

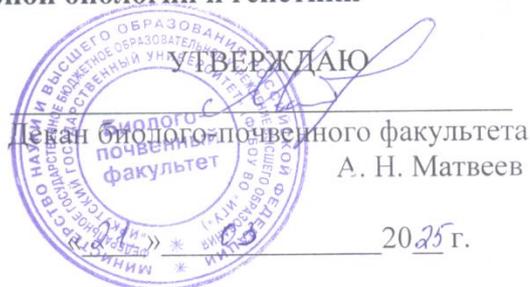


МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра биохимии, молекулярной биологии и генетики



Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины: Б1.В.ДВ.1.2 «ЭВОЛЮЦИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ»

Направление подготовки: 06.04.01 «Биология»

Направленность (профиль) подготовки: «Биохимия и молекулярная биология»

Квалификация выпускника: Магистр

Форма обучения: очная с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Согласовано с УМК биолого-почвенного факультета

Протокол № 5 от «24» 03 2025г.

Председатель А. Н. Матвеев

Рекомендовано кафедрой:

Протокол № 8

От «06» 03 2025г.

Зав. кафедрой С. В. Осипова

Иркутск 2025 г.

Содержание

	стр.
I. Цель и задачи дисциплины	3
II. Место дисциплины в структуре ОПОП	3
III. Требования к результатам освоения дисциплины	3
IV. Содержание и структура дисциплины	5
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов	5
4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	7
4.3 Содержание учебного материала	11
4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	12
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов	12
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	14
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)	16
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	16
а) перечень литературы	16
б) периодические издания	16
в) список авторских методических разработок	16
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы.....	16
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины	16
6.1. Учебно-лабораторное оборудование	16
6.2. Программное обеспечение	18
6.3. Технические и электронные средства обучения	18
VII. Образовательные технологии	18
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации	20

I. Цель и задачи дисциплины:

Цель: формирование целостной системы знаний об эволюции энергетических систем.

Задачи:

- сформировать у студентов знания об эволюции биоэнергетических механизмов внутриклеточного дыхания;
- сформировать представления об особенностях строения мембранного АТФ-синтазного комплекса у организмов-представителей разных таксономических групп;
- дать студентам представление об усложнении систем биоэнергетики в ходе эволюционного развития от предковых до современных форм организмов разного уровня сложности;
- сформировать знания об особенностях строения и функционирования дыхательной цепи митохондрий животных и растений, обусловленных эволюционными путями происхождения этих групп организмов;
- сформировать представление об альтернативным протонному мембранном электрохимическом потенциале ионов натрия морских бактерий, используемом в качестве источника для синтеза АТФ;
- сформировать знания о дополнительных к энергетическим функциям митохондрий высших эукариот (участие в апоптозе и фенотозе, участие в синтезе кортикостероидов в надпочечниках; участие митохондрий бурого жира в теплопродукции и др.)
- сформировать представление о роли фотофосфорилирования в хлоропластах в снабжении клеток энергией и жизненно важными метаболитами;
- сформировать знания о структуре митогеномов, отражающей эволюцию представителей разных эволюционных линий эукариот;

II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

2.1. Учебная дисциплина Б1.В.6 «Эволюция энергетических систем» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: «Методы молекулярно-биологических исследований», «Молекулярная биология нуклеиновых кислот».

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: «Молекулярные механизмы фотосинтеза», «Биоэнергетика клетки», выполнение ВКР.

III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенции в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки 06.04.01 «Биология», профиль «Биохимия и молекулярная биология»:

ПК-1: Способен творчески использовать в научной деятельности теоретические знания и современные методологические подходы биохимии, молекулярной биологии и генетики.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
<p><i>ПК-1</i> Способен творчески использовать в научной деятельности теоретические знания и современные методологические подходы биохимии, молекулярной биологии и генетики</p>	<p align="center"><i>ИДК ПК 1.1</i></p> <p>Знает теоретические основы и методологические подходы биохимии, молекулярной биологии и генетики</p>	<p>Знать: основные принципы биоэнергетики клетки у представителей животного и растительного мира; эволюционные изменения процессов окислительного фосфорилирования и фотосинтеза у организмов разных эволюционных линий. Уметь: использовать полученные теоретические знания для расширения своего кругозора, освоения последующих дисциплин профиля и совершенствования общей профессиональной подготовки. Владеть: терминологией, используемой в данном разделе клеточной биологии, биохимии и молекулярной биологии.</p>
	<p align="center"><i>ИДК ПК 1.2</i></p> <p>Умеет творчески использовать теоретические знания и современные методологические подходы для формулировки задач нового исследования в области биохимии, молекулярной биологии и генетики</p>	<p>Знать: основные методы биохимии, молекулярной биологии и молекулярной генетики, необходимые для изучения проблем эволюции биоэнергетических механизмов. Уметь: творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных дисциплин магистерской программы. Владеть: навыками решения задач по отдельным темам дисциплины.</p>

IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часов, в том числе 1 зачетная единица, 36 часов на экзамен.

