

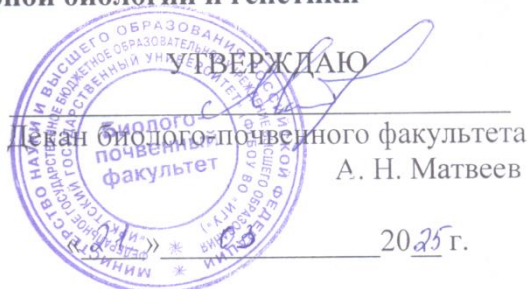


МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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.1.1 «БИОЭНЕРГЕТИКА КЛЕТКИ»

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 2025 г.

Председатель А. Н. Матвеев

Рекомендовано кафедрой:

Протокол № 8

От «06» 03 2025 г.

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	6
4.3 Содержание учебного материала	11
4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	13
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов	14
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	15
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)	17
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	17
а) перечень литературы	17
б) периодические издания	17
в) список авторских методических разработок	17
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы.....	17
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины	18
6.1. Учебно-лабораторное оборудование	18
6.2. Программное обеспечение	19
6.3. Технические и электронные средства обучения	19
VII. Образовательные технологии	19
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации	20

I. Цель и задачи дисциплины:

Цель: получение современных представлений об основных системах биологического окисления эукариотической клетки; формирование понимания роли митохондриальной системы окисления в биоэнергетике клетки и клеточной биологии; формирование представлений о ткане- и органоспецифических особенностях структурно-функциональной организации митохондрий; получение современных представлений о микросомальной системе окисления и ее роли в биоэнергетике и биохимических процессах клетки; формирование понимания роли активных форм кислорода, образующихся при работе систем биологического окисления клетки, в процессах регуляции клеточного метаболизма при разных физиологических состояниях организма.

Задачи:

- изучение основных систем биологического окисления клетки: митохондриальной системы окислительного фосфорилирования и микросомальной монооксигеназной системы;
- знакомство с основными методами изучения мембранных ферментных систем, обеспечивающих сопряженное и несопряженное окисление;
- получение знаний об особенностях структурно-функциональной организации генома митохондрий и его отличиях от геномов других ДНК-содержащих органелл эукариотической клетки (хлоропластов и ядра);
- получение знаний о роли митохондрий и хлоропластов в ретроградной регуляции экспрессии ядерных генов;
- детальное знакомство с ролью кислорода и его активных форм как факторов регуляции метаболических процессов;
- изучение повреждающих эффектов активных форм кислорода, образующихся в митохондриях, в отношении основных типов информационных биополимеров (ДНК, РНК и белков);
- получение знаний о клеточных системах контроля активных форм кислорода и сигнальной роли активных форм кислорода;
- изучение взаимоотношений систем окислительного фосфорилирования, микросомального окисления и фотосинтеза у растений.

II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

2.1. Учебная дисциплина Б1.В.6 «Биоэнергетика клетки» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: «Биохимия дыхания», «Эволюция энергетических систем».

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: «Молекулярные механизмы адаптации», 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
ПК-1 Способен творчески использовать в научной деятельности теоретические знания и современные методологические подходы биохимии, молекулярной биологии и генетики	ИДК ПК 1.1 Знает теоретические основы и методологические подходы биохимии, молекулярной биологии и генетики	Знать: структурно-функциональную организацию основных систем биологического окисления клетки; роль активных форм кислорода, образующихся при работе клеточных систем биологического окисления, в процессах регуляции клеточного метаболизма при разных физиологических состояниях организма; важность определения содержания активных форм кислорода как высокоинформативного диагностического и физиолого-биохимического параметра в медицине и биологии. Уметь: использовать знания дисциплины для решения научно-исследовательских задач профессиональной специализации; использовать полученные знания для расширения своего кругозора и совершенствования общей профессиональной подготовки. Владеть: навыками решения задач по отдельным темам дисциплины.
	ИДК ПК 1.2 Умеет творчески использовать теоретические знания и современные методологические подходы для формулировки задач нового исследования в области биохимии, молекулярной биологии и генетики	Знать: основные биохимические, молекулярно-биологические и молекулярно-генетические методы и основные методологические подходы, используемые в изучении функционирования и регуляции биологических систем окисления, включая митохондрии и микросомы. Уметь: активно использовать наиболее информативные биохимические и молекулярно-биологические методы для решения исследовательских задач в области фундаментальных разделов биоэнергетики клетки. Владеть: приемами классических и современных методов исследования, используемых в биоэнергетике клетки.

IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часов.

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

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			Самостоятельн ая работа	
					Лекция	Семинар/ Практическое, лабораторное занятие/	Консультация		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Тема 1. Биоэнергетическая классификация мембран	1	5		-	1	-	4	Устный опрос
2	Тема 2. Специфические методы биоэнергетики	1	7		-	2	-	5	Устный опрос
3	Тема 3. Первичные генераторы трансмембранного потенциала в митохондриях	1	7		-	2	-	5	Устный опрос
4	Тема 4. Митохондриальная система окисления и ее роль в биоэнергетике клетки	1	7		-	2	-	5	Устный опрос
5	Тема 5. Кислород и дыхательные системы клетки	1	6		-	1	-	5	Устный опрос

6	Тема 6. Роль АФК в защите от вирусных инфекций. Механизмы возникновения «митохондриальных болезней»	1	7		-	2	-	5	Устный опрос
7	Тема 7. Альтернативная оксидаза	1	7		-	2	-	5	Устный опрос
8	Тема 8. Горизонтальный перенос генов в растительных митохондриях	1	6		-	1	-	5	Устный опрос
9	Тема 9. Микросомальная система окисления эндогенных и экзогенных субстратов	1	6		-	1	-	5	Устный опрос
10	Тема 10. Биохимические механизмы эволюции и роль кислорода	1	6		-	1	-	5	Устный опрос
11	Тема 11. Митохондриальная биоэнергетика: связь с проблемами биотехнологии, биомедицины и сельского хозяйства	1	6		-	1	-	5	Устный опрос

4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Се- местр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценоч- ное средство	Учебно- методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
1	Тема 1. Биоэнергетическая классификация мембран	Самостоятельное изучение тем: Методы изучения сопрягающих и несопрягающих мембран. Способы выявления и регистрации трансмембранного потенциала на сопрягающих мембранах. Строение цепи переноса электронов (ЭТЦ) в мембранах митохондрий и эндоплазматического ретикулума. Особенности организации ЦПЭ в митохондриях растений.	1	4	Письменный опрос	Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии [Электронный ресурс] –2-е изд. (эл.). К. Уилсон, Дж. ред. Уолкер. – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 855 с.

Се- мestr	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценоч- ное средство	Учебно- методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
1	Тема 2. Специфические методы биоэнергетики	Самостоятельное изучение тем: Способы измерения $\Delta\Psi$ в интактных клетках и органеллах. Методы регистрации дыхания и окислительного фосфорилирования изолированных митохондрий. Дыхательный контроль как показатель сопряжения окисления и фосфорилирования. Природные проникающие ионы и ионофоры. Флуоресцирующие рекомбинантные белки как индикаторы энергизации митохондрий.	2	5	Устный опрос	Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии [Электронный ресурс] –2-е изд. (эл.). К. Уилсон, Дж. ред. Уолкер. – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 855 с.
1	Тема 3. Первичные генераторы трансмембранного потенциала в митохондриях	Самостоятельное изучение тем: Работа дыхательной цепи и генерация электрохимического потенциала ионов водорода. Состав дыхательных комплексов и принцип работы дыхательной цепи. Суперкомплексы. Механизм генерации электрохимического потенциала. Использование энергии трансмембранного потенциала для синтеза АТФ. АТФ-синтаза. Fo- и F1 – комплексы. Субъединичный состав комплексов АТФ-синтазы. Изменение функций АТФ-синтазы при разобщении митохондрий. Пути использования трансмембранного электрохимического потенциала. Количество типов генераторов трансмембранного потенциала в различных видах живых систем.	3	5	Устный опрос	

