



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.9 «**МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ АДАПТАЦИИ**»

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	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	13
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	16
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)	17
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	18
а) перечень литературы	18
б) периодические издания	18
в) список авторских методических разработок	18
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы.....	18
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины	19
6.1. Учебно-лабораторное оборудование	19
6.2. Программное обеспечение	19
6.3. Технические и электронные средства обучения	20
VII. Образовательные технологии	20
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации	21

I. Цель и задачи дисциплины:

Цель: формирование четких представлений об основополагающей роли молекулярных механизмов в «стратегических» путях ответа организмов на стрессовые воздействия и адаптацию к изменяющимся условиям внешней среды.

Задачи:

- сформировать у студентов целостную систему знаний о роли макромолекул в процессах адаптации, об изменении их количества, строения и регуляции их функций, которые определяют многообразные аспекты взаимодействия организма со средой;
- дать представление о молекулярных основах функционирования антиоксидантных систем;
- рассмотреть механизмы адаптации для возможного объяснения изменений, наблюдаемых при стрессовых воздействиях на организм.

II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

2.1. Учебная дисциплина Б1.В.9 «Молекулярные механизмы адаптации» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами «Молекулярная биология нуклеиновых кислот», «Биохимия дыхания», «Биоэнергетики клетки», «Молекулярная биология белков», «Современные проблемы липидологии» и др.

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: «Митохондрии и окислительный стресс», «Молекулярная биология белков», 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: современные представления о структуре белков и их участии в процессах адаптации; о видах повреждения ДНК и процессах репарации; молекулярные основы функционирования антиоксидантных систем; основы метаболизма и биотрансформации ксенобиотиков. Уметь: использовать знания дисциплины для решения научно-исследовательских задач профессиональной специализации; использовать полученные знания для расширения своего кругозора и совершенствования общей профессиональной

		<p>подготовки. Владеть: навыками решения задач по отдельным темам дисциплины.</p>
	<p><i>ИДК ПК 1.2</i> Умеет творчески использовать теоретические знания и современные методологические подходы для формулировки задач нового исследования в области биохимии, молекулярной биологии и генетики</p>	<p>Знать: теоретические основы и современные методологические подходы для постановки задач исследования при изучении процессов адаптации к стрессовым воздействиям на молекулярном уровне. Уметь: активно использовать наиболее информативные биохимические и молекулярно-биологические методы для решения исследовательских задач при изучении молекулярных механизмов адаптации. Владеть: приемами классических и современных методов исследования для решения задач в профессиональной сфере деятельности.</p>

IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Из них реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий 22 часа.

Форма промежуточной аттестации: зачёт.

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

№ п/н	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	Раздел 1. Введение. Тема 1.1. Общие представления о «молекулярных механизмах адаптации».	3	9		2	1	-	6	Семинар Доклад КСР
2	Раздел 2. Современные представления о структуре и функциях белков и нуклеиновых кислот их участии в адаптации организмов. Тема 2.1. Современные представления о структуре белков. Структура и функции гемоглобина. Адаптация гемоглобинов как	3	27,5		6	6	0,5	15	Семинар Доклад КСР

	<p>пример трех основных типов адаптации к условиям окружающей среды.</p> <p>Тема 2.2. Шапероны их функции, классификация и включение синтеза при стрессе. Белки, синтезирующиеся при гипотермии.</p> <p>Тема 2.3. Структура ДНК. Виды её повреждений и механизмы репарации.</p>								
3	<p>Раздел 3. Биологические мембраны и их участие в адаптационных процессах.</p> <p>Тема 3.1. Липиды как компоненты мембран.</p> <p>Тема 3.2. Термогенез в митохондриях при гипотермии у животных и растений.</p>	3	19,5		2	2	0,5	15	Семинар Доклад КСР
4	<p>Раздел 4. Окислительный стресс и антиоксидантные системы.</p> <p>Тема 4.1. Молекулярные основы генерации активных форм кислорода и их токсичность.</p> <p>Тема 4.2. Окислительный стресс и оксидативная модификация макромолекул.</p> <p>Тема 4.3. Молекулярные основы функционирования антиоксидантных систем.</p>	3	23,5		4	4	0,5	15	Семинар Доклад КСР
5	<p>Раздел 5. Биотрансформация ксенобиотиков.</p> <p>Тема 5.1. Общая характеристика ксенобиотиков.</p> <p>Тема 5.2. Метаболизм ксенобиотиков и их биотрансформация.</p>	3	23,5		4	4	0,5	15	Семинар Доклад КСР

