

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НН ТГУ)

Институт биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства
(БИОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ)



УТВЕРЖДАЮ:

Директор Биологического института

Д.С. Воробьев

20 22 г.

Рабочая программа дисциплины

Биофизика мембран

по направлению подготовки

06.04.01 Биология

Направленность (профиль) подготовки:
«Фундаментальная и прикладная биология»

Форма обучения

Очная

Квалификация

Магистр

Год приема

2022

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.ДВ.01.01.01

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

Д.С. Воробьев

Председатель УМК

А.Л. Борисенко

Томск – 2022

. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины «Биофизика мембран» (модуля)

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ОПК-1– Способен использовать и применять фундаментальные биологические представления и современные методологические подходы для постановки и решения новых нестандартных задач в сфере профессиональной деятельности;

– ПК-1 – способность обрабатывать и использовать научную и научно-техническую информацию при решении исследовательских задач в соответствии с профилем (направленностью) магистерской программы.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-1.1 – Демонстрирует понимание основных открытий, актуальных проблем, методических основ биологии и смежных наук

ИОПК-1.2 – Анализирует современное состояние и тенденции развития биологических наук

ИПК-1.1 – Применяет знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность (профиль) программы магистратуры при решении отдельных исследовательских задач

2. Задачи освоения дисциплины

– Освоить теоретические основы функционирования живых организмов с точки зрения биофизики, рассмотреть современные представления о физических и математических моделях и аппарате для описания живых организмов, изучить механизмы развития биологических эффектов на молекулярном уровне.

– Познакомиться с современными методами изучения и регуляции клеточных процессов, оценить их преимущества для решения практических задач профессиональной деятельности.

– Сформировать объективный взгляд на современную биофизику.

3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, является обязательной для изучения.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Семестр 1, экзамен.

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: «Физика», «Химия», «Биохимия», «Биофизика», «Биоэнергетика». Дисциплина «Биофизика мембран» является логическим продолжением в цепи дисциплин по принципу «от простого к более сложному», и сама является основой для углубленного изучения специальных дисциплин.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

– лекции: 8 ч.;

– семинарские занятия: 18 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

1. Введение (погружение) в предмет дисциплины (история изучения свойств и строения мембран)
2. Физико-химическая организация мембран. Молекулярная динамика мембранных компонентов
3. Кооперативные свойства биомембран. Фазовые переходы в биомембранах и их физиологическая роль.
4. Цитоскелет живой клетки. Структура, свойства, функции
5. Трансмембранный перенос ионов в возбудимых мембранах. Методы изучения ионных токов
6. Ионные каналы биомембран. кластерная организация каналов. Системы первично активного транспорта.
7. Энергопреобразующие мембраны. Теория ЭКВ и её смысл применительно к работе дыхательных цепей. Туннельные эффекты.
8. Функционирование дыхательной цепи митохондрий. Нарушение работы дыхательной цепи. Векторные мембранные комплексы f_0 , f_1 (Н-АТФазы, АТФсинтетазы).
9. Окислительные процессы в биомембранах. АФК и ПОЛ
10. Трансмембранный перенос белков и ДНК. Электропорация биомембран
11. Основы молекулярного узнавания в мембранах. кинетика лиганд-рецепторного взаимодействия.
12. GPCR-рецепторы и опосредованные ими сигнальные пути.
13. Сигнальные пути, поддерживаемые газотрансммитерами.
14. Современные прикладные вопросы биофизики мембран

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, тестов по лекционному материалу, выполнения творческих домашних заданий, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр. Кроме того, оценивается устная работа на семинарах.

Планы семинарских занятий и формат их проведения:

Семинар 1. Физико-химическая организация мембран. Молекулярная динамика мембранных компонентов

Семинар 2. Цитоскелет живой клетки. Структура, свойства, функции в отношении мембран.

Семинар 3. Трансмембранный перенос ионов в возбудимых мембранах. Методы изучения ионных токов

Семинар 4. Энергопреобразующие мембраны. Теория ЭКВ и её смысл применительно к работе дыхательных цепей. Туннельные эффекты.

Семинар 5. Окислительные процессы в биомембранах. АФК и ПОЛ

Семинар 6. Трансмембранный перенос белков и ДНК. Электропорация биомембран

Семинар 7. Основы молекулярного узнавания в мембранах. Кинетика лиганд-рецепторного взаимодействия.

Семинар 8. GPCR-рецепторы и опосредованные ими сигнальные пути.

Семинар 9. Сигнальные пути, поддерживаемые газотрансммитерами.

Семинар 10. Доклад-презентация. Современные прикладные вопросы биофизики мембран.

Семинары 1–4 и 6–9 не требуют специальной подготовки к ним студентов. Они основаны на формировании знаний у студентов путём освещения теоретических аспектов по вопросам данной темы (темы в соответствии с п.9.1) преподавателем с последующим их критическим обсуждением, а также решением практических задач, касающихся анализа вариантов изменения толщины мембраны при различных физиологических состояниях.

Семинар 5 проходит в форме презентации проектов студентов и их обсуждения. Для подготовки к данному занятию студенты должны продемонстрировать анализ актуальной биологической проблемы (анализируя роль АФК, АОС и ОС в реализации эффектов применительно к собственным научным исследованиям по тематике магистерской диссертации).

Семинар 10 проходит в форме презентации реферата, требует самостоятельной подготовки студентов по теме современные прикладные вопросы биофизики мембран. При подготовке к семинару обучающийся самостоятельно проводит критический поиск и анализ научной информации по проблемной тематике, используя ресурсы НБ ТГУ и открытые научные ресурсы сети Интернет.

Примерная тематика рефератов к семинару № 10 «Современные прикладные вопросы биофизики мембран»:

1. Организация и функционирование ферментативной системы митохондриального окисления.
2. Преимущество структурно организованных ферментных систем.
3. Роль мембранных процессов в инициации апоптоза.
4. Сигнальная роль активных форм кислорода.
5. Структурная организация и функционирование межклеточных контактов.
6. Перенос веществ через мембрану по механизмам цитоза.
7. Транспорт неэлектролитов через мембраны.
8. Генераторы ионных токов через мембраны и их роль в формировании электрической активности нервных клеток.
9. Термодинамическая оценка работы Na,K-зависимой АТФ-азы.
10. Формально-кинетическое описание (математическая модель) аллостерической регуляции мембранных ферментов.
11. Современные представления об электропорации биомембран сверхкороткими импульсами (по материалам статей).
12. Мембранные процессы в клеточном оплодотворении.
13. Феномен колебания рецепторного связывания.

Оценка устного ответа (на семинарских занятиях)

«Нулевой» уровень (условная 1) – студент не выполнил учебный план изучения дисциплины: не участвовал в работе семинарских занятий, не получил достаточного количества баллов за семинарское задание в moodle (фактически не допущен к сдаче устного испытания).

«Не зачтено» (условная 2) – студент выполнил учебный план за семестр, участвовал в работе семинаров по отдельным темам, набрал минимальное количество баллов за семинарское задание в moodle, но при ответе на билет устного зачета продемонстрировал отсутствие знаний по ряду вопросов или недостаточные знания по вопросам билета.

«Зачтено» (условная 4-5) – студент полностью и успешно выполнил учебный план, активно работал на семинарских занятиях, показал хорошие знания за семинарское задание в moodle.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Экзамен с оценкой во втором семестре проводится в устной форме по билетам. Итоговая экзаменационная оценка по дисциплине состоит из оценки за работу на семинарских занятиях и за задания в курсе moodle (текущий контроль) и экзаменационной оценки. Экза-

менационный билет содержит три теоретических вопроса. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Примерный перечень теоретических вопросов для экзамена:

1. Биомембраны - универсальные компоненты живых систем. Основные функции биомембран и их основные типы.
2. Закономерность появления биомембран в процессе эволюции живой природы.
3. Краткая историческая справка биофизического исследования биомембран. Проблемы и перспективы.
4. Развитие представлений о структурной организации биомембран. Липиды биомембран, их основные типы. Роль холестерина в организации и функционировании мембран.
5. Активные формы кислорода, природа их возникновения и биологическая роль. Перекисное окисление липидов в мембранах. Антиоксиданты. Мембранные белки, их типы, локализация и выполняемые функции. Белок-липидные взаимодействия в биомембранах
6. Методы исследования молекулярной динамики в биомембранах. Электронная структура углеводов. Поворотная изомерия макромолекул. Вращательная подвижность жирнокислотных остатков липидов.
7. Кооперативные свойства молекулярных систем, модель Изинга. Эффекты дальнего действия и фазовые переходы первого и второго рода. Кооперативные эффекты в липидах и белках биомембран.
8. Цитоскелет, локализация основных элементов и выполняемые функции. ТКЖМ-модель клеточной стенки.
9. Мембраны возбудимых клеток, особенности их функционирования. Изучение трансмембранных ионных токов методом фиксации напряжения на мембране.
10. Вольт-амперные характеристики ионных токов, их анализ и физиологическая интерпретация. Изучение проводимости одиночных ионных каналов методами локальной фиксации напряжения.
11. Структура ионных каналов, его основные свойства и характеристики. Гипотеза кластерной организации ионных каналов.
12. Сравнительная характеристика АТФ-аз Р-, F- и V-типов.
13. Трансформация энергии в биомембранах, общая схема энергетического сопряжения. Типы энергопреобразующих мембран.
14. Электронно-конформационные взаимодействия, модель потенциального ящика. Релаксационные конформационные переходы в дыхательной цепи. Миграция энергии электронного возбуждения в мембранных структурах, туннельные переходы.
15. Строение и общие принципы функционирования Н-АТФ-синтаз.
16. Феноменология транспорта белков, движущие силы переноса. Автономный и облегченный механизмы транслокации белков.
17. Феноменология транспорта нуклеиновых кислот, движущие силы и возможные механизмы переноса.
18. Электропорация мембран и её биофизический механизм. Электротрансфекция клеток, возможные механизмы внедрения ДНК.
19. Экстраклеточная, межклеточная и внутриклеточная сигнализация. Специфика рецепторных мембран в связи с их функциями.
20. Молекулярное узнавание. Кинетика и термодинамика рецептор-лигандного взаимодействия. Определение параметров связывания лигандов рецепторами с помощью преобразованных координат (двойные обратные и Скэтчарда).
21. Кооперативное связывание лигандов. Модели кооперативного взаимодействия лигандов с рецептирующими белками.
22. Общая схема трансдукции клеточных сигналов, типы известных трансдукторов.
23. Структура G-белков, общая схема их функционирования. G-белки как трансдукторы клеточных сигналов и регуляторы сигнальных путей.

24. Газообразные сигнальные молекулы.

25. Роль окиси азота в регуляции физиологических функций. Образование окиси азота в клетках, изоформы синтазы окиси азота. Общая схема межклеточной сигнализации на основе окиси азота.

26. Окись углерода как молекулярный межклеточный сигнал. Реакции образования окиси углерода в клетках. Схемы межклеточной сигнализации на основе окиси углерода.

27. Роль сероводорода в межклеточной сигнализации.

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

1 (нулевой уровень) – студент не готов и не приступает к ответу;

«Неудовлетворительно» - студент имеет слабое представление о биофизических процессах в живых организмах, допускает грубые ошибки в ответе и при использовании специальной терминологии; в течение учебного года занимался посредственно, на семинарских занятиях был пассивен, задания в курсе moodle выполнял с оценкой «2» или «3 балла».

«Удовлетворительно» - студент владеет лишь поверхностными о биофизических процессах в живых организмах, о биофизических методах изучения клеток, слабо владеет специальной терминологией; в течение учебного года занимался посредственно, на семинарских был недостаточно активен, задания в курсе moodle выполнял в основном с оценкой «3 балла».

«Хорошо» - студент владеет хорошими о биофизических процессах в живых организмах, о биофизических методах изучения клеток, при ответе на вопросы билета допускает незначительные ошибки; в течение учебного года студент полностью и успешно выполнил учебный план, активно работал на семинарских, задания в курсе moodle выполнял с оценкой «4 балла»;

«Отлично» - студент владеет отличными знаниями о биофизических процессах в живых организмах, о биофизических методах изучения клеток, владеет специальной терминологией, при ответе на вопросы билета и дополнительные вопросы не допускает ошибок, способен к анализу предложенных ситуаций; в течение учебного года студент полностью и успешно выполнил учебный план, активно работал на семинарских занятиях, за задания в курсе moodle получал в основном оценки «5 баллов».

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=25719>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) План семинарских занятий по дисциплине, представленный в соответствующем курсе «Moodle».

г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов представленные в соответствующем курсе «Moodle».

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Большаков М.А., Жаркова Л.П. Мембранные процессы физиологический и биофизический аспекты. Учебное пособие. 2011.

2. Жаркова Л.П., Большаков М.А. Основы энергетики живых систем. Учебное пособие. Томск:ТГУ. 2013. 164с.

3. Молекулярная и клеточная физиология: избранные главы. Учебное пособие.» Жаркова Л.П., Большаков М.А., Кереев А.В., 2018. Томск ТГУ; ТМЛ-Пресс – 188 с.

б) дополнительная литература:

1. Биофизика./ Ред. В.Ф. Антонов. - М: Владос, 2000, 287 с.
2. Скулачев В.П. Явления запрограммированной смерти. Митохондрии, клетки и органы: роль активных форм кислорода. // Соросовский образовательный журнал. 2001. – Т.7. – №6. – С. 4 - 10.
3. Биофизика./ Ред. П.Г. Костюк. – Киев: Выща школа, 1998, 503 с.
4. Варфоломеев С.Д., Гуревич К.Г. Биокинетика. Практический курс. Учебное пособие. Гл.3, с. 335. М: ФАИР-ПРЕСС, 1999,-720с.
5. Костюк П.Г., Крышталь О.А. Механизмы возбудимости нервной клетки. – М: Наука, 1981, 204 с.
6. Костюк П.Г. Кальций и клеточная возбудимость. – М: Наука, 1986, 225 с.
7. Зима В.Л., Мирутенко В.И., Давыдовская Т.Л. Биофизические методы исследования. Киев: УМК ВО, 1990, 170 с.
8. Регистрация одиночных каналов/ Ред. Б.Сакман и Э.Неер. М: Мир, 1987, 448 с
9. Болдырев А.А., Кяйвярайнен Е.И., Илюха В.А. Биомембранология. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений, специализирующихся в области биологии, медицины и психологии. Петрозаводск: Изд-во Кар НЦ РАН. – 2006. – 226с.
10. Рубин А.Б. Биофизика (Том 2). – М: МГУ, НАУКА, 2004. – 469 с.
11. Болдырев А.А., Курелла Е.Г., Павлова Т.Н. и др. Биологические мембраны. Уч. пособие. М: изд. МГУ. – 1992. – 140 с.
12. Введение в биомембранологию / А.А. Болдырев, С.В. Котлевцев и др. – М: изд. МГУ. – 1990. – 208 с.
13. Гелетюк В.И., Казаченко В.И. Кластерная организация ионных каналов. -М: Наука, 1990, 223 с.
14. Гринюс Л.Л. Транспорт макромолекул у бактерий. – М: Наука, 1986. – 204 с.
15. Скулачев В.А. Энергетика биологических мембран. – М: Наука, 1989, 564 с.
16. Ясуо Кагава. Биомембраны. М: Высшая школа, 1985, 303 с.
17. Журавлёв А.И. Квантовая биофизика животных и человека: учебное пособие. М: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011 – 398 с.
18. Ванаг В.К. Диссипативные структуры в реакционно-диффузионных системах. Эксперимент и теория. М: ИКИ, 2008. 300 с.

в) ресурсы сети Интернет:

- <https://openedu.ru/course/msu/BIOPHY/#> Биофизика, платформа Открытое образование
- <https://openedu.ru/course/msu/MEDBIO/> медицинская биофизика: молекулы и болезни, платформа Открытое образование
- <https://biomolecula.ru/articles>
- <http://cnb.uran.ru/userfiles/213219.pdf> Биохимия. Учебник под. Ред. чл.-корр. РАН Е.С. Северина . 5-у издание М: ГЭОТАР Медиа - 2011. 768 стр.
- <https://e.lanbook.com/book/10122> Рубин, А.Б. Биофизика: В 2 т. Т. 1 : Теоретическая биофизика: Учебник.— М. : МГУ имени М.В.Ломоносова, 2004. — 448 с
- <http://e.lanbook.com/book/49548> Клетка. Повреждение клетки Лобанов, С.А. Клетка. Повреждение клетки.: Учебные пособия / С.А. Лобанов, Е.В. Данилов, А.В. Данилов. — Электрон. дан. — БГПУ имени М. Акмуллы, 2011. — 76 с.

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);

– публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ –
<http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ –
<http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

– ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

– ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

15. Информация о разработчиках

Жаркова Любовь Петровна, к.б.н., доцент, кафедра физиологии человека и животных НИ ТГУ.

