

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

Институт биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства (Биологический  
институт)

УТВЕРЖДЕНО:  
Директор  
Д. С. Воробьев

Оценочные материалы по дисциплине

Биофизика мембран

по направлению подготовки

**06.04.01 Биология**

Направленность (профиль) подготовки:  
**Фундаментальная и прикладная биология**

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Магистр**

Год приема  
**2025**

СОГЛАСОВАНО:  
Руководитель ОП  
А.В. Симакова

Председатель УМК  
А.Л. Борисенко

Томск – 2025

## **1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами**

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 Способен 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. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания**

Элементы текущего контроля:

- тесты;
- семинары;
- доклады;
- презентации;
- творческие задания;

### **Пример тестов (ИОПК-1.1, ИОПК -1.2.)**

Вопрос 1. Для каких компонентов мембранны характерны следующие кооперативные процессы? (найти соответствие):

А) Главный фазовый переход	1) для белков
Б) Эффект дальнодействия	2) для липидов
В) Кластерная организация	3) для белков

Ключ: А -2, Б -1, В – 3

Вопрос 2. Какие факторы облегчают отвердевание бислоя? (выберите несколько правильных ответов)

- А) Увеличение концентрации кальция
- Б) Уменьшение концентрации кальция
- В) Внешнее давление
- Г) Снижение температуры
- Д) Повышение температуры

Ключ: А,В,Д

Критерии оценивания: тест считается пройденным, если обучающий ответил правильно как минимум на две трети вопросов.

## **Примеры 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 мембранные. 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 газотрансмиттерами.

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.

Темы докладов магистранты выбирают самостоятельно и согласуют их с преподавателем. При выборе тем студенты ориентируются с планами семинаров, представленными в рабочей программе дисциплины. При оценивании доклада учитываются:

1. Полнота освещения вопроса;
2. Использование источников последних лет, включая статьи в периодических научных изданиях;
3. Свободное владение материалом;
4. Умение ответить на вопросы.

Доклады оцениваются по уровням «зачтено»/ «не зачтено». Каждому студенту необходимо подготовить не менее 2-х докладов в течение семестра.

При оценивании презентации магистрантов учитываются:

1. Наглядность (расстановление акцентов на слайде, отсутствие перегруженности слайда информацией и т.п.);
2. Соответствие представленной информации на слайде тексту доклада;
3. Свободное владение материалом, способность привязывать текст доклада к иллюстрациям на слайде.

Презентации оцениваются по уровням «зачтено»/ «не зачтено».

Примерная тематика докладов и презентаций к семинару № 10 «Современные прикладные вопросы биофизики мембран»:

1. Организация и функционирование ферментативной системы микросомального 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 мембранны.
8. Генераторы ионных токов через мембранны и их роль в формировании электрической активности нервных клеток.
9. Термодинамическая оценка работы  $\text{Na},\text{K}$ -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.

**Пример творческого задания:**

Необходимо нарисовать на листе А3 подробную схему строения и функционирования F0F1 комплекса на мемbrane митохондрии. Схема должна быть креативной, цветной. Возможно рисунок сделать объемным. Лист с заданием подписать, сфотографировать и прикрепить рисунок к заданию в Электронном курсе <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=25719>.

**3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания**

Экзаменационный билет состоит из трех частей.

Первая часть представляет собой тесты, проверяющие ИПК-1.1. Ответы на вопросы первой части даются путем выбора из списка предложенных.

Вторая часть содержит один вопрос, проверяющий ИОПК-1.1. Ответ на вопрос второй частидается письменно в развернутой форме.

Третья часть содержит вопрос, проверяющий ИОПК-1.2. Ответ на вопрос третьей частидается устно и предполагает поиск современных биофизических методов для решения отдельных биофизических задач.

**Примерный перечень теоретических вопросов для экзамена:**

1. Биомембранны - универсальные компоненты живых систем. Основные функции биомембранны и их основные типы.
2. Закономерность появление биомембранны в процессе эволюции живой природы.
3. Краткая историческая справка биофизического исследования биомембранны. Проблемы и перспективы.
4. Развитие представлений о структурной организации биомембранны. Липиды биомембранны, их основные типы. Роль холестерола в организации и функционировании мембранны.
5. Активные формы кислорода, природа их возникновения и биологическая роль. Перекисное окисление липидов в мембранных. Антиоксиданты. Мембранные белки, их типы, локализация и выполняемые функции. Белок-липидные взаимодействия в биомембранных.
6. Методы исследования молекулярной динамики в биомембранных. Электронная структура углеводородов. Поворотная изомерия макромолекул. Вращательная подвижность жирнокислотных остатков липидов.

7. Кооперативные свойства молекулярных систем, модель Изинга. Эфекты дальнодействия 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. Мембранные 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-сингтетаз.
16. Феноменология транспорта белков, движущие силы переноса. Автономный и облегчённый 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.

#### Пример тестов

Вопрос 1. Для каких компонентов мембранные характерны следующие кооперативные процессы? (найти соответствие):

- А) Главный фазовый переход 1) для белков
- Б) Эффект дальнодействия 2) для липидов
- В) Кластерная организация 3) для белков

Ключ: А -2, Б -1, В – 3

Вопрос 2. Какие факторы облегчают отвердевание бислоя? (выберите несколько правильных ответов)

- А) Увеличение концентрации кальция
- Б) Уменьшение концентрации кальция
- В) Внешнее давление
- Г) Снижение температуры
- Д) Повышение температуры

Ключ: А,В,Д

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

**«Неудовлетворительно»** - студент имеет слабое представление о биофизических процессах в живых организмах, допускает грубые ошибки в ответе и при использовании специальной терминологии; тесты выполнил не верно, в течение учебного года занимался посредственно, на семинарских занятиях был пассивен, задания в Электронном курсе 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; тесты выполнил не верно, в течение учебного года занимался посредственно, на семинарских был недостаточно активен, задания в Электронном курсе 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; тесты выполнил верно, в течение учебного года студент полностью и успешно выполнил учебный план, активно работал на семинарских, задания в Электронном курсе выполнял с оценкой «4 балла»;

**«Отлично»** - студент владеет отличными знаниями о биофизических процессах в живых организмах, о биофизических методах изучения клеток, владеет специальной терминологией, тесты выполнил верно, 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 Электронном курсе получал в основном оценки «5 баллов».

#### **4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)**

**Пример тестов (ИОПК-1.1, ИОПК -1.2.)**

Вопрос 1. Для каких компонентов мембранны характерны следующие кооперативные процессы? (найти соответствие):

- А) Главный фазовый переход 1) для белков
- Б) Эффект дальнодействия 2) для липидов
- В) Кластерная организация 3) для белков

Ключ: А -2, Б -1, В – 3

Вопрос 2. Какие факторы облегчают отвердевание бислоя? (выберите несколько правильных ответов)

- А) Увеличение концентрации кальция
- Б) Уменьшение концентрации кальция
- В) Внешнее давление
- Г) Снижение температуры

Д) Повышение температуры

Ключ: А,В,Д

**Примеры теоретических вопросов (ИОПК-1.1):**

Вопрос 1. Структурная организация биомембран.

Ответ должен содержать определение что такое биомембрана, дать перечень и характеристики всех компонентов, таких как: липиды и белки биомембран, их основные типы. Необходимо отдельно охарактеризовать роль холестерола в организации и функционировании мембран.

Вопрос 2. Цитоскелет клетки.

Ответ должен содержать информацию о локализации основных элементов и выполняемых ими функциях. Кроме того, необходимо охарактеризовать тесную взаимосвязь разных элементов цитоскелета с компонентами клетки и привести ТКЖМ-модель клеточной стенки.

**Примеры теоретических вопросов (ИПК-1.1)**

Вопрос 1. Назовите примеры газообразных сигнальных молекул, играющих роль в регуляции давления в организме, а так же приведите механизм этой регуляции.

Ответ должен содержать информацию о роли окиси азота в регуляции физиологических функций. Образование окиси азота в клетках, и общую схему межклеточной сигнализации на основе окиси азота.

**Информация о разработчиках**

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