родопсина и иодопсинов, палочек и колбочек.</p> <p>Цепь фотопревращений родопсина. Механизм фотопревращения родопсина в батородопсин. Фотосинтез АТФ в галобактериях. Общие закономерности сенсibilизированных фотопревращений. Механизмы фотохимиотерапии опухолей и кожных болезней. Начальные стадии фотосинтеза в растениях.</p>	<p>ОПК-1, ОПК - 5.</p>
5.	<p>Молекулярная биофизика. Характеристика основных биополимеров и динамическое поведение</p>	<p>Конформация основных биологических макромолекул.</p> <p>Различия между клубком и глобулой. Объемные</p>	<p>ОПК-1, ОПК - 5.</p>

	биологических макромолекул в растворах.	взаимодействия. Структура воды. Структура белков. Стерические карты. Самоорганизация полипептидных цепей. Взаимодействие белков с водой. Особенности пространственной организации нуклеиновых кислот.	
6.	Методы исследования структуры основных биомолекул	Спектральный анализ. Спектроскопия в видимой и УФ-области. Инфракрасная спектроскопия. Рентгеноструктурный анализ белков. Метод флуоресцентных зондов. Спектроскопия комбинационного рассеяния света. Методы кругового дихроизма и дисперсии оптического вращения. Ядерно-магнитный (ЯМР) и электронный парамагнитный (ЭПР) резонанс. Метод спиновых меток и зондов.	ОПК-1, ОПК-3, ОПК-5, ПК-5.
7.	Биофизика клетки. Молекулярная организация и биофизические свойства мембранных структур	История изучения строения биологических мембран. Функции мембран. Физико-химические свойства мембранных липидов. Модельные бислои липидных мембран. Фазовые переходы в фосфолипидном бислое. Белки и углеводы мембран. Методы исследования биомембран.	ОПК-1, ОПК-3, ОПК-5.
8.	Транспорт веществ через мембрану	Виды транспорта. Пассивный транспорт. Уравнение Фика. Ионное равновесие. Поток ионов через мембрану. Уравнение Нернста-Планка. Диффузный и равновесный потенциалы. Потенциал покоя, Уравнение Гольдмана. Ионные токи. Строение и работа ионных каналов. Индуцированный транспорт ионов. Активный транспорт. Транспорт макромолекул.	ОПК-1, ОПК - 5.
9.	Биофизические механизмы генерации мембранных потенциалов	Распределение ионов между водной и липидной фазами. Стационарные потенциалы в живой клетке. Методы измерения биопотенциалов. Ионная природа потенциалов покоя и действия. Равновесные потенциалы Нернста-Доннана. Стационарный	ОПК-1, ОПК - 5.

		<p>потенциал: уравнение Ходжкина-Гольдмана для расчета значений потенциалов покоя и действия. Электрогенный насос. Биофизический механизм генерации потенциала действия. Кабельные свойства нервных волокон. Скорость проведения нервного импульса; телеграфное уравнение. Проведение нервного импульса через синаптические мембраны. Природа синаптического потенциала.</p>	
10.	Физико-химические механизмы патологии	<p>Роль повреждения различных структур клетки в ее патологии. Фосфолипазное повреждение мембран. Перекисное окисление мембранных липидов. Осмотическое нарушение структуры и функции клеток. Электрический пробой как механизм нарушения барьерной функции мембран в патологии. Нарушение структуры и функции мембран при адсорбции белков и изменении состояния липопротеидов. Нарушение клеточной поверхности и межклеточных взаимодействий. Механизмы повреждения нуклеиновых кислот.</p>	ОПК-1, ОПК-3, ОПК-5, ПК-5.
11.	Биофизика органов и систем. Внешние электрические поля тканей и органов	<p>Электрограммы и пространственное распределение потенциала как основные характеристики внешних электрических полей тканей и органов. Эквивалентные электрические схемы тканей и органов. Электрический импеданс тканей, его частотная зависимость. Описание электрической активности клеток и тканей токовым двухполюсным (дипольным) генератором. Физические основы регистрации ЭКГ при различных отведениях. Пространственные и плоские векторные ЭКГ и методы их измерения. Электрическая активность пирамидных нейронов новой коры как источник генеза</p>	ОПК-1, ОПК-3, ОПК-5, ПК-5.