Из них реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий __ часов.

Из них ____ часов – практическая подготовка

Форма промежуточной аттестации: зачет.

4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/п	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Форма текущего контроля успеваемости/ Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа	
					Лекция	Семинар/ Практическое, лабораторное занятие/	Консультация		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Тема 1. Введение. Эндосимбиотическая гипотеза происхождения ДНК-содержащих органелл эукариот	1	4		-	2	-	2	Устный опрос
2	Тема 2. Происхождение митохондрий в результате превращения эндосимбиотической бактерии в органеллу. Монофилетическое происхождение митохондрий у разных царств эукариот.	1	4		-	2	-	2	Устный опрос
3	Тема 3. Приобретение АТФ/АДР переносчика	1	4		-	2	-	2	Устный опрос

	как ключевое событие в возникновении митохондрий								
4	Тема 4. Различия структурно-функциональной организации митохондрий, обусловленные видовой, тканевой и органной принадлежностью органелл	1	3		-	2	-	1	Устный опрос
5	Тема 5. Происхождение хлоропластов. Древние цианобактерии как вероятные предшественники хлоропластов. Полифилетическое происхождение хлоропластов.	1	3		-	2	-	1	Устный опрос
6	Тема 6. Эволюция геномов митохондрий дрожжей, растений и животных. Митохондриальная ДНК как генетический маркер	1	4		-	2	-	2	Устный опрос
7	Тема 7. Взаимоотношения системы окислительного фосфорилирования и генетической системы митохондрий.	1	4		-	2	-	2	Устный опрос
8	Тема 8. Эндосимбиогенез. Ко-эволюция митохондрий и хлоропластов. Взаимодействия митохондрий и хлоропластов при фотосинтезе.	1	3		-	2	-	1	Устный опрос
9	Тема 9. Горизонтальный перенос генов в митохондрии. Роль в эволюции геномов.	1	4		-	2	-	2	Устный опрос
10	Тема 10. Кислород и эволюция организмов. Роль систем биологического окисления в онтогенезе и филогенезе.	1	4		-	2	-	2	Устный опрос

4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
1	Тема 1. Введение. Эндосимбиотическая гипотеза происхождения ДНК-содержащих органелл эукариот.	Самостоятельное изучение тем: Анцестральные признаки современных митохондрий. Значение сходства отдельных признаков митохондрий и прокариот в фундаментальных и прикладных исследованиях.	1	1	Устный опрос	
1	Тема 2. Происхождение митохондрий в результате превращения эндосимбиотической бактерии в органеллу.	Самостоятельное изучение тем: Пиридинзависимые (анаэробные) дегидрогеназы, строение, субстраты, механизм действия, представители у прокариот и эукариот. Флавинзависимые (аэробные) дегидрогеназы, химическая структура, механизм действия, представители. Оксидазы и оксигеназы: эволюционное сходство и различия у прокариот и эукариот.	2	1	Устный опрос	a1 a2 a3 б1 б2
1	Тема 3. Приобретение АТФ/АДР переносчика как ключевое событие в возникновении митохондрий.	Самостоятельное изучение тем: Биохимическая природа переносчика. Роль АТФ/АДР переносчика у риккетсий. Эволюционное происхождение АТФ/АДР переносчика у митохондрий.	3	2	Устный опрос	a1 a2 a3 б1 б2

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
1	Тема 4. Различия структурно-функциональной организации митохондрий, обусловленные видовой, тканевой и органной принадлежностью органелл.	Самостоятельное изучение тем: Особенности химического состава и свойств наружной и внутренней митохондриальных мембран. Биогенез митохондрий в ходе жизненного цикла организма. Особенности функционирования генетического аппарата митохондрий при старении организма.	4	1	Устный опрос	a1 a2 a3 б1 б2
1	Тема 5. Эволюция геномов митохондрий дрожжей, растений и животных. Митохондриальная ДНК как генетический маркер.	Самостоятельное изучение тем: Гены основных комплексов ЭТЦ: НАДН-дегидрогеназы (комплекс I), сукцинатдегидрогеназы (комплекс II), цитохром <i>b-c₁</i> комплекс (комплекс III) и цитохромоксидазы (комплекс IV). Суперкомплексы и их стехиометрия.	5	1	Устный опрос	a1 a2 a3
	Тема 6. Происхождение хлоропластов	Самостоятельное изучение тем: Виды пластид. Полифилетическое происхождение хлоропластов.	6	1	Устный опрос	a1 a2 б1

