

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

по направлению подготовки

06.03.01 Биология

Направленность (профиль) подготовки:
Биология

Форма обучения
Очная

Квалификация
Бакалавр

Год приема
2025

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
В.В. Ярцев

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-2 Способен применять принципы структурно-функциональной организации, использовать физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-2.1 Демонстрирует понимание принципов структурно-функциональной организации живых систем

ИОПК-2.2 Использует физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания

2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания

Элементы текущего контроля:

- решение задач;
- устный опрос

ИОПК-2.1 Демонстрирует понимание принципов структурно-функциональной организации живых систем

Задачи:

1. При повышении температуры на 10 °С скорость ферментативной реакции увеличивается в 2 раза. Рассчитайте энергию активации, если в начале она протекает при температуре 300 К.

2. При какой температуре находилось 2 моля воды если при ее нагревании до 100 °С произошло увеличение энтропии на 23,5 Дж/моль*К?

3. Какая сила необходима для разворачивания молекулы белка из 100 аминокислотных остатков из нативного состояния в линейную цепь, если разница энергии составляла 10 ккал/моль?

4. Какой максимальный концентрационный градиент ионов Ca^{++} может быть достигнут при его активном выкачивании из клетки? На сколько эта величина сравнима с реальными концентрациями в мышечных клетках млекопитающих?

Задачи решаются с помощью уравнений и формул, излагаемых студентам в материалах лекций, которые студенты должны знать и уметь использовать на практических занятиях.

Критерии оценивания. Задачи оцениваются по 5 балльной системе.

5 баллов – задача решена правильно

4 балла – при решении задачи допущены неточности

3 балла – ответ неверный, хотя ход решения правильный

2 балла – задача не решена

ИОПК-2.2 Использует физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания

Компетенции проверяются при проведении коллоквиумов.

Коллоквиум 1:

1. Кинетика биологических процессов.

Вопросы:

1. Модели динамики популяции
2. Типы особых точек и типы динамического поведения систем.
3. Экспериментальное определение величины энергии активации.

2. Термодинамика биологических процессов

Вопросы:

1. Применение I и II законов термодинамики в анализе биологических систем.
2. Распределенные биологические системы. Модель Тьюринга.
3. Природа гидрофобного взаимодействия, роль воды в формировании сил гидрофобного равновесия.

3. Биомембраны, мембранный транспорт.

Вопросы:

1. Перенос веществ по механизму простой и облегченной диффузии.
2. Общая структура ионных каналов биомембран.
3. Механизм проведения возбуждения по мякотным и безмякотным нервным волокнам.

4. Основы биоэнергетики, биофизика рецепторов.

Вопросы:

1. Энергопреобразующие мембраны. Окислительное фосфорилирование в митохондриях.
2. Основные следствия хемиосмотической теории П. Митчела.
3. Механорецепция. Типы механорецепторов кожи
4. Клеточная рецепция молекулярных сигналов.

Критерии оценивания на коллоквиуме: учитывает теоретическую подготовку, выполнение всех шагов по получению правильного ответа, полноту ответа.

Оценка осуществляется по 4-х балльной системе:

2 балла – студент слабо подготовлен теоретически, не владеет основами о структуре и функциях организма, при изложении допускает грубые ошибки, не владеет специальной терминологией.

3 балла – студент слабо подготовлен теоретически, знания поверхностны, при использовании специальной терминологии допускает ошибки;

4 балла – студент хорошо подготовлен, устный ответ четко структурирован, последователен, при изложении материала и в использовании специальной терминологии допускаются отдельные ошибки;

5 баллов – студент хорошо подготовлен, устный ответ четко структурирован, последователен, хорошо владеет специальной терминологией.

Семинары проходят в форме обсуждения материалов и устного опроса. 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. Для подготовки к данному занятию студенты должны продемонстрировать анализ актуальной биологической проблемы, в том числе и с привлечением результатов собственных научных исследований по тематике магистерской диссертации.

Самостоятельная работа заключается в изучении вопросов, предлагаемых для самостоятельной работы, в подготовке к семинарским занятиям, особенно к занятиям инновационного характера (РКЧМП-технология, метод проектов, технология дебатов). При этом рекомендуется использовать не только учебную литературу, но и статьи в

научных изданиях, а также материалы собственных исследований в научной лаборатории, если они соответствуют теме семинара. Необходимо подготовить и использовать наглядные материалы в виде презентаций, анимации и т.д.

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

Экзамен с оценкой в первом семестре проводится в письменной форме по билетам. Билет содержит три теоретических вопроса. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

ИОПК-2.1 Демонстрирует понимание принципов структурно-функциональной организации живых систем

Примерный перечень теоретических вопросов

1. Простейшая модель ферментативного процесса (стационарная кинетика), вывод уравнения М-М.
2. Модели динамики популяций (Мальтуса, Ферхюльста, Вольтерра). Качественный анализ динамики открытых систем методом фазовой плоскости.
3. Типы особой точки и типы динамического поведения систем. Предельные циклы. Триггерные системы.
4. Экспериментальное определения величины энергии активации. Физический смысл членов интегрального уравнения Аррениуса. Теория абсолютных скоростей реакций Эйринга. Активированное состояние и активированные комплексы. Вывод уравнения Эйринга, смысл сомножителей уравнения.
5. II закон т.д. применительно к открытым системам (постулат Пригожина и уравнение Пригожина). II закон и развитие живых систем. Условие достижения стационарного состояния в открытых системах (теорема Пригожина).
6. Понятие диссипативных структур, условия их возникновения и поддержания. Моделирование диссипативных структур. Распределённые биологические системы, модель Тьюринга. Самоорганизация в биологических средах.
7. Силы внутримолекулярного взаимодействия, обеспечивающие организацию биополимеров. Природа гидрофобного взаимодействия, роль воды в нём.
8. Транспорт через биомембраны. Перенос веществ по механизмам простой и облегченной диффузии. Проницаемость и проводимость биомембран.
9. Вывод уравнения Нернста для определения равновесного ионного потенциала. Равновесие Доннана.
10. Ионные потоки через мембрану и их соотношение. Принцип независимости Уссинга. Потенциал покоя и потенциал действия, ионные механизмы, лежащие в их основе.
11. Описание ионных токов в модели Ходжкина-Хаксли. Активация и инактивация ионных каналов, воротные токи.
12. Окислительное фосфорилирование, локализация и структура цепей транспорта электронов. Механизм окислительного фосфорилирования в митохондриях с точки зрения хемиосмотической теории. Строение и функции векторной H^+ -АТФазы.
13. Термогенная функция митохондрий. Бактериородопсин как фотоэлектрический генератор, фотофосфорилирование у галобактерий.
14. Зрительные пигменты, фотопревращения родопсина, генерация фоторецепторных потенциалов. Механизм усиления световых сигналов.
15. Механорецепция, типы механорецепторов кожи. Терморецепция, типы рецепторов, ионный механизм формирования терморецепторных потенциалов.

16. Акустическая рецепция, механизм формирования рецепторного потенциала, кодирование звуковой информации.
17. Внешняя хеморецепция. Классификация запахов и механизм их восприятия. Восприятие вкусовых качеств, молекулярный механизм.
18. Клеточная рецепция молекулярных сигналов.
19. Молекулярная структура и механизм подвижности белковых компонентов сократительного аппарата скелетных мышц. Режимы сокращения мышц, скользящая модель сокращения Хаксли.

ИОПК-2.2 Использует физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания

Примерный перечень теоретических вопросов

20. Механические характеристики мышц. Стационарное уравнение Хилла. Термодинамические и мощностные характеристики мышц.
21. Квантовый механизм фотовозбуждения молекул и основные схемы дезактивации.
22. Биохемилюминесценция, примеры её реализации. Миграция энергии возбуждения.
23. Количественные оценки протекания фотохимических процессов, основные типы фотохимических превращений, характерных для биосистем.
24. Действие УФ-света на нуклеиновые кислоты, фотореактивания и фотозащита клеток. Влияние УФ-облучения на белки, липиды и биомембраны
25. Механизмы поглощения энергии рентгеновского излучения и гамма-излучения. Механизм поглощения энергии нейтронов и заряженных частиц.
27. Принцип попадания, концепция мишеней. Формализация одноударного действия. Зависимость биологического эффекта ионизирующей радиации от величины поглощенной дозы (одноударное и многоударное действие).
28. Репродуктивная и интерфазная гибель клеток, механизмы их формирования. Роль модифицирующих агентов в радиационном поражении. Радиопротекторы и радиосенсибилизаторы.
29. Сравнительная радиочувствительность организмов. Поражаемость организмов в зависимости от дозы облучения.

Примеры билетов к экзамену по дисциплине «Биофизика»

Дисциплина Биофизика

Билет №2

1. Термодинамика систем вдали от равновесного состояния. Принцип локального равновесия.
2. Модель Ходжкина-Хаксли для описания ионных токов через возбудимые мембраны. Активация, инактивация ионных каналов, воротные токи.
3. Миграция энергии возбуждения в молекулах биополимеров, механизмы миграции. Примеры миграции энергии фотовозбуждения в макромолекулах.

Дисциплина Биофизика

Билет № 6

1. Модели биологических процессов триггерного типа. Силовое и параметрическое переключение состояния систем.
2. Структура воды и её роль в реализации гидрофобного взаимодействия в биологических структурах.

3. Клеточная рецепция молекул биологически активных соединений.

Оценка устного ответа (итоговый экзамен)

Определяется как среднее арифметическое оценок, полученных в период изучения курса (выставляются за семестр и учитывают оценки, полученные на практических занятиях, при выполнении контрольных работ и на коллоквиумах) и оценки за устный ответ на экзамене.

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

«Неудовлетворительно» - студент имеет слабое представление о структуре и функциях организма, не знает механизмов регуляции физиологических функций, допускает грубые ошибки в ответе и при использовании специальной терминологии; в течение учебного года занимался посредственно, на семинарских и практических занятиях был пассивен, задачи и коллоквиумы выполнял в основном с оценкой «2» или «3 балла».

«Удовлетворительно» - студент владеет лишь поверхностными знаниями о структуре и функциях организма, слабо представляет механизмы гомеостатической регуляции функций, слабо владеет специальной терминологией; в течение учебного года занимался посредственно, на семинарских и практических занятиях был недостаточно активен, задачи и коллоквиумы выполнял в основном с оценкой «3 балла».

«Хорошо» - студент владеет хорошими знаниями о структуре и функциях организма, имеет четкое представление о механизмах гомеостатической регуляции функций, владеет специальной терминологией, но при ответе на вопросы билета допускает незначительные ошибки; в течение учебного года студент полностью и успешно выполнил учебный план, активно работал на семинарских и практических занятиях, при выполнении задач получал в основном «4 балла»;

«Отлично» - студент владеет отличными знаниями о структуре и функциях организма, имеет четкое представление о механизмах гомеостатической регуляции функций, 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 и практических занятиях, при выполнении задач получал в основном «5 баллов».

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

ИОПК-2.1 Демонстрирует понимание принципов структурно-функциональной организации живых систем

Теоретические вопросы:

1. Силы и потоки в открытых системах. Линейное соотношение между силами и потоками. *Ответ должен содержать понимание сил и потоков в биологических системах, их количественное соотношение и примеры реализации в биологических процессах.*
2. Понятие электрохимического потенциала. Вывод уравнения Нернста для равновесного мембранного потенциала. *Ответ должен содержать определение электрохимического потенциала, вывод уравнения Нернста и условия его реализации.*
3. Терморецепция, ионный механизм формирования терморецепторных потенциалов. *Ответ должен содержать перечни основных терморецепторов кожи и иллюстрацию формирования терморецепторного потенциала в холодных и теплых клетках.*
4. Какие два вспомогательных белка играют определяющую роль в Ca^{++} зависимой регуляции сокращения скелетных мышц? *Ответ должен*

содержать информацию о тропонине и тропомиозине, обеспечивающих появление места связывания головки миозина на актиновом волокне для жесткого связывания, обеспечивающего гидролиз АТФ.

ИОПК-2.2 Использует физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания

Теоретические вопросы:

1. Основные законы поглощения света растворами биомакромолекул. *Ответ должен содержать изложение 4х основных закономерностей, касающихся изменения оптической плотности раствора от концентраций веществ, интенсивности падающего света, длины волны света и особенностей реализации этих законов применительно к клеточным суспензиям.*
2. Биохемилюминесценция. *Ответ должен содержать определение феномена, объекты обладающие биохемилюминесценцией, основные типы, дать определение люциферинов и люцифераз, проиллюстрировать примером.*
3. Репродуктивная и интерфазная гибель клеток. *Ответ должен содержать определение указанных типов гибели клеток и механизмы их формирования, условия радиационного воздействия, способствующие их формированию, возможность репарации.*

Задачи:

1. Чему равен молярный коэффициент экстинкции, если при прохождении света через раствор с концентрацией вещества 0,5 Моля в кювете толщиной 0,3 см интенсивность света уменьшилась в 10 раз? *Ответ должен содержать определение понятий графическую иллюстрацию измерения световых потоков на основе чего рассчитывается молярный коэффициент экстинкции.*
2. Спектр фотобиологического действия для эритемы кожи не совпадает со спектром поглощения биополимера, ответственного за эту фотофизиологическую реакцию. Изложите механизм данного феномена. *Ответ должен содержать определение понятий «спектр действия», «спектр поглощения», «эритема кожи». Для чего проводится сопоставление спектров и почему спектры могут не совпадать.*
3. Тело массой 60 кг в течение 6 часов поглощает энергию ионизирующего излучения величиной 1 Дж. Рассчитать величину поглощённой дозы излучения и мощность поглощённой дозы. *Ответ должен содержать определение понятий «поглощённая доза» и «мощность поглощённой дозы», знание формул для расчёта и размерности получаемых величин.*

Информация о разработчиках

Большаков Михаил Алексеевич, доктор биологических наук, профессор, кафедра физиологии человека и животных БИ НИ ТГУ, профессор