

**Тематический план занятий семинарского 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**

| № | Тематические блоки | Часы (академ.) |
|----|--|-------------------|
| 1. | Введение в биофизику ¹ . История развития биофизики и место биофизики в системе биологических наук. Основные разделы биофизики. Методы, используемые в биофизике ² . | 2 |
| 2. | Термодинамика биологических процессов ¹ . Основные понятия биоэнергетики. Виды работ в биологических системах. Изменение энтропии в открытой системе. Соотношение между приростом энтропии в внутри системы и обменом энтропией со средой для развивающихся систем и систем в стационарном состоянии. Скорость возникновения энтропии в открытой системе. Связь прироста внутренней энтропии с теплопродукцией. (Часть I). | 2 |
| | Термодинамика биологических процессов ¹ . Энергетическое сопряжение биохимических процессов. Движущие силы и скорости сопряженных процессов. Соотношения Онзагера движущих сил и скоростей реакций для систем вблизи термодинамического равновесия. Термодинамические критерии устойчивости стационарных состояний. Теорема Пригожина. Критерии эволюции биологических систем. ² (Часть II) | 2 |
| 3. | Спектральные методы исследования макромолекул. Абсорбционная спектрофотометрия ¹ . Естественная ширина линии. Особенности молекулярных спектров. Спектры поглощения аминокислот, пептидов и нуклеиновых кислот ² . (Часть I) | 2 |
| | Спектральные методы исследования макромолекул. Абсорбционная спектрофотометрия ¹ . Гипохромный и гиперхромный эффекты в спектрах поглощения белков и нуклеиновых кислот. Способы регистрации молекулярных спектров поглощения. ² (Часть II) | 2 |
| 4. | Спектральные методы исследования макромолекул. Флуоресцентные методы ¹ . Энергия возбужденного состояния. Квантовый выход флуоресценции. Внутреннее и внешнее экранирование. Температурная зависимость квантового выхода флуоресценции. Эффект Шпольского. Спектры возбуждения и испускания флуоресценции. ² (Часть I) | 2 |
| | Спектральные методы исследования макромолекул. Флуоресцентные методы ¹ . Тушение флуоресценции. Флуоресценция субстратов и коферментов. Собственная флуоресценция аминокислот. Собственная флуоресценция белков. Флуоресцентные зонды и метки. Поляризация флуоресценции. Способы регистрации спектров флуоресценции. ² (Часть II) | 2 |
| 5. | Перенос электрона и миграция энергии в биосистемах ¹ . Перенос электрона в двухуровневой системе. Туннелирование электронов и ядер. Проводимость белков. Индуктивно-резонансный перенос энергии электронного возбуждения. «Флуоресцентная линейка». (Часть I) | 2 |
| | Перенос электрона и миграция энергии в биосистемах ¹ . Обменно-резонансный перенос энергии. Экситонный механизм миграции энергии. Динамика электронно-конформационных взаимодействий. ² (Часть II) | 2 |
| 6. | Метод электронного парамагнитного резонанса в исследованиях свойств | 2 |

