МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
биофизики и биотехнологии
В.Г.Артюхов
10.03.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.05.02 Биомембраны и их роль в клеточных процессах

1. Код и наименование направления подготовки 06.04.01 Биология

2. Профиль подготовки

3. Квалификация выпускника: магистр

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: кафедра биофизики и биотехнологии

6. Составители программы: Наквасина Марина Александровна, д.б.н. доцент,

Калева Елена Анатольевна, к.б.н., доц.

7. Рекомендована: Научно-методическим советом медико-биологического факультета 04.03.2025 г., протокол № 2

8. Учебный год: 2025/2026 **Семестр(ы)/Триместр(ы):** 2

9. **Цели и задачи учебной дисциплины**

Целью дисциплины является освоение современных представлений о структурно-функциональной организации биомембран и их роли в осуществлении и регулировании клеточных процессов.

Задачи учебной дисциплины:

- изучить классификацию, состав, структуру, физико-химические свойства, функции мембранных липидов, мембранных белков, мембранных углеводов, особенности их межмолекулярных взаимодействий;
- изучить методы исследования мембран;
- изучить механизмы транспорта веществ и ионов через мембраны;
- изучить роль биомембран в процессах передачи информации в клетку,
- изучить роль биоммбран в осуществлении и регулировании метаболических процессов в клетке,
- изучить роль биомембран в межклеточных взаимодействиях;
- изучить механизмы развития патологий организма человека, связанных с нарушением структуры и функций мембранных компонентов.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: дисциплина по выбору.

Для освоения дисциплины студенты должны иметь представления о структурно-функциональной организации биологических молекул, строении и функциях клеток – объектов научных исследований, физико-химических методах анализа состояния биосистем.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-1	Способен планировать работу и выбирать методы решения исследовательских задач адекватно поставленным целям с учетом широкого понимания профессиональной области и/или области обучения, в том числе на междисциплинарном уровне	ПК-1.1	Анализирует и обрабатывает информацию по тематике исследования в выбранной области наук, в том числе на междисциплинарном уровне	Знать: современные представления о структурной организации компонентов биомембран и механизмах их функционирования в норме, при воздействии физико-химических факторов и развитии ряда патологических состояний организма. Уметь: использовать теоретические знания в области биофизики мембран в будущей профессиональной деятельности, связанной с исследованием структурно-функционального состояния мембран клеток и их компонентов в норме, при воздействии физико-химических факторов и развитии патологических состояний организма. Владеть: навыками выделения различных мембран, исследования их структурно-функционального состояния в норме, при воздействии физико-химических факторов и развитии патологических состояний организма человека.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. —2 ЗЕ /72 ч

Форма промежуточной аттестации *зачет*

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	Всего	По семестрам

			2 семестр		…
Аудиторные занятия		16	16		
в том числе:	лекции	-	-		
	практические	-	-		
	лабораторные	16	16		
Самостоятельная работа		56	56		
в том числе: курсовая работа (проект)					
Форма промежуточной аттестации *(экзамен – __час.)*					
Итого:		72	72		

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
3. Лабораторные занятия			
1	Введение в биофизику мембран	Определение и функции биомембран. Методы исследования биомембран: биохимические, биофизические, генетические, физиологические, иммунологические. Биофизические методы исследования мембран: дифракционные (рентгеновская дифракция, дифракция нейтронов); резонансные (ядерный магнитный резонанс, электронный парамагнитный резонанс); оптические (абсорбционная спектроскопия, флуоресценция и метод флуоресцентных зондов, дисперсия оптического вращения, круговой дихроизм, инфракрасная спектрофотометрия); дифференциальная сканирующая микрокалориметрия; метод радиоактивных меток; метод моделирования мембран. Выделение и разделение биомембран. Идентификация мембран. Выделение мембран эритроцитов. Оптические методы исследования мембран. Электронно-микроскопические методы исследования мембран. Проточная цитофлуориметрия в исследовании биомембран. Флуоресцентная.микроскопия в исследовании мембран.	ЭУМК «Биофизика мембран» *https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=7274*
2	Структурно-функциональная организация компонентов биомембран	Классификация, состав, структура, и функции мембранных липидов. Фазовые переходы липидов в мембране. Лиотропный и термотропныймезоморфизм липидов биомембран. Кинки, механизм их образования. Структурная асимметрия липидов. Связь между фазовым состоянием липидов и функцией мембран. Классификация, структура, функции и локализация мембранных белков. Структурно-функциональная организация мембранного каркаса эритроцитарной клетки. Характеристика основных белков эритроцитарной мембраны: спектрина, актина, белка полосы 3, гликофоринов и др. Характеристика углеводных компонентов биомембран. Структура и функции плазматических мембран на примере мембран эритроцитов. Особенности межмолекулярных взаимодействий в мембранах. Физические основы внутримембранных взаимодействий. Липид-липидные, белок-липидные и белок-белковые взаимодействия в мембранах, их	ЭУМК «Биофизика мембран» *https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=7274*

		роль в функционировании биомембран. Понятие об аннулярных липидах. Понятие о рафтах. Развитие представлений о структурной организации биомембран. Модели биомембран: Даниэлли и Давсона, Робертсона, Зингера и Никольсона, Конева и сотр. и др. Структурно-функциональная организация мембран клеток крови. Исследование структурного состояния эритроцитарных и лимфоцитарных мембран с помощью флуоресцентных зондов.	
3.	Мембранный транспорт	Общая характеристика процессов транспорта веществ через мембрану. Движущие силы и механизмы мембранного транспорта. Термодинамические уравнения и критерии процессов пассивного и активного транспорта. Пассивный транспорт веществ. Пассивный транспорт ионов. Уравнения диффузии, проницаемости, константа проницаемости. Индуцированный ионный транспорт. Подвижные переносчики (ионофоры). Использование ионофоров в исследованиях мембран и медицине. Ионный транспорт через селективные каналы. Классификация ионных каналов. Структурно-функциональная организация ионных каналов мембран (потенциалзависимые калиевые, натриевые, кальциевые каналы). Дискретное описание транспорта через ионные каналы. Активный транспорт. Первично-и вторично-активный транспорт. Структура, функциональные и физико-химические свойства Na, K-АТФазы и Ca – АТФазы. Молекулярные основы функционирования систем вторично-активного транспорта. Перенос через мембрану макромолекул и частиц: экзоцитоз и эндоцитоз. Определение уровня функциональной активности Ca-АТФазы и Na,K-АТФазы эритроцитарных и лимфоцитарных мембран.	ЭУМК «Биофизика мембран» *https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=7274*
4	Проблемы передачи информации в клетку	Общая характеристика процессов передачи информации в клетке. Сигналтрансдукторные системы клетки. Понятие о первичных и вторичных мессенджерах. Классификация, особенности структурно-функциональной организации мембранных рецепторов. Характеристика аденилатциклазного пути передачи сигнала в клетку. Характеристика фосфоинозитидного пути передачи сигнала в клетку. Роль активных форм кислорода в процессах сигнальной трансдукции. Пути нейрогуморальной регуляции функций клеток. Определение уровня ионов кальция в клетках в норме и после воздействия физико-химических факторов.	ЭУМК «Биофизика мембран» *https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=7274*
5	Роль биомембран в осуществлении метаболических процессов в клетке	Участие компонентов биомембран в осуществлении и регулировании метаболических процессов в клетке. Адсорбционный тип регуляции метаболизма. Понятие о метаболоне, физиологическое значение его образования. Пространственно-структурная организация ферментных систем клетки (на примере гликолитического комплекса и цикла Кребса). Исследование уровня каталитической активности лактатдегидрогеназы и сукцинатдегидрогеназы лимфоцитов в норме и после воздействия физико-	ЭУМК «Биофизика мембран» *https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=7274*