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
1	Тема 7. Взаимоотношения системы окислительного фосфорилирования и генетической системы митохондрий.	Самостоятельное изучение тем: Транспорт белков в митохондрии. Импорт митохондриальных матричных белков. АТФ-синтетаза и ее роль в обеспечении протекания генетических процессов в митохондриях.	7	1	Устный опрос	a1 a2 a3 б1 б2
1	Тема 8. Эндосимбиогенез. Взаимодействия митохондрий и хлоропластов при фотосинтезе.	Самостоятельное изучение тем: Альтернативная цианидрезистентная оксидаза: структура, функции, принципы регуляции. Роль альтернативной оксидазы в оптимизации фотосинтеза.	8	2	Устный опрос	a1 a2 a3 б1 б2
1	Тема 9. Горизонтальный перенос генов в митохондрии. Роль в эволюции геномов.	Самостоятельное изучение тем: Виды внутриклеточного переноса ДНК в клетке (митохондрии – ядро, митохондрии – хлоропласты, хлоропласты-митохондрии, хлоропласты – ядро).	9	2	Устный опрос	a1 a2 a3 б1
1	Тема 10. Кислород и эволюция организмов. Роль систем биологического окисления в онтогенезе и филогенезе.	Самостоятельное изучение тем: Ретроградная регуляция – экспрессия ядерных генов под действием сигнала из митохондрий и хлоропластов.	10	2	Устный опрос	a1 a2 a3
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час) – 28						

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час)						

4.3 Содержание учебного материала

Тема 1. Введение. Эндосимбиотическая гипотеза происхождения ДНК-содержащих органелл эукариот

Теория симбиогенеза Линн Маргулис (1967 г). Слияние древних клеток археи и протеобактерии как уникальное эволюционное событие. Последний общий эволюционный предок эукариот. Открытие митохондрий. Методы изучения митохондрий. Изолированные митохондрии как модельная система в биохимии, молекулярной биологии и молекулярной генетике. Анцестральные признаки современных митохондрий. Значение сходства отдельных признаков митохондрий и прокариот в фундаментальных и прикладных исследованиях.

Тема 2. Происхождение митохондрий в результате превращения эндосимбиотической бактерии в органеллу. Монофилетическое происхождение митохондрий у разных царств эукариот.

Характеристика энерготрансформирующих механизмов у бактерий и представителей эукариот. Пиридинзависимые (анаэробные) дегидрогеназы, строение, субстраты, механизм действия, представители у прокариот и эукариот. Флавинзависимые (аэробные) дегидрогеназы, химическая структура, механизм действия, представители. Оксидазы и оксигеназы: эволюционное сходство и различия у прокариот и эукариот.

Тема 3. Приобретение АТФ/АДФ переносчика как ключевое событие в возникновении митохондрий

Фосфатный потенциал митохондрий и цитоплазмы. Открытие переносчика адениннуклеотидов в митохондрии. Роль ингибиторного анализа трансмембранного переноса АДФ и АТФ с помощью атрактилозида, карбоксиатрактилозида, бонгкрековой кислоты. Биохимическая природа переносчика. Роль АТФ/АДФ переносчика у риккетсий. Эволюционное происхождение АТФ/АДФ переносчика у митохондрий.

Тема 4. Различия структурно-функциональной организации митохондрий, обусловленные видовой, тканевой и органной принадлежностью органелл

Ультраструктура митохондрий. Особенности структурно-функциональной организации митохондрий печени, мозга, мышц. Особенности химического состава и свойств наружной и внутренней митохондриальных мембран. Биогенез митохондрий в ходе жизненного цикла организма. Особенности функционирования генетического аппарата митохондрий при старении организма.

Тема 5. Эволюция геномов митохондрий дрожжей, растений и животных. Митохондриальная ДНК как генетический маркер

Организация генов ядра и митохондрий, кодирующих белки-компоненты электронтранспортной цепи (ЭТЦ) дыхания митохондрий. Гены основных комплексов ЭТЦ: НАДН-дегидрогеназы (комплекс I), сукцинатдегидрогеназы (комплекс II), цитохром *b-c1* комплекс (комплекс III) и цитохромоксидазы (комплекс IV). Суперкомплексы и их стехиометрия.

Тема 6. Происхождение хлоропластов.

Древние цианобактерии как вероятные предшественники хлоропластов. Виды пластид. Полифилетическое происхождение хлоропластов.

Тема 7. Взаимоотношения системы окислительного фосфорилирования и генетической системы митохондрий

Внутренняя мембрана митохондрий и ее роль в снабжении генетической системы предшественниками синтеза РНК и ДНК. История вопроса. Системы синтеза ДНК, РНК и белка и их роль в функционировании системы окислительного фосфорилирования.

Транспорт белков в митохондрии. Импорт митохондриальных матриксных белков. АТФ-синтетаза и ее роль в обеспечении протекания генетических процессов в митохондриях.

Тема 8. Эндосимбиогенез. Ко-эволюция митохондрий и хлоропластов. Взаимодействия митохондрий и хлоропластов при фотосинтезе.

Основная терминальная оксидаза и альтернативная оксидаза митохондрий. Альтернативные пути окисления в митохондриях растений и их физиологическое значение. Альтернативные ротенон-нечувствительные НАД(Ф)Н-дегидрогеназы. Альтернативная цианидрезистентная оксидаза: структура, функции, принципы регуляции. Роль альтернативной оксидазы в оптимизации фотосинтеза.

Тема 9. Горизонтальный перенос генов в митохондрии. Роль в эволюции геномов.

Транспорт (импорт) ДНК в митохондрии как природный феномен. Мембранный механизм транспорта ДНК, возможное физиологическое значение. Виды внутриклеточного переноса ДНК в клетке (митохондрии – ядро, митохондрии – хлоропласты, хлоропласты-митохондрии, хлоропласты – ядро).

Тема 10. Кислород и эволюция организмов. Роль систем биологического окисления в онтогенезе и филогенезе.

Активные формы кислорода, роль митохондрий в их возникновении. Антиоксидантные системы митохондрий. Митоптоз и апоптоз. Ретроградная регуляция – экспрессия ядерных генов под действием сигналов из митохондрий и хлоропластов.

4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/н	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы)*
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7

4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1.	Тема 1. Введение. Эндосимбиотическая гипотеза происхождения ДНК-содержащих органелл эукариот.	Самостоятельное изучение тем: Значение сходства отдельных признаков митохондрий и прокариот в фундаментальных и прикладных исследованиях.	ПК-1	ИДК ПК 1.2

2.	Тема 2. Происхождение митохондрий в результате превращения эндосимбиотической бактерии в органеллу.	Самостоятельное изучение тем: Оксидазы и оксигеназы: эволюционное сходство и различия у прокариот и эукариот.	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i>
3.	Тема 3. Приобретение АТФ/АДФ переносчика как ключевое событие в возникновении митохондрий.	Самостоятельное изучение тем: Роль АТФ/АДФ переносчика у риккетсий. Эволюционное происхождение АТФ/АДФ переносчика у митохондрий.	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.2</i>
	Тема 4. Различия структурно-функциональной организации митохондрий, обусловленные видовой, тканевой и органной принадлежностью органелл.	Самостоятельное изучение тем: Биогенез митохондрий в ходе жизненного цикла организма. Особенности функционирования генетического аппарата митохондрий при старении организма.	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.2</i>
	Тема 5. Эволюция геномов митохондрий дрожжей, растений и животных.	Самостоятельное изучение тем: Суперкомплексы и их стехиометрия.	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i>
	Тема 6. Происхождение хлоропластов	Самостоятельное изучение тем: Виды пластид. Полифилетическое происхождение хлоропластов.	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.2</i>
	Тема 7. Взаимоотношения системы окислительного фосфорилирования и генетической системы митохондрий.	Самостоятельное изучение тем: Импорт митохондриальных матриксных белков. АТФ-синтаза и ее роль в обеспечении протекания генетических процессов в митохондриях.	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.2</i>
	Тема 8. Эндосимбиогенез. Взаимодействия митохондрий и хлоропластов при фотосинтезе.	Самостоятельное изучение тем: Альтернативная цианид-резистентная оксидаза: структура, функции, принципы регуляции. Роль	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.2</i>

		альтернативной оксидазы в оптимизации фотосинтеза.		
	Тема 9. Горизонтальный перенос генов в митохондриях. Роль в эволюции геномов.	Самостоятельное изучение тем: Виды внутриклеточного переноса ДНК в клетке (митохондриях – ядро, митохондриях – хлоропласты, хлоропласты- митохондриях, хлоропласты – ядро).	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.2</i>
	Тема 10. Кислород и эволюция организмов. Роль систем биологического окисления в онтогенезе и филогенезе.	Самостоятельное изучение тем: Ретроградная регуляция – экспрессия ядерных генов под действием сигналов из митохондрий и хлоропластов.	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.2</i>

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов является составной частью учебного процесса и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, зачетам и экзаменам.

Для организации самостоятельной работы по дисциплине «Эволюция энергетических систем» используются следующие формы самостоятельной учебной работы:

- Работа над конспектом лекции.
- Подбор, изучение, анализ рекомендованной литературы.
- Самостоятельное изучение отдельных тем, параграфов, не изложенных в лекции.
- Подготовка к практическому занятию состоит в теоретической подготовке и выполнении практических заданий (решение задач, ответы на вопросы и т.д.).
- Написание рефератов, подготовка докладов.
- Подготовка к тестированию.
- Подготовка к зачету.

Письменные работы. Для изучения тем, не изложенных в лекции, рекомендуется использовать основную и дополнительную литературу, а также источники, найденные при помощи информационно-справочных и поисковых систем. Для закрепления материала рекомендуется делать краткие конспекты по теме. В рамках дисциплины «Эволюция энергетических систем» также предусмотрено выполнение письменных работ, в которых студенты должны составить схему трофических отношений в различных микробных сообществах и схемы круговоротов ряда биогенных элементов (см. п. 4.3.2.). Качество выполненной работы оценивается в ходе обсуждения данных вопросов при проведении коллоквиума по соответствующей теме (см. п. 4.3.1).

