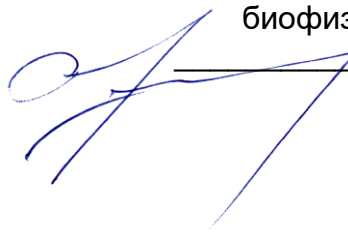


МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
биофизики и биотехнологии
В.Г. Артюхов



10.03.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.04 Биофизика клетки

1. Код и наименование специальности:

30.05.02 Медицинская биофизика

2. Специализация:

3. Квалификация выпускника: Врач-биофизик

4. Форма обучения: очная

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

6. Составители программы:

Наквасина Марина Александровна, доктор биол. наук, доц.

Калаева Елена Анатольевна, канд. биол. наук, доц.

7. Рекомендована: НМС медико-биологического факультета, протокол № 2 от 04.03.2025 г.

8. Учебный год: 2030/2031

Семестр(ы)/Триместр(ы): В

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- освоение студентами современных представлений о структурной организации клеточных компонентов и механизмах их функционирования в норме, при воздействии физико-химических факторов и развитии патологических состояний организма, формирование способности устанавливать причинно-следственные связи в функционировании регуляторных структур клетки,
- обеспечить наличие у студента понимания применения биофизических и физико-химических технологий в здравоохранении,
- сформировать способность выявлять проблемы в сфере биофизических и физико-химических технологий в здравоохранении

Задачи учебной дисциплины:

- изучить классификацию, состав, структуру, физико-химические свойства, функции компонентов мембран, особенности их межмолекулярных взаимодействий;
- получение практических навыков работы, более полное освоение студентами биофизических методов анализа; методов исследования мембран; методов получения и направления использования искусственных мембран;
- изучение механизмов транспорта веществ и ионов через мембраны, структурно-функциональной организации переносчиков, каналов, транспортных АТФаз; роль биомембран в процессах передачи информации в клетку, в осуществлении и регулировании метаболических процессов в клетке, в межклеточных взаимодействиях; способы модификации мембран;
- понимание сущности гомеостаза, путей передачи сигнала в клетку и его преобразования; молекулярно-клеточных механизмов регуляции биохимических и биофизических процессов в клетке
- расшифровка первичных молекулярных процессов, лежащих в основе функционирования клетки в норме и при патологии, механизмов развития патологических состояний организма человека, связанных с нарушением структуры и функций мембранных компонентов
- способность решать определенные исследовательские задачи.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к блоку базовых дисциплин (модулей) (Б.1), часть, формируемая участниками образовательных отношений (Б.1.В.). Данная дисциплина является предшествующей блоку 2 (Практики) и блоку 3 (Государственная итоговая аттестация) программы.

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-3	Способен проводить научные исследования в области медицины и биологии	ПК-2.3.	Определяет новые области исследования и проблемы в сфере разработки биофизических и физико-химических технологий в	Знать: современные представления о структурной организации компонентов клетки и механизмах их функционирования в норме, при воздействии физико-химических факторов и развитии ряда патологических состояний организма Уметь: использовать теоретические знания в

			здравоохранении	области биофизики клетки в будущей профессиональной деятельности, связанной с исследованием структурно-функционального состояния мембран и других компонентов клеток. Владеть: навыками исследования клеток с помощью флуоресцентного микроскопа, сканирующего электронного микроскопа, выделения различных клеток и клеточных компонентов, исследования их структурно-функционального состояния в норме и в условиях действия физико-химических факторов..
--	--	--	-----------------	---

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час — 3 / 108.