| | | |
|-----|---|---|
| | биосистем ¹ . Основное уравнение резонанса. G-фактор. Характеристики спектров ЭПР. Времена продольной и поперечной релаксации. Тонкая и сверхтонкая структура спектров ЭПР. ² (Часть I) | |
| | Метод электронного парамагнитного резонанса в исследованиях свойств биосистем ¹ . Применение ЭПР в медико-биологических исследованиях. Метод спиновых меток и зондов. Метод спиновых ловушек. ² (Часть II) | 2 |
| 7. | Метод ядерного магнитного резонанса в исследованиях свойств биосистем ¹ . Спины ядер. Основное уравнение резонанса. Химически- и магнитно-эквивалентные ядра. Внутримолекулярное экранирование. Химические сдвиги ароматических молекул. Химические сдвиги, обусловленные парамагнитными эффектами. Метод спиновых меток. ² (Часть I) | 2 |
| | Метод ядерного магнитного резонанса в исследованиях свойств биосистем ¹ . Зависимость характеристик спектра ЯМР от скорости химического обмена. Расщепление линий в результате спин-спинового взаимодействия. Продольная (спин-решеточная) и поперечная (спин-спиновая) релаксация. Связь между шириной спектральной линии и временами релаксации. Уравнение Карплюса и эффект Оверхаузера. Фурье-спектроскопия. Метод спинового эха. ² (Часть II) | 2 |
| 8. | Биологические мембраны. Структура и функции ¹ . Типы белок-липидных взаимодействий. Молекулярная организация липидного компонента биологических мембран. Вода в составе мембран. Моноламеллярные и мультламеллярные липосомы. Упругие и электрические свойства мембран. ² (Часть I). | 2 |
| | Биологические мембраны. Структура и функции ¹ . Методы изучения. Подвижность липидов в мембранах. Фазовые переходы и методы изучения фазовых переходов в мембранах. Кооперативность переходов. ² (Часть II) | 2 |
| 9. | Транспорт веществ через липидный бислой, однобарьерная модель для независимых потоков ионов ¹ . Механизм формирования потенциала покоя. Диффузионный механизм транспорта частиц через мембрану. Перенос частиц в электрическом поле. Зависимость проницаемости мембран от размера и заряда иона. ² (Часть I) | 2 |
| | Транспорт веществ через липидный бислой, однобарьерная модель для независимых потоков ионов ¹ . Однобарьерная модель для независимых потоков ионов. Формирование потенциала на границе раздела двух фаз. Механизм формирования потенциала покоя. ² (Часть II). | 2 |
| 10. | Переносчики ионов и ионные каналы ¹ . Каналообразующие агенты. Типы переносчиков. Вольтамперные характеристики калиевых и натриевых каналов. Трехбарьерная модель ионного транспорта. ² (Часть I). | 2 |
| | Переносчики ионов и ионные каналы. Лимитирующие барьеры. Насыщение каналов. Молекулярная организация ионных каналов. Активный транспорт: механизм работы Na-K- и Ca-АТФаз. ² (Часть II). | 2 |
| 11. | 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. ² (Часть I) | 2 |
| | Формирование и распространение сигнала в биологических мембранах ¹ . Воротные токи. Распространение импульса. Телеграфное уравнение. Особенности формирования потенциалов действия в кардиомиоцитах. Инициация сигналов. ² (Часть II) | 2 |
| 12. | Биофизика процессов гормональной рецепции ¹ . Взаимодействие лигандов с рецепторами. Механизмы передачи сигнала. Механизмы доставки лигандов. ² (Часть I) | 2 |

| | | |
|-----|--|---|
| | Биофизика процессов гормональной рецепции ¹ . Модели лиганд-рецепторных взаимодействий. Определение параметров взаимодействия лиганд-рецептор. (Часть II) | 2 |
| 13. | Биофизика процессов гормональной рецепции ¹ . Механизмы преобразования сигналов. Диффузионный механизм передачи сигнала, механизм Up- и Down-регуляции. ² (Часть I) | 2 |
| | Биофизика процессов гормональной рецепции ¹ . Перколяция. Методы исследования. Импульсный механизм регуляции Ca-зависимых процессов. ² (Часть II) | 2 |
| 14. | Свободные радикалы и перекисное окисление липидов ¹ . Номенклатура свободных радикалов. Стабильность свободных радикалов. Источники свободных радикалов в организме. Активные формы кислорода. Продукты перекисного окисления липидов в организме. ² (Часть I) | 2 |
| | Свободные радикалы и перекисное окисление липидов ¹ . Свойства природных и синтетических антиоксидантов. Ферментативная антиоксидантная система. ² (Часть II) | 2 |
| 15. | Хемилюминисценция ¹ . Разновидности люминесценции. Механизм возникновения люминесценции свободных радикалов. Механизм хемилюминесцентных реакций в растворах. Люциферин-люциферазная реакция. Стадии превращения перекисей липидов, приводящие к появлению хемилюминесценции. ² (Часть I). | 2 |
| | Хемилюминисценция ¹ . Характеристики хемилюминесценции. Физические и химические активаторы хемилюминесценции. Применение хемилюминесценции в биологии и медицине. ² (Часть II). | 2 |
| 16. | Основные фотобиологические явления ¹ . Кинетика фотоинактивации белков. Спектры действия фотоинактивации белков. Стадии фотобиологических процессов. Общие закономерности фотохимических превращений. Кинетика однофотонных необратимых превращений. Поперечное сечение фотолиза. Обратимые фотопревращения. Зависимость от интенсивности облучения. ² (Часть I). | 2 |
| | Основные фотобиологические явления ¹ . Спектры действия фотобиологических процессов. 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 (Часть II). | 2 |
| 17. | Механизмы повреждения белков, нуклеиновых кислот и липидов под действием ультрафиолета ¹ . Характеристики солнечного ультрафиолетового излучения. Диапазоны биологически активного ультрафиолетового излучения. Кинетика фотоинактивации белков. Спектры действия фотоинактивации белков. Фотодимеризация пиримидиновых оснований в нуклеиновых кислотах. Фотореактивация фотохимических повреждений ДНК. Фотогидратация пиримидиновых оснований. ² (Часть I). | 2 |
| | Механизмы повреждения белков, нуклеиновых кислот и липидов под действием ультрафиолета ¹ . 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 (Часть II). | 2 |
| 18. | Фотосенсибилизированные процессы в биологических системах ¹ . Фотодинамические реакции. Фотодинамические реакции типа II. Исследование фотодинамических реакций с использованием физических тушителей и химических ловушек. ² (Часть I). | 2 |
| | Фотосенсибилизированные процессы в биологических системах ¹ . Исследование фотодинамических реакций с использованием физических тушителей и химических ловушек. Механизм фотодинамических реакций типа I. ² (Часть II). | 2 |

| | | |
|-----|--|-----|
| 19. | Токсические и аллергические эффекты ультрафиолетового излучения ¹ . Эритемное действие ультрафиолетового излучения. Особенности развития эритемы А, В и С. Пигментация кожи под действием ультрафиолетового излучения. Механизм прямой и непрямой пигментации кожи. ² (Часть I). | 1,5 |
| | Токсические и аллергические эффекты ультрафиолетового излучения ¹ . Фотоканцерогенез. Дозовая зависимость. Синергизм действия ультрафиолета и химических канцерогенов. Фототоксические эффекты ультрафиолета. Использование ультрафиолетового излучения и видимого света в терапии. ПУФА-терапия. ² (Часть II) | 1,5 |
| 20. | Общие закономерности работы органов чувств ¹ . Закон Вебера-Фехнера. Теории восприятия вкуса. Теории обоняния. Теории восприятия звука. Резонансная теория слуха Гельмгольца. Теории Флетчера, Эвальда. ² (Часть I). | 1,5 |
| | Общие закономерности работы органов чувств ¹ . Частотная зависимость чувствительности. Методы исследования колебаний базиллярной мембраны. Механизм распознавания чистых тонов ² (Часть II). | 1,5 |
| 21. | Биофизические 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 | 1,5 |
| 22. | 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. ² (Часть I). | 1,5 |
| | Механические свойства тканей ¹ . Механические свойства костей. Механические процессы в легких. Уравнение Лапласа. P-V – диаграммы. Гистерезис сжатия-растяжения. Работа выдоха ² (Часть II). | 1,5 |
| 23. | Структура сократительного аппарата ¹ . Работа мышечного аппарата при стационарных нагрузках. Уравнения Хилла. Мостиковая гипотеза генерации силы. Взаимосвязи между механическими и энергетическими параметрами мышечного сокращения в стационарном режиме сокращения. Биохимические стадии сокращения, соответствующие механическим стадиям рабочего цикла мостика ² (Часть I). | 1,5 |
| | Структура сократительного аппарата ¹ . Работа мышечного аппарата при стационарных нагрузках. Уравнения Хилла. Мостиковая гипотеза генерации силы. Взаимосвязи между механическими и энергетическими параметрами мышечного сокращения в стационарном режиме сокращения. Биохимические стадии сокращения, соответствующие механическим стадиям рабочего цикла мостика ² (Часть II). | 1,5 |
| 24. | Модели мышечного сокращения Хаксли и Дещеревского ¹ . 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 (Часть I). | 1,5 |
| | Модели мышечного сокращения Хаксли и Дещеревского ¹ . 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 (Часть II). | 1,5 |
| 25. | Механические свойства сосудов ¹ . Продольная и тангенциальная деформация стенок сосудов. Уравнение Ламе. Зависимость просвета сосуда от давления. Уравнения деформации при высоком модуле упругости. Динамический модуль упругости. Соотношение между динамическим и статическим модулем упругости. Реологические свойства крови. Основы механики жидкостей. ² (Часть I). | 1,5 |

| | | |
|-----|--|-----|
| | Механические свойства сосудов ¹ . Формула Ньютона. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Ламинарное и турбулентное течения. Число Рейнольдса. Принцип неразрывность 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 ² (Часть II). | 1,5 |
| 26. | Кинетика кровотока ¹ . Пульсовая волна. Формула Моэнса-Кортвега. Скорость распространения и длина пульсовой волны. Модель Франка, ударный объем крови, методы определения. Резистивная модель периферического кровотока. ² (Часть I). | 1,5 |
| | Кинетика кровотока ¹ . Особенности движения крови при сужении участков сосудов. Фильтрационно-реадсорбционная модель периферического кровотока. Факторы, приводящие к избыточному выходу жидкости в межклеточное пространство ² (Часть II). | 1,5 |
| 27. | Внешние электрические поля тканей и органов ¹ . Физические основы электрокардиограммы. Задачи электрографии. Принцип эквивалентного генератора. Потенциалы электрического поля униполярного и дипольного. Электрокардиография. Модель Эйтховена. Карта электрических потенциалов на поверхности тела. Дипольный эквивалентный электрический генератор сердца. Векторэлектрокардиография. Многодипольные эквивалентные электрические генераторы сердца. Модель Миллера и Гезелувитца. ² | 1,5 |
| 28. | Автоволновые процессы в активных средах ¹ . Колебательные процессы в природе. Механизмы возникновения колебаний на клеточном и внутриклеточном уровнях. Активные среды. Однородные, неоднородные среды. Распространение автоволн в однородной среде. τ – модель Винера и Роземблута. Трансформация ритма в неоднородной среде. Ревербератор в среде с отверстием. Возникновение ревербераций в неоднородных средах. Свойства ревербератора. Условия возникновения мерцательной аритмии. ² | 2 |
| 29. | 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 ² (Часть I). | 2 |
| | 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 ² (Часть II). | 2 |
| 30. | Физические процессы в тканях при воздействии током и электромагнитными полями ¹ . Электрокинетические процессы. Формирование потенциала на поверхности биомакромолекул и клеток. Электрический потенциал и агглютинация. Проводимость тканей. Поляризационные процессы. Зависимость проводимости от частоты электромагнитного поля. Электропроводность клеток и тканей для постоянного и переменного тока. Применение метода измерения электропроводности в биологических и медицинских исследованиях ² (Часть I). | 2 |

| | | |
|-------|--|-----|
| | Физические процессы в тканях при воздействии током и электромагнитными полями ¹ . Электрокинетические процессы. Формирование потенциала на поверхности биомолекул и клеток. Электрический потенциал и агглютинация. Проводимость тканей. Поляризационные процессы. Зависимость проводимости от частоты электромагнитного поля. Электропроводность клеток и тканей для постоянного и переменного тока. Применение метода измерения электропроводности в биологических и медицинских исследованиях ² (Часть II). | 2 |
| Итого | | 105 |

¹ - тема

² - сущностное содержание

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