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
1	Тема 4. Митохондриальная система окисления и ее роль в биоэнергетике клетки	Самостоятельное изучение тем: Фосфатный потенциал цитоплазмы и митохондрий. Редокс-потенциал пиридиннуклеотидов и его метаболическое значение. Функциональная роль переносчика АДФ и АТФ (адениннуклеотидтранслоказы, АНТ) и переносчика фосфата во внутренней митохондриальной мембране в системе окислительного фосфорилирования митохондрий. Ингибиторы АНТ. Регуляция ОФ на уровне АНТ.	4	5	Устный опрос	Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии [Электронный ресурс] –2-е изд. (эл.). К. Уилсон, Дж. ред. Уолкер. – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 855 с.
1	Тема 5. Кислород и дыхательные системы клетки	Самостоятельное изучение тем: Метаболические состояния клетки, сопровождающиеся разобщением ОФ в митохондриях. Длинноцепочечные жирные кислоты (C16-C18) как разобщители ОФ. Принцип действия разобщителей. Частичное разобщение. Физиологическая роль неполного разобщения.	5		Устный опрос	Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии [Электронный ресурс] –2-е изд. (эл.). К. Уилсон, Дж. ред. Уолкер. – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 855 с.
1	Тема 6. Роль АФК в защите от вирусных инфекций. Механизмы возникновения «митохондриальных болезней»	Самостоятельное изучение тем: Повреждающее действие АФК на ключевые биополимеры клетки. АФК как регуляторные факторы редокс-сигналинга. Методы изучения антиоксидантных систем. Ксантиноксидаза как источник АФК. Активация ксантиноксидазы при вирусных инфекциях. Выбраковка зараженных клеток АФК-индуцированным апоптозом как вероятный механизм действия АФК при вирусных инфекциях.	6	5	Устный опрос	Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии [Электронный ресурс] –2-е изд. (эл.). К. Уилсон, Дж. ред. Уолкер. – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 855 с.

Се- мestr	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценоч- ное средство	Учебно- методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
1	Тема 7. Альтернативная оксидаза	Самостоятельное изучение тем: Альтернативные пути переноса электронов в митохондриях растений с участием фермента альтернативной оксидазы (АОХ). Роль АОХ в поддержании редокс-гомеостаза в условиях активного протекания процесса фотосинтеза, сопровождающегося фотоокислительным стрессом.	7	5	Устный опрос	Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии [Электронный ресурс] – 2-е изд. (эл.). К. Уилсон, Дж. ред. Уолкер. – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 855 с.
1	Тема 8. Горизонтальный перенос генов в растительных митохондриях	Самостоятельное изучение тем: Изучение роли горизонтального переноса генов (ГПГ) в эволюции митохондрий и хлоропластов растений. Мембранный механизм транспорта ДНК в митохондрии растений. ГПГ из ядра и пластид в митохондрии. Митохондрии как акцептор и донор генетической информации в форме ДНК и РНК в клетках растений. Перспективы использования горизонтального переноса генов в митохондрии.	8	5	Устный опрос	Молекулярно-генетические и биохимические методы в современной биологии растений [Электронный ресурс] : научное издание. – ЭВК. – М. : Бином. Лаборатория знаний, 2012. – (Методы в биологии). – Режим доступа: ЭЧЗ «Библио-тех». – 20 доступов.
1	Тема 9. Микросомальная система окисления эндогенных и экзогенных субстратов	Самостоятельное изучение тем: Метаболизм гидрофобных соединений с участием мембран эндоплазматического ретикулума (микросомальное окисление). NAD(P)H-цитохром P-450-оксидоредуктаза. Взаимоотношения митохондрий и эндоплазматического ретикулума (ЭР). Метаболизм гормонов и желчных кислот в ЭР человека и млекопитающих. Соединения – индукторы синтеза цитохрома P-450 в микросомах печени млекопитающих.	9	5	Устный опрос	Молекулярно-генетические и биохимические методы в современной биологии растений [Электронный ресурс] : научное издание. – ЭВК. – М. : Бином. Лаборатория знаний, 2012. – (Методы в биологии). – Режим доступа: ЭЧЗ «Библио-тех». – 20 доступов.