		<p>ЭЭГ. Формирование токовых двухполюсных и четырехполюсных (квадрупольных) генераторов в пирамидных нейронах. Статистические характеристики фоновых ЭЭГ. Общая формула для дисперсии ЭЭГ. Особенности электрического поля гиппокампа: пространственная зависимость знака и амплитуды его ритмических электрограмм. Генез ритмических ЭЭГ в нейронных сетях с возвратным торможением.</p>	
12.	Пассивные механические явления в тканях и органах	<p>Механические модели биообъектов. Упругие и пластические деформации тканей и органов; силы, противодействующие деформации. Механические свойства мышц и костей. Механические свойства стенки кровеносных сосудов. Уравнение Лапласа для статического состояния тонких упругих оболочек. Механические свойства крови. Роль агрегации (межклеточных взаимодействий) эритроцитов. Оптические и электрические методы исследования состояния крови. Механические процессы в легких. Механическая стабильность альвеол. Роль сурфактанта в изменении поверхностного натяжения в альвеолах. Значение поверхностных явлений при отеке легких.</p>	ОПК-1, ОПК - 5.
13.	Гемодинамика	<p>Реологические и гемодинамические характеристики крови. Линейная и объемная скорость кровотока. Методы измерения скорости движения крови, ультразвуковой способ определения скорости движения клеток в крови. Общие закономерности течения крови по упругому сосуду. Модель Франка. Пульсовая волна. Гемодинамические телеграфные уравнения и их решение при изменении градиента давления во</p>	ОПК-1, ОПК-3, ОПК-5, ПК-5.

		<p>времени по гармоническому закону. Гемодинамические процессы в системе микроциркуляции. Систолический и минутный объем крови. Метод импедансной реографии для определения систолического выброса крови. Баллистокардиограммы.</p>	
14.	<p>Механические явления при сокращении мышц. Транспорт веществ через эпителий.</p>	<p>Различные виды мышечного сокращения. Теплопродукция при укорочении исчерченных мышц. Уравнение Хила. Молекулярная организация сократительного аппарата мышечного волокна. Механизм мышечного сокращения. Векторная организация структуры эпителия в кишечнике и нефронах. Транспорт сахаров и аминокислот в тонкой кишке в комплексе с переносчиком: кинетика процесса и сопряжение с активным транспортом ионов натрия. Трансэпителиальный транспорт воды в кишечнике и нефронах. Механизм осмотического концентрирования мочи в нефронах. Клеточный механизм действия нефротропных диуретических веществ.</p>	<p>ОПК-1, ОПК-5.</p>
15.	<p>Биофизика органов чувств</p>	<p>Природа прозрачности роговицы и хрусталика. Механизм светорассеяния в хрусталике при катаракте. Спектры поглощения зрительных клеток и их пигментов. Механизм и кинетические характеристики изомеризации родопсина. Электрический ответ фоторецепторной клетки. Основные свойства пахучих и вкусовых веществ. Особенности молекулярно-клеточной организации обонятельных и вкусовых клеток. Кинетические характеристики взаимодействия пахучих стимулов с хеморецепторами. Физическая природа звука. Частотная зависимость чувствительности уха. Механические свойства барабанной перепонки и</p>	<p>ОПК-1, ОПК-3, ОПК-5, ПК-5.</p>

	базиллярной мембраны улитки. Методы исследования колебаний базиллярной мембраны. Рецепция колебаний базиллярной мембраны волосковыми клетками. Механизм распознавания звуков.	
--	---	--

