

**Тематический план занятий лекционного типа  
по дисциплине «Биофизика»  
для обучающихся по образовательной программе  
специалитета по специальности 30.05.01 Медицинская биохимия,  
направленность (профиль) Медицинская биохимия,  
форма обучения очная  
на 2023-2024 учебный год**

№	Темы занятий лекционного типа	Часы (академ.)
1.	Введение в биофизику <sup>1</sup> . Макромолекулы. Фазовые состояния макромолекул. Модели пространственной организации макромолекул. Модели стохастического клубка. Условия существования клубка и глобулы. Плотность звеньев. Радиус корреляции, размеры клубка и глобулы. Набухание биополимеров. Зависимость энергии от плотности звеньев. Фазовые переходы. Расплавленная глобула <sup>2</sup> .	2
2.	Законы термодинамики и биологические системы <sup>1</sup> . Анализ свойств сложных систем с привлечением теории хаоса. Законы термодинамики и биологические системы. Связь между энтропией и информацией. Изменение энтропии в необратимых реакциях. Условия эволюции в открытой системе. Изменение энтропии и теплопродукция. Сопряжение процессов. Предельная скорость сопряженного процесса. Соотношения Онзагера для сопряженных процессов. Коэффициент сопряжения. Условия устойчивости стационарного состояния в открытых системах, теорема Пригожина <sup>2</sup> .	2
3.	Методы исследования свойств биополимеров. Молекулярная спектроскопия <sup>1</sup> . Взаимодействие энергии различных частотных диапазонов и вещества. Поглощение энергии, естественная ширина линии. Поглощение излучения ультрафиолетового и видимого диапазона. Особенности молекулярных спектров поглощения. Количественные показатели поглощения света. Спектры поглощения биомолекул, гипохромный и гиперхромный эффекты. <sup>2</sup>	2
4.	Методы исследования свойств биополимеров: Методы исследования свойств биополимеров: рентгеноструктурный анализ, ЯМР высокого разрешения, круговой дихроизм, микрокалориметрия.	2
5.	Фотолюминесценция, квантовый выход и время жизни флуоресценции. Поглощение биомолекулами энергии инфракрасного диапазона <sup>1</sup> . Квантовый выход и время жизни фосфоресценции и замедленной флуоресценции. Стоксов сдвиг. Тушение флуоресценции, уравнение Штерна-Фольмера. Поляризация флуоресценции, формула Яблонского-Перрена. Собственная флуоресценция аминокислот и белков. Флуоресценция биологически важных молекул. Флуоресцентные метки и зонды, использование в биомедицинских исследованиях. Поглощение биомолекулами энергии инфракрасного диапазона. Оптическая активность. Циркулярный дихроизм и дисперсия оптического вращения. Эффект Коттона. Спектры кругового дихроизма полипептидов и белков <sup>2</sup> .	2
6.	Механизмы переноса электрона и энергии возбужденного состояния в биологических системах <sup>1</sup> . Перенос электрона в двухуровневой	2

	системе. Туннелирование электронов. Проводимость белков, «электронная тропа». Индуктивно-резонансный перенос энергии электронного возбуждения. «Флуоресцентная линейка». Обменно-резонансный перенос энергии. Экситонный механизм миграции энергии. Динамика электронно-конформационных взаимодействий. <sup>2</sup>	
7.	Электронный парамагнитный резонанс. Ядерный магнитный резонанс <sup>1</sup> . Физические основы метода ЭПР. Парамагнитные атомы. Эффект Зеемана. Орбитальный и спиновый магнитный момент. G-фактор. Условие резонанса. Времена спин-спиновой и спин-решеточной релаксации. Тонкая и сверхтонкая структура спектров ЭПР. Зависимость ширины линии от вязкости среды. Метод парамагнитных меток и зондов в исследовании свойств биологических объектов. Физические основы метода ЯМР. Распространенность изотопов с ненулевым спином, атомы с получисленным спином. Условия резонанса. Ларморова прецессия. Времена спин-спиновой и спин-решеточной релаксации. Экранирование ядер, химический сдвиг. Расщепление линий. Метод спинового эха, преобразование Фурье. Спиновые метки, зонды и ловушки. <sup>2</sup>	2
8.	Основные функции биологических мембран. Структура биологических мембран <sup>1</sup> . Типы белок-липидных взаимодействий. Молекулярная организация липидного компонента биологических мембран. Вода в составе мембран. Моноламеллярные и мультламеллярные липосомы. Упругие и электрические свойства мембран. Методы изучения. Подвижность липидов в мембранах. Фазовые переходы и методы изучения фазовых переходов в мембранах. Кооперативность переходов. <sup>2</sup>	2
9.	Транспорт веществ через липидный бислой <sup>1</sup> . Диффузионный механизм транспорта частиц через мембрану. Перенос частиц в электрическом поле. Зависимость проницаемости мембран от размера и заряда иона. Однobarьерная модель для независимых потоков ионов. Формирование потенциала на границе раздела двух фаз. Механизм формирования потенциала покоя. <sup>2</sup>	2
10.	Переносчики ионов и каналы. Каналообразующие агенты <sup>1</sup> . Типы переносчиков. Вольтамперные характеристики калиевых и натриевых каналов. Трехбарьерная модель ионного транспорта. Лимитирующие барьеры. Насыщение каналов. Молекулярная организация ионных каналов. Механизмы активного транспорта ионов через мембрану. Na,K-АТФаза. Кальциевые АТФазы. Протонные помпы. <sup>2</sup>	2
11.	Формирование и распространение сигнала в биологических мембранах <sup>1</sup> . Регистрация токов через мембрану в условиях фиксации потенциала. Тетродоксин и тетраметиламмоний. Регистрация натриевых и калиевых токов. Модель Ходжкина-Хаксли. Воротные токи. Распространение импульса. Телеграфное уравнение. Особенности формирования потенциалов действия в кардиомиоцитах. Инициация сигналов. <sup>2</sup>	2
12.	Биофизика процессов гормональной рецепции <sup>1</sup> . Взаимодействие лигандов с рецепторами. Механизмы преобразования сигналов. Диффузионный механизм передачи сигнала, механизм Up- и Down-регуляции Перколяция. Методы исследования Импульсный механизм регуляции Ca-зависимых процессов. <sup>2</sup>	2

13.	Свободные радикалы <sup>1</sup> . Номенклатура свободных радикалов. Стабильность свободных радикалов. Источники свободных радикалов в организме. Активные формы кислорода. Продукты перекисного окисления липидов в организме. Свойства природных и синтетических антиоксидантов. Ферментативная антиоксидантная система. Схема элементарных реакций перекисного фотоокисления липидов. Роль фотолиза антиоксидантов и фотопревращений гидроперекисей жирных кислот в свободные радикалы в развитии перекисного фотоокисления липидов в биомембранах. <sup>2</sup>	2
14.	Разновидности люминесценции <sup>1</sup> . Механизм возникновения люминесценции свободных радикалов. Механизм хемилюминесцентных реакций в растворах. Люциферин-люциферазная реакция. Стадии превращения перекисей липидов, приводящие к появлению хемилюминесценции. Характеристики хемилюминесценции Физические и химические активаторы хемилюминесценции. Применение хемилюминесценции в биологии и медицине. <sup>2</sup>	2
15.	Основные фотобиологические явления <sup>1</sup> . Характеристики солнечного ультрафиолетового излучения. Диапазоны биологически активного ультрафиолетового излучения. Стадии фотобиологических процессов. Общие закономерности фотохимических превращений. Кинетика однофотонных необратимых превращений. Поперечное сечение фотолиза Обратимые фотопревращения. Зависимость от интенсивности облучения. <sup>2</sup>	2
16.	Спектры действия фотобиологических процессов <sup>1</sup> . Характер связи между первичным фотохимическим процессом и биологическим действием. Связь между дозой облучения и свойствами акцептора. Особенности регистрации спектров действия для многокомпонентных образцов. Фотобиологические эффекты, зависящие от скорости образования фотохимического продукта. <sup>2</sup>	2
17.	Механизмы повреждения белков и нуклеиновых кислот под действием ультрафиолета <sup>1</sup> . Кинетика фотоинактивации белков. Спектры действия фотоинактивации белков. Фотодимеризация пиримидиновых оснований в нуклеиновых кислотах. Фотореактивация фотохимических повреждений ДНК. Фотогидратация пиримидиновых оснований. <sup>2</sup>	2
18.	Фотосенсибилизированные процессы в биологических системах <sup>1</sup> . Фотодинамические реакции. Фотодинамические реакции типа II Исследование фотодинамических реакций с использованием физических тушителей и химических ловушек. Механизм фотодинамических реакций типа I. <sup>2</sup>	2
19.	Фотобиологические процессы <sup>1</sup> . Фототоксические и фотоаллергические процессы. Спектры эритемного действия. Эритема А,В и С. Фотоканцерогенез. Прямой и непрямой механизмы пигментации кожи. Фототоксические эффекты. Фототерапия, ПУФА-терапия. <sup>2</sup>	2
20.	Физические основы работы органов чувств <sup>1</sup> . Общие закономерности работы органов чувств. Теории восприятия вкус Теория обоняния. Теории восприятия звука. <sup>2</sup>	2
21.	Фотофизические основы зрения <sup>1</sup> . Дихроизм поглощения. Спектры действия скотопического и фотопического зрения, кривая видности. Метод импульсного фотолиза и кинетической спектрофотометрии в исследованиях быстрых фотопревращений зрительных пигментов.	2

	Спектры поглощения родопсина и иодопсинов. Цис-транс-фотоизмеризация ретиналя. Цепь фотопревращений родопсина. Рецепторные потенциалы <sup>2</sup> .	
22.	Механические свойства тканей <sup>1</sup> . Биомеханические процессы в природе. Биомеханические процессы в биохимии. Биомеханические модели тканей. Модель коллагено-эластинового волокна. Механические свойства мышц. Природа упругости скелетных мышц. Механические свойства костей. Механические процессы в легких. Уравнение Лапласа. P-V – диаграммы. Гистерезис сжатия-растяжения. Работа выдоха. <sup>2</sup>	2
23.	Структура сократительного аппарата <sup>1</sup> . Работа мышечного аппарата при стационарных нагрузках. Взаимосвязи между механическими и энергетическими параметрами мышечного сокращения в стационарном режиме сокращения. Уравнения Хилла. Мостиковая гипотеза генерации силы. Биохимические стадии сокращения, соответствующие механическим стадиям рабочего цикла мостика. <sup>2</sup>	2
24.	Модели мышечного сокращения <sup>1</sup> . Модели мышечного сокращения Хаксли и Дещеревского. Зависимость механических свойств от степени перекрытия нити. Связь параметров модели Дещеревского с параметрами уравнений Хилла. Нестационарные режимы сокращения. Модель Хаксли и Симмонса, модель Айзенберга и Хилла. Молекулярный мотор мышцы. <sup>2</sup>	2
25.	Продольная и тангенциальная деформация стенок сосудов <sup>1</sup> . Уравнение Ламе. Зависимость просвета сосуда от давления. Уравнения деформации при высоком модуле упругости. Динамический модуль упругости. Соотношение между динамическим и статическим модулем упругости. <sup>2</sup>	2
26.	Реологические свойства крови. Пульсовая волна <sup>1</sup> . Основы механики жидкостей. Формула Ньютона. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Ламинарное и турбулентное течения. Число Рейнольдса. Принцип неразрывности струи. Уравнение Бернулли. Закон Пуазейля. Гидравлическое сопротивление сосуда. Зависимость вязкости от концентрации и формы частиц. Вязкость при высоких и низких скоростях сдвига. Формула Кессона. Взаимосвязь между давлением и объемной скоростью кровотока: модель с распределенными параметрами. Пульсовая волна. Формула Мознса-Кортвега. Скорость распространения и длина пульсовой волны. Модель Франка, ударный объем крови, методы определения. Резистивная модель периферического кровотока. Особенности движения крови при сужении участков сосудов. Фильтрационно-реадсорбционная модель периферического кровотока. Факторы, приводящие к избыточному выходу жидкости в межклеточное пространство. <sup>2</sup>	2
27.	Задачи электрографии <sup>1</sup> . Принцип эквивалентного генератора. Потенциалы электрического поля униполя и диполя. Электрокардиография. Модель Эйнтховена. Карта электрических потенциалов на поверхности тела. Дипольный эквивалентный электрический генератор сердца. Векторэлектрокардиография. Многодипольные эквивалентные электрические генераторы сердца. Модель Миллера и Гезелувитца. <sup>2</sup>	2
28.	Колебательные процессы в природе <sup>1</sup> . Механизмы возникновения колебаний на клеточном и внутриклеточном уровнях. Активные среды. Однородные, неоднородные среды. Распространение автоволн	2

	в однородной среде. $\tau$ – модель Винера и Роземблюта.. Трансформация ритма в неоднородной среде. Ревербератор в среде с отверстием. Возникновение ревербераций в неоднородных средах. Свойства ревербератора. Условия возникновения мерцательной аритмии. <sup>2</sup>	
29.	Физические основы электроэнцефалографии <sup>1</sup> . Электрическая активность коры больших полушарий головного мозга. Активность пирамидных нейронов. Генерация соматического и дендритного диполя. Характеристики электрического поля коры головного мозга. Альфа, бета, гамма, сигма и тета ритмы. Стандартное отклонение. Положительная корреляция активности пирамидных нейронов. Карты распределения электрического поля мозга. Магнитоэнцефалография. <sup>2</sup>	2
30.	Электрокинетические процессы, биоимпеданс <sup>1</sup> . Формирование потенциала на поверхности биомакромолекул и клеток. Электрический потенциал и агглютинация. Проводимость тканей. Поляризационные процессы. Зависимость проводимости от частоты электромагнитного поля. <sup>2</sup>	2
Итого		60

<sup>1</sup> – тема лекции

<sup>2</sup> – сущностное содержание лекции

Рассмотрено на заседании кафедры теоретической биохимии с курсом клинической биохимии «10» мая 2023 г., протокол № 16

Зав. кафедрой теоретической биохимии с курсом клинической биохимии, д.м.н, профессор

О.В. Островский