Реферат – форма письменной работы, которую рекомендуется применять при освоении вариативных (профильных) дисциплин профессионального цикла. Представляет собой краткое изложение содержания научных трудов, литературы по определенной теме. Объем реферата может достигать 15-20 стр.; время, отводимое на его подготовку – от 2 недель до месяца. Подготовка реферата подразумевает самостоятельное изучение студентом нескольких литературных источников (учебников, монографий, научных статей и т.д.) по определённой теме, не рассматриваемой подробно на лекции, систематизацию материала и краткое его изложение. Цель написания реферата – привитие студенту навыков краткого и лаконичного представления собранных материалов и фактов в соответствии с требованиями, предъявляемыми к научным отчетам, обзорам и статьям.

Структура реферата включает:

- Титульный лист.
- Содержание.
- Введение, где кратко формулируется проблема, цель и задачи реферата.
- Основная часть работы состоит из нескольких разделов, в которых излагается суть темы реферата.
- Заключение.
- Список использованной литературы.

При оформлении реферата следует придерживаться технических требований, предъявляемых к рефератам и курсовым работам, имеющихся на кафедре.

Критерии оценивания реферата:

- Оценка «отлично» выставляется в том случае, если в реферате полностью раскрыта тема, проанализировано современное состояние вопроса, материал изложен логично, последовательно, приведено не менее 10 литературных источников (среди которых преобладает литература за последние 5 лет), реферат оформлен в соответствии с техническими требованиями, предъявляемыми к такого рода работам.

- Оценка «хорошо» - тема раскрыта, приведено достаточное количество материала, но при этом материал в недостаточной степени проанализирован автором, оформление реферата соответствует техническим требованиям.

- Оценка «удовлетворительно» - тема раскрыта поверхностно, материал приведен как простая констатация фактов, не проанализирован, в оформлении имеются технические недостатки, список литературы содержит менее 5 источников.

- Оценка «неудовлетворительно» - тема не раскрыта, скудный объем приведенных материалов.

Устный доклад – это сообщение в течение 10-15 мин, в котором студент в лаконичной форме должен изложить материал по соответствующей теме, придерживаясь следующего плана: введение, основная часть, заключение. Доклад сопровождается презентацией, отражающей основные положения по соответствующей теме, включающей наглядные материалы (схемы, таблицы, фото и т.д.). По окончании доклада студенту задают вопросы, как преподаватель, так и студенты, на которые докладчик должен дать исчерпывающие ответы.

Критерии оценивания устного доклада:

- Оценка «отлично». В докладе полностью раскрыта тема, проанализировано современное состояние вопроса; студент свободно владеет материалом, излагает его логично, последовательно, лаконично, соблюдая основные правила культуры речи. Доклад сопровождается презентацией, которая отражает основные положения доклада, презентация составлена грамотно с соблюдением общих требований, правил шрифтового оформления, подачи графического материала, имеются ссылки на приведенные фото, рисунки, схемы и т.д., приводится список использованной литературы. При обсуждении доклада студент дает исчерпывающие, аргументированные, корректные ответы на вопросы.

- Оценка «хорошо». Тема раскрыта, приведено достаточное количество материала, но при этом материал в недостаточной степени проанализирован автором. Презентация не в полной степени соответствует общим требованиям. Ответы студента не на все вопросы являются исчерпывающими и аргументированными.

- Оценка «удовлетворительно». Тема раскрыта не полно, материал приведен как простая констатация фактов, не проанализирован, студент показывает поверхностные знания. Презентация частично соответствует установленным требованиям. При обсуждении доклада студент не всегда дает правильные, исчерпывающие ответы на задаваемые вопросы.

- Оценка «неудовлетворительно». Тема доклада не раскрыта, скудный объем приведенных материалов; презентация отсутствует. При обсуждении доклада студент не дает ответы или они не соответствуют заданным вопросам.

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов): не предусмотрены учебным планом.

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература

1. Молекулярно-генетические и биохимические методы в современной биологии растений [Электронный ресурс] : научное издание. – ЭВК. – М. : Бинوم. Лаборатория знаний, 2012. – (Методы в биологии). – Режим доступа: ЭЧЗ «Библиотех». – 20 доступов. – ISBN 978-5-9963-0978-8.

б) дополнительная литература

1. Биология: в 3 т. Т. 1 [Электронный ресурс] / Д. Тейлор. - Москва : Бинوم. Лаборатория знаний, 2015. - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9963-2668-6 : Б. ц.

2. Основы динамической биохимии [Текст] : учеб. пособие. Для студ. Вузов / В. К. Плакунов, Ю. А. Николаев. – М. : Логос, 2010. – 216 с. : ил. – (Новая университетская библиотека). – Режим доступа: ЭБС «Рукопт». – Неогранич. доступ. – ISBN 978-5-98704-493-3.

3. Молекулярно-генетические и биохимические методы в современной биологии растений [Текст] : научное издание / ред.: Вл. В. Кузнецов, В. В. Кузнецов, Г. А. Романов. – М. : Бинوم. Лаборатория знаний, 2012. – 487 с. : ил. ; 25 см. – (Методы в биологии). – Библиогр. в конце ст. – ISBN 978-5-9963-0738-8. (4 экз.).

в) периодические издания

1. Эндосимбиотическая теория – от фантастики к парадигме. Мирабдуллаев И.М. Природа. 1991. № 12ю С. 11-19.

г) список авторских методических разработок:

д) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная Электронная Библиотека <http://www.e-library.ru>

2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (<http://window.edu.ru>)

3. ЭБС «ЮРАЙТ». Адрес доступа: <https://www.biblio-online.ru/>

4. ЭБ Издательского центра «Академия». Адрес доступа: <http://www.academia-moscow.ru>

5. <http://www.fptl.ru/biblioteka/biotehnologiya.html>

6. <http://www.medbook.net.ru/010512.shtml>

7. Союз образовательных сайтов - Естественные науки

8. <http://tusearch.blogspot.com> - Поиск электронных книг, публикаций, законов, ГОСТов на сайтах научных электронных библиотек.

9. Google Scholar –Поисковая система по научной литературе.

10. Science Research Portal - Научная поисковая система, осуществляющая полнотекстовый поиск в журналах многих крупных научных издательств, таких как Elsevier, Highwire, IEEE, Nature, Taylor & Francis и др. Ищет статьи и документы в открытых научных базах данных: Directory of Open Access Journals, Library of Congress Online Catalog, Science.gov и Scientific News.

VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

Специальные помещения:

Аудитория для проведения занятий лекционного типа оборудована:
специализированной (учебной) мебелью на 12 посадочных мест,
техническими средствами обучения: Доска аудиторная меловая,
Проектор BenQ MS504, служащими для представления учебной информации
большой аудитории по дисциплине «Социально-экономические аспекты
взаимоотношений человека и природы»;

учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические
иллюстрации по дисциплине «Социально-экономические аспекты
взаимоотношений человека и природы» в количестве: таблицы – 3 шт.,
презентации по каждой теме программы.

Аудитория для проведения занятий семинарского типа оборудована:
специализированной (учебной) мебелью на 12 посадочных мест,
биохимическая лаборатория (лабораторные столы - 4 шт.); раковина с тумбой
- 1 шт., Деревянные тумбы для хранения реактивов - 2 шт., швытяжной ЛК-
1500 ШВ - 2 шт., весы аналитические ГОСМЕТР Ленинград - 1 шт.,
фотоэлектроколориметр КФК-2 - 1 шт., аквадистиллятор электрический АЭ-
14-«Я-ФП»-01 - 1 шт., термостат электрический суховоздушный ТС-1/80 СПУ
- 1 шт.;

техническими средствами обучения: доска аудиторная меловая,
проектор BenQ MS504, служащими для представления учебной информации
большой аудитории по дисциплине «Социально-экономические аспекты
взаимоотношений человека и природы»;

учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические
иллюстрации по дисциплине «Социально-экономические аспекты
взаимоотношений человека и природы» в количестве: таблицы – 3 шт.,
презентации по каждой теме программы.

Компьютерный класс (учебная аудитория) для групповых и
индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной
аттестации, организации самостоятельной работы – Аудитория оборудована:
специализированной (учебной) мебелью на 20 посадочных мест, доской
меловой; оборудована *техническими средствами обучения*:

Системный блок PentiumG850, Монитор BenQ G252HDA-1 шт.;
Системный блок Athlon 2 X2 250, Монитор BenQ G252HDA – 8 шт.;
Системный блок PentiumD 3.0GHz, Монитор Samsung 740N – 3 шт.;

Моноблок IRU T2105P – 2 шт.;

Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQG955 – 1 шт.;

Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQ GL2250 – 1 шт.;

Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T200 HD – 1 шт.;

Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T190N – 1 шт.;

Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung 740N – 1 шт.;

с неограниченным доступом к сети Интернет; Проектор BenQ MX503;
экран ScreenVtdiaEcot.

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного
оборудования - Аудитория оборудована:

специализированной мебелью на 8 посадочных мест; Шкаф вытяжной ЛК-1500 ШВ+вентилятор - 2 шт., Стол двухтумбовый - 5 шт., Стол однотоумбовый - 4 шт., Стол компьютерный - 1 шт., Металлические тумбы для хранения лабораторной посуды и оборудования - 4 шт., Деревянные тумбы для хранения лабораторной посуды и оборудования - 5 шт., Шкаф-купе двухдверный - 1 шт., Шкаф металлический - 1 шт., Холодильник NORD ДХ-241-0-010 - 1 шт., Электроплита Луч - 1 шт., Раковина с тумбой - 1 шт., Шкаф-купе трехдверный - 1 шт., Шкаф книжный - 3 шт., Микроскоп Биомед 2 Led - 7 шт., Микроскоп Levenhuk D870T - 1 шт., Микроскоп Levenhuk D870T тринокуляр - 1 шт., Микроскоп Микромед Р-1-LED - 1 шт., Микроскоп МЛ-5-Б - 1 шт., Микроскоп биологический МБ-1600Б - 1 шт., Микроскоп Р-14 - 4 шт., Микроскоп Levenhuk 2L NG – 5 шт., Светитель ОИ-12 - 1 шт., Фазовый контраст КФ-3 - 1 шт., Фазовый контраст КФС - 1 шт., рН-метр иономер универсальный ЭВ-74 - 1 шт., Спектрофотометр ПЭ-5300 ВИ - 1 шт., Магнитная мешалка ММ-5 - 5 шт., Весы аналитические ВЛР-200 - 1 шт., Весы торсионные ВТП-500 - 4 шт., Весы торсионные WAGA TORSYJNA-WT - 3 шт., Проектор Оверхед GEHA ОНР Ecovision 24/3 - 1 шт., Системный блок в комплекте ASUS - 1 шт., Монитор BenQ DL2215 - 1 шт., Ноутбук Lenovo G580 в комплекте - 1 шт., Мультифункциональное устройство SAMSUNG M2070 - 1 шт., Сканер HP Scanjet G2410 - 1 шт., Принтер Canon LBP 2900 – 1 шт.

6.2. Программное обеспечение:

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition;
Foxit PDF Reader 8.0;
LibreOffice 5.2.2.2;
Ubuntu 14.0;
АСТ-Тест Plus 4.0 (на 75 одновременных подключений) и Мастер-комплект (АСТ-Maker и АСТ-Converter).

6.3. Технические и электронные средства:

Презентации по всем темам курса.

VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для освоения дисциплины «Эволюция энергетических систем» применяются следующие образовательные технологии:

- *Информационная лекция.* Лекция – это сжатое изложение основных научных фактов, что является базой для анализа рассуждений, оценок.

- *Лекция-визуализация.* Учит студентов преобразовывать устную и письменную информацию в визуальную форму, что формирует у них профессиональное мышление за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов содержания обучения. Задача преподавателя использовать такие формы наглядности, которые не только дополняют словесную информацию, но и сами являются носителями информации (схемы, рисунки, слайды-презентации, и т.п.). Этот вид лекции лучше всего использовать на этапе введения студентов в новый раздел, тему дисциплины.

- *Проблемная лекция.* В отличие от содержания информационной лекции, которое предлагается преподавателем в виде известного, подлежащего лишь запоминанию материала, на проблемной лекции новое знание вводится как неизвестное для обучающихся. Проблемная лекция начинается с вопросов, с постановки проблемы,

которую в ходе изложения материала необходимо решить. Лекция строится таким образом, что познания обучающегося приближаются к поисковой, исследовательской деятельности. Здесь участвуют мышление обучающегося и его личностное отношение к усваиваемому материалу.

- *Лекция-беседа.* Предполагает непосредственный контакт преподавателя с аудиторией. Преимущество лекции-беседы состоит в том, что она позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным вопросам темы, определять содержание и темп изложения учебного материала с учетом особенностей студентов.

- *Практические занятия* – это занятие, проводимое под руководством преподавателя в учебной аудитории, направленное на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами самостоятельной работы, которое формирует практические умения. Одной из форм практических занятий в вузе является семинар.

- *Семинар-исследование.* Технология проведения такого семинара может быть различной, в зависимости от того, какой метод заложен в его основу. В рамках дисциплины «Экология микроорганизмов» проводится семинар с подготовкой и заслушиванием рефератов по актуальным проблемам теории и практики и последующим их обсуждением.

- *Коллоквиумы* – вид учебного занятия, проводимого с целью проверки и оценивания знаний учащихся. Коллоквиум может проводиться в форме индивидуальной беседы преподавателя со студентом или как массовый опрос. В ходе группового обсуждения студенты учатся высказывать свою точку зрения по определенному вопросу, защищать свое мнение, применяя знания, полученные на занятиях по предмету. В ходе коллоквиума также проверяются рефераты, другие письменные работы студентов, проводится заслушивание докладов.

- *Самостоятельная работа студентов* (см. п.4.4).

- *Дистанционные образовательные технологии.* Под дистанционными образовательными технологиями понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей. При освоении дисциплины «Эволюция энергетических систем» используются следующие технологии:

- кейсовая технология – форма дистанционного обучения, основанная на предоставлении обучающимся информационных образовательных ресурсов в виде специализированных наборов учебно-методических комплексов с использованием различных видов носителей информации (кейсов);

- интернет-технология – способ дистанционной передачи информации, основанный на использовании глобальных и локальных компьютерных сетей для обеспечения доступа обучающихся к информационным образовательным ресурсам и для формирования совокупности методических, организационных, технических и программных средств реализации и управления учебным процессом независимо от места нахождения его субъектов. Используется Образовательный портал ИГУ - educa.isu.ru.

Наименование тем занятий с использованием активных форм обучения:

	Тема занятия	Вид занятия	Форма / Методы интерактивного обучения	Кол-во часов
Итого часов				

VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Оценочные материалы для входного контроля

В качестве оценочных средств для входного контроля оценки уровня знаний студентов используется устный опрос. В процессе устного опроса оценивается уровень владения базовыми знаниями, умениями, навыками, необходимыми для начала обучения по дисциплине «Эволюция энергетических систем», определяется степень владения новым материалом до начала его изучения.

Оценочные материалы текущего контроля формируются в соответствии с ЛНА университета

В рамках дисциплины «Эволюция энергетических систем» используются следующие формы текущего контроля:

- устный опрос;
- письменный опрос;
- контрольные вопросы;
- решение учебных и проблемных задач;
- контроль самостоятельной работы.

Фонд оценочных средств включает:

- фонд тестовых заданий по дисциплине,
- тематика и материалы заданий,
- вопросы для самостоятельного изучения (СРС)
- вопросы и билеты для экзамена,
- критерии оценки знаний студентов.

Назначение оценочных средств: выявить сформированность компетенции ПК-1 (см. п.

III)

Оценочные материалы для промежуточной аттестации в форме зачета

Форма промежуточной аттестации – *зачет*. Система оценок: пятибалльная. ОС этого типа должны выявлять степень освоения теоретических знаний как базу для формирования компетенций, умения их применять в ситуациях, моделирующих профессиональную деятельность, а также сформированность компетенции ПК-1, заявленной в п. III.

Примерный список вопросов к зачету

1. Эволюционное происхождение систем биоэнергетики. Биоэнергетика в системе биологических наук. Определение основных понятий. Конвертируемые энергетические “валюты” живой клетки как эволюционное достижение.
2. Специфические методы мембранной биоэнергетики. Полярографический метод. Виды дыхания. Дыхательный контроль.
3. Изотопный метод в биоэнергетике. Примеры использования изотопов при изучении процессов трансформации энергии в клетке. Метаболическое обновление отдельных соединений в составе разных тканей.
4. Перенос электронов и окислительное фосфорилирование. Классы окислительно-восстановительных ферментов. Фосфатный потенциал в клетке и митохондриях.
5. Основные виды систем биологического окисления клетки. Биохимические функции ферментных систем, локализованных в микросомальных мембранах. Цитохром P-450-зависимые реакции метаболизма.
6. Организация дыхательной цепи митохондрий. Пункты сопряжения.

7. Ингибиторы дыхания как инструмент изучения дыхательной цепи.
8. Перенос адениннуклеотидов в митохондриях. Адениннуклеотидтранслоказа (АНТ). Роль переносчика адениннуклеотидов в регуляции окислительного фосфорилирования (ОФ). Факторы регуляции ОФ на уровне АНТ.
9. Бесклеточные и реконструированные системы и их роль в изучении биоэнергетических процессов. Митохондрии и микросомы. Протеолипосомы.
10. Роль мягкого разобщения при кислородной интоксикации. Виды разобщителей *in vivo*. Фосфатный потенциал в клетке и митохондриях при разобщении.
11. Кислород и дыхательные системы клетки. Активные формы кислорода (АФК). Физиологический механизм понижения внутриклеточной концентрации кислорода и АФК. Внутриклеточный механизм, предотвращающий резкое повышение $[O_2]$.
12. Ксантиноксидаза и ксантиндегидрогеназа. NADPH-оксидаза. Роль АФК у фагоцитов.
13. Системы измерения уровня АФК. Доказательства существования этих систем у бактерий и высших организмов.
14. Системы защиты вирусов от АФК. Система защиты клетки от вируса.
15. Апоптотическая зона.
16. Митоптоз и апоптоз. Роль апоптоза в защите клетки от действия АФК.
17. Характеристика образования АФК при работе митохондриальной дыхательной цепи.
18. Роль кислорода в биохимических механизмах эволюции. r- и K-стратегии.
19. Возможный механизм переключения стратегий: роль кислорода. Действие АФК на генетический аппарат клетки. Мутант нематоды *Caenorhabditis elegans*: сдвиг r→K. Геронтогены. Открытие Энтони Мура: сдвиг K→r.
20. Использование методов генетической инженерии при изучении вопросов биоэнергетики.
21. Биоэнергетика хлоропластов и митохондрий. Принципиальное сходство и отличия в организации двух основных типов энерготрансформирующих органелл у растений. Сравнительный анализ структурно-функциональной организации митохондрий у растений и животных.
22. Полифилетическое происхождение хлоропластов.
23. Монофилетическое происхождение митохондрий.
24. Ко-эволюция ДНК-содержащих органелл в клетках эукариот.
25. Горизонтальный перенос генов и эволюция ДНК-содержащих органелл клеток эукариот.

Разработчики:


(подпись)

профессор Ю. М. Константинов

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 06.04.01 «Биология» и профилю подготовки «Биохимия и молекулярная биология».

Программа рассмотрена на заседании кафедры биохимии, молекулярной биологии и генетики

«06» 03 2025 г.

(наименование)

Протокол № 8 Зав. кафедрой



Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.