

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 Биологического института
Д.С. Воробьев

Оценочные материалы по дисциплине

Биоэнергетика

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 «Биоэнергетика» 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

- ПК-1 - Способен участвовать в исследовании биологических систем и их компонентов, планировать этапы научного исследования, проводить исследования по разработанным программам и методикам, оптимизировать методики под конкретные задачи.

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.

ИПК-1.1 - Применяет полевые и лабораторные методы исследования биологических объектов с использованием современной аппаратуры и оборудования в соответствии с поставленными задачами.

2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания

Элементы текущего контроля:

- тесты;
- устные ответы на вопросы в рамках семинара;
- доклады.

Текущий контроль считается пройден, если студент набрал 85% от максимально возможной суммы баллов.

ИОПК-2.1.

Тест

1. В цикле трикарбоновых кислот не участвует фермент:

- А) аконитаза
- Б) транскетолаза
- В) сукцинатдегидрогеназа
- Г) фумараза
- Д) малатдегидрогеназа

2. В отсутствие окислительного фосфорилирования выход АТФ в цикле Кребса составляет (число молекул на 1 оборот цикла):

- А) 0 Б) 1 В) 2 Г) 3 Д) 12

Ключи: 1- д, 2 – б.

Критерии оценивания: полностью правильный ответ на вопрос оценивается в 2 балла. Частично правильный ответ на вопрос (выбраны не все правильные варианты, выбраны, кроме правильных, неверные варианты) оценивается в 1 балл. Полностью неверный ответ оценивается в 0 баллов.

ИОПК-2.2.

1. Задание – подготовка доклада по теме «Иерархия биоэнергетических процессов». Дать характеристику всем звеньям трофической и энергетической структуре

экосистемы. Охарактеризовать перемещение энергии и вещества по пищевым цепям. Доклад длительностью до 10 минут. Представление доклада включает презентацию. Критерии оценивания: выполнение задания оценивается в 5 баллов

2. Задание-эссе по теме Иерархия биоэнергетических процессов: Привести примеры таких пищевых цепей (по континентам, по климатическим зонам, по разному количеству звеньев и пр.). Разместите описание примеров в отдельной теме в курсе iDO <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=1601>. Критерии оценивания: выполнение задания оценивается в 5 баллов.

3. Типовые вопросы для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине «Биоэнергетика». Обсуждение вопросов проходит в форме доклада, презентации. При подготовке 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. Список типовых вопросов:

1. Иерархия биоэнергетических процессов. Виды энергии. Трофическая структура экосистемы. Перемещение вещества по пищевым цепям. Перемещение энергии по пищевым цепям. Цепи выедания и детритные цепи. Пирамиды энергии в экологических системах. Понятие валовой и чистой первичной продуктивности.

2. Энергетика целого организма Общие черты и разница анаболизма и катаболизма. Понятия ассимиляции и диссимиляции. Механизмы регуляции метаболизма. Уровни взаимосвязи между катаболизмом и анаболизмом. Основные этапы распада углеводов, белков и жиров.

3. Основы термодинамики неравновесных процессов Понятия термодинамической системы, термодинамического равновесия. Внутренняя энергия системы. Формы передачи энергии в живых системах. Свободная энергия живых систем и её свойства. Типы химической связи. Энергия активации образования и разрыва слабых химических связей. Откуда берется свободная энергия в биологических системах и как с ее помощью совершается работа? Сопряженные процессы. Условия сопряжения химических реакций.

4. Законы биоэнергетики Разнообразие путей превращения энергии в живых клетках. Законы биоэнергетики. Отличия энергетики растительной клетки от энергетики животной клетки.

5. Центральная роль адениловой системы в энергетике клеток. Роль АТФ в клеточной энергетике. Строение молекулы АТФ. Основные «статьи расходов» АТФ в клетке. Макроэргические соединения. Структура и представители. Низкоэнергетические фосфат-органические соединения. Принцип общего промежуточного продукта. Два важных способа синтеза АТФ, которые реализуются по всех клетках. Классификация ферментов.

6. Энергетический метаболизм животной клетки. Этапы энергетического обмена. Аэробные и анаэробные пути получения энергии. Последовательность подключения механизмов анаэробного и аэробного энергообразования у животных. Масштабы работы электронтранспортной цепи и АТФ-синтазы митохондрий

7. Гликолиз. Стадии гликолиза. Лимитирующие гликолиз условия. Последовательность участия ферментов в реакциях гликолиза. Особенности протекания гликолиза в клетках в присутствии кислорода и в его отсутствие. Энергетический выход гликолиза

8. Цикл трикарбоновых кислот, глиоксилатный цикл, гексозомонофосфатный шунт. Цикл трикарбоновых кислот. Его функции в клетках. Глиоксилатный цикл. Отличия от ЦТК. Его функции в клетках. Функции гексозомонофосфатного шунта в клетках.