4.2. Тематический план лекций

№	Название тем лекций	Семестры		
		№ 5	№ 6	№ 7
		часов	часов	часов
1	Введение в биофизику. Фотобиофизика. Электронные переходы при поглощении света в биомолекулах. Закон Бугера-Ламберта-Бера.	2	-	-
2	Закономерности поглощения света в биообъектах. Спектры поглощения биологически важных молекул	2	-	-
3	Явление люминесценции и ее основные законы. Спектры люминесценции. Механизмы миграции энергии	2	-	-
4	Основные характеристики хемилюминесценции. Биолюминесценция светляков, бактерий, при окислении липидов и активации фагоцитов	2	-	-
5	Общие закономерности фотохимических превращений биомолекул и спектры их действия.	2	-	-
6	Характеристика естественного УФ-излучения. Механизмы фотобиологических процессов при действии ультрафиолета. Фотоэритема и фотоканцерогенез.	2	-	-
7	Фотофизические стадии зрения у позвоночных и фотосинтеза АТФ в галобактериях. Механизм сенсibilизированных фотопревращений.	2	-	-
8	Молекулярная биофизика. Характеристика и структура основных биополимеров. Клубок и глобула. Объемные взаимодействия. Клатратная структура воды.	2	-	-
9	Структура белков и нуклеиновых кислот. Стерические карты. Динамическое поведение биологических макромолекул в растворах.	2	-	-
10	Биофизика клетки. Строение биологических мембран и их функции. Модели биологических мембран.	-	2	-
11	Методы исследования биомембран. Искусственные мембранные структуры и их практическое применение.	-	2	-
12	Транспорт веществ через мембрану. Пассивный транспорт веществ через мембрану: простая диффузия, транспорт ионов.	-	2	-
13	Поток ионов через мембрану. Уравнения Нернста-Планка, Гольдмана. Уравнение Уссинга-Теорелла для противоположных потоков. Диффузионный потенциал.	-	2	-
14	Строение ионных каналов и их классификация. Индуцированный транспорт ионов. Активный транспорт. Перенос через мембрану макромолекул и частиц.	-	2	-

15	Мембранные потенциалы: методы измерения. Равновесные потенциалы Нернста-Доннана. Уравнение Гольдмана-Ходжкина-Катца. Природа потенциала покоя.	-	2	-
16	Биофизический механизм генерации потенциала действия. Кабельные свойства нервных волокон. Скорость распространения нервного импульса, телеграфное уравнение. Природа синаптического потенциала.	-	2	-
17	Биофизика патологических состояний. Роль повреждения различных структур клетки в ее патологии. Фосфолипазное повреждение мембран.	-	2	-
18	Переокисное окисление липидов. Клеточные системы антирадикальной защиты.	-	2	-
19	Электрический пробой мембран. Свободные радикалы в биологических системах.	-	2	-
20	Свечение, сопровождающее биохимические реакции. Активированная хемилюминесценция и биолюминесценция.	-	1	-
21	Биофизика органов и систем. Медицинская биофизика. Электрические и магнитные поля человека. Физические основы электрокардиографии. Метод анализа variability сердечного ритма и его клиническое значение.	-	-	2
22	Электрическое поле головного мозга. Электроэнцефалография. Статистические характеристики фоновых ЭЭГ. Внешнее электрическое поле пирамидных нейронов коры головного мозга. Многодипольный эквивалентный электрический генератор головного мозга.	-	-	2
23	Гемодинамика. Реологические и гемодинамические характеристики крови. Основные законы гемодинамики. Линейная и объемная скорость кровотока, гидравлическое сопротивление. Методы измерения скорости движения крови. Давление крови.	-	-	2
24	Модель Франка. Пульсовая волна. Систолический и минутный объемы крови и методы их определения. Гемодинамические процессы в системе микроциркуляции.	-	-	2
25	Анализ кровотока в большом круге кровообращения. Реография. Баллистокардиография.	-	-	
31	Механические явления при сокращении мышц. Мощность и скорость сокращения. Механизм мышечного сокращения.	-	-	2
33	Биофизика органов чувств. Классификация рецепторов и механизм передачи возбуждения в них. Биофизика органа зрения: строение глаза, его преломляющие среды, построение изображения на сетчатке, аккомодация глаза, оптические недостатки.	-	-	2
34	Молекулярный механизм зрения. Строение фоторецепторов. Зрительные пигменты. Трансдукция сигнала в фоторецепторной клетке. Цветовое зрение. Электроретинограмма и ее характеристика.	-	-	2
35	Биофизика органа слуха. Параметры звуковой волны. Строение слухового анализатора. Теории восприятия звуков. Механизмы локализации источника звука.	-	-	2

36	Биофизика органов обоняния и вкуса. Строение обонятельного и вкусового анализаторов. Обонятельные рецепторные молекулы. Трансдукция сигнала в обонятельной и вкусовой рецепторной клетке.	-	-	2
ИТОГО часов:		18	21	18