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
1	Тема 10. Биохимические механизмы эволюции и роль кислорода	Самостоятельное изучение тем: Роль АФК в эволюционных процессах эукариот. Митохондрии как основной источник АФК в многоклеточных организмах. Частота мутирования генов в митохондриальном и ядерном геномах. Отдельные виды АФК и механизм их действия на информационные биополимеры клетки. Действие АФК как возможный механизм возникновения соматоклональной изменчивости клеток в культуре. Особенности окислительного метаболизма у организмов с разной продолжительностью жизненного цикла.	10	5	Устный опрос	Молекулярно-генетические и биохимические методы в современной биологии растений [Электронный ресурс] : научное издание. – ЭВК. – М. : Бином. Лаборатория знаний, 2012. – (Методы в биологии). – Режим доступа: ЭЧЗ «Библиотек». – 20 доступов.
1	Тема 11. Митохондриальная биоэнергетика: связь с проблемами биотехнологии, биомедицины и сельского хозяйства	Самостоятельное изучение тем: Митохондриальные болезни. Митохондриальная медицина. Свободно-циркулирующая митохондриальная ДНК во внеклеточных жидкостях организма (кровь, плазма, цереброспинальная жидкость, слюна и др.) Кодированные митохондриальной ДНК растений агрономически ценные признаки. Цитоплазматическая мужская стерильность (ЦМС). Необходимость в новых типах ЦМС для повышения продуктивности основных сельскохозяйственных видов растений.	11	5	Устный опрос	Молекулярно-генетические и биохимические методы в современной биологии растений [Электронный ресурс] : научное издание. – ЭВК. – М. : Бином. Лаборатория знаний, 2012. – (Методы в биологии). – Режим доступа: ЭЧЗ «Библиотек». – 20 доступов.
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час) – 54						
Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час)						

4.3 Содержание учебного материала

Тема 1. Биоэнергетическая классификация мембран.

Определение основных понятий. Мембраны с точки зрения биоэнергетики. Сопрягающие ионы. Конвертируемые энергетические "валюты" живой клетки. Аденозинтрифосфат. Липидный компонент биомембран. Липидный бислой. Мембранные белки. Белки-переносчики. ADP/ATP антипортер и его роль в функционировании митохондрий. Разобщающие белки (UCP). Сопрягающие и несопрягающие мембраны. Особенности строения и организации мембран различных внутриклеточных органелл. Основные кислород-утилизирующие мембранные системы клетки. Основные источники активных форм кислорода. Липидные рафты и их роль в функционировании биологических мембран.

Тема 2. Специфические методы мембранной биоэнергетики.

Полярнографический метод измерения дыхания митохондрий. Измерение мембранного потенциала ($\Delta\Psi$). Протеолипосомы. Измерение $\Delta\Psi$ в интактных клетках и органеллах. Микроэлектродный метод. Природные проникающие ионы и ионофоры. Синтетические проникающие ионы. Флюоресцирующие проникающие ионы: наблюдение за $\Delta\Psi$ в отдельной клетке и органелле.

Тема 3. Первичные генераторы трансмембранного потенциала в энерготрансформирующих органеллах.

Работа дыхательной цепи и генерация электрохимического потенциала ионов водорода. Состав дыхательных комплексов и принцип работы дыхательной цепи. Суперкомплексы. Механизм генерации электрохимического потенциала. Использование энергии трансмембранного потенциала для синтеза АТФ. АТФ-синтаза. F_0 - и F_1 – комплексы. Субъединичный состав комплексов АТФ-синтазы. Изменение функций АТФ-синтазы при разобщении митохондрий. Пути использования трансмембранного электрохимического потенциала. Количество типов генераторов трансмембранного потенциала в различных видах живых систем.

Тема 4. Митохондриальная система окисления и ее роль в биоэнергетике клетки.

Хлоропласты и митохондрии - два типа ДНК-содержащих энерготрансформирующих органелл. Взаимосвязь энерготрансформирующих и генетических функций в митохондриях и хлоропластах. Редокс-потенциал. Фосфатный потенциал. Обмен генетической информацией между органеллами и ядром. Интеграция органелл в общую систему метаболизма клетки. Способы контроля основных функций органелл. Редокс-контроль как способ контроля генетических функций митохондрий и хлоропластов. Редокс-сенсоры, регуляторы редокс-ответа и их роль при функционировании энерготрансформирующих органелл клетки в условиях различной потребности в АТФ.

Тема 5. Кислород и дыхательные системы клетки. Снижение внутриклеточной концентрации O_2 как особая функция дыхательных систем клетки. Частичное разобщение или несопряженное внутриклеточное дыхание. "Мягкое" разобщение дыхания и фосфорилирования путем повышения H^+ -проводимости митохондриальной мембраны в состоянии 4. Образование неспецифической поры во внутренней мембране митохондрий как радикальный механизм защиты клетки от кислородной интоксикации. Циклофилин как катализатор образования поры. Активные формы кислорода как фактор, повреждающий генетический аппарат клетки при патологических состояниях.

Тема 6. Роль активных форм кислорода (АФК) в защите от вирусных инфекций. Механизмы возникновения «митохондриальных болезней», нейродегенеративных заболеваний и болезней пожилого возраста. Активные формы

кислорода (АФК) в клетке как результат "паразитных" химических реакций молекулярного кислорода с ферментами и коферментами начальных и средних участков дыхательной цепи. Характер действия АФК на ключевые биополимеры клетки. Антиоксидантные системы. Клеточные системы, измеряющие концентрации АФК. Повышение уровня АФК при вирусных инфекциях. Ксантиноксидаза как источник АФК. Активация ксантиноксидазы при вирусных инфекциях. Выбраковка зараженных клеток АФК-индуцированным апоптозом как возможный механизм действия АФК при вирусных инфекциях. Меры защиты, принимаемые вирусом против роста АФК в клетке. Апоптическая зона вокруг клетки - потенциального источника вирусной инфекции.

Тема 7. Альтернативная оксидаза.

Наличие пути альтернативного переноса электронов в митохондриях растений с участием альтернативной оксидазы (АОХ). Роль АОХ в поддержании редокс-гомеостаза в условиях активного протекания процесса фотосинтеза. Влияние АФК на эффективность окислительного фосфорилирования в митохондриях и фотосинтеза в хлоропластах. Роль АФК как сигнала для активации ядерных и митохондриальных генов. Редокс-регуляция экспрессии генов. Двухкомпонентная система редокс-регуляции у прокариот. Редокс-регуляция как возможный механизм интеграции митохондриального генома в общую генетическую систему клетки.

Тема 8. Горизонтальный перенос генов в растительных митохондриях.

Горизонтальный перенос генов как фактор преобразования геномов организмов разной сложности. Важная роль горизонтального переноса генов в эволюции геномов прокариот. Перенос генов в ходе эволюции митохондрий и хлоропластов растений. Высокая частота горизонтального переноса генов в митохондриях растений. Мембранный механизм транспорта ДНК в митохондрии растений. Последствия переноса генов в митохондрии. Перспективы использования горизонтального переноса генов в митохондриях.

Тема 9. Микросомальное окисление эндогенных и экзогенных субстратов.

Метаболизм гидрофобных соединений с участием дыхательных систем митохондрий и микросом. NAD(P)H-цитохром P-450- оксидоредуктаза. Индукция цитохрома P-450. Детергентный эффект на мембраны митохондрий и эндоплазматического ретикула метаболитов с гидрофобными свойствами (жирные кислоты с длинной углеводородной цепью, желчные кислоты, стероидоподобные соединения).

Тема 10. Биохимические механизмы эволюции и роль кислорода.

Роль кислорода в эволюции организмов. Митохондрии как источник АФК в клетке. АФК как мутагенный фактор. Частота мутирования генов в митохондриальном и ядерном геномах. Отдельные виды АФК и механизм их действия на информационные биополимеры клетки. Действие АФК как возможный механизм возникновения соматоклональной изменчивости клеток в культуре. Особенности окислительного метаболизма у организмов с разной продолжительностью жизненного цикла. Активные формы кислорода и продолжительность жизни организмов. r- и K-стратегии. Возможный механизм переключения стратегий: роль кислорода. Человек и механизмы эволюции.

Тема 11. Митохондриальная биоэнергетика: связь с проблемами биотехнологии, биомедицины и сельского хозяйства.

Биоэнергетические процессы в митохондриях и их связь с физиолого-генетическими признаками организмов. Клонирование генов в ДНК-содержащих органеллах. Митохондриальные болезни. Митохондриальная медицина. Кодированные митохондриальной ДНК агрономически ценные признаки. Цитоплазматическая мужская

стерильность (ЦМС). Необходимость в новых типах ЦМС для повышения продуктивности основных сельскохозяйственных видов растений.

IV.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы)*
			Всего часов	Из них практическа я подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1	Тема 1	Биоэнергетическая классификация мембран	1		Устный опрос	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i>
2	Тема 2	Специфические методы биоэнергетики	2		Устный опрос	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i>
3	Тема 3	Первичные генераторы трансмембранного потенциала в митохондриях	2		Устный опрос	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i>
4	Тема 4	Митохондриальная система окисления и ее роль в биоэнергетике клетки	2		Устный опрос	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i>
5	Тема 5	Кислород и дыхательные системы клетки	1		Устный опрос	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i>
6	Тема 6	Роль АФК в защите от вирусных инфекций. Механизмы возникновения «митохондриальных болезней»	2		Устный опрос	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i>
7	Тема 7	Альтернативная оксидаза	2		Устный опрос	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i>
8	Тема 8	Горизонтальный перенос генов в растительных митохондриях	1		Устный опрос	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i>
9	Тема 9	Микросомальная система окисления эндогенных и экзогенных субстратов	1		Устный опрос	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i>
10	Тема 10	Биохимические механизмы эволюции и роль кислорода	1		Устный опрос	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i>
11	Тема 11	Митохондриальная биоэнергетика: связь с	1		Устный опрос	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i>

		проблемами биотехнологии, биомедицины и сельского хозяйства				ИДК ПК1.2
--	--	---	--	--	--	-----------

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

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1.	Биоэнергетическая классификация мембран. Мембраны митохондрий и микросом.	Изучить теоретический материал по вопросу: «Отличия в организации сопрягающих и несопрягающих мембран».	ПК-1	ИДК ПК 1.2
2.	Специфические методы биоэнергетики	Изучить теоретический материал по вопросам: «Метаболические состояния 3 и 4 в дыхании митохондрий». «Дыхательный контроль и методы его измерения».	ПК-1	ИДК ПК 1.1
3.	Первичные генераторы трансмембранного потенциала в митохондриях	Изучить теоретический материал по вопросам: «Дыхательные комплексы в составе электрон-транспортной цепи митохондрий». «Альтернативная цепь переноса электронов в митохондриях растений».	ПК-1	ИДК ПК 1.2
4.	Митохондриальная система окисления и ее роль в биоэнергетике клетки	Изучить теоретический материал по вопросу: «Роль митохондрий в снабжении клетки энергией в виде АТФ и поддержании клеточного редокс-баланса».	ПК-1	ИДК ПК 1.2
5.	Кислород и дыхательные системы клетки	Изучить теоретический материал по вопросам: «Роль двух ЭТЦ митохондрий у растений». «Активные формы кислорода и их биогенез».	ПК-1	ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2
6.	Роль активных форм кислорода (АФК) в защите от вирусных инфекций. Механизмы возникновения «митохондриальных болезней», нейродегенеративных заболеваний и болезней пожилого возраста.	Изучить теоретический материал по вопросам: «Активные формы кислорода в норме и при патологии высших организмов». «Системы защиты от активных форм кислорода».	ПК-1	ИДК ПК 1.2
7.	Альтернативная оксидаза	Изучить теоретический материал по вопросу:	ПК-1	ИДК ПК 1.2

		«Роль альтернативной в фотосинтезе»		
8.	Горизонтальный перенос генов в растительных митохондриях	Изучить теоретический материал по вопросу: «Природная компетентность митохондрий растений к поглощению ДНК»	ПК-1	ИДК ПК 1.2
9.	Микросомальная система окисления эндогенных и экзогенных субстратов	Изучить теоретический материал по вопросу: «Система метаболизма ксенобиотиков у эукариот»	ПК-1	ИДК ПК 1.2
10.	Биохимические механизмы эволюции и роль кислорода	Изучить теоретический материал по вопросу: «Кислород и АФК как факторы эволюции живых организмов»	ПК-1	ИДК ПК 1.2
11.	Митохондриальная биоэнергетика: связь с проблемами биотехнологии, биомедицины и сельского хозяйства	Изучить теоретический материал по вопросу: «Митохондрии и решение проблем медицины, сельского хозяйства и биотехнологии»	ПК-1	ИДК ПК 1.2

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 «Биоэнергетика клетки» 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 «Молекулярная генетика митохондрий» 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. Спирин А.С. Молекулярная биология. Рибосомы и биосинтез белка/ М.: Академия, 2011. -512 с. (4 экз)
2. Нельсон Д., Кокс М., Основы биохимии Ленинджера. Т. 3. М.: БИОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 445 с. (электронный ресурс) ЭБС Лань

б) дополнительная литература

1. Молекулярная биология: биосинтез и функционирование макромолекул у прокариот [Текст] : учеб. пособие / В. И. Чемерилова, О. А. Секерина ; рец.: Б. Н. Огарков, С. Н. Жданова ; Иркутский гос. ун-т. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2013. - 314 с. (59 экз)

в) периодические издания

1. Макарова Т.М., Богданов А.А. Рибосома как аллостерическая управляемая молекулярная машина. Успехи биологической химии, т. 57, 2017, с. 3–323
2. Афолина Ж.А., Широков В.А. Трехмерная организация полирибосом – современный подход. Успехи биологической химии, т. 58, 2018, с. 101–118
3. Никулин А.Д. Структурные особенности узнавания рибосомных РНК рибосомными белками. Успехи биологической химии, т. 58, 2018, с. 241–284
4. Чудинова Е.М., Надеждина Е.С. Взаимодействие аппарата трансляции с микротрубочками. Успехи биологической химии, т. 58, 2018, с. 377–404
5. Богданов А.А., Сумбатьян Н.В., Шишкина А.В., Карпенко В.В., Коршунова Г.А. Рибосомный туннель и регуляция трансляции. Успехи биологической химии. Т. 50. 2010. С. 5-42. (Статья выложена в ЭОС Educa)

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/biotechnologiya.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 одностумбовый - 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 (разделам) курса.

Для освоения дисциплины «Биоэнергетика клетки» применяются следующие образовательные технологии:

- *Практическое занятие.* Повторительно-обобщающий семинар; семинар с элементами дискуссии; практическое занятие по освоению методов и решению экспериментальных задач; семинар-конференция с заранее подготовленными вопросами для обсуждения.

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

- *Самостоятельная работа студентов в ходе аудиторных занятий.* Элементы микро-преподавания на практических занятиях; представление докладов по теме рефератов; повторение разделов программы с целью подготовки к промежуточной и итоговой аттестации.

- *Дистанционные образовательные технологии.* Под дистанционными образовательными технологиями понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей. При освоении дисциплины «Биоэнергетика клетки» 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

В качестве оценочных средств для входного контроля оценки уровня знаний студентов используется собеседование. В процессе собеседования оценивается уровень владения базовыми знаниями, умениями, навыками, необходимыми для начала обучения по дисциплине «Биоэнергетика клетки», определяется степень владения новым материалом до начала его изучения.

Оценочные материалы текущего контроля формируются в соответствии с ЛНА университета

В рамках дисциплины «Биоэнергетика клетки» используются следующие формы текущего контроля:

- устный опрос;
- письменный опрос;
- участие в дискуссии по предложенному к обсуждению перечню вопросов;
- написание реферата;
- подготовка сообщения и презентации по теме реферата.