Форма промежуточной аттестации – зачет

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость			
		Всего	По семестрам		
			№ семестра	№ семестра	...
Аудиторные занятия		40	40		
в том числе:	лекции	16	16		
	практические	-	-		
	лабораторные	16	16		
	групповые консультации	8	8		
Самостоятельная работа		68	68		
в том числе: курсовая работа (проект)					
Форма промежуточной аттестации (экзамен – __ час.)					
Итого:		108	108		

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
1. Лекции			

1.1	Введение в биофизику мембранных и клеточных процессов Структурно-функциональная организация компонентов биомембран	Биофизика клетки – важнейший раздел биофизики. Биофизика мембран как ключевой раздел биофизики клетки. Перспективные направления биофизики клетки. Методы исследования мембран: биохимические, биофизические, физиологические, генетические, 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. Классификация, состав, структура, и функции мембранных липидов. Особенности липидного состава мембран клеток прокариот, эукариот и вирусов. Фазовые переходы липидов в мембране. Лиотропный и термотропный мезоморфизм 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 роль в функционировании биомембран. Понятие об аннулярных липидах.	-
1.2	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 Са – АТФазы. Молекулярные основы функционирования	-

		систем вторично-активного транспорта. Перенос через мембрану макромолекул и частиц: экзоцитоз и эндоцитоз.	
1.3	Проблемы передачи информации в клетку Роль мембран в межклеточных взаимодействиях	Общая характеристика процессов передачи информации в клетке. Понятие о первичных и вторичных мессенджерах. Классификация, особенности структурно-функциональной организации мембранных белков-рецепторов. Мембранные рецепторы: ассоциированные с G-белками, с ферментативной активностью и рецепторы – ионные каналы. Внутриклеточные рецепторы. Внутриклеточные сигнальные пути. Вторичные мессенджеры. 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. 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.	
1.4	Уровни регуляции клеточного ответа. Способы регуляции активности ферментов. Регуляция количества фермента в клетке путем изменения скорости его синтеза и распада.	Аллостерический механизм регуляции активности ферментов. Модели аллостерических взаимодействий. Изостерическая регуляция. Адсорбционный механизм регуляции активности ферментов. Ассоциация и диссоциация белков как способ регуляции их функциональных свойств. Ковалентная модификация белков в клетке. Каскады ферментативных реакций и их физиологическая роль Коститутивные и индуцибельные ферменты. Регуляция биосинтеза белков. Общие и специфические транскрипционные факторы. Процессинг РНК. Стабильность мРНК. Регуляция трансляции (позитивная, негативная и тотальная регуляция). Сортировка белков в клетке. Регуляция распада белков в клетке.	
1.5	Медицинские аспекты биофизики клетки	Способы модификации природных и искусственных мембран. Свободнорадикальное пероксидное 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 структурны и функций человека. Патологии человека, связанные с нарушениями ионного	

		гомеостаза клеток и функционирования мембранных транспортных систем.	
2. Практические занятия			
Не предусмотрены			
3. Лабораторные занятия			
3.1	Введение в биофизику мембранных и клеточных процессов Структурно-функциональная организация компонентов биомембран	Методы исследования биомембран: биохимические, биофизические, генетические, физиологические, иммунологические. 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. Структурно-функциональная организация мембран клеток крови. Исследование структурного состояния эритроцитарных и лимфоцитарных мембран с помощью флуоресцентных зондов.	- -
3.2	Мембранный транспорт	-	-
3.3	Проблемы передачи информации в клетку Роль мембран в межклеточных взаимодействиях	Сигналтрансдукторные системы клетки. Рецепторы. Вторичные мессенджеры. Определение уровня ионов кальция в клетках в норме и после воздействия физико-химических факторов. Определение уровня рецепторов на поверхности лимфоцитарных мембран в норме и после воздействия физико-химических агентов.	- -
3.4	Уровни регуляции клеточного ответа. Способы регуляции активности ферментов. Регуляция количества фермента в клетке путем изменения скорости его синтеза и распада.	Исследование уровня каталитической активности лактатдегидрогеназы и сукцинатдегидрогеназы лимфоцитов после воздействия физико-химических агентов. Исследование кинетических свойств некоторых клеточных ферментов в условиях различного микроокружения	- -
3.5	Медицинские аспекты биофизики клетки	Исследование интенсивности свободно-радикальных процессов на поверхности эритроцитарных и лимфоцитарных клеток. Исследование антирадикальной активности лекарственных препаратов. Исследование структурно-функциональных модификаций эритроцитарных мембран в присутствии лекарственных препаратов.	-