		химических агентов.	
6	Роль мембран в межклеточных взаимодействиях	Основные формы межклеточных взаимодействий. Роль компонентов биомембран в осуществлении межклеточных взаимодействий. Прикрепительные, запирающие и коммуникационные контакты между клетками. Адгезивные белки мембран: интегрины, кадгерины, селектины, иммуноглобулины. Определение уровня рецепторов на поверхности лимфоцитарных мембран в норме и после воздействия физико-химических агентов.	ЭУМК «Биофизика мембран» *https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=7274*
7	Медицинские аспекты биофизики мембран	Способы модификации природных и искусственных мембран. Свободнорадикальноепероксидное окисление липидов мембран в норме и при патологических процессах. Активные формы кислорода, механизм их образования, свойства, пути утилизации, роль в регулировании метаболических процессов в биосистемах. Антиоксиданты, их классификация, локализация, свойства, механизмы биологического действия. Понятие о прооксидантах и окислительном стрессе. Редокс-регуляция – один из механизмов регулирования метаболических процессов. Патологии организма человека, связанные с интенсификацией свободно-радикальных процессов. Клеточная гибель. Апоптоз. Некроз. Аутофагия. Роль компонентов биомембран в реализации процессов клеточной гибели.Патологии организма человека, связанные с усилением и ослаблением процессов клеточной гибели. Регуляция процессов клеточной гибели. Иммунопатологии, связанные с нарушением структуры и функций мембран клеток человека. Патологии человека, связанные с нарушениями ионного гомеостаза клеток и функционирования мембранных транспортных систем. Исследование интенсивности свободно-радикальных процессов на поверхности эритроцитарных и лимфоцитарных клеток. Исследование уровня антиоксидантных ферментов эритроцитов и лимфоцитов после воздействия физико-химических факторов. Исследование антирадикальной активности лекарственных препаратов. Исследование структурно-функциональных модификаций эритроцитарных мембран в присутствии лекарственных препаратов. Исследование маркеров апоптоза лимфоцитов, модифицированных воздействием физико-химических агентов.	ЭУМК «Биофизика мембран» *https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=7274*

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Лекции	Лабраторные занятия	Самостоятельная работа	Всего
1	Введение в биофизику мембран		4	8	12
2	Структурно-функциональная организация компонентов биомембран		6	8	14
3	Мембранный транспорт		-	8	8
4	Проблемы передачи информации в клетку		2	8	10

5	Роль биомембран в осуществлении метаболических процессов в клетке		-	8	8
6	Роль мембран в межклеточных взаимодействиях		-	8	8
7	Медицинские аспекты биофизики мембран		4	8	12
	Итого:		16	56	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

Изучение дисциплины «Биофизика мембран» предусматривает проведение лабораторных занятий и самостоятельную работу студентов. Выполнение лабораторных работ и самостоятельная работа осуществляются с использованием учебных пособий, указанных в п.15 и п.16. Студенты выполняют лабораторные работы, отвечают на тестовые задания, выполняют задания текущей аттестации.

Студенты самостоятельно прорабатывают и усваивают теоретические знания с использованием рекомендуемой учебной литературы, учебно-методических пособий, согласно указанному списку (п.15 и п.16).

На лабораторных занятиях студенты либо индивидуально, либо в составе малой группы выполняют учебно-исследовательскую работу. В ходе выполнения лабораторных работ студенты приобретают навыки обращения с биологическими объектами, лабораторным оборудованием и инструментарием, самостоятельно осуществляют эксперименты, регистрируют, анализируют и интерпретируют результаты биофизических исследований мембранных компонентов клетки. Результаты учебно-исследовательской работы, включая необходимые расчеты, заключения и выводы, ответы на вопросы (задания) оформляются в рабочей тетради студента в виде протокола исследования. В конце лабораторного занятия результаты и материалы учебно-исследовательской работы докладываются преподавателю, при необходимости обсуждаются в группе (отчет о лабораторном занятии). В случаях пропуска лабораторного занятия по каким-либо причинам студент обязан его самостоятельно выполнить под контролем преподавателя во время индивидуальных консультаций.

Текущая аттестация обеспечивает проверку освоения учебного материала, приобретения знаний, умений и навыков в процессе аудиторной и самостоятельной работы студентов, формирования компетенций.

Текущая аттестация по дисциплине «Биофизика мембран» проводится 1 раза в семестр. Текущие аттестации включают в себя регулярные отчеты студентов по лабораторным работам, выполнение тестовых и иных заданий к разделам дисциплины.

При подготовке к текущей аттестации студенты изучают и конспектируют рекомендуемую преподавателем учебную литературу по темам лабораторных занятий, самостоятельно осваивают понятийный аппарат.

Планирование и организация текущих аттестации знаний, умений и навыков осуществляется в соответствии с содержанием рабочей программы и календарно-тематическим планом с применением фонда оценочных средств.

Текущая аттестация является обязательной, ее результаты оцениваются в балльной системе и по решению кафедры могут быть учтены при промежуточной аттестации обучающихся. Формой промежуточной аттестации знаний, умений и навыков обучающихся является зачет.