Фонд оценочных средств включает:

- фонд тестовых заданий по дисциплине,
- тематика и материалы заданий,
- тематика и вопросы к коллоквиумам,

- перечень тем рефератов/докладов,
- 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)

Демонстрационные варианты тестов для текущего контроля

1. Анализ кривых потребления кислорода изолированными митохондриями в разных метаболических состояниях:
 - а) эндогенное дыхание;
 - б) при добавлении субстрата дыхания (сукцината натрия) – МС4
 - в) при добавлении АДФ – МС4;
 - г) при добавлении разобщителя ОФ - МСР
2. Ферментативная мембранная система НАД(Ф)Н-цитохром Р-450 оксидоредуктаза у животных и растений обеспечивает:
 - а) создание трансмембранного мембранного потенциала;
 - б) метаболизм ксенобиотиков
 - в) сопряжение дыхания и фосфорилирования;
 - г) метаболизм гидрофобных соединений;

Темы рефератов

1. Молекулярно-биологическая, биохимическая и цитологическая характеристика мембранных систем сопряженного и несопряженного окисления клетки.
2. Основные методы мембранной биоэнергетики.
3. Основные мишени действия АФК в организме. Физиологические и генетико-биохимические последствия действия АФК на ключевые биополимеры клетки.
4. Активные формы кислорода (АФК) как регуляторы экспрессии генов. АФК-сигналинг.
5. Редокс-чувствительные гены митохондрий, хлоропластов и ядра.
6. Обмен генетическим материалом между ДНК-содержащими органеллами животной и растительной клетки. Эволюционные аспекты. Существует ли горизонтальный перенос генов у эукариот в современный период?

Оценочные материалы для промежуточной аттестации в форме

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 экзамену

1. Биоэнергетика в системе биологических наук. Определение основных понятий. Конвертируемые энергетические “валюты” живой клетки.
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. Ингибиторы дыхания как инструмент изучения дыхательной цепи.
7. Перенос адениннуклеотидов в митохондриях. Адениннуклеотидтранслоказа (АНТ). Роль переносчика адениннуклеотидов в регуляции окислительного фосфорилирования (ОФ). Факторы регуляции ОФ на уровне АНТ.
8. Бесклеточные и реконструированные системы и их роль в изучении биоэнергетических процессов. Митохондрии и микросомы. Протеолипосомы.
9. Роль мягкого разобщения при кислородной интоксикации. Виды разобщителей *in vivo*. Фосфатный потенциал в клетке и митохондриях при разобщении.
10. Кислород и дыхательные системы клетки. Активные формы кислорода (АФК). Физиологический механизм понижения внутриклеточной концентрации кислорода и АФК. Внутриклеточный механизм, предотвращающий резкое повышение $[O_2]$.
11. Ксантиноксидаза и ксантиндегидрогеназа. NADPH-оксидаза. Роль АФК у фагоцитов.
12. Системы измерения уровня АФК. Доказательства существования этих систем у бактерий и высших организмов.
13. Системы защиты вирусов от АФК. Система защиты клетки от вируса. Апоптическая зона.
14. Митоптоз и апоптоз. Роль апоптоза в защите клетки от действия АФК.
15. Горизонтальный перенос генов в растительных митохондриях.
16. Роль кислорода в биохимических механизмах эволюции. г- и К-стратегии.
17. Возможный механизм переключения стратегий: роль кислорода. Действие АФК на генетический аппарат клетки. Мутант нематоды *Caenorhabditis elegans*: сдвиг г $\rightarrow$ К. Геронтогены.
18. Открытие Энтони Мура: сдвиг К $\rightarrow$ г.
19. Использование методов генетической инженерии при изучении вопросов биоэнергетики.
20. Биоэнергетика хлоропластов и митохондрий. Принципиальное сходство и отличия в организации двух основных типов энерготрансформирующих органелл у растений.
21. Сравнительный анализ структурно-функциональной организации митохондрий у растений и животных.
22. Молекулярные механизмы возникновения «митохондриальных болезней», нейродегенеративных заболеваний и болезней пожилого возраста.
23. Роль активных форм кислорода (АФК) в регуляции кодирующих митохондриальные и хлоропластные белки генов органелл и ядра.
24. «Редокс-чувствительные гены» и их роль в общем метаболизме и биоэнергетике клетки.
25. Генетическая инженерия митохондрий и хлоропластов. Возможности генной и клеточной терапии с участием стволовых клеток «митохондриальных болезней», нейродегенеративных заболеваний и болезней пожилого возраста.

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

(наименование)

«06» 03 2025 г.

Протокол № 8 Зав. кафедрой



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