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.)		
3	Раздел 1. Введение. Тема 1.1. Общие представления о «молекулярных механизмах адаптации».	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы. Самостоятельное изучение теоретического материала по вопросам: Основные типы «стратегии» адаптации к окружающим условиям, Срочная и долгосрочная адаптация. Подготовка доклада и презентации по теме реферата.	1-2	6	Семинар Доклад КСР	V. а) 1. 1-4
3	Раздел 2. Современные представления о структуре и функциях белков и нуклеиновых кислот их участии в адаптации организмов. Тема 2.1. Современные представления о структуре белков. Структура и функции гемоглобина. Адаптация гемоглобинов как пример трех основных типов адаптации к условиям окружающей среды.	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы. Самостоятельное изучение теоретического материала по вопросам: Качественная адаптация – адаптация гемоглобина в процессе онтогенеза млекопитающих. Межвидовые различия в кооперативности связывания O ₂ и эффекте Бора. Температурная адаптация гемоглобинов у экзотермных животных.	3-4	5	Семинар Доклад КСР	V. а) 1. 1, 3-4 2.1-2

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
3	Тема 2.2. Шапероны их функции, классификация и включение синтеза при стрессе. Белки, синтезирующиеся при гипотермии.	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы. Подготовка доклада и презентации по теме: Дегидрины, антифризные белки, COR-белки и др.	5-6	5	Семинар Доклад КСР	V. а) 1. 1-2
3	Тема 2.3. Структура ДНК. Виды её повреждений и механизмы репарации.	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы. Самостоятельное изучение теоретического материала по вопросу: «ДНК-гликозидазы, участвующие в устранении окислительных повреждений ДНК. SOS-репарация. Пигментная ксеродерма как заболевание, связанное с нарушением работы ферментов репарации». Подготовка доклада и презентации по теме	7-8	5	Семинар Доклад КСР	V. а) 1. 3
3	Раздел 3. Биологические мембраны и их участие в адаптационных процессах. Тема 3.1. Липиды как компоненты мембран.	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы. Самостоятельное изучение теоретического материала по вопросам: Предотвращение дезинтегации мембран поддержанием ненасыщенности жирных кислот фосфолипидов при гипотермии. Десатуразы жирных кислот как протекторные белки при холодовом шоке. Подготовка докладов и презентации. Написание реферата по теме Перекисное окисление липидов мембран как один из возможных факторов повреждения мембран под действием факторов внешней среды.	9-10	7	Семинар Реферат КСР	V. а) 1. 1-4

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
3	Тема 3.2. Термогенез в митохондриях при гипотермии у животных и растений.	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы. Самостоятельное изучение теоретического материала по вопросам: Бурая жировая ткань животных и разобщающий белок UCP-1. Растительные митохондриальные разобщающие белки – PUMP, их участие в термогенезе растений. Подготовка докладов и презентации. Написание реферата по теме Термогенез в митохондриях при гипотермии у животных и растений.	9-10	8	Семинар Доклад Реферат КСР	V. а) 1. 2,4
3	Раздел 4. Окислительный стресс и антиоксидантные системы. Тема 4.1. Молекулярные основы генерации активных форм кислорода и их токсичность.	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы. Самостоятельное изучение теоретического материала по вопросам: Особенности генерации АФК в клетках растений и животных. Активные формы кислорода как сигнальные молекулы. Подготовка докладов и презентаций.	11-12	5	Семинар Доклад КСР	V. а) 1. 2 2.1-2
3	Тема 4.2. Окислительный стресс и оксидативная модификация макромолекул.	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы. Самостоятельное изучение теоретического материала по вопросам: Перекисное окисление липидов мембран – один из возможных факторов повреждения мембран под действием факторов внешней среды. Свободнорадикальный механизм перекисного окисления липидов. Окислительная модификация белков. Модификация ДНК под действием активных форм кислорода. Прооксиданты. Подготовка докладов и презентаций.	13-14	5	Семинар Доклад КСР	V. а) 1. 2 2.1-2

