

**Тематический план занятий семинарского типа
по дисциплине «Биофизика»
для обучающихся 2022 года поступления
по образовательной программе
30.05.01 Медицинская биохимия,
направленность (профиль) Медицинская биохимия,
форма обучения очная
2024- 2025 учебный год.**

№	Тематические блоки	Часы (академ.)
5 семестр		
1.	Введение в биофизику. История развития биофизики и место биофизики в системе биологических наук. Основные разделы биофизики. Методы, используемые в биофизике. (Часть 1)	2
	Введение в биофизику. История развития биофизики и место биофизики в системе биологических наук. Основные разделы биофизики. Методы, используемые в биофизике. (Часть 2)	2
2.	Спектральные методы исследования макромолекул. Абсорбционная спектрофотометрия. Естественная ширина линии. Особенности молекулярных спектров. Спектры поглощения аминокислот, пептидов и нуклеиновых кислот. Гипохромный и гиперхромный эффекты в спектрах поглощения белков и нуклеиновых кислот. Способы регистрации молекулярных спектров поглощения. (Часть 1)	2
	Спектральные методы исследования макромолекул. Абсорбционная спектрофотометрия. Естественная ширина линии. Особенности молекулярных спектров. Спектры поглощения аминокислот, пептидов и нуклеиновых кислот. Гипохромный и гиперхромный эффекты в спектрах поглощения белков и нуклеиновых кислот. Способы регистрации молекулярных спектров поглощения. (Часть 2)	2
3.	Спектральные методы исследования макромолекул. Флуоресцентные методы. Энергия возбужденного состояния. Квантовый выход флуоресценции. Внутреннее и внешнее экранирование. Температурная зависимость квантового выхода флуоресценции. Эффект Шпольского. Спектры возбуждения и испускания флуоресценции.	2

	Тушение флуоресценции. Флуоресценция субстратов и коферментов. Собственная флуоресценция аминокислот. Собственная флуоресценция белков. Флуоресцентные зонды и метки. Поляризация флуоресценции. Способы регистрации спектров флуоресценции. (Часть 1)	
	Спектральные методы исследования макромолекул. Флуоресцентные методы. Энергия возбужденного состояния. Квантовый выход флуоресценции. Внутреннее и внешнее экранирование. Температурная зависимость квантового выхода флуоресценции. Эффект Шпольского. Спектры возбуждения и испускания флуоресценции. Тушение флуоресценции. Флуоресценция субстратов и коферментов. Собственная флуоресценция аминокислот. Собственная флуоресценция белков. Флуоресцентные зонды и метки. Поляризация флуоресценции. Способы регистрации спектров флуоресценции. (Часть 2)	2
4.	Перенос электрона и миграция энергии в биосистемах. Перенос электрона в двухуровневой системе. Туннелирование электронов и ядер. Проводимость белков. Индуктивно-резонансный перенос энергии электронного возбуждения. "Флуоресцентная линейка". Обменно-резонансный перенос энергии. Экситонный механизм миграции энергии. Динамика электронно-конформационных взаимодействий. (Часть 1)	2
	Перенос электрона и миграция энергии в биосистемах. Перенос электрона в двухуровневой системе. Туннелирование электронов и ядер. Проводимость белков. Индуктивно-резонансный перенос энергии электронного возбуждения. "Флуоресцентная линейка". Обменно-резонансный перенос энергии. Экситонный механизм миграции энергии. Динамика электронно-конформационных взаимодействий. (Часть 2)	2
5.	Метод электронного парамагнитного резонанса в исследованиях свойств биосистем. Основное уравнение резонанса. G-фактор. Характеристики спектров ЭПР. Времена продольной и поперечной релаксации. Тонкая и сверхтонкая структура спектров ЭПР. Применение ЭПР в медико-биологических исследованиях. Метод спиновых меток и зондов. Метод спиновых ловушек. (Часть 1)	2

	Метод электронного парамагнитного резонанса в исследованиях свойств биосистем. Основное уравнение резонанса. G-фактор. Характеристики спектров ЭПР. Времена продольной и поперечной релаксации. Тонкая и сверхтонкая структура спектров ЭПР. Применение ЭПР в медико-биологических исследованиях. Метод спиновых меток и зондов. Метод спиновых ловушек. (Часть 2)	2
6.	Метод ядерного магнитного резонанса в исследованиях свойств биосистем. Спины ядер. Основное уравнение резонанса. Химически- и магнитно-эквивалентные ядра. Внутримолекулярное экранирование. Химические сдвиги ароматических молекул. Химические сдвиги, обусловленные парамагнитными эффектами. Метод спиновых меток. 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. (Часть 1)	2
	Метод ядерного магнитного резонанса в исследованиях свойств биосистем. Спины ядер. Основное уравнение резонанса. Химически- и магнитно-эквивалентные ядра. Внутримолекулярное экранирование. Химические сдвиги ароматических молекул. Химические сдвиги, обусловленные парамагнитными эффектами. Метод спиновых меток. 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. (Часть 2)	2
7.	Промежуточный контроль 1 "Методы исследования макромолекул"	2
8.	Термодинамика биологических процессов. Основные понятия биоэнергетики. Виды работ в биологических	2

	<p>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. 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(Часть 1)</p>	
	<p>Термодинамика биологических процессов. 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. 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 (Часть 2)</p>	2
9.	<p>Биологические мембраны. Структура и функции. 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. (Часть 1)</p>	2
	<p>Биологические мембраны. Структура и функции. Типы белок-липидных взаимодействий. Молекулярная</p>	2

	<p>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. (Часть 2)</p>	
10.	<p>Транспорт веществ через липидный бислой, однобарьерная модель для независимых потоков ионов. Механизм формирования потенциала покоя. 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. (Часть 1)</p>	2
	<p>Транспорт веществ через липидный бислой, однобарьерная модель для независимых потоков ионов. Механизм формирования потенциала покоя. 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. (Часть 2)</p>	2
11.	<p>Переносчики ионов и ионные каналы. Каналообразующие агенты. Типы переносчиков. Вольтамперные характеристики калиевых и натриевых каналов. Трехбарьерная модель ионного транспорта. Лимитирующие барьеры. Насыщение каналов. Молекулярная организация ионных каналов. Активный транспорт: механизм работы Na-K- и Ca-АТФаз. (Часть 1)</p>	2
	<p>Переносчики ионов и ионные каналы. Каналообразующие агенты. Типы переносчиков. Вольтамперные характеристики калиевых и натриевых каналов. Трехбарьерная модель ионного транспорта. Лимитирующие барьеры. Насыщение каналов. Молекулярная организация ионных каналов. Активный транспорт: механизм работы Na-K- и Ca-АТФаз. (Часть 2)</p>	2

12.	Формирование и распространение сигнала в биологических мембранах. 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. (Часть 1)	2
	Формирование и распространение сигнала в биологических мембранах. 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. (Часть 2)	2
13.	Биофизика процессов гормональной рецепции. Взаимодействие лигандов с рецепторами. Механизмы передачи сигнала. Механизмы доставки лигандов. Модели лиганд-рецепторных взаимодействий. Определение параметров взаимодействия лиганд-рецептор. Механизмы преобразования сигналов. Диффузионный механизм передачи сигнала, механизм Up- и Down-регуляции. Перколяция. Методы исследования. Импульсный механизм регуляции Ca-зависимых процессов. (Часть 1)	2
	Биофизика процессов гормональной рецепции. Взаимодействие лигандов с рецепторами. Механизмы передачи сигнала. Механизмы доставки лигандов. Модели лиганд-рецепторных взаимодействий. Определение параметров взаимодействия лиганд-рецептор. Механизмы преобразования сигналов. Диффузионный механизм передачи сигнала, механизм Up- и Down-регуляции. Перколяция. Методы исследования. Импульсный механизм регуляции Ca-зависимых процессов. (Часть 2)	2
14.	Свободные радикалы и перекисное окисление липидов. Номенклатура свободных радикалов. Стабильность свободных радикалов. Источники свободных радикалов в организме. Активные формы кислорода. Продукты перекисного окисления липидов в организме. Свойства	2

	<p>природных и синтетических антиоксидантов. Ферментативная антиоксидантная система. Хемилюминисценция. Разновидности люминесценции. 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. (Часть 1)</p>	
	<p>Свободные радикалы и перекисное окисление липидов. 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. Хемилюминисценция. Разновидности люминесценции. 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. (Часть 2)</p>	2
15.	<p>Промежуточный контроль 2 "Термодинамика. Биомембраны"</p>	2
6 семестр		
16.	<p>Основные фотобиологические явления. 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 Спектры действия фотобиологических процессов. Характер связи между первичным</p>	2

	<p>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.</p>	
17.	<p>Механизмы повреждения белков, нуклеиновых кислот и липидов под действием ультрафиолета. 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. Схема элементарных реакций перекисного фотоокисления липидов. Роль фотолиза антиоксидантов и фотопревращений гидроперекисей жирных кислот в свободные радикалы в развитии перекисного фотоокисления липидов в биомембранах.</p>	2
18.	<p>Фотосенсибилизированные процессы в биологических системах. Фотодинамические реакции. Фотодинамические реакции типа II. Исследование фотодинамических реакций с использованием физических тушителей и химических ловушек. Фотосенсибилизированные процессы в биологических системах. Исследование фотодинамических реакций с использованием физических тушителей и химических ловушек. Механизм фотодинамических реакций типа I.</p>	2
19.	<p>Токсические и аллергические эффекты ультрафиолетового излучения. Эритемное действие ультрафиолетового излучения. Особенности развития эритемы А, В и С. Пигментация кожи под действием ультрафиолетового излучения. Механизм прямой и непрямой пигментации кожи. Фотоканцерогенез. Дозовая зависимость. Синергизм действия ультрафиолета и химических канцерогенов. Фототоксические эффекты ультрафиолета. Использование ультрафиолетового излучения и видимого света в терапии. ПУФА-терапия.</p>	2

20.	Общие закономерности работы органов чувств. Закон Вебера-Фехнера. Теории восприятия вкуса. Теории обоняния.	2
21.	Общие закономерности работы органов чувств. Теории восприятия звука. Резонансная теория слуха Гельмгольца. Теории Флетчера, Эвальда. Частотная зависимость чувствительности. Методы исследования колебаний базилярной мембраны. Механизм распознавания чистых тонов	2
22.	Биофизические основы зрения. 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
23.	Промежуточный контроль 3 "Фотобиофизика. Биофизика органов чувств"	2
24.	Механические свойства тканей. 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
25.	Структура сократительного аппарата. Работа мышечного аппарата при стационарных нагрузках. ¹ 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. 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	2

	сокращения, соответствующие механическим стадиям рабочего цикла мостика ²	
26.	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. 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
27.	Механические свойства сосудов. 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. 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. ²	2
28.	Кинетика кровотока. 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
29.	Промежуточный контроль 4 "Механические свойства тканей. Гемодинамика"	2

30.	Внешние электрические поля тканей и органов. Физические основы электрокардиограммы. Задачи электрографии. 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.	2
31.	Автоволновые процессы в активных средах. 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 Роземблюта. Трансформация ритма в неоднородной среде. Ревербератор в среде с отверстием. Возникновение ревербераций в неоднородных средах. Свойства ревербератора. Условия возникновения мерцательной аритмии.	2
32.	Физические основы электроэнцефалографии. 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
33.	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
34.	Физические процессы в тканях при воздействии током и электромагнитными полями. Электрокинетические	2

	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.	
35.	Промежуточный контроль 5 "Электокинетические процессы". Блиц-опрос. Итоговое тестирование.	2
Промежуточная аттестация экзамен		
Итого		100

Рассмотрено на заседании кафедры фундаментальной и клинической биохимии «17» июня 2024г., протокол № 11.

Заведующий кафедрой
фундаментальной и
клинической биохимии,
профессор



О.В. Островский