4.3. Тематический план практических занятий

№	Название тем практических занятий	Семестры		
		№ 5	№ 6	№ 7
		часов	часов	часов
1	Введение в общую и медицинскую биофизику. Предмет и задачи биофизики. Фотобиофизика. Основные стадии фотобиологических процессов. Электронные переходы при поглощении света в биомолекулах. Характеристики ЭМИ: длина волны, частота, период, волновое число, эйнштейн, энергия, импульс, поток излучения, интенсивность света, доза излучения.	3	-	-
2	Закон Бугера-Ламберта-Бера. Спектрофотометрия. Спектры пропускания и спектры поглощения.	3	-	-
3	Закономерности поглощения света в многокомпонентных биообъектах. Спектры поглощения биологических важных молекул.	3	-	-
4	Люминесценция. Основные законы люминесценции.	3	-	-
5	Спектры люминесценции и спектры возбуждения люминесценции биообъектов. Механизмы миграции энергии.	3	-	-
6	Хемилюминесценция. Биолюминесценция светляков, бактерий, при окислении липидов и активации фагоцитов. Общие закономерности фотохимических превращений биомолекул. Исследование спектров действия фотопревращений биомолекул.	3	-	-
7	Рубежный контроль № 1; закон Бугера-Ламберта-Бера, люминесценция, хемилюминесценция и их спектры.	3	-	-
8	Характеристики естественного ультрафиолетового излучения. Кинетика и спектры действия фотоинактивации белков. Фотохимия и фотофизика сложных белков.	3	-	-
9	Фотопревращения нуклеиновых кислот и липидов под действием УФ.	3	-	-
10	Фотоэритема и фотоканцерогенез. Механизмы фотосинтеза витамина D ₃ и фототрансформации билирубина в коже. Механизм загара.	3	-	-
11	Механизм сенсibilизированных фотобиологических процессов.	3	-	-
12	Рубежный контроль № 2: воздействие ультрафиолетового излучения на биологические объекты.	3	-	-

13	Молекулярная биофизика. Характеристика основных биополимеров и их структура. Различия между клубком и глобулой. Объемные взаимодействия. Водородная связь. Свойства воды. Клатратная структура воды.	3	-	-
14	Гидрофобные взаимодействия. Электростатические силы. Силы Ван-дер-Ваальса. Поворотная изомерия и стерические ограничения. Особенности пептидных групп. Стерические карты.	3	-	-
15	Вторичная структура белков. Переходы спираль-клубок. Самоорганизация полипептидных цепей. Классификация белков. Моделирование пространственной организации белков по их первичной структуре. Взаимодействие белков с водой и формы связанной воды.	3	-	-
16	Особенности пространственной организации нуклеиновых кислот.	3	-	-
17	Методы исследования структуры основных биомакромолекул.	3	-	-
18	Рубежный контроль № 3: молекулярная биофизика.	3	-	-
19	Методы определения молекулярной массы, размера и формы частиц.	-	3	-
20	Биофизика клетки. Строение биологических мембран и их функции.	-	3	-
21	Модели биологических мембран. Методы исследования биомембран.	-	3	-
22	Искусственные мембранные структуры и их практическое применение.	-	3	-
23	Общая характеристика процессов мембранного транспорта. Пассивный транспорт веществ через мембрану.	-	3	-
24	Перенос ионов через мембрану. Электрохимический потенциал ионов. Механизм диффузии, электродиффузия. Уравнение Нернста-Планка. Классификация типов ионного транспорта.	-	3	-
25	Рубежный контроль № 4: строение и функции биологических мембран, пассивный транспорт веществ через мембрану.	-	3	-
26	Уравнение Гольдмана для потоков ионов через мембрану. Сопряженные ионные потоки. Индуцированный транспорт ионов. Активный транспорт ионов. Перенос через мембрану макромолекул и частиц.	-	3	-
27	Классификация ионных каналов. Строение и работа ионных каналов.	-	3	-
28	Механизмы генерации потенциалов покоя. Потенциалы Нернста, Доннана и Гольдмана-Ходжкина. Вклад электрогенной помпы. Методы измерения электрической активности клетки.	-	3	-