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)					
		Лекции	Практические	Лабораторные	Групповые консультации	Самостоятельная работа	Всего
1.1	Введение в биофизику мембранных и клеточных процессов. Структурно-функциональная организация компонентов биомембран	4	-	6	2	16	28
1.2	Мембранный транспорт	2	-	-	1	8	11

1.3	Проблемы передачи информации в клетку. Роль мембран в межклеточных взаимодействиях	4	-	4	2	17	27
1.4	Уровни регуляции клеточного ответа. Способы регуляции активности ферментов. Регуляция количества фермента в клетке путем изменения скорости его синтеза и распада.	4	-	-	2	18	24
1.5	Медицинские аспекты биофизики клетки	2	-	6	1	9	18
	Итого:	16	-	16	8	68	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

Информация по учебной дисциплине «Биофизика клетки» (основная образовательная программа высшего образования по направлению подготовки 30.05.02 Медицинская биофизика, учебный план, рабочая программа дисциплины «Биофизика клетки», фонды оценочных средств, основная и дополнительная литература) размещены на образовательном портале «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>).

Изучение дисциплины «Общая и медицинская биофизика» предусматривает чтение лекций, проведение лабораторных занятий, самостоятельную работу студентов.

Освоение содержания дисциплины осуществляется с использованием дистанционных образовательных технологий (ДОТ) – электронных учебных курсов "Биофизика" и «Медицинская биофизика», расположенных по адресам: <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9694> и <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6715> 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».

Самостоятельная работа студентов осуществляется с использованием рекомендованных учебников и учебных пособий в ходе подготовки к лабораторным занятиям. Студенты знакомятся с теоретическим материалом в процессе лекционного

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

На лабораторных занятиях студенты либо индивидуально, либо в составе малой группы выполняют учебно-исследовательскую работу. В ходе лабораторных работ студенты приобретают навыки обращения с биологическими объектами для определения их биофизических характеристик, умение определять эти характеристики и анализировать полученные результаты. 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.

Перед началом учебных занятий обучающийся должен:

1. 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.

2. Ознакомиться с перечнем основной и дополнительной литературы, а также списком электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.

3. Получить доступ к электронным библиотечным системам, на которые оформлена подписка ФГБОУ ВО «ВГУ».

Текущая аттестация обеспечивает проверку освоения учебного материала, приобретения знаний, умений и навыков в процессе аудиторной и самостоятельной работы студентов, формирования профессиональных компетенций (ПК-3.3). Текущая аттестация по дисциплине «Биофизика клетки» проводится в виде письменного задания по лекционному курсу и включает в себя регулярные отчеты студентов по лабораторным работам. При подготовке к отчетам студенты изучают и конспектируют рекомендуемую преподавателем учебную литературу, самостоятельно осваивают понятийный аппарат. Планирование и организация проверки в ходе текущих аттестаций 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.

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

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Биохимия / под ред. Е. С. Северина. — Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014. — ISBN 978-5-9704-2786-6. — <URL: http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970427866.html >
2	Физика и биофизика [Электронный ресурс] : учебник / В. Ф. Антонов, Е. К. Козлова, А. М. Черныш. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - ЭБС "Консультант студента". - URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970435267.html

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3	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.
4	Артюхов В.Г. Биофизика: учебник для ВУЗов / под ред В.Г. Артюхова. - М. : Академический проект, 2009. - 294 с..
5	Артюхов В.Г. Молекулярная биофизика: механизмы протекания и регуляции

	внутриклеточных процессов : учеб. пособие / В.Г. Артюхов, О.В. Башарина ; Воронеж. гос. ун-т .— Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2012 .— 219 с.
6	Мушамбаров Н.Н. Молекулярная биология : учеб. пособие / Н.Н. Мушамбаров, С.Л. Кузнецов. – М. : ООО «Медицинское информационное агентство», 2003. – 544 с.
7	Фундаментальная и клиническая физиология : учебник для студ. высш. мед. учеб. заведений и биол. фак. ун-тов, обуч. по специальности "Физиология" / под ред.: А.Г. Камкина, А.А. Каменского; пер. с англ.: М.А. Каменской [и др.]; пер. с нем.: Е.Н. Банзеляка [и др.] .— М. : Academia, 2004 .— 1072 с.

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

№ п/п	Источник
1	Электронная библиотека ВУЗа. Режим доступа: http:// www.lib.vsu.ru
2	ЭБС "Консультант студента" : https://www.studentlibrary.ru
3	ЭБС «Издательства «Лань». - URL http://www.e.lanbook.com
4	Текстовая база данных медицинских и биологических публикаций на английском языке Национальной медицинской библиотеки США - URL http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	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.
2	Артюхов В.Г. Молекулярная биофизика: механизмы протекания и регуляции внутриклеточных процессов : учеб. пособие / В.Г. Артюхов, О.В. Башарина ; Воронеж. гос. ун-т .— Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2012 .— 219 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	Практикум по биофизике / [В.Г. Артюхов и др.] ; Воронеж. гос. ун-т ; [под общ. ред. В.Г. Артюхова] .— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2016 .— 313 с.

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

При реализации дисциплины используются элементы электронного обучения, дистанционные образовательные технологии, цифровые технологии.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом. I, ауд. 365
Специализированная мебель, экран для проектора, проектор Acer X115H DLP, ноутбук Lenovo G500 с возможностью подключения к сети «Интернет», WinPro 8, OfficeSTD, Kaspersky Endpoint Security, Google Chrome	
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лабораторные занятия), для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом. I, ауд. 61
Специализированная мебель, лабораторная посуда, рН-метр портативный HI83141, микроскопы Микмед, Спектрофотометр ПЭ-54-00 УФ,	

программно-методический комплекс биохимический анализ, центрифуга Eppendorf, шейкер-инкубатор для планшета Elmi SHAKER ST 3	
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лабораторные занятия), для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель, биохимический люминометр БХЛ-07, спектрофотометр СФ-2000; весы портативные Scout-Pro, дистиллятор с баком накопителем Liston; компьютер (системный блок Celeron, монитор SyncMaster 753DFX); мешалка магнитная MS-300; микроскоп медицинский БИОМЕД исполнение БИОМЕД 2; мобильный компьютерный комплекс КАИ-М; рН-метр карманный, короткий электрод; сушилка для посуды электрическая Экрос ПЭ-2010; термостат ЛАБ-ТЖ-ТС-01/12-100; термостат твердотельный цифровой Bio TDB-100; термостат электрический суховоздушный ТС-1/80 СПУ; "Униплан" планшетный фотометр с 2-мя фильтрами; центрифуга MiniSpin для пробирок; УЗ-диспергатор SONICATOR Q500, QSONICA; роторный испаритель IKA RV-10	г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом. I, ауд. 68

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 мембранных и клеточных процессов. Структурно-функциональная организация компонентов биомембран	ПК-2	ПК-2.3	Отчеты студентов по выполнению лабораторных работ, тестирование, устный опрос, комплект КИМ к промежуточной аттестации
2	Мембранный транспорт	ПК-2	ПК-2.3	Устный опрос, комплект КИМ к промежуточной аттестации
3	Проблемы передачи информации в клетку. Роль мембран в межклеточных взаимодействиях	ПК-2	ПК-2.3	Отчеты студентов по выполнению лабораторных работ, устный опрос, комплект КИМ к промежуточной аттестации
4	Уровни регуляции клеточного ответа. Способы регуляции активности ферментов. Регуляция количества фермента в клетке путем изменения скорости его синтеза и распада.	ПК-2	ПК-2.3	Устный опрос, комплект КИМ к промежуточной аттестации

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
5	Медицинские аспекты биофизики клетки	ПК-2	ПК-2.3	Отчеты студентов по выполнению лабораторных работ, устный опрос, комплект КИМ к промежуточной аттестации
Промежуточная аттестация форма контроля – <u>зачет</u>				<i>Перечень вопросов к зачету</i> <i>Практическое задание</i>

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

20.1. Текущий контроль успеваемости

20.1.1. Тестовые задания

№ 1 «Введение в биофизику мембранных и клеточных процессов»

Задание 1. Оценить, верно ли суждение:

1. Для исследования изменений структурного состояния мембранных белков используют метод рентгеноструктурного анализа.
2. Дeterгенты 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.