9. Дыхательная цепь митохондрий, теория хемиосмотического сопряжения. Общее понятие о строении и функционировании дыхательной цепи. Характеристика компонентов дыхательной цепи: комплекс I и комплекс II, комплекс III и комплекс IV, убихинон и цитохром C. Схема последовательных окислительно-восстановительных реакций при переносе электронов и протонов с участием промежуточных переносчиков. Особенности строения электронтранспортных цепей бактерий. Сопряженные окислительно-восстановительные пары в ЭТЦ. Окислительно-восстановительный потенциал компонентов дыхательной цепи. Изменение стандартной свободной энергии в реакции, связанной с переносом электронов. Направление потока электронов и энергетические соотношения в дыхательной цепи. Вещества, подавляющие окислительное фосфорилирование. Специфические ингибиторы, блокирующие определенные этапы дыхательной цепи. Величины, характеризующие эффективность окислительного фосфорилирования. Акцепторный контроль дыхания. Строение комплекса F₀F₁ и образование АТФ. Основные положения хемиосмотической теории сопряжения. Экспериментальные доказательства хемиосмотической теории сопряжения. Синтетические ионы. Особенности процесса окислительного фосфорилирования свидетельствующие в пользу хемиосмотической гипотезы. Альтернативное использование энергии протонного градиента. Митохондрии и старение организма.

10. Биохемилюминесценция. Понятие биолуминесценция. Процессы, лежащие в основе биолуминесценции. Люциферины и люциферазы разных организмов. Белок GFP, его особенности функционирования и перспективы использования. Роль биохемилюминесценции в реализации биологических функций.

11. Структура воды в биологических системах, Солитоны. Коллективные процессы. Солитон. Потребление и преобразование энергии посредством солитона. Понятие молекулярной ячейки. Отличия живой и неживой молекулярных ячеек. Фрактал. Принцип единства целого при свободе частей. Концепция молекулярной ячейки как основной единицы живого.

12. Дискуссионные вопросы современной биоэнергетики

Критерии оценки:

- полнота и релевантность поиска научной информации (использование различных источников данных).
- качество анализа полученных данных.
- обоснованность выводов (аргументация полученных результатов данными из научных источников).
- ясность и структурированность изложения (логичность построения анализа, правильное цитирование источников).

Правильный ответ должен включать в себя краткий анализ (не более 10000 знаков) изученности вопроса превращения энергии в живых системах. В заключении должны быть сформулированы выводы о роли конкретного этапа превращения энергии в энергетике конкретного организма.

1. Творческое задание по теме основы энергетики животной клетки: составить сводную схему перемещения и превращения энергии и вещества начиная от организменного уровня до субклеточного. Критерии оценивания: выполненное задание по приведенной матрице оценивается максимум в 5 баллов, оценка зачитывается при наличии оценивания студентом работы одноклассника.

Критерий	Пункты		
Четко сформулирована собственная оригинальная схема	Схема взята из интернета 0 баллов	На неоригинальную схему добавлены правки 1 балл	Схема полностью оригинальна 2 балла
Внутреннее смысловое единство, соответствие теме	Схема не верна 0 баллов		Схема соответствует реальным процессам превращения энергии в клетке 1 балл
Соблюдены правила орфографической, пунктуационной, стилистической культуры	Не соблюдены 0 баллов		В целом соблюдены 1 балл
Соблюдены требования к полноте схемы	На схеме больше 10 элементов 0 баллов		На схеме менее 5 элементов 1 балл

Примеры творческих заданий:

Необходимо нарисовать на листе А3 схему превращения энергии в клетках и митохондриях млекопитающих. Схема должна быть креативной, цветной. Возможно рисунок сделать объемным. Лист с заданием подписать, сфотографировать и прикрепить рисунок к заданию в iDO.

Методические указания для подготовки и требования к материалам:

- Доклад должен соответствовать следующим требованиям:
 - Объем до 30 страниц формата А4, границы – 2 см со всех сторон.
 - Шрифт - Times New Roman, 12-14 кеглей.
 Образец:
- Устный доклад должен строго соответствовать выбранной теме. Регламент для устного сообщения – 20 минут. Для ответа на вопросы отводится 10 минут. Оценивается согласно критериям, указанным в таблице пункта 4.1.
- Презентация должна быть наглядной, иллюстрировать основные положения доклада, легко доступной для восприятия. Оценивается согласно критериям, указанным в таблице пункта 4.1.
- Последний слайд презентации должен содержать ссылки на использованные источники (не менее 10).

Оценку «не зачтено» за семинарское занятие студент получает если: не представлен доклад, не представлена презентация, тема доклада не раскрыта и студент не сумел ответить на вопросы, презентация не соответствует докладу. Оценку «зачтено» за семинарское занятие студент получает если: представлен доклад, представлена презентация, хорошо раскрыта тема, правильные ответы на вопросы.

Для закрепления материалов лекций студенты решают тесты в iDO <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=1601>. Тест получает оценку «зачтено», если он выполнен правильно не менее чем на 90%.

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

Промежуточная аттестация в форме зачета проводится в восьмом семестре на основе суммы баллов, которые студент получил за выполнение всех заданий и тестов. Если студент сдал тесты и выполнил задания на общую сумму баллов, равную 85 % от максимально возможной суммы баллов, то он получает зачет:

Компетенция	Индикатор компетенции	Не зачтено	Зачтено
ОПК-2	ИОПК-2.1.	Менее 50 баллов	50 балла и выше
	ИОПК-2.2.	Менее 50 баллов	50 балла и выше
ПК-1	ИПК-1.1.	Менее 100 баллов	100 балла и выше
Итого		Менее 200 баллов	200 баллов и выше

Если набрано меньше 85 % баллов от максимально возможной суммы, то студент сдает устный зачет по билетам. Каждый билет содержит 2 теоретических вопроса из перечня:

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

1. Определение понятий биосфера, биологическая жизнь, живое вещество
2. Пирамиды энергии в экологических системах
3. Специфика живого вещества. Основные функции живого вещества
4. Трофическая структура экосистемы
5. Перемещение энергии по пищевым цепям Цепи выедания и детритные цепи
6. Понятие валовой и чистой первичной продуктивности
7. Откуда берется свободная энергия в биологических системах и как с ее помощью совершается работа?

8. Типы химической связи. Энергия активации образования и разрыва слабых химических связей

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

9. Уровни взаимосвязи между катаболизмом и анаболизмом Общие черты и разница анаболизма и катаболизма

10. Сопряженные процессы. Условия сопряжения химических реакций
11. Свободная энергия живых систем и её свойства
12. Основные этапы распада углеводов, белков и жиров
13. Механизмы регуляции метаболизма
14. Внутренняя энергия системы. Формы передачи энергии в живых системах
15. Протонный и натриевый потенциалы
16. Разнообразие путей превращения энергии в живых клетках
17. Роль АТФ в клеточной энергетике. Строение молекулы АТФ

ИПК-1.1 - Применяет полевые и лабораторные методы исследования биологических объектов с использованием современной аппаратуры и оборудования в соответствии с поставленными задачами.

18. Первый закон биоэнергетики
 19. Второй закон биоэнергетики
 20. Третий закон биоэнергетики
 21. Основные «статьи расходов» АТФ в клетке
 22. Макроэргические соединения. Структура и представители. Низкоэнергетические фосфат-органические соединения
 23. Отличия энергетики растительной клетки от энергетики животной клетки
 24. Этапы энергетического обмена
 25. Последовательность подключения механизмов анаэробного и аэробного энергообразования у животных
 26. Биологическое значение процесса гликолиза. Суммарное уравнение
 27. Аэробные и анаэробные пути получения энергии
 28. Стадии гликолиза. Последовательность участия ферментов в реакциях гликолиза
 29. Лимитирующие гликолиз условия
 30. Глиоксилатный цикл; его функции. Отличия от ЦТК.
 31. Цикл трикарбоновых кислот. Его функции в клетках
 32. Функции гексозомонофосфатного шунта в клетках
 33. Масштабы работы электронтранспортной цепи и АТФ-синтазы митохондрий
 34. Окислительное фосфорилирование. Суть и смысл этого процесса
 35. Особенности протекания гликолиза в клетках в присутствии и отсутствии кислорода
 36. Принцип общего промежуточного продукта
 37. Способы образования АТФ в клетках
 38. Электронтранспортная цепь митохондрий строение и функции
 39. Классификация ферментов
 40. Перенос электронов по дыхательной цепи и окислительное фосфорилирование
 41. Ингибиторы, блокирующие перенос электронов в дыхательной цепи.
- Гидравлическая модель дыхательной цепи
42. Хемииосмотическая теория Питера Митчелла.
 43. Высвечивание энергии окислительно-восстановительных реакций в виде биолюминесцентного излучения
 44. Общие представления об АФК
 45. Антиоксидантная защита клеток.
 46. Митохондрии и старение организма

Критерии оценивания: результаты определяются оценками «зачтено», «не зачтено». Оценка «зачтено» выставляется, если даны исчерпывающие ответы на оба вопроса в билете. Оценка «не зачтено» выставляется, если студент не может дать ответ на оба вопроса в билете.

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

Тесты для проверки ИОПК-2.1. ИОПК-2.2.

1. В цикле трикарбоновых кислот не участвует фермент:
А) аконитаза
Б) транскетолаза

- В) сукцинатдегидрогеназа
- Г) фумараза
- Д) малатдегидрогеназа

Ключ: 1 – д

2. В отсутствие окислительного фосфорилирования выход АТФ в цикле Кребса составляет (число молекул на 1 оборот цикла):

- А) 0
- Б) 1
- В) 2
- Г) 3
- Д) 12

Ключ: 2 – Б

3. Скорость цикла Кребса регулируется аллостерическими ферментами - цитратсинтазой и изоцитратдегидрогеназой?

- А) Да
- Б) Нет

Ключ: 3 – А

4. Сукцинил-КоА является макроэргическим соединением?

- А) Да
- Б) Нет

Ключ 4 – А

Тесты для проверки ИПК-1.1

1. Положительный баланс цикла Кребса составляют 15 молекул АТФ?

- А) Да
- Б) Нет

Ключ: 5 – Б

Информация о разработчиках

Жаркова Любовь Петровна, кандидат биологических наук, каф. Физиологии человека и животных.