29	Потенциал действия и его фазы. Кинетика ионных токов при фиксированном напряжении на мембране. Уравнение Ходжкина. Распространение потенциала действия по нервному волокну. Телеграфное уравнение.	-	3	-
30	Рубежный контроль № 5: электрогенез в биомембранах.	-	3	-
31	Физико-химические механизмы патологии. Физико-химические факторы, вызывающие повреждение клетки. Роль нарушений структуры и функций биомембран в клеточной патологии. Роль фосфолипаз в клеточной патологии.	-	3	-
32	Нарушение свойств мембран при гипоксии. Действие Ca^{2+} на мембраны митохондрий.	-	3	-
33	Свободные радикалы, их источники в живых клетках. Цепное (перекисное) окисление липидов. Методы изучения свободнорадикальных реакций: спиновые ловушки и хемилюминесценция. Роль ПОЛ в развитии различных патологических состояниях.	-	3	-
34	Электрическая стабильность мембран, ее нарушение в патологии. Роль повреждения мембран в развитии некроза и апоптоза. Свечение, сопровождающее биохимические реакции.	-	3	-
35	Рубежный контроль № 6: физико-химические механизмы патологии.	-	3	-
36	Биофизика органов и систем. Медицинская биофизика. Электрические и магнитные поля человека. Физические основы электрокардиографии. Векторкардиография.	-	-	3
37	Клеточные основы генеза ЭКГ. Методика регистрации ЭКГ. Компьютерный расчет ЭКГ.	-	-	3
38	Электрическое поле головного мозга. Метод исследования электрической активности головного мозга – электроэнцефалография.	-	-	3
39	Механизм генеза ритмических ЭЭГ. Статистические характеристики ЭЭГ. Методика регистрации ЭЭГ. Компьютерный расчет ЭЭГ.	-	-	3
40	Рубежный контроль № 7: электрические и магнитные поля у человека.	-	-	3
41	Пассивные механические явления в тканях и органах. Механические модели биообъектов. Механические свойства мышц и костей.	-	-	3
42	Механические свойства стенки кровеносных сосудов. Механические процессы в легких.	-	-	3
43	Гемодинамика. Механические свойства крови.	-	-	3
44	Законы Пуазейля. Методы измерения скорости движения крови. Пульс. Ультразвуковое доплеровское измерение скорости кровотока. Сфигмография.	-	-	3

45	Систолический и минутный объемы крови и методы их определения. Гемодинамические процессы в системе микроциркуляции.	-	-	3
46	Анализ кровотока в большом круге кровообращения. Реография. Методика регистрации реограммы. Компьютерный расчет реограммы. Баллистокардиография.	-	-	3
47	Рубежный котроль № 8: биофизика системы кровообращения.	-	-	3
48	Механические явления при сокращении мышц. Мощность и скорость сокращения. Механизм мышечного сокращения. Электромиография.	-	-	3
49	Транспорт веществ через эпителий органов и тканей. Определение активных зон кожи методом регистрации электропроводности.	-	-	3
50	Биофизика органов чувств. Биофизика органа зрения. Фотофизические стадии зрения у позвоночных и фотосинтеза в галобактериях. Спектры поглощения зрительных клеток и их пигментов. Электроретинограмма.	-	-	3
51	Биофизика органа слуха. Основные понятия, используемые в биоакустике. Строение и функции отделов слухового анализатора. Механизмы локализации источников звука.	-	-	3
52	Биофизика органов вкуса и обоняния. Строение анализаторов. Трансдукция сигнала в обонятельной рецепторной клетке. Особенности трансдукция сигнала рецепторной клетки на вкус	-	-	3
53	Рубежный котроль № 9: биофизика мышц и органов чувств.	-	-	3
	ИТОГО часов:	54	51	54

4.4. Тематический план семинаров

Не предусмотрено.

4.5. Тематический план лабораторных работ, практикумов –

Не предусмотрено.

4.6. Занятия, проводимые в интерактивных формах

№	Название тем занятий	Интерактивные формы проведения занятий
1.	Занятие №1. Введение в общую и медицинскую биофизику. Фотобиофизика. Основные стадии фотобиологических процессов.	«Биофизика и фотомедицина». Видео-лекция акад. РАН Ю.А. Владимирова
2.	Занятие №2. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Спектрофотометрия.	Решение ситуационных задач

3.	Занятие №4. Люминесценция. Основные законы люминесценции.	«Применение люминесценции». Видео-лекция акад. РАН Ю.А. Владимирова
4.	Занятие №5. Спектры люминесценции и спектры возбуждения люминесценции биообъектов. Механизмы миграции энергии.	«Люминесцентная микроскопия». Видео-лекция к.х.н., доцента Е.В. Проскуриной
5.	Занятие №14. Гидрофобные взаимодействия. Электростатические силы. Силы Ван-дер-Ваальса.	Решение ситуационных задач
6.	Занятие №15. Вторичная структура белков. Переходы спираль-клубок.	Решение ситуационных задач
7.	Занятие №17. Методы исследования структуры основных биомакромолекул.	«Биофизические методы». Видео-лекция к.х.н., доцента Е.В. Проскуриной
8.	Занятие №24. Перенос ионов через мембрану. Электрохимический потенциал ионов. Механизм диффузии, электродиффузия.	Решение ситуационных задач
9.	Занятие №27. Классификация ионных каналов. Строение и работа ионных каналов.	Моделирование работы ионных каналов
10.	Занятие №28. Механизмы генерации потенциалов покоя. Потенциалы Нернста, Доннана и Гольдмана-Ходжкина.	Решение ситуационных задач
11.	Занятие №29. Потенциал действия и его фазы. Кинетика ионных токов при фиксированном напряжении на мембране. Уравнение Ходжкина.	Моделирование работы гигантского аксона кальмара
12.	Занятие №18. Перекисное окисление липидов. Повреждение компонентов биологических мембран при патологических процессах.	«Окислительный стресс». Видео-лекция к.х.н., доцента Е.В. Проскуриной
13.	Занятие №45. Систолический и минутный объемы крови и методы их определения. Гемодинамические процессы в системе микроциркуляции.	Моделирование работы системы кровообращения на примере модели Франка

4.7. План самостоятельной работы студентов

№	Наименование раздела учебной дисциплины	Содержание самостоятельной работы
1.	Фотобиофизика	Спектральный анализ. Спектроскопия в видимой и ультрафиолетовой области. Люминесцентный метод – инструмент для изучения механизмов переноса энергии. Спектрофлуорометрия. Флуоресцентные зонды и метки и их использование в медицине для анализа веществ. Флуоресцентная микроскопия. Применение УФ-И в медицине. Фотозритель и

		<p>фотоканцерогенез. Механизм загара. Фотохимиотерапия опухолей и кожных болезней.</p>
2.	Молекулярная биофизика	<p>Инфракрасная спектроскопия. Спектроскопия комбинационного рассеяния света. Электронный парамагнитный резонанс (ЭПР). Метод спиновых меток, зондов и ловушек. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса (ЯМР). ЯМР-томография как диагностический метод. Дисперсия оптического вращения и круговой дихроизм. Основные представления о молекулярных массах биополимеров и методах их определения: осмометрия, вискозиметрия, метод светорассеяния, электрофорез белков в полиакриламидном геле, гель-хроматография.</p>
3.	Биофизика клетки	<p>Модели биологических мембран. Методы исследования биологических мембран: биохимические, физиологические, генетические, биофизические: дифракционные, резонансные (ЯМР, ЭПР), оптические, микрокалориметрия, моделирования и получения искусственных мембран. Искусственные мембранные структуры и их применение в медицине и фармации. Мембранный транспорт веществ и методы его измерения: микроэлектродная техника, метод фиксации потенциала, техника пэтч-клампа.</p>
4.	Биофизика патологических состояний	<p>Первичное и вторичное повреждение клетки. Основные повреждающие факторы. Стратегия изучения механизма действия неблагоприятных факторов. Нарушение функций клеточных структур. Методы определения работоспособности митохондрий. Основные факторы, приводящие к нарушению функции митохондрий. Свободные радикалы и методы их изучения: биохимические и биофизические (хемилюминесценция, метод ЭПР, спиновые ловушки). Биологические последствия перекисидации липидов. Клеточные системы антирадикальной защиты. Электрический пробой мембран и методы его изучения. Хемилюминесценция и возможности лабораторного клинического анализа. Использование биолуминесцентного анализа для определения функционирования клеток и клеточных структур.</p>
5.	Биофизика органов и систем	<p>Электрические и магнитные поля человека и методы их исследования: метод ЭКГ, ВКГ, вариабельности сердечного ритма (ВСР), ЭЭГ, ВП, нейронной активности; их значение для диагностики заболеваний. Биомеханика мышц, костей, кровеносных сосудов, легких. Электромиография. Гемодинамика и методы ее исследования: методы определения кровяного давления, скорости кровотока, пульсография, реовазография,</p>

		баллистокардиография; применение в медицине. Микроциркуляция и факторы на нее влияющие. Особенности транспорта веществ через эпителий и ткани, методы его определения. Биофизика органов чувств и методы их исследования: остроты зрения, поля зрения, цветового восприятия, бинокулярного зрения, электроретинограмма; методы исследования органа слуха, вкуса и запаха; их значение для диагностики заболеваний.
--	--	--

4.8. Научно-исследовательская работа студентов (НИРС)

Примерная тематика НИРС:

1. Спектральный анализ. Спектроскопия в видимой и ультрафиолетовой области, и ее применение в диагностике заболеваний.
2. Инфракрасная спектроскопия в медицине.
3. Спектроскопия комбинационного рассеяния света и ее применение для молекулярного анализа веществ.
4. Электронный парамагнитный резонанс (ЭПР). Достоинства и недостатки метода, его использование в медицине и фармации. Методы спиновых меток, ловушек и зондов.
5. Использование метода ядерного магнитного резонанса (ЯМР) для анализа строения биомолекул и его применение для постановки диагноза в медицине.
6. Методы дисперсии оптического вращения и кругового дихроизма и их применения для анализа вторичной структуры белков.
7. Рентгеноструктурный анализ как метод анализа структуры вещества.
8. Методы определения молекулярных масс биополимеров.
9. Использование искусственных мембранных структур в медицине.
10. Методы, применяемые для исследования свойств биомембран, их проницаемости и функций. Их использование в медицине.
11. Хемилюминесценция и биолюминесценция как инструмент в медико-биологических исследованиях.
12. Методы, применяемые в медицине для анализа функционирования системы кровообращения (ЭКГ, ВКГ, вариабельность сердечного ритма (ВСР), пульсография, фонокардиография, реовазография, доплерография).
13. Электрофизиологические методы исследования функционирования нервной системы.
14. Методы исследования дыхательной и мышечной систем организма, используемые в медицине для диагностики заболеваний.
15. Методы изучения функционирования органов чувств и их применение

в медицине.

Формы НИРС:

1. Изучение специальной литературы и другой научно-практической информации по актуальным вопросам, сбор, обработка, анализ и систематизация полученных данных, написание и защита рефератов.
2. Участие в подготовке докладов, выступления с докладами на конференциях.

4.9 Курсовые работы

Курсовые работы не предусмотрены

5. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Учебно-методическое обеспечение образовательного процесса по дисциплине включает:

- методические указания для обучающихся;
- методические рекомендации для преподавателей;
- учебно-методические разработки для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине:

1. Спектральный анализ. Спектроскопия в видимой и ультрафиолетовой области. Качественный и количественный анализ и применение его в медицине.
2. Использование люминесцентного анализа в медицине для количественного определения биологически важных веществ, для проверки фарм. средств, для определения болезнетворных бактерий и др.
3. Спектрофлуорометрия. Флуоресцентные зонды и метки и их использование в медицине для анализа веществ.
4. Флуоресцентная микроскопия. Области применения и использование в медицине.
5. Применение общего УФИ для изучения загара. Искусственный загар в солярии – «за» и «против».
6. Применение УФИ в дерматологии (лечение рожистого воспаления, трофических язв, витилиго, кожных гнойничковых заболеваний и др.).
7. Применение УФИ в онкологии (ФТД – фотодинамическая терапия).
8. Применение УФИ для профилактики простудных, вирусных (в том числе гриппа, герпеса), инфекционных заболеваний, стимуляции иммунитета.

9. Использование фотосенсибилизаторов в различных областях медицины.
10. Анализ веществ с помощью инфракрасной спектроскопии.
11. Применение электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) для анализа веществ и его применение в медицине.
12. ЯМР-томография как диагностический метод.
13. Основные методы исследования молекулярных масс биополимеров.
14. Искусственные мембраны и их использование в медицине.
15. Вариабельность сердечного ритма (ВСР) как диагностический метод.
16. Методы, используемые для диагностики функционирования нервной системы.
17. Применение хемилюминесценции и биолюминесценции в медицине.
18. Звуковые и ультразвуковые методы исследования в клинике: перкуссия, аускультация, аудиометрия, фонокардиография; эхография, сканирование, сонография, доплерография; ультразвуковая терапия в офтальмологии, хирургии и нейрохирургии, дерматологии, стоматологии, онкологии, гинекологии, косметологии.

6. Библиотечно-информационное обеспечение

6.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

Основная литература:

1. Артюхов, В. Г. Биофизика : учебник для вузов / Под ред. В. Г. Артюхова — Москва : Академический Проект, 2020. — 294 с. (Фундаментальный учебник) — ISBN 978-5-8291-3027-5. — Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента» : [сайт]. — URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785829130275.html> (дата обращения: 25.01.2022). — Режим доступа: по подписке
2. Рощупкин Д.И., Фесенко Е.Е., Новоселов В.И. Биофизика органов: Учебное пособие. – М.: Наука, 2000. – 255 с.

Дополнительная литература:

1. Алексеева, Н. В. Практикум по биофизике. В 2 ч. Ч. 1 / Алексеева Н. В. и др. ; под ред. А. Б. Рубина. — 2-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 195 с. Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10". (Учебник для высшей школы) — ISBN 978-5-00101-774-5. — Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента» : [сайт]. — URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001017745.html>
2. Антонов В.Ф., Коржувев. Физика и биофизика. Курс лекций. – М.: ГЭОТАР-

- Медиа, 2007. – 240 с.
3. Антонов, В. Ф. Физика и биофизика : учебник / В. Ф. Антонов, Е. К. Козлова, А. М. Черныш. — 2-е изд. , испр. и доп. — Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. — 472 с. — ISBN 978-5-9704-3526-7. — Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента» : [сайт]. — URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970435267.html> (дата обращения: 25.01.2022). — Режим доступа : по подписке
 4. Антонов, В. Ф. Физика и биофизика. Практикум : учебное пособие / Антонов В. Ф. , Черныш А. М. , Козлова Е. К. , Коржуев А. В. — Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2012. — 336 с. — ISBN 978-5-9704-2146-8. — Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента» : [сайт]. — URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970421468.html>(дата обращения: 25.01.2022). — Режим доступа : по подписке.
 5. Артюхов В.Г. (ред.). Биофизика: Учебник для вузов. – М.: Академический Проект, 2013. – 294 с.
 6. Фатеев М.М. Биофизические методы исследования: Учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности «медицинская биохимия» Ч.1, Основные методы анализа веществ, применяемые в квантовой и молекулярной биофизике [Электронный ресурс] / М.М. Фатеев, — Ярославль: ЯГМУ, 2018. — 82 с.: рис., табл. http://gw.yma.ac.ru/elibrary/methodical_literature/bmi1.pdf
 7. Фатеев М. М. Биофизические методы исследования : Учебное пособие для студентов 3 курса, обучающихся по специальности «Медицинская биохимия»Ч. 2, Основные методы изучения функционирования клеток [Электронный ресурс] / М. М. Фатеев, ФГБОУ ВО ЯГМУ МЗ РФ, Кафедра медицинской физики с курсом медицинской информатики.. — Ярославль: ЯГМУ, 2019. — 53 с. http://gw.yma.ac.ru/elibrary/methodical_literature/biofis_issled.pdf
 8. Фатеев М.М. Биофизические методы исследования. Часть 3. Основные методы, применяемые при изучении биофизики сложных систем. [Электронный ресурс] / М.М. Фатеев, ФГБОУ ВО ЯГМУ МЗ РФ, Кафедра медицинской физики с курсом медицинской информатики.. — Ярославль: ЯГМУ, 2022. — 64 с. http://gw.yma.ac.ru/elibrary/methodical_literature/683.pdf

6.2 Перечень информационных технологий:

1. Электронная библиотечная система «Консультант студента» <https://www.studentlibrary.ru/>
2. База данных «Электронная коллекция учебных и учебно-

методических
ЯГМУ» http://lib.yma.ac.ru/buki_web/bk_cat_find.php

материалов

6.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины:

1. Новости науки по биофизике
https://elementy.ru/novosti_nauki/t/1579643/Biofizika
2. Журнал «Биофизика» <http://www.biofizika.psn.ru/ru/>
3. Ресурсы кафедры медицинской биофизики МГУ
<http://www.fbm.msu.ru/sites/biophys/projects/pubbook.php>