Освоение содержания дисциплины осуществляется с использованием дистанционных образовательных технологий (ДОТ) – электронного учебного курса «Биофизика мембран», расположенного по адресу: *https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=7274* на портале «Электронный университет ВГУ». Перед началом учебных занятий обучающийся должен:

1. Проверить наличие доступа к курсу. В случае выявления проблем своевременно обратиться к преподавателю или в службу технической поддержки.

2. Изучить интерфейс курса, знать способы взаимодействия с преподавателем в рамках ЭУК: сообщение на форуме, отправка личного сообщения, чат.

3. Ознакомиться с целью и задачами дисциплины, перечнем формируемых компетенций и результатов обучения, программой дисциплины, календарным планом, траекторией освоения дисциплины, комплексом вопросов и требований для промежуточной аттестации.

4. Ознакомиться с перечнем основной и дополнительной литературы, а также списком электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины. Получить доступ к электронным библиотечным системам, на которые оформлена подписка ФГБОУ ВО «ВГУ».

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	*Артюхов В.Г. Биофизика: учебник для ВУЗов / под ред. В.Г. Артюхова. - М. : Академический проект, 2009. - 294 с.*

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
2	*Наквасина М.А. Механизмы клеточной гибели: апоптоз, аутофагия, некроз: учеб.пособие / М.А. Наквасина, В.Г. Артюхов. – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2019. – 164 с.*
3	*Артюхов В.Г. Структурно-функциональное состояние биомембран и межклеточные взаимодействия : учеб.пособие / В.Г. Артюхов, М.А. Наквасина. – Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2008. – 156 с.*
4	*Артюхов В.Г. Биологические мембраны: структурная организация, функции, модификация физико-химическими агентами : учеб.пособие. / В.Г. Артюхов, М.А. Наквасина. – Воронеж: Изд-во Воронеж.гос. ун-та, 2000. – 296 с.*
5	*Рубин А.Б. Биофизика : в 2 т. Т. 2: Биофизика клеточных процессов : учеб. / А.Б. Рубин.3-е изд. - М. : Наука, 2004. Т. 2. – 469 с.*
6	*Молекулярная биология клетки : в 3 т. / Б. Альбертс [и др.]. – М. : Мир, 1994. – Т.1. – 517 с.*
7	*Геннис Р. Биомембраны: молекулярная структура и функции / Р. Геннис. – М. : Мир, 1997. – 624 с.*
8	*Пальцев М.А. Межклеточные взаимодействия / М.А. Пальцев, А.А. Иванов. – М.: Медицина, 1995. – 224 с..*

в)информационные электронно-образовательные ресурсы(официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
1	*www.lib.vsu.ru – ЗНБ ВГУ*
2	*Elibrary.ru – научная электронная библиотека*
3	*https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=7274 – ЭУМК «Биофизика мембран»* на *платформе «Электронный университет ВГУ»*
4	*Покровский А.А. Клеточная сигнализация [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Покровский А.А., Титова Н.М.— Электрон. текстовые данные.— Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2019.— 116 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/100031.html.— ЭБС «IPRbooks»*
5	*Биофизика [Электронный ресурс]: учебник для вузов/ В.Г. Артюхов [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Москва, Екатеринбург: Академический Проект, Деловая книга, 2016.— 295 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/60018.html.— ЭБС «IPRbooks»*

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	*Артюхов В.Г. Биофизика: учебник для ВУЗов / под ред. В.Г. Артюхова. - М. : Академический проект, 2009. - 294 с.*
2	*Наквасина М.А. Механизмы клеточной гибели: апоптоз, аутофагия, некроз: учеб.пособие / М.А. Наквасина, В.Г. Артюхов. – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2019. – 164 с.*
3	*Артюхов В.Г. Структурно-функциональное состояние биомембран и межклеточные взаимодействия : учеб.пособие / В.Г. Артюхов, М.А. Наквасина. – Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2008. – 156 с.*
4	*Артюхов В.Г. Биологические мембраны: структурная организация, функции, модификация физико-химическими агентами : учеб.пособие. / В.Г. Артюхов, М.А. Наквасина. – Воронеж: Изд-во Воронеж.гос. ун-та, 2000. – 296 с.*

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

Освоение содержания дисциплины осуществляется с использованием дистанционных образовательных технологий (ДОТ) – электронного учебного курса «Биофизика мембран», расположенного по адресу: *https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=7274* на портале «Электронный университет ВГУ».

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лабораторных занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации)

Специализированная мебель, лабораторная посуда, pH-метр портативный HI83141, микроскопы Микмед, Спектрофотометр ПЭ-54-00 УФ, программно-методический комплекс биохимилюм.анализа, центрифуга Eppendorf, шейкер-инкубатор для планшета Elmi SHAKER ST 3

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Введение в биофизику мембран	ПК-1: Способен планировать работу и выбирать методы решения исследовательских задач адекватно поставленным целям с учетом широкого понимания профессиональной области и/или области обучения, в том числе на междисциплинарном уровне	ПК-1.1: Анализирует и обрабатывает информацию по тематике исследования в выбранной области наук, в том числе на междисциплинарном уровне	Индивидуальные задания Лабораторные работы Тестовые задания Вопросы для контрольных работ
2.	Структурно-функциональная организация компонентов биомембран	ПК-1: Способен планировать работу и выбирать методы решения исследовательских задач адекватно поставленным целям с учетом широкого понимания профессиональной области и/или области обучения, в том числе на междисциплинарном уровне	ПК-1.1: Анализирует и обрабатывает информацию по тематике исследования в выбранной области наук, в том числе на междисциплинарном уровне	Индивидуальные задания Лабораторные работы Тестовые задания Вопросы для контрольных работ
3.	Мембранный транспорт	ПК-1: Способен планировать работу и выбирать методы решения	ПК-1.1: Анализирует и обрабатывает информацию по	Индивидуальные задания Тестовые задания Вопросы для контрольных работ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
		исследовательских задач адекватно поставленным целям с учетом широкого понимания профессиональной области и/или области обучения, в том числе на междисциплинарном уровне	тематике исследования в выбранной области наук, в том числе на междисциплинарном уровне	
4.	Проблемы передачи информации в клетку	ПК-1: Способен планировать работу и выбирать методы решения исследовательских задач адекватно поставленным целям с учетом широкого понимания профессиональной области и/или области обучения, в том числе на междисциплинарном уровне	ПК-1.1: Анализирует и обрабатывает информацию по тематике исследования в выбранной области наук, в том числе на междисциплинарном уровне	Индивидуальные задания Лабораторные работы Тестовые задания Вопросы для контрольных работ
5	Роль биомембран в осуществлении метаболических процессов в клетке	ПК-1: Способен планировать работу и выбирать методы решения исследовательских задач адекватно поставленным целям с учетом широкого понимания профессиональной области и/или области обучения, в том числе на междисциплинарном уровне	ПК-1.1: Анализирует и обрабатывает информацию по тематике исследования в выбранной области наук, в том числе на междисциплинарном уровне	Индивидуальные задания Тестовые задания Вопросы для контрольных работ
6	Роль мембран в межклеточных взаимодействиях	ПК-1: Способен планировать работу и выбирать методы решения исследовательских задач адекватно поставленным целям с учетом широкого	ПК-1.1: Анализирует и обрабатывает информацию по тематике исследования в выбранной области наук, в том числе на	Индивидуальные задания Тестовые задания Вопросы для контрольных работ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
		понимания профессиональной области и/или области обучения, в том числе на междисциплинарном уровне	междисциплинарном уровне	
7	Медицинские аспекты биофизики мембран	ПК-1: Способен планировать работу и выбирать методы решения исследовательских задач адекватно поставленным целям с учетом широкого понимания профессиональной области и/или области обучения, в том числе на междисциплинарном уровне	ПК-1.1: Анализирует и обрабатывает информацию по тематике исследования в выбранной области наук, в том числе на междисциплинарном уровне	Индивидуальные задания Лабораторные работы Тестовые задания Вопросы для контрольных работ
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет				*Перечень вопросов к зачету,*