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
3	Тема 4.3. Молекулярные основы функционирования антиоксидантных систем.	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы. Самостоятельное изучение теоретического материала по вопросам: Супероксиддисмутаза, её изоформы и их компарментализация. Каталаза, аскорбатпероксидаза, глутатионпероксидаза. Ферменты, поддерживающие антиоксидантный статус клеток. Молекулярные механизмы детоксикации активных форм кислорода с участием антиоксидантных ферментов. Особенности функционирования антиоксидантных ферментов в клетках животных и растений. Подготовка докладов и презентаций.	13-14	5	Семинар Доклад КСР	V. а) 1. 2,4
3	Раздел 5. Биотрансформация ксенобиотиков. Тема 5.1. Общая характеристика ксенобиотиков.	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы. Самостоятельное изучение теоретического материала по вопросам: Ксенобиотики в пищевой промышленности (красители, усилители вкуса, заменители сахара и т.д.), сельском хозяйстве, на транспорте), вещества бытовой химии (моющие средства, вещества для борьбы с паразитами, парфюмерия). Подготовка докладов и презентаций.	15-16	8	Семинар Доклад КСР	V. а) 1. 2,4 2.1-2
3	Тема 5.2. Метаболизм ксенобиотиков и их биотрансформация.	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы. Самостоятельное изучение теоретического материала по вопросам: Индукция защитных систем. Биотрансформация лекарственных веществ. Подготовка докладов и презентаций. Написание реферата по теме Биотрансформация лекарственных препаратов.	17-18	7	Семинар Реферат КСР	V. а) 1. 2-4
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час) – 11						

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) – 20						

4.3 Содержание учебного материала

Раздел 1. Введение.

Тема 1.1. Общие представления о молекулярных механизмах адаптации. Три основных типа «стратегии» адаптации к окружающим условиям. Общий адаптационный синдром и его стадии: реакция тревоги, стадия резистентности или устойчивости, стадия истощения. Зависимость адаптационных реакций от силы раздражителя. Срочная и долговременная адаптация.

Раздел 2. Современные представления о структуре и функциях белков и нуклеиновых кислот их участии в адаптации организмов.

Тема 2.1. Современные представления о структуре белков. Структура и функции гемоглобина. Адаптация гемоглобинов как пример трех основных типов адаптации к условиям окружающей среды. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура белков, связи, участвующие в их стабилизации, методы изучения.

Возникновение кооперативного эффекта, регуляция сродства гемоглобина к кислороду (эффект Бора, действие 2,3-бисфосфоглицерата).

Основные требования и адаптивные реакции. Приспособления гемоглобина к функционированию на больших высотах – адаптация модулярного типа. Качественная адаптация – адаптация гемоглобина в процессе онтогенеза млекопитающих. Межвидовые различия в кооперативности связывания O₂ и эффекте Бора. Температурная адаптация гемоглобинов у экзотермных животных.

Тема 2.2. Шапероны: функции, классификация и включение синтеза при стрессе.

Белки, синтезирующиеся при гипотермии. Стрессовые белки – шапероны, их общая характеристика. Роль шаперонов в стабилизации клеточных структур при температурных стрессах. Функции и классификация БТШ, их роль в фолдинге белков. Включение синтеза БТШ при стрессе. Убиквитин-протеасомная система. Дегидрины, антифризные белки, COR-белки.

Тема 2.3. Структура ДНК. Виды её повреждений и репарации. Современные представления о структуре ДНК. Репарация ДНК. Виды повреждений ДНК, возникающие при действии ультрафиолетового, ионизирующего, рентгеновского и других видов излучений. Повреждения активными формами кислорода. Прямая репарация, репарация с эксцизией нуклеотида. Эксцизионная репарация. ДНК-гликозидазы, участвующие в устранении окислительных повреждений ДНК. SOS-репарация. Пигментная ксеродерма как заболевание, связанное с нарушением работы ферментов репарации.

Раздел 3. Биологические мембраны и их участие в адаптационных процессах.

Тема 3.1. Липиды как компоненты мембран. Жидкостно-мозаичная модель Никольсона-Сингера. Состав липидов, фазовые переходы, асимметрия бислоя. Изменение состава липидов мембран как один из факторов адаптации. Предотвращение дезинтеграции мембран поддержанием ненасыщенности жирных кислот фосфолипидов при гипотермии. Десатуразы жирных кислот как протекторные белки при холодовом шоке. Влияние стрессовых факторов различной природы на структуру мембран .

Тема 3.2. Термогенез в митохондриях при гипотермии у животных и растений. Бурая жировая ткань животных и разобщающий белок UCP-1. Растительные митохондриальные разобщающие белки – PUMP, их участие в термогенезе растений. Изменение липидного состава мембран при повышенных температурах.

Раздел 4. Окислительный стресс и антиоксидантные системы.

Тема 4.1. Молекулярные основы генерации активных форм кислорода и их токсичность. Генерация молекулярного синглетного кислорода, супероксидного радикала, пероксида водорода, гидроксильного радикала и оксида азота. Генерация активных форм

кислорода на свету и в темноте. Особенности генерации активных форм кислорода в клетках растений и животных. Активные формы кислорода как сигнальные молекулы.

Тема 4.2. Окислительный стресс и оксидативная модификация макромолекул. Токсичность активных форм кислорода. Окислительный и фотоокислительный стресс. Взаимопревращение активных форм кислорода. Особенности повреждения белков, липидов и фотосинтетических пигментов молекулярным синглетным кислородом и гидроксильным радикалом. Перекисное окисление липидов мембран – один из возможных факторов повреждения мембран под действием факторов внешней среды. Свободнорадикальный механизм перекисного окисления липидов. Окислительная модификация белков. Модификация ДНК под действием активных форм кислорода. Проксиданты.

Тема 4.3. Молекулярные основы функционирования антиоксидантных систем. Низкомолекулярные антиоксиданты, их классификация. Важнейшие природные низкомолекулярные антиоксиданты: аскорбат, глутатион, токоферол и каротиноиды. Полифенолы как антиоксиданты. Синтетические антиоксиданты. Молекулярные механизмы детоксикации активных форм кислорода с участием низкомолекулярных антиоксидантов. Антиоксидантные ферменты. Классификация. Супероксиддисмутаза, её изоформы и их компартментализация. Каталаза, аскорбатпероксидаза, глутатионпероксидаза. Ферменты, поддерживающие антиоксидантный статус клеток. Молекулярные механизмы детоксикации активных форм кислорода с участием антиоксидантных ферментов. Особенности функционирования антиоксидантных ферментов в клетках животных и растений.

Раздел 5. Биотрансформация ксенобиотиков.

Тема 5.1. Общая характеристика ксенобиотиков. Классификация ксенобиотиков: продукты хозяйственной деятельности человека (промышленность (в т.ч. пищевая – красители, усилители вкуса, заменители сахара и т.д.), сельское хозяйство, транспорт), вещества бытовой химии (моющие средства, вещества для борьбы с паразитами, парфюмерия).

Тема 5.2. Метаболизм ксенобиотиков и их биотрансформация. Общая характеристика метаболизма ксенобиотиков. Первая фаза метаболизма. Микросомальная система окисления. Цитохром Р-450, его структура и функции. Цитохром В₅. Реакции гидроксирования, восстановления, конъюгации. Индукторы и ингибиторы микросомальных монооксигеназ. Вторая фаза метаболизма. Роль глутатионтрансфераз. Связывание, транспорт и выведение ксенобиотиков. Индукция защитных систем. Биотрансформация лекарственных веществ.

4.3.1. 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 практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1	Тема 1.1	Общие представления о молекулярных механизмах адаптации.	1		Семинар Доклад КСР	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i>
2	Тема 2.1	Современные представления о структуре белков.	2		Семинар Доклад КСР	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i>

		Структура и функции гемоглобина. Адаптация гемоглобинов как пример основных типов адаптации к условиям окружающей среды.				
3	Тема 2.2	Шапероны их функции, классификация и включение синтеза при стрессе. Белки, синтезирующиеся при гипотермии.	2		Семинар Доклад КСР	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i>
4	Тема 2.3	Повреждение ДНК и механизмы репарации.	2		Семинар Доклад КСР	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i>
5	Тема 3.1	Липиды как компоненты мембран.	2		Семинар Реферат КСР	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i>
6	Тема 3.2	Термогенез в митохондриях при гипотермии у животных и растений.	2		Семинар Реферат КСР	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i>
7	Тема 4.1	Молекулярные основы генерации активных форм кислорода и их токсичность.	1		Семинар Доклад КСР	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i>
8	Тема 4.2	Окислительный стресс и оксидативная модификация макромолекул.	1		Семинар Доклад КСР	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i>
9	Тема 4.3	Молекулярные основы функционирования антиоксидантных систем.	2		Семинар Доклад КСР	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i>
10	Тема 5.1	Общая характеристика ксенобиотиков.	2		Семинар Доклад КСР	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i>
11	Тема 5.2	Метаболизм ксенобиотиков и их биотрансформация.	2		Семинар Реферат КСР	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i>

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

1. п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1.	Тема 1.1. Общие представления о «молекулярных механизмах адаптации».	Изучить теоретический материал по вопросу: «Основные типы «стратегии» адаптации к окружающим условиям, Срочная и	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i>

		долговременная адаптация».		
2.	Тема 2.1. Современные представления о структуре белков. Структура и функции гемоглобина. Адаптация гемоглобинов как пример трех основных типов адаптации к условиям окружающей среды.	Изучить теоретический материал по вопросам: «Качественная адаптация – адаптация гемоглобина в процессе онтогенеза млекопитающих. Межвидовые различия в кооперативности связывания O ₂ и эффекте Бора. Температурная адаптация гемоглобинов у экзотермных животных».	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i>
3.	Тема 2.2. Шапероны их функции, классификация и включение синтеза при стрессе. Белки, синтезирующиеся при гипотермии.	Изучить теоретический материал по вопросам: «Дегидрины, антифризные белки, COR-белки и др.».	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i>
4.	Тема 2.3. Структура ДНК. Виды её повреждений и механизмы репарации.	Изучить теоретический материал по вопросу: «ДНК-гликозидазы, участвующие в устранении окислительных повреждений ДНК. SOS-репарация. Пигментная ксеродерма как заболевание, связанное с нарушением работы ферментов репарации».	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i>
5.	Тема 3.1. Липиды как компоненты мембран.	Изучить теоретический материал по вопросам: «Предотвращение дезинтегации мембран поддержанием ненасыщенности жирных кислот фосфолипидов при гипотермии. Десатуразы жирных кислот как протекторные белки при холодовом шоке». Написать реферат по теме Перекисное окисление липидов мембран как один из возможных факторов повреждения мембран под действием факторов внешней среды.	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i>
6.	Тема 3.2. Термогенез в митохондриях при гипотермии у животных и растений.	Изучить теоретический материал по вопросам: «Бурая жировая ткань животных и	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i>

		разобшающий белок UCP-1. Растительные митохондриальные разобшающие белки – PUMP, их участие в термогенезе растений» Написать реферат по теме «Термогенез в митохондриях при гипотермии у животных и растений».		
7.	Тема 4.1. Молекулярные основы генерации активных форм кислорