

**Тематический план занятий лекционного типа
по дисциплине «Общая и медицинская биофизика»
для обучающихся по образовательной программе
специальности 30.05.01 Медицинская биохимия,
(уровень специалитета),
форма обучения очная
на 2023-2024 учебный год**

№	Темы занятий лекционного типа	Часы (академ.)
1.	Введение в биофизику ¹ . Основные биомакромолекулы. 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 ² .	2
2.	Структура белковых молекул ¹ . Физико-химические свойства аминокислот. Конформационная подвижность пептидного звена, роль стерических ограничений. Стерические контурные диаграммы Рамачандрана для полиглицина, полиаланина и полипролина. Вторичная структура белка. Спиральные структуры. Переходы спираль-клубок, энергия инициации, нефазовый характер перехода, возможность самосборки. Типы β -структур, энергия инициации, фазовый характер перехода, невозможность самосборки. Повторяющиеся элементы первичной структуры. Способы укладки элементов вторичной структуры в глобуле. Сворачиваемость глобулы. Размер домена. Энергия заряженной частицы в глобуле. Особенности строения глобулярных, фибриллярных и мембранных белков ² .	2
3.	Конформационная потенциальная энергия биомакромолекул ¹ . Силы Ван-дер-Ваальса, потенциалы –Леннард-Джонса и Букингема. Водородные связи, условия образования. Гидрофобные и гидрофильные взаимодействия. Структура льда и воды. Электростатические взаимодействия. Торсионный потенциал ² .	2
4.	Равновесное связывание лигандов с биомакромолекулами ¹ . Взаимодействие фермента и субстрата. Механизмы ферментативного катализа, снижение потенциального барьера, конформационно-релаксационная теория. Кинетика односубстратных и мультисубстратных ферментативных реакций. Ингибиторы ферментативных реакций. Аллостерические эффекты и кооперативность. Модели Шанже-Моно и Кошланда. Количественный анализ кооперативности, уравнение Хилла ² .	2
5.	Методы исследования свойств биополимеров ¹ . Молекулярная спектроскопия. 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 биомакромолекул, гипохромный и гиперхромный эффекты ² .	2
6.	Фотолюминесценция, квантовый выход и время жизни флуоресценции ¹ . Поглощение биомакромолекулами энергии инфракрасного диапазона. 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,	2

	использование в биомедицинских исследованиях. Поглощение биомакромолекулами энергии инфракрасного диапазона. Оптическая активность. Циркулярный дихроизм и дисперсия оптического вращения. Эффект Коттона. Спектры кругового дихроизма полипептидов и белков ²	
7.	Механизмы переноса электрона и энергии возбужденного состояния в биологических системах ¹ . Перенос электрона в двухуровневой 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 ² .	2
8.	Электронный парамагнитный резонанс. Ядерный магнитный резонанс ¹ . 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 ² .	2
9.	Динамические модели биологических систем ¹ . Точечные и распределенные системы. Фазовое пространство. Устойчивые и неустойчивые стационарные состояния. Иерархия времен в биологических системах, лимитирующие стадии процессов. Критерий устойчивости стационарного состояния Ляпунова. Модель культиватора. Бифуркционная диаграмма. Устойчивые и неустойчивые ветви бифуркационной диаграммы. Гистерезис, триггерные свойства биологических систем. Модели Лотки и Вольтера. Фазовая плоскость. Особые точки фазовой плоскости. Устойчивость стационарных состояний систем двух взаимозависимых переменных. Шесть типов поведения системы ² .	2
10.	Распределенные системы. Законы термодинамики и биологические системы ¹ . Тьюринговы и нетьюринговы системы. Условия эволюции диссипативных структур на примере брюсселятора. 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. Сопряженные процессы. Предельная скорость сопряженного процесса. Соотношения Онзагера для сопряженных процессов. Коэффициент сопряжения. Условия устойчивости стационарного состояния в открытых системах, теорема Пригожина ² .	2
11.	Основные функции биологических мембран ¹ . Структура биологических мембран. Типы белок-липидных взаимодействий. Молекулярная организация липидного компонента биологических мембран. Вода в составе мембран. Моноламеллярные и мультиламеллярные липосомы. Упругие и электрические свойства мембран. Методы изучения. Подвижность липидов в мембранах. Фазовые переходы и методы изучения фазовых переходов в мембранах. Кооперативность переходов ² .	2
12.	Транспорт веществ через липидный бислой ¹ . Диффузионный механизм транспорта частиц через мембрану. Перенос частиц в электрическом поле. Зависимость проницаемости мембран от размера и заряда иона. Однобарьерная модель для независимых потоков ионов. Формирование потенциала на границе раздела двух фаз. Механизм формирования потенциала покоя ² .	2

13.	Переносчики ионов и каналы ¹ . Каналообразующие агенты. 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 ² .	2
14.	Формирование и распространение сигнала в биологических мембранах ¹ . 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 ²	2
15.	Биофизика процессов гормональной рецепции ¹ . 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 ² .	2
16.	Свободные радикалы ¹ . 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 ²	2
17.	Разновидности люминесценции ¹ . 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 ² .	2
18.	Основные фотобиологические явления ¹ . 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 ² .	2
19.	Спектры действия фотобиологических процессов ¹ . 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 ²	2
20.	Механизмы повреждения белков и нуклеиновых кислот под действием ультрафиолета ¹ . Кинетика фотоинактивации белков. Спектры действия фотоинактивации белков.Фотодимеризация пиримидиновых оснований в нуклеиновых кислотах. Фотореактивация фотохимических повреждений ДНК. Фотогидратация пиримидиновых оснований ² .	2
21.	Фотосенсибилизированные процессы в биологических системах ¹ . Фотодинамические реакции. Фотодинамические реакции типа II Исследование фотодинамических реакций с использованием физических тушителей и химических ловушек. Механизм фотодинамических реакций типа I. ²	2
22.	Фотобиологические процессы ¹ . Фототоксические и фотоаллергические процессы. Спектры эритемного действия. Эритема А,В и С. Фотоканцерогенез. Прямой и непрямой механизмы пигментации кожи. Фототоксические эффекты. Фототерапия, ПУФА-терапия ² .	2
23.	Фотосинтез ¹ . Первичные стадии фотосинтеза у растений. Механизмы преобразования энергии в галобактериях ² .	2

24.	Методы исследования свойств биополимеров: вискозиметрия, статическое и динамическое светорассеяние, ультрацентрифугирование.	2
25.	Методы исследования свойств биополимеров ¹ . Методы исследования свойств биополимеров: рентгеноструктурный анализ, ЯМР высокого разрешения, круговой дихроизм, микрокалориметрия ² .	2
26.	Физические основы работы органов чувств ¹ . Общие закономерности работы органов чувств. Теории восприятия вкуса Теория обоняния. Теории восприятия звука ²	2
27.	Фотофизические основы зрения ¹ . Дихроизм поглощения. Спектры действия скотопического и фотопического зрения, кривая видности. Метод импульсного фотолиза и кинетической спектрофотометрии в исследованиях быстрых фотопревращений зрительных пигментов. Спектры поглощения родопсина и иодопсинов. Цис-транс-фотоизмеризация ретиналя. Цепь фотопревращений родопсина. Рецепторные потенциалы ²	2
28.	Механические свойства тканей ¹ . 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 ² .	2
29.	Структура сократительного аппарата ¹ . 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 ²	2
30.	Модели мышечного сокращения ¹ . 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. ²	2
31.	Продольная и тангенциальная деформация стенок сосудов ¹ . Уравнение Ламе. Зависимость просвета сосуда от давления. Уравнения деформации при высоком модуле упругости. Динамический модуль упругости. Соотношение между динамическим и статическим модулем упругости. ²	2
32.	Реологические свойства крови ¹ . Пульсовая волна. 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 Моэнса-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 ² .	2
33.	Задачи электрографии. Принцип эквивалентного генератора. Потенциалы электрического поля униполярного и дипольного. Электрокардиография. Модель Эйнтховена ¹ . Карта электрических потенциалов на поверхности тела. Дипольный эквивалентный электрический генератор сердца. Векторэлектрокардиография. Многодипольные эквивалентные электрические генераторы сердца. Модель Миллера и Гезелувитца. ²	2
34.	Колебательные процессы в природе. Механизмы возникновения колебаний на клеточном и внутриклеточном уровнях. Активные среды ¹ . Однородные,	2

	неоднородные среды. Распространение автоволн в однородной среде. τ – модель Винера и Роземблота.. Трансформация ритма в неоднородной среде. Ревербератор в среде с отверстием. Возникновение ревербераций в неоднородных средах. Свойства ревербератора. Условия возникновения мерцательной аритмии. ²	
35.	Физические основы электроэнцефалографии. ¹ 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. ²	2
36.	Электрокинетические процессы, биоимпеданс ¹ . Формирование потенциала на поверхности биомакромолекул и клеток. Электрический потенциал и агглютинация. Проводимость тканей. Поляризационные процессы. Зависимость проводимости от частоты электромагнитного поля. ²	2
Итого		72

¹ – тема лекции

² – 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