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Самостоятельно изучить литературу и составить реферат (обзор) с заключением и списком использованных источников (темы приведены ниже). В реферате студенты должны использовать теоретические знания, умения и навыки по изучаемой дисциплине для повышения уровня выполнения своей научно-исследовательской работы.

Темы обзоров:

1. Структурная организация и механизмы функционирования мембран целевых клеток (лимфоцитов, нейтрофилов, эритроцитов, опухолевых клеток, гепатоцитов, нейронов, бактерий, простейших, грибов и других, которые являются объектами научных исследований студентов).
2. Структурная организация и механизмы функционирования отдельных компонентов мембран целевых клеток (лимфоцитов, нейтрофилов, эритроцитов, опухолевых клеток, гепатоцитов, нейронов, бактерий, простейших, грибов и других, которые являются объектами научных исследований студентов; например, митохондрий, ядер, плазматических мембран и др.).
3. Сигналтрансдукторные системы целевых клеток (лимфоцитов, нейтрофилов, эритроцитов, опухолевых клеток, гепатоцитов, нейронов, бактерий, простейших, грибов и других, которые являются объектами научных исследований студентов).
4. Механизмы гибели целевых клеток (лимфоцитов, нейтрофилов, эритроцитов, опухолевых клеток, гепатоцитов, нейронов, бактерий, простейших, грибов и других, которые являются объектами научных исследований студентов).
5. Молекулярно-клеточные механизмы развития патологий организма человека, связанных с интенсификацией свободно-радикальных процессов.
6. Молекулярно-клеточные механизмы развития патологий организма человека, связанных с усилением и ослаблением процессов клеточной гибели.
7. Иммунопатологии, связанные с нарушением структуры и функций мембран клеток человека, и их

молекулярно-клеточные механизмы.

8. Молекулярно-клеточные механизмы развития патологий человека, связанных с нарушениями ионного гомеостаза клеток и функционирования мембранных транспортных систем.

Пример лабораторной работы по учебной дисциплине

Лабораторная работа № 1. Выделение эритроцитарных мембран из крови доноров

Цель работы: освоение метода выделения эритроцитарных мембран.

Материалы и оборудование: кровь доноров с антикоагулянтом, хлорид натрия, трисгидроксиметиламинометан (трис), соляная кислота, этилендиаминтетраацетат (ЭДТА), центрифужные пробирки, центрифужные весы, центрифуга, pH-метр, пастеровские пипетки, фильтровальная бумага.

Ход работы:

Кровь с антикоагулянтом центрифугировать при 3000 об/мин в течение 10 мин. Плазму и верхний слой лейкоцитов отобрать пастеровской пипеткой и удалить. Эритроциты три раза промыть охлажденным раствором, содержащим 0,145 моль/лNaCl в 0,02 моль/л трис-HCl буфере (pH 7,6), каждый раз осаждая клетки в том же режиме. Мембраны эритроцитов получают путем гипоосмотического гемолиза их раствором, содержащим 10 ммоль/л ЭДТА в 10 ммоль/л трис-HCl буфере (pH 7,6). Для этого один объем отмытых эритроцитов быстро и энергично перемешать с 20 объемами охлажденной до 4 ^{0}C гемолизирующей среды и выдержать при этой температуре в течение 15 мин. Гемолизат центрифугировать на центрифуге при 18000 об/мин в течение 15 мин. Надосадочную жидкость удалить, а осадок мембран промыть три раза 20 объемами 10 ммоль/л трис-HCl буфера (pH 7,6), каждый раз осаждая мембраны в том же режиме. В дальнейших экспериментах использовать свежеприготовленную суспензию мембран.

Ответить на вопросы:

1. Почему эритроцитарные мембраны являются удобной моделью для изучения структуры и свойств мембран клеток?
2. Охарактеризовать особенности структуры и функций эритроцитарных мембран и их компонентов.
3. Какие компоненты входят в состав мембранного каркаса эритроцитов? Какие функции выполняет мембранный каркас?
4. Какие методы могут быть использованы для выделения эритроцитарных мембран?
5. Какие методы используют для изучения структурного состояния эритроцитарных мембран? Что позволяют исследовать эти методы?

Критерии оценки:

Критериями оценивания компетенций (результатов) являются:

- подготовка к занятию (оформление занятия в рабочей тетради в соответствии с методическими рекомендациями);
- ответы на устные вопросы по теме занятия и содержанию лабораторной работы;
- активность и самостоятельность при выполнении задания;
- оформления результатов в соответствии с методическими рекомендациями;
- умение анализировать, обсуждать полученные результаты и самостоятельно формулировать выводы.

Работа считается выполненной и зачтенной, если студент в конце занятия представил отчет в соответствии с данными методическими рекомендациями.

Тестовые задания (примеры):

Задание № 1. Нарисовать строение плазматической мембраны клетки с подписями.