Задание 2. 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?

№ 2 «Структурно-функциональная организация компонентов мембран»

Задание 1. Выбрать правильные ответы:

1. К интегральным мембранным белкам относятся: а) спектрин; б) родопсин; в) белок полосы 3; г) Na, K – АТФаза; д) актин; е) гликофорин.
2. В мембранах эукариот преобладающими по содержанию липидами являются: а) фосфатидилинозитол; б) фосфатидилхолин; в) фосфатидилсерин; г) фосфатидилэтаноламин; д) сфингомиелин; е) кардиолипин; ж) холестерин.
3. В формировании мембранного скелета эритроцитов участвуют: а) актин; б) гликофорин; в) спектрин; г) родопсин; д) анкирин; е) белок полосы 3.
4. Мембранные углеводы выполняют функции: а) структурную; б) транспортную; в) энергетическую; г) стабилизирующую; д) участие в иммунологических реакциях; е) участие в межклеточных взаимодействиях.
5. Толщина мембраны в среднем составляет: а) 10 ангстрем; б) 10 нм; в) 0,1 мкм; г) 10 мкм.
6. В норме липидная часть биомембран должна находиться в следующем физическом состоянии: а) жидком аморфном; б) твердом кристаллическом; в) твердом аморфном; г) жидкокристаллическом.
7. Полярные головки липидов в мембране заряжены: а) положительно; б) отрицательно; в) нейтральны.

8. Основным структурообразующим компонентом липидов мембран является: а) сфингомиелин; б) кардиолипин; в) фосфатидилэтаноламин; г) фосфатидилсерин.
9. Содержание белка в эритроцитарной мембране составляет: а) 33%; б) 18%; в) 50%; г) 75%.
10. Фазовый переход липидного бислоя мембран из жидкокристаллического состояния в гель сопровождается: а) утоньшением мембраны; б) толщина мембраны не меняется; в) утолщением мембраны.

Задание 2. Дать определения понятиям:

- а) периферический мембранный белок; б) лиотропный мезоморфизм; в) «флип-флоп»-переход; г) векторный мембранный белок.

Задание 3. Ответить на вопросы:

1. На какие группы подразделяют мембранные белки? Каковы особенности их строения и выполняемые функции?
2. Какие свойства липидных молекул обеспечивают выполнение функций мембранными белками?

№ 3 Проблемы передачи информации в клетку

Задание 3. Ответить на вопросы:

1. Что представляет собой мембранный каскад передачи внешнего сигнала в клетку? Какие процессы обеспечивают компоненты этого каскада?
2. Что представляют собой вторичные мессенджеры? Какова их роль в клетке?
3. Что представляют собой рецепторы? Каковы их особенности? На какие типы подразделяют рецепторы, участвующие в приеме внешнего сигнала в клетку?

Критерии оценки

оценка «зачтено» выставляется студенту, если выполнено правильно не менее 60 % тестовых заданий, выполнены задания 2 и 3;

оценка «не зачтено» - если выполнено правильно менее 60 % тестовых заданий, и выполнено только одно из заданий № 2 и № 3.

20.1.2. Перечень практических заданий:

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, рН-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/л NaCl в 0,02 моль/л трис-HCl буфере (pH 7,6), каждый раз осажая 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 °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 осажая 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?

Шаблон отчета о выполнении лабораторной работы

Отчет о выполнении лабораторной работы № _ <Название темы>, выполненной в рамках дисциплины Б1.В.ОД.4 Биофизика клетки обучающимся курса <Ф.И.О.>, специальность — 30.05.02 Медицинская биофизика

Цель работы:

Этапы работы:

Оборудование и материалы:

Ход работы: (краткое описание хода работы с указанием первичных данных, расчетных формул, результатов промежуточных и конечных расчетов; иллюстративный материал (графики, фотографии и пр.), обобщающие таблицы)

Выводы:

Критерии оценки:

Критериями оценивания выполнения лабораторной работы 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 заданий;
- оформление 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.

20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: контрольно-измерительные материалы к зачету, выполнение практических заданий

Перечень вопросов к зачету:

1. Определение и функции биомембран. История исследования биомембран.
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 термотропный мезоморфизм 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.
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 Са²⁺-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, кадгеринины, 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. Свободнорадикальное 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. Иммунопатологии, связанные с нарушением структуры и функций человека.
36. Патологии человека, связанные с нарушениями ионного гомеостаза клеток и функционирования мембранных транспортных систем.
37. Энергосопрягающие мембраны: определение, классификация, особенности строения и функционирования. Сопрягающие факторы, сопрягающие ионы.
38. Биогенез мембран.

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

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация аттестации включают в себя регулярные отчеты студентов по лабораторным работам, выполнение тестов и заданий к разделам дисциплины. Критерии оценивания приведены выше.

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 количественная шкала оценок. Критерии оценивания приведены выше.

20.3. Задания, рекомендованные к использованию при проведении диагностических работ с целью оценки остаточных знаний по результатам освоения дисциплины

Тесты

Основными структурообразующими липидами мембран являются:

- а) фосфолипиды;
- б) триглицериды;
- в) каротиноиды;
- г) глицерин.

Преобладающими липидами по заряду полярной головки в составе мембран являются:

- а) нейтральные липиды;
- б) цвиттерионные липиды;
- в) кислые липиды;
- г) стероиды.

Высокая проницаемость липидного бислоя мембран характерна для:

- а) ионов натрия;
- б) глюкозы;
- в) аминокислот;
- г) жирных кислот.

Для мембранных белков не характерно явление:

- а) вращательной диффузии;
- б) латеральной диффузии;
- в) «флип-флоп»-перехода;
- г) структурной асимметрии.

Биофизические методы исследования позволяют изучать:

- а) подвижность и упаковку углеводородных цепей липидов;
- б) выделять в чистом виде белковые компоненты биомембран;
- в) идентифицировать мембранные компоненты;
- г) исследовать процессы проведения нервного импульса.

Белково-липидные домены мембран, обогащенные холестерином и сфингомиелином, называются:

- а) кинки;
- б) рафты;
- в) мицеллы;
- г) липосомы.

Скорость транспорта ионов через мембрану с участием ионофора составляет:

- а) 10^6 - 10^7 ионов в с;
- б) 10^4 - 10^5 ионов в с;
- в) 10^8 - 10^{10} ионов в с;
- г) 10^2 - 10^3 ионов в с.

К вторичным внутриклеточным мессенджерам не относят:

- а) циклический АМФ;
- б) инозитолтрифосфат;
- в) диацилглицерол;
- г) интегрин.

В передаче внешнего сигнала в клетку не участвует:

- а) протеинкиназа;
- б) ГТФ-связывающий белок;
- в) фосфатилхолин;
- г) фосфатидилинозитолдифосфат.

В процессах апоптоза не участвует:

- а) каспаза;
- б) цитохром с;
- в) кадгерин;
- г) белок р53.

Краткий ответ

Какие структуры цитолеммы способствуют распознаванию клеткой сигналов ?

Ответ: рецепторы

Фазовый переход мембраны из жидкокристаллического состояния в гель сопровождается _____ толщины мембраны

Ответ: увеличением

Электрической моделью биологической мембраны является _____

Ответ: конденсатор

Если нейромедиатор взаимодействует с метаботропными рецепторами, то биологический (клеточный) ответ реализуется в течение _____:

Ответ: минут

В аденилатциклазном пути передачи информации вторичным мессенджером является _____:

Ответ: циклический аденозинмонофосфат

Стабильная активная форма кислорода, которая выполняет функции межклеточного и внутриклеточного сигнального агента, способная диффундировать через мембраны клеток, в утилизации которой участвует каталаза, – это _____:

Ответ: пероксид водорода

Малое эссе

1. С помощью каких связей и взаимодействий реализуются лиганд-рецепторные взаимодействия?

Лиганд-рецепторные взаимодействия реализуются при помощи слабых нековалентных сил: электростатических, ион-дипольных, гидрофобных и ван-дер-ваальсовых взаимодействий, водородных связей.

2. Что понимают под «каскадом» передачи внешнего сигнала через клеточную мембрану?

«Каскад» передачи внешнего сигнала через клеточную мембрану – это система белковых компонентов мембраны, обеспечивающая передачу внешнего сигнала внутрь клетки. Мембраносвязанные белки каскада передачи сигнала подразделяют на белки-преобразователи, связанные с рецепторами, и ферменты-усилители (эффektorные ферменты), связанные с белками-преобразователями и активирующие вторичные внутриклеточные мессенджеры, переносящие информацию внутрь клетки.

Большое эссе

1. цАМФ-опосредованные пути передачи сигнала

Ответ: Через аденилатциклазный путь передачи информации в клетку реализуется действие многих гормонов: сомато- и кортиколиберинов, кортикотропина, глюкагона, паратирина, кальцитонина, антидиуретического гормона, глутамата, дофамина, адреналина, серотонина, гистамина, аденозина, соматостатина, мелатонина, опиоидов, глутамата, лизолипидов, ацетилхолина, гамма-аминомасляной кислоты и др.

Стимулирующие G_s -белки взаимодействуют со стимулирующими рецепторами G -белков (R_s), а ингибирующие G_i -белки – с ингибирующими рецепторами (R_i). Связывание внешней сигнальной молекулы с рецептором индуцирует конформационные изменения последнего, которые передаются на G -белки. В ответ на это G -белок приобретает способность присоединять ГТФ и воздействовать на функциональную активность аденилатциклазы («усилительного» фермента – АС). G_s -белок активирует аденилатциклазу, а G_i -белок –

ингибирует ее. Активность комплекса G_s -ГТФ подавляется в результате гидролиза ГТФ до ГДФ, катализируемого гуанозинтрифосфатазой. Конечные стадии передачи сигнала осуществляются с участием цАМФ-зависимых серин-треониновых протеинкиназ (А-киназ). Различают гиалоплазматическую протеинкиназу AI и связанную с мембранами, цитоскелетом и органеллами AII, которая может быть прикреплена якорными белками к рецепторам, ионным каналам. Неактивная протеинкиназа A представляет собой тетрамер, включающий две регуляторные и две каталитические субъединицы. цАМФ специфически связывается с регуляторными субъединицами протеинкиназы. Это приводит к активации каталитических субъединиц и их отделению от регуляторных. Каталитические субъединицы в свободном состоянии фосфорилируют определенные белковые субстраты, активация которых и обуславливает ответ клетки на воздействие внешнего сигнала. Свободная каталитическая субъединица протеинкиназы A проникает в ядро, где фосфорилирует один из транскрипционных факторов.

Концентрация цАМФ в цитозоле составляет в среднем 10^6 моль/л и менее, при стимуляции в клетке за несколько секунд увеличивается в 5 раз.

Циклический АМФ называют сигналом стресса: он участвует в распаде гликогена и жира, стимулирует сердечные сокращения, активирует митохондриальные процессы. цАМФ-опосредованные пути передачи информации отвечают за расслабление гладких мышц, дезагрегацию тромбоцитов, регуляцию уровня кальция в крови, ингибирование пролиферации лимфоцитов, воспаления и иммунитета, экспрессию генов, развитие эндокринных клеток и синтез гормонов, процессы адаптации, памяти и обучения и др. Система цАМФ участвует в патогенезе холеры, коклюша, муковисцидоза, возможно, в развитии заболеваний сердца и злокачественном росте клеток. Систему цАМФ стимулируют простагландины, а ингибирование их синтеза - механизм действия нестероидных противовоспалительных средств.