Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра биохимии и микробиологии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.Э.2.2 Клеточные мембраны»

Уровень высшего образования

СПЕЦИАЛИТЕТ

Специальность
06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика
(код и наименование специальности)

Биоинженерия
(наименование направленности (профиля)/специализации образовательной программы)

Квалификация
Биоинженер и биоинформатик

Форма обучения
Очная

Год набора 2025

Рабочая программа дисциплины «Б1.В.ЭД.2 Клеточные мембраны» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра биохимии и микробиологии
(наименование кафедры)

протокол № 7 от "20" февраля 2025 г.

Заведующий кафедрой
Кафедра биохимии и микробиологии _____ Е.С. Барышева
(наименование кафедры) (подпись) (расшифровка подписи)

Исполнитель:
доцент _____ Е.В.Бибарцева
(должность) (подпись) (расшифровка подписи)

зав кафедрой биохимии и микробиологии _____ Е.С. Барышева
(должность) (подпись) (расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по специальности
06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика _____ Е.С. Барышева

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов

_____ С.А. Биктимирова
личная подпись расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета

_____ А.Н. Сизенцов
личная подпись расшифровка подписи

№ регистрации _____

© Бибарцева Е.В.,
Барышева Е.С., 2025
© ОГУ, 2025

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины:

Сформировать представления о закономерностях строения, тонкой организации биологических мембран и механизмах функционирования включенных в мембраны компонентов;

Задачи:

Изучить принципы молекулярной организации биологических мембран; молекулярные механизмы функционирования ионных каналов; механизмы защиты клеток от окислительного стресса; механизмы поддержания стабильности клеточных мембран; методы изучения состояния мембран и кинетики мембранных процессов.

Иметь представления о работе с мембранными структурами; выделять мембрано-связанные компоненты клетки; разделения и анализа липидных компонентов мембран.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам (модулям) по выбору вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.25 Микробиология и вирусология*

Постреквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1-В-2 Осуществляет критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников УК-1-В-4 Применяет методы сбора, хранения, обработки, передачи, анализа и синтеза информации с использованием компьютерных технологий для решения поставленных задач	**Знать:** - принципы структурной организации биологических мембран, их функциональную организацию. **Уметь:** - применять принципы структурной и функциональной организации. Пользоваться полученными знаниями для объяснения структуры различных состояния мембран и кинетики мембранных процессов. **Владеть:** - основными физиологическими методами анализа липидных компонентов мембран.
ПК*-1 Способность планировать, организовывать, реализовывать законченные научные проекты, представлять промежуточные и итоговые результаты проекта	ПК*-1-В-2 Систематизирует, анализирует и интерпретирует промежуточные и итоговые результаты выполнения научного проекта	**Знать:** основные черты строения, закономерности воспроизведения, специализации клеток, клеточный цикл и его регуляцию, основные регуляторные механизмы и пути обеспечения целостной реакции клетки; принципы, подходы и методы комплексной оценки состава, свойств, биосубстрата на основе современных методов количественного и качественного анализа, выбирать методы исследования **Уметь:** работать с растительными объектами с использованием методов физиологии растений; дать комплексную оценку биосубстрату в рамках проведения научно-исследовательской деятельности; определять взаимосвязи структуры и свойств биосубстрата; проводить отбор проб и подготовка их к исследованию; осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-биохимической информации по теме (заданию); подготовить исходные данные для составления и ведения журнала-наблюдения; **Владеть:** навыками работы с лабораторной аппаратурой, используя методические и

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		нормативные документы, а также способен проводить стандартные и сертификационные испытания биосубстратов; навыками работы с современными методами исследования химического состава и общих закономерностей превращений и взаимосвязей структуры и свойств в биосубстрате

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	5 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**180**	**180**
Контактная работа:	**35,25**	**35,25**
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Консультации	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: - выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ); - подготовка доклада; - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий; - изучение разделов курса в системе электронного обучения; - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к коллоквиумам; - подготовка к рубежному контролю)	**144,75**	**144,75**
Вид итогового контроля (экзамен)	**экзамен**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Введение в биохимию мембран.	98	12	10		76
2	Основы транспорта веществ через биомембрану клетки	82	6	6		70
	Итого:	180	18	16		146
	Всего:	180	18	16		146

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел № 1 Введение в биохимию мембран.

Эволюция представлений о строении мембран. Жидкостно-мозаичная модель строения биологических мембран. Клеточные мембранные структуры. Биологические функции и разнообразие мембран. Молекулярная организация биологических мембран. Биологические функции мембранных липидов, белков, углеводов. Цитоскелет и гликокаликс мембран. Мембранные липиды. Фосфолипиды, гликолипиды, стероиды. Роль холестерина в биологических мембранах. Жирные кислоты и их пространственная конфигурация. Принципы организации липидного бислоя. Фосфолипиды как структурная основа бислоя. Трансмембранная ассиметрия липидов. Динамические свойства мембран. Различные виды подвижности компонентов бислоя. Дефектные зоны и роль холестерина. Фазовые переходы мембранных липидов. Мембранные белки и углеводы. Гликопротеины, протеогликаны, гликолипиды. Особенности строения мембранных белков. Локализация и подвижность в бислое. Поверхностные, трансмембранные (интегральные), гликозилированные белки; белки, образующие комплексы с интегральными белками мембраны. Белок-липидные взаимодействия. Латеральная диффузия. Кальций и биологические мембраны. Кальций как универсальный регулятор внутриклеточных процессов.

Связывание кальция и других катионов с различными лигандами. Ионофоры и индикаторы ионов кальция. Кальциевые каналы и переносчики кальция через биомембраны. Кальциевый насос мембран саркоплазматического ретикулума. Кальций и электромеханическое сопряжение мышц. Оценка транспортирующих систем сердца и скелетных мышц. Кальциевая регуляция функциональной активности клеток. Коагуляция крови и тромбогенез. Проведение нервного импульса.

Современные подходы к исследованию клеточных мембран. Методы изучения состояния мембран и кинетики мембранных ферментов. Выделение и характеристика мембранных фракций. Методы разрушения мембран клеток. Особенности разрушения мембран бактериальных протопластов, эритроцитов, мягких тканей. Метод дифференциального центрифугирования. Зависимость результатов фракционирования от способа разрушения. Методы идентификации фракций: дифракция рентгеновских лучей, электронная микроскопия. Определение активности маркерных ферментов. Виды биохимических маркеров различных клеточных мембран.

Методы изучения динамического поведения мембранных систем и липид-белковых взаимодействий: электронный парамагнитный резонанс, деполяризация флуоресценции, ядерно-магнитный резонанс, метод кругового дихроизма, метод сканирующей калориметрии, флуоресцентная спектроскопия.

Раздел № 2 Основы транспорта веществ через биомембрану клетки

Молекулярные основы первично-активного транспорта ионов. Отличия первично-активного транспорта от пассивного. Классификация транспортных АТФаз. Механизм действия протонной АТФазы, анионной АТФазы, Са-АТФазы и Na/K-АТФазы. Электронейтральный и электрогенный активный транспорт ионов. Условия работы электронейтрального транспорта. Виды облегченной диффузии: унипорт, симпорт, антипорт. Селективность ионных каналов. Основы вторично-активного транспорта. Транспорт воды. Ионный гомеостаз клетки. Осмос - основная движущая сила при транспорте воды через мембрану. Способы регулирования содержания биологически важных металлов в клетке. Ионная асимметрия: натрий и калий. Физико-химические свойства. Первый и второй потенциал ионизации элементов. Поддержание кислотно-щелочного равновесия, осмотического баланса, формирование электрического потенциала. Зависимость ферментативных процессов от ионов натрия и калия. Магний и кальций. Физико-химические свойства. Локализация ионов относительно клетки. Значение для метаболизма. Гиперкальциемия. Значение селективного распределения ионов.Модификаторы мембран. Передача (трансдукция) информации через клеточную мембрану. Физиологическая основа получения информации. Общий принцип действия систем приема и передачи информации. Три основных механизма нейроэндокринной регуляции клеток. Разнообразие молекул, инициирующих трансмембранную передачу сигнала. Глобулярные и мембранные рецепторные белки. Интегральные белки. Общий план строения рецептора. Стадии передачи сигнала через мембрану. Типы рецепторов. Рецепторы с одной трансмембранной полипептидной цепью. Ансамбли рецепторов с ионными каналами. Рецепторы, сопряженные с ГТФазами.

G-белки и вторичные мессенджеры.Классификация клеточных сигнальных систем. Циклоаденилатная, Ca^{2+} фосфоинозитолтрифосфат-зависимая, липоксигеназная, НАДФН-оксидазная (супероксид-синтазна), NO-синтазная, МАР-киназная сигнальные системы. G-белок – компонент сигнального каскада. Разнообразие G-белков. Структурно-функциональная организация G-белков и вторичных мессенджеров. Свойства вторичных мессенджеров. Роль мембранных фосфоинозитинов и в передаче сигнала. Метаболизм фосфоинозитинов и регуляция проницаемости мембран для ионов кальция. Другие типы вторичных посредников. Рецепторы возбудимых тканей. Виды различных рецепторов к одному химическому сигналу. «Канальный» механизм работы рецепторов. Виды возбудимых тканей. Понятие о синапсах. Никотиновые и мускариновые холинорецепторы (ацетилхолиновые рецепторы). Особенности локализации холинорецепторов. Понятие о блокторах быстрых рецепторов. Структура никотинового холинергического рецептора. Условия быстродействия ацетилхолина. Соотношение скоростей диссоциации и ассоциации гормон-рецепторного комплекса и его влияние на сродство рецептора к нейромедиатору. Структура и типы мускариновых холинорецепторов. Система проведения сигнала путем образования вторичных посредников и последующей химической модификацией белков. Рецепторы, отвечающие за перенос макромолекул и частиц в клетку. Функциональная роль макрофагов. Три вида эндоцитоза. Фагоцитоз, пиноцитоз, специфический захват молекул, опосредованный специальными рецепторами. Механизм мембранного транспорта между внутриклеточными вакуолями и плазматической мембраной. Механизм эндоцитоза клетками иммунной системы. Захват, процессинг и экспрессия фрагментов антигена. Группы и примеры рецепторов, интернализуемых при эндоцитозе. ЛНП-рецептор и его роль в развитии семейной гиперхолестеролемии и других генетических заболеваний. Понятие об экзоцитозе.

4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Эволюция представлений о строении мембран.	2
2	1	Мембранные липиды	2
3	1	Мембранные белки и углеводы.	2
4	1	Современные подходы к исследованию клеточных мембран.	2
5	2	Основы транспорта веществ через мембрану. Механизм действия протонной АТФазы, анионной АТФазы, Са-АТФазы и Na/K-АТФазы	2

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
6	2	Способы регулирования содержания биологически важных металлов в клетке.	2
7	2	Три основных механизма нейроэндокринной регуляции клеток. Разнообразие молекул, инициирующих трансмембранную передачу сигнала.	2
8	2	Функциональная роль макрофагов. Три вида эндоцитоза. Фагоцитоз, пиноцитоз, специфический захват молекул, опосредованный специальными рецепторами.	2
		Итого:	16

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1 Химия биологически активных веществ и жизненных процессов : учебное пособие / Е. В. Антина, М. А. Волкова, К. В. Дамрина, С. О. Кручин. — Иваново : ИГХТУ, 2015. — 303 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/69968 (дата обращения: 08.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2 Макурина, О. Н. Биохимия клетки : учебное пособие / О. Н. Макурина. — Самара : СамГАУ, 2020. — 86 с. — ISBN 978-5-88575-624-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/164573 (дата обращения: 12.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3 Романова, Е. Б. Цитология : учебное пособие / Е. Б. Романова. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2019. — 115 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/144605 (дата обращения: 12.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5.2 Дополнительная литература

1 Биохимия [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки (специальностям): 06.05.01 - Биоинженерия и биоинформатика / Е. С. Барышева [и др.]; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. биохимии и микробиологии. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 3.43 Мб). - Москва : Академия Естествознания, 2020. - 90 с. - Загл. с тит. экрана. - Adobe Acrobat Reader 5.0. - Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/133314_20201110.pdf - ISBN 978-5-91327-638-4

2 Химия биологически активных веществ [Электронный ресурс] : методические указания для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология / сост.: Е. В. Бибарцева, О. А. Науменко; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. биохимии и микробиологии. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 0.59 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2023. - 34 с. - Загл. с тит. экрана. - Adobe Acrobat Reader 6.0. - Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/189008_20230621.pdf

5.3 Периодические издания

1. Биохимия : журнал. - М. : АРСМИ.
2. Химия и жизнь - XXI век : журнал. - М. : Агенство "Роспечать".

5.4 Интернет-ресурсы

- http://www.osu.ru/doc/3753 открытые онлайн курсы ОГУ
- Биохимия: учебник / Под ред. Е.С. Северина. 5-е изд., испр. и доп. 2012. - 768 с. http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970423950.html
- http: // www.plosbiology.ru (Сетевой журнал общей биологии) - http: // www.cellsalive.com (Большой образовательный сайт. Молекулярная биология, цитология, генетика, вирусология) - http://micro.magnet.fsu.edu/primer/java/electronmicroscopy/magni1/index.html (Виртуальный электронный микроскоп)
- http://evolution.powernet.ru/ «История развития жизни» (Электронный учебник)
- http://bioege.edu.ru/ssylki.html «Открытая биология 2,6» (Электронный учебник)
- http://www.bril2002.narod.ru/total.html «Большой биораздел» (Электронный учебник)
- http://sbio.info/index.php «Вся биология» (учебные материалы, научные статьи, большая биологическая библиотека)

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

1) Операционная Windows Microsoft;
2) Пакет настольных приложений Microsoft Office.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Проведение лабораторного практикума осуществляется в лаборатории биохимических исследований (ауд. *№ 2311*).

Для проведения лабораторных работ предназначено следующее оборудование:

Биохимическое оборудование

Баня водяная TW-2 ELMI (v-4.5л)
Весы OHAUS PA 64c
Источник питания для э/ф УЭФ-01-ДНК-техн. "ЭЛЬФ-8", ДНК-технология O-ELF8
Камера электрофоретическая горизонтальная S-2N (se-2), размер геля 120x170 мм
Рефрактометр ИРФ-454 б2м
Рн-метр "эксперт-рн" (ип, термодатчик ТДС-3, электрод ЭСК-10601/7)
Спектрофотометр ПЭ-5400ВИ
Термостат ТС-80
Шкаф вытяжной с подводом воды ШВ-УК-1кг
Трансиллюминатор ECX-F15.C
Микроскоп "МИКРОМЕД-1"
Микроскоп медицинский МИКМЕД-5
Мешалка магнитная MS-3000 BIOSAN
Шейкер-миди OS-20 универсальный, включая блок питания 230 VAS EURO PLUG, BIOSAN
Печь муфельная ЭКПС 10 (тип СНОЛ, рабочая камера из МКРВ, одноступенчатый регулятор автономная вытяжка)
Установка автоматическая для разложения по КЬЕЛЬДАЛЮ LK-500