Задание № 2. Выбрать правильный ответ или ответы:

1. Основными структурообразующими липидами мембран являются: а) фосфолипиды; б) триглицериды; в) каротиноиды; г) глицерин.
2. Преобладающими липидами в составе мембран являются: а) нейтральные липиды; б) цвиттерионные липиды; в) кислые липиды; г) стероиды.
3. Переход липидной фазы из гелеобразного в жидкокристаллическое состояние связан с : а) изменением конформации углеводородных цепей липидных молекул; б) укорочением углеводородных цепей липидных молекул; в) «флип-флоп»-переходом липидных молекул; г) переходом из мицеллярной фазы липидов в гексагональную.
4. Исключительной способностью существовать в виде бимолекулярных липидных слоев в широком интервале температур и ионных концентраций обладает: а) фосфатидилинозитол; б) фосфатидилэтаноламин; в) фосфатидилхолин; г) кардиолипин.
5. Общепризнанной моделью строения мембран является: а) модель Сингера-Никольсона; б) модель Даниэлли-Давсона; в) модель Робертсона; г) модель Грина.
6. Время жизни комплекса «белок – аннулярный липид»: а) мс; б) мкс; в) с; г) ч.

7. К периферическим белкам относят: а) ионные каналы; б) мембранные АТФазы; в) спектрин и актин эритроцитов; г) мембранные рецепторы.
8. Белково-липидные домены мембран, обогащенные холестерином и сфингомиелином, называются: а) кинки; б) рафты; в) мицеллы; г) липосомы.
9. Плазматические мембраны эритроцитов и лимфоцитов различаются, в первую очередь, по составу и свойствам: а) белков; б) липидов; в) углеводов.
10. Ганглиозиды – это один из типов: а) глицеролипидов; б) гликолипидов; в) стероидов; г) сфингофосфолипидов.
11. Для мембранных белков не характерно явление: а) вращательной диффузии; б) латеральной диффузии; в) «флип-флоп»-перехода; г) структурной асимметрии.
12. Ионные каналы обеспечивают: а) пассивный транспорт ионов; б) первично-активный транспорт; в) вторично-активный транспорт; г) диффузию.
13. Селективный фильтр – это один из «компонентов»: а) транспортнойАТФазы; б) ионного канала; в) липидного бислоя; г) периферического мембранного белка.
14. Высокая проницаемость липидного бислоя мембран характерна для: а) ионов натрия; б) глюкозы; в) аминокислот; г) жирных кислот.
15. Для внутренней митохондриальной мембраны характерно высокое содержание а) фосфатидилхолина; б) кардиолипина; в) холестерина; г) фостфатидилинозитола.
16. Для мембран животных клеток характерно высокое содержание липидов: а) фосфатидилхолин + ганглиозиды + холестерин; б) фосфатидилэтаноламин + цереброзиды + сфингомиелин; в) фосфатидилхолин + фосфатидилэтаноламин + холестерин; г) фосфатидилэтаноламин + фосфатидилхолин + сфингомиелин.
17. К интегральным мембранным белкам относят: а) спектрин; б) родопсин; в) белок полосы 3; г) актин; д) гликофорин.
18. Толщина мембраны в среднем составляет: а) 10 ангсрем; б) 10 нм; в) 0,1 мкм; г) 10 мкм.
19. Полярные головки липилов в мембране заряжены: а) положительно; б) отрицательно; в) не заряжены (нейтральны).
20. Содержание белка в эритроцитарной мембране составляет: а) 33 %; б) 18 %; в) 50 %; г) 75 %.
21. В основе белок-липидных взаимодействий в биомембранах лежат: а) гидрофобные взаимодействия; б) электростатические взаимодействия; в) водородные связи; г) ковалентные связи.
22. Время переноса молекулы фосфолипида из одного положения равновесия в другое при латеральной диффузии: а) 10^{-7}-10^{-8} с; б) 10^{-10}-10^{-12} с; в) 1-2 ч.
23. Под термином «кинки» понимают: а) области полярных групп липилов; б) изотропную область углеводородных цепей липидов; в) участок углеводородной цепи, находящийся в транс-конформации; г) участок углеводородной цепи, находящийся в транс-гош-конформации.
24. Более высокой проницаемостью для ионов и воды обладает: а) мицеллярная фаза липидов; б) ламеллярная жидкокристаллическая фаза; в) ламеллярная гелевая фаза; г) гексагональная фаза.
25. Диффузию ионов в гомогенной незаряженной мембране описывает уравнение: а) электродиффузии Нернста-Планка; б) Фика; в) стационарного потенциала Гольдмана-Ходжкина.
26. Вид транспорта (активный или пассивный) определяется величиной: а) электрохимического потенциала; б) коэффициентом диффузии; в) изменением свободной энергии; г) проницаемостью.
27. К ионным каналам, имеющим внутренний сенсор внешнего сигнала, относятся: а) рецепторуправляемые каналы; б) лигандуправляемые каналы; в) потенциалуправляемые каналы.
28. Сенсор внешнего сигнала потенциалуправляемых натриевых и калиевых каналов – сегмент S_4 α-субъединицы содержит большое количество остатков: а) нейтральных аминокислот; б) кислых аминокислот; в) основных аминокислот.
29. Скорость транспорта ионов через мембрану с участием ионофора составляет: а) 10^6-10^7 ионов в сек; б) 10^4-10^5 ионов в сек; в) 10^8-10^{10} ионов в сек; г) 10^2-10^3 ионов в сек.
30. Валиномицин по структуре и механизму действия представляет собой: а) жирную кислоту; б) полисахарид; в) антибиотик; г) детергент; д) каналоформер; е) ионофор.
31. Перенос иона через мембрану с помощью ионофора осуществляется с помощью: а) водородных связей; б) ковалентных связей; в) ион-дипольных взаимодействий; г) гидрофобных взаимодействий.
32. Грамицидин А по структуре и механизму действия является: а) полисахаридом; б) антибиотиком; в) аминокислотой; г) нейтральным ионоформ; д) каналоформером; е) детергентом.
33. КальциеваяАТФаза обеспечивает: а) пассивный транспорт; б) первично-активный транспорт; в) вторично-активный транспорт.
34. Na, K-АТФаза относится к АТФазам: а) F-типа; б) V-типа; в) P-типа.
35. Na, K-АТФаза функционирует в: а) электронейтральном режиме; б) электрогенном режиме.
36. У бактерий и растений котранспортируемым ионом в случае вторично-активного транспорта является: а) Na^+; б) K^+; в) Ca^{2+}; г) H^+.
37. Аминокислоты и сахара транспортируются через мембрану путем: а) вторично-активного транспорта; б) первично-активного транспорта; в) пассивного транспорта при помощи каналообразователей.

38. При передаче энергии возбуждения на молекулярный кислород от молекулы фотосенсибилизатора в триплетном возбужденном состоянии образуется: а) гидроксильный радикал; б) супероксидный анион-радикал; в) синглетный кислород; г) пероксид водорода; е) оксид азота; ж) пероксинитрит.
39. В результате пероксидного окисления липидов происходит: а) повышение степени гидрофобности мембраны; б) снижение степени гидрофобности мембраны; в) увеличение отрицательного заряда на поверхности мембраны; г) снижение отрицательного заряда на поверхности мембраны; д) увеличение вязкости мембраны; е) снижение вязкости мембраны.
40. Акцепторами коротковолнового УФ-излучения в мембранах выступают: а) белки; б) гидропероксиды липидов; в) альдегиды и кетоны; г) коферменты; д) углеводы.
41. В качестве прооксидантов могут выступать: а) пероксид водорода; б) гидроксильный радикал; в) аскорбиновая кислота; г) церулоплазмин; д) каталаза; е) этиловый спирт.
42. Взаимодействие белка с липидной мембраной в модельном эксперименте можно изучать при помощи метода: а) флуоресцентных методов; б) рентгеноструктурного анализа; в) ЭПР; г) электронной микроскопии; д) радиоактивных зондов.
43. К агентам, модифицирующим структурное состояние и проницаемость биомембран, относят: а) валиномицин; б) холестерин; в) лидокаин; г) фосфолипазу; д) сахарозу; е) гистидин; ж) додецилсульфат натрия.
44. Время жизни биомолекулы в триплетном возбужденном состоянии T_1 больше, чем в синглетном возбужденном S_1, так как: а) происходит испускание кванта фосфоресценции в соответствии с переходом: $T_1 \rightarrow S_0 + h\nu_{фос}$; б) происходит безызлучательный переход в основное синглетное состояние с обращением спина электрона $T_1 \rightarrow S_0$; в) переход из триплетного состояния в основное запрещен правилами отбора в связи с параллельностью спинов электронов.
45. Основными хромофорами УФ-излучения в белках являются: а) гистидин; б) триптофан; в) фенилаланин; г) глутамин; д) цистин.
46. К активным формам кислорода с низким окислительным потенциалом относят: а) синглетный кислород; б) гидроксильный радикал; в) пероксид водорода; г) супероксидный анион-радикал; д) оксид азота; е) пероксинитрит.
47. Для исследования изменений структурного состояния мембранных белков используют: а) метод рентгеноструктурного анализа; б) метод ЯМР; в) метод электронной микроскопии; г) метод ЭПР; д) метод ИК-спектроскопии.
48. В видимой области спектра энергию излучения способны поглощать компоненты биомембран: а) липиды; б) белки; в) углеводы; г) коферменты.
49. В УФ-области спектра энергию излучения способны поглощать компоненты биомембран: а) липиды; б) белки; в) углеводы; г) коферменты.
50. Биофизические методы исследования позволяют изучать: а) подвижность и упаковку углеводородных цепей липидов; б) процессы латеральной диффузии и «флип-флоп»-переходы; в) выделять в чистом виде белковые компоненты биомембран; г) исследовать фазовые переходы липидов; д) идентифицировать мембранные компоненты; е) исследовать процессы проведения нервного импульса.

Задание 3. Оценить, верно ли суждение. Исправить ошибки в неверных суждениях.

1. Для исследования изменений структурного состояния мембранных белков используют метод рентгеноструктурного анализа.
2. Детергенты в основном используют для выделения и очистки периферических мембранных белков.
3. Биофизические методы исследования позволяют изучать подвижность и упаковку углеводородных цепей липидов.
4. Микровязкость биомембран исследуют при помощи метода гель-хроматографии.
5. Для разделения мембранных липидов применяют метод тонкослойной хроматографии.
6. Взаимодействие белка с липидной мембраной в модельном эксперименте можно изучать при помощи метода радиоактивных изотопов.
7. Фосфатидилхолин может выполнять рецепторную функцию в биомембранах.
8. Полипептиды транспортируются в клетку путем облегченной диффузии с участием переносчиков.
9. Активный транспорт – это перенос неэлектролитов и ионов против градиента химического или электрохимического потенциала, сопряженный с энергетическими затратами.
10. При переходе сигнала в каскаде: рецептор → G-белок → эффекторный белок исходный внешний сигнал способен к многократному усилению (амплификации).
11. Проапоптотический фактор – цитохром с локализуется на внутренней поверхности клеточного ядра.
12. Переход мембранных липидов из твердокристаллического в жидкокристаллическое состояние связан с образованием рафтов.
13. Системы вторично-активного транспорта приводятся в действие за счет энергии, запасенной в ионных градиентах.

14. Важную роль в процессах модификации биомембран играет свободно-радикальное пероксидное окисление липидов.
15. Аденилатциклаза участвует в процессах переноса пуриновых азотистых оснований через мембрану.
16. Сукцинатдегидрогеназа – периферический белок эритроцитов.
17. Молекулярными рецепторами называют специфические белки клетки, передающие любые внешние сигналы (физические, химические и биологические) внутрь клетки.
18. В основе липид-липидных взаимодействий лежат гидрофобные взаимодействия, водородные и дисульфидные связи.
19. Ионные каналы – это интегральные гликопротеины, способные в результате внешних воздействий изменять проницаемость мембраны для различных ионов.
20. Лизофосфатидилхолин – компонент фосфоинозитидной сигналтрансдукторной системы клеток.
21. Гемоглобин в эритроцитарной мембране связан с мембранными ганглиозидами.
22. Движущей силой простой диффузии незаряженного вещества через мембрану является разность электрохимических потенциалов этого вещества в двух областях, разделенных мембраной.
23. Стероиды обусловливают люминесцентные свойства биомембран.
24. В состав клеточных мембран про- и эукариотических организмов в основном входят амфифильные (дифильные) липиды.
25. Большинство липидных молекул находятся в ламеллярной гелевой фазе.
26. Общепризнанной моделью строения мембран является модель Даниэлли и Давсона.
27. Важные внутриклеточные регуляторы – простагландины – продукты метаболизма сфингозина.
28. Фазовые переходы липидов сопровождаются значительным повышением ионной проницаемости мембран.
29. Современные представления о структуре мембран основаны на жидкостно-мозаичной модели, предложенной С. Сингером и Дж. Никольсоном в 1972 году.
30. Протеинкиназы участвуют в синтезе провоспалительных цитокинов.
31. Концентрация цАМФ в цитозоле составляет в среднем 10^{-6} моль/л и менее, при стимуляции в клетке за несколько секунд увеличивается в 5 раз.
32. Движение иона по потенциалуправляемому каналу рассматривают как последовательное замещение молекул воды гидратной оболочки иона на полярные группы, выстилающие полость канала.
33. Большинство мембранных рецепторов представлены олигомерными мембранными белками – гликопротеинами.
34. На внешней поверхности эритроцитарной мембраны находятся в основном нейтральные (по заряду) липиды.
35. Внутриклеточные ферменты – интегрины – участвуют в координации метаболических процессов в клетке.
36. В стабилизации мембран участвуют в основном ковалентные связи.
37. Кардиолипин – один из компонентов эритроцитарной мембраны.
38. Наиболее важными свойствами липидов являются: лиотропный и термотропный мезоморфизм, структурная асимметрия.
39. Ходжкин и Хаксли сформулировали хемиоосмотическую гипотезу.
40. Валиномицин имеет самую высокую избирательность к ионам K^+.
41. Интегрины – гетеродимерные молекулы, функционирующие как клеточно-субстратные, так и межклеточные адгезивные рецепторы.
42. Для высвобождения из мембраны периферических белков необходимо использовать детергенты или органические растворители.
43. Облегченная диффузия веществ происходит при участии молекул переносчиков и обладает свойством насыщения.
44. Ca^{2+}-АТФаза переносит ионы кальция в цитоплазму из внеклеточной жидкости или внутриклеточных депо кальция за счет энергии гидролиза АТФ.
45. В роли вторичныхмессенджеров выступают малые молекулы и ионы: цАМФ, цГМФ, инозитолтрифосфат, диацилглицерол, арахидоновая кислота, ионы кальция.
46. Активные формы кислорода могут генерироваться в разнообразных ферментативных и неферментативных реакциях во всех частях клетки.

Задание 4. Дать определения понятиям:а) периферический мембранный белок; б) лиотропный мезоморфизм; в) «флип-флоп»-переход; г) векторный мембранный белок.

Перечень заданий для контрольных работ (примеры):
Ответить на вопросы:

1. Назовите основные группы методов исследования биомембран. Что они позволяют изучать?
2. Какие методы исследования используют для изучения структурного состояния липидного компонента биомембран?
3. Какие методы исследования используют для изучения белок-липидных взаимодействий в биомембранах?
4. На какие группы подразделяют мембранные белки? Каковы особенности их строения и выполняемые функции?
5. Какие свойства липидных молекул обеспечивают выполнение функций мембранными белками?
6. С какими структурными компонентами мембраны и их свойствами связана проницаемость биомембран для различных веществ?
7. Какие факторы влияют на структурное состояние мембранных липидов?
8. Охарактеризуйте модели строения мембран.
9. Чем ионные каналы отличаются от ионных насосов?
10. Чем облегченная диффузия отличается от простой диффузии чрез липидный бислой?
11. Чем активный транспорт отличается от пассивного?
12. Опишите роль биомембран в осуществлении процессов передачи информации внутрь клетки. Что понимают под развитием первичного и вторичного ответа в процессе передачи информации в клетку?
13. Что представляет собой мембранный каскад передачи внешнего сигнала в клетку? Какие процессы обеспечивают компоненты этого каскада?
14. Что представляют собой вторичные мессенджеры? Какова их роль в клетке?
15. Что представляют собой рецепторы? Каковы их особенности? На какие типы подразделяют рецепторы, участвующие в приеме внешнего сигнала в клетку?
16. Какие патологические состояния организма человека связаны с нарушением процессов трансдукции внешнего сигнала в клетку?
17. Какова роль мембран в интеграции процессов клеточного метаболизма?
18. Каково теоретическое и практическое значение исследований, направленных на выявление механизмов передачи информации в клетку?
19. Какова роль мембранных липидов в процессах передачи сигналов в клетку?
20. Какие белки мембран называют адгезивными, каковы особенности их строения, классификация и роль в обеспечении межклеточных взаимодействий?
21. Какое значение имеют исследования искусственных мембранных структур? Каковы области их применения?
22. Что понимают под адсорбционным механизмом регулирования ферментативной активности?
23. Какие патологические состояния организма человека связаны с интенсификацией пероксидного окисления липидов мембран и образованием активных форм кислорода? Какие методы и подходы могут быть использованы для их лечения и профилактики?
24. Обоснуйте утверждение: «Биомембраны – непременные участники совокупности процессов возникновения и развития ряда патологических состояний организма человека».
25. Какова роль компонентов биологических мембран в реализации процессов клеточной гибели?
26. Перед вами стоит задача: оценить роль белкового и липидного микроокружения в функционировании олигомерных мембранных АТФаз. Какого рода эксперименты вы планируете провести и почему? Какие данные могут быть получены вами?
27. Какие методы можно использовать для идентификации мембранных компонентов?
28. Есть ли различия между рецепторами сигналтрансдукторных систем клетки и рецепторами, обеспечивающими межклеточные контакты?
29. Какие патологические состояния организма человека связаны с нарушениями структуры и функций мембранных компонентов?
30. Почему транспортныеАТФазы называют липидзависимыми ферментами?
31. Какие ученые внесли вклад в развитие теоретических представлений о структуре и функциях биомембран?
32. Какова роль люминесцентного метода в исследованиях биомембран?
33. Почему исследования структуры и функций биомембран необходимы для развития биомедицины?
34. Чем отличаются друг от друга мембраны эритроцитов и лейкоцитов?
35. С какой целью в мембранологии применяют детергенты? Какова их природа и механизмы действия на мембранные структуры?
36. Что означает термин «динамическое состояние» мембранных компонентов? Какие факторы влияют на динамическое состояние мембранных белков и липидов?
37. Чем внутренняя митохондриальная мембрана отличается от других типов мембран эукариотических клеток?
38. Какова роль активных форм кислорода в функционировании биомембран?

39. В чем состоит актуальность изучения механизмов транспорта веществ и ионов через мембрану? Каковы области практического использования результатов этих исследований?
40. Почему исследования структуры и функций биомембран важны для фармакологии и фармации?

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины, осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестации.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в формах: устного опроса (индивидуальный опрос, фронтальная беседа, доклады); письменных работ (контрольные работы, тестирования).

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний. При оценивании используется качественная шкала оценок. Критерии оценивания приведены ниже.

Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания)

Для оценивания результатов обучения на зачете используются следующие показатели: владение теоретическими основами дисциплины, способность иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применение теоретических знаний по биофизике мембран в научных исследованиях для изучения структурно-функционального состояния мембран клеток и их компонентов в норме, при воздействии физико-химических агентов и развитии патологических состояний организма человека.

Для выставления зачета необходимо выполнить лабораторные работы.

Для оценивания результатов обучения на зачете используется – зачтено, не зачтено.

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения

Критерии оценивания компетенций	Шкала оценок
Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований. Выполнил лабораторные работы.	*Зачтено*
Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания по программе дисциплины, допускает грубые ошибки в ответе. Не выполнил лабораторные работы.	*Не зачтено*

20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Перечень вопросов к зачету:

№ п/п	**Перечень вопросов**
1.	Определение и функции биомембран. История мембранологии.
2.	Методы исследования биомембран: биохимические, физиологические, иммунологические, генетические, биофизические. Их характеристика.
3.	Биофизические методы исследования мембран: дифракционные (рентгеновская дифракция, дифракция нейтронов); резонансные (ядерный магнитный резонанс, электронный парамагнитный резонанс); оптические (абсорбционная спектроскопия, флуоресценция и метод флуоресцентных зондов, дисперсия оптического вращения, круговой дихроизм, инфракрасная спектрофотометрия); дифференциальная сканирующая микрокалориметрия; метод радиоактивных меток; метод моделирования мембран.
4.	Классификация, состав, структура, и функции мембранных липидов. Особенности липидного состава мембран клеток прокариот, эукариот и вирусов.
5.	Фазовые переходы липидов в мембране. Лиотропный и термотропныймезоморфизм липидов биомембран. Кинки, механизм их образования. Структурная асимметрия липидов. Связь между фазовым состоянием липидов и функцией мембран.

6.	Классификация, структура, функции и локализация мембранных белков.
7.	Структурно-функциональная организация мембранного каркаса эритроцитарной клетки. Характеристика основных белков эритроцитарной мембраны: спектрина, актина, белка полосы 3, гликофоринов и др.
8.	Характеристика углеводных компонентов биомембран.
9.	Структура и функции плазматических мембран на примере мембран эритроцитов.
10.	Особенности межмолекулярных взаимодействий в мембранах. Физические основы внутримембранных взаимодействий. Липид-липидные, белок-липидные и белок-белковые взаимодействия в мембранах, их роль в функционировании биомембран. Понятие об аннулярных липидах. Понятие о рафтах.
11.	Развитие представлений о структурной организации биомембран. Модели биомембран: Даниэлли и Давсона, Робертсона, Зингера и Никольсона, Конева и сотр. и др.
12.	Искусственные мембраны, липосомы и протеолипосомы, методы их получения, строение, свойства, применение в различных областях биологии и медицины. Взаимодействие липосом с клетками.
13.	Общая характеристика процессов транспорта веществ через мембрану. Движущие силы и механизмы мембранного транспорта. Термодинамические уравнения и критерии процессов пассивного и активного транспорта.
14.	Пассивный транспорт веществ. Пассивный транспорт ионов. Уравнения диффузии, проницаемости, константа проницаемости.
15.	Индуцированный ионный транспорт. Подвижные переносчики (ионофоры). Использование ионофоров в исследованиях мембран и медицине.
16.	Ионный транспорт через селективные каналы. Классификация ионных каналов. Структурно-функциональная организация ионных каналов мембран (потенциалзависимые калиевые, натриевые, кальциевые каналы).
17.	Дискретное описание транспорта через ионные каналы.
18.	Активный транспорт. Первично- и вторично-активный транспорт. Структура, функциональные и физико-химические свойства Na, K-АТФазы и Ca – АТФазы.
19.	Молекулярные основы функционирования систем вторично-активного транспорта.
20.	Перенос через мембрану макромолекул и частиц: экзоцитоз и эндоцитоз.
21.	Общая характеристика процессов передачи информации в клетке. Понятие о первичных и вторичных мессенджерах.
22.	Классификация, особенности структурно-функциональной организации мембранных белков-рецепторов.
23.	Характеристика аденилатциклазного пути передачи сигнала в клетку.
24.	Характеристика фосфоинозитидного пути передачи сигнала в клетку.
25.	Участие компонентов биомембран в осуществлении и регулировании метаболических процессов в клетке. Адсорбционный тип регуляции метаболизма. Понятие о метаболоне, физиологическое значение его образования. Пространственно-структурная организация ферментных систем клетки (на примере гликолитического комплекса и цикла Кребса).
26.	Пути нейрогуморальной регуляции функций клеток.
27.	Адгезивные белки мембран: интегрины, кадгерины, селектины, иммуноглобулины.
28.	Роль компонентов биомембран в осуществлении межклеточных взаимодействий. Прикрепительные, запирающие и коммуникационные контакты между клетками.
29.	Методы модификации природных и искусственных мембран.
30.	Свободно-радикальное пероксидное окисление липидов мембран в норме и при патологических процессах.
31.	Активные формы кислорода, механизм их образования, свойства, пути утилизации, роль в регулировании метаболических процессов в биосистемах.
32.	Антиоксиданты, их классификация, локализация, свойства, механизмы биологического действия. Понятие о прооксидантах и окислительном стрессе. Редокс-регуляция – один из механизмов регулирования метаболических процессов.
33.	Клеточная гибель. Апоптоз. Некроз. Аутофагия. Роль компонентов биомембран в реализации процессов клеточной гибели.
34.	Патологии организма человека, связанные с усилением и ослаблением процессов клеточной гибели. Регуляция процессов клеточной гибели.
35.	Энергосопрягающие мембраны: определение, классификация, особенности строения и функционирования. Сопрягающие факторы, сопрягающие ионы.
36.	Биогенез мембран.

Контрольно-измерительный материал для зачета включает 2 вопроса из перечня вопросов для зачета.

Пример контрольно-измерительных материалов к промежуточной аттестации

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
биофизики и биотехнологии
_____ В.Г. Артюхов
10.03.2025

Направление *06.04.01 Биология*
Дисциплина *Б1.В.ДВ.05.01 Биофизика мембран*
Форма обучения *очная*
Вид контроля *зачет*
Вид аттестации *промежуточная*

Контрольно-измерительный материал № 1

1. Методы исследования биомембран: биохимические, физиологические, иммунологические, генетические, биофизические. Их характеристика.
2. Патологии организма человека, связанные с усилением и ослаблением процессов клеточной гибели. Регуляция процессов клеточной гибели.

Преподаватель _____ М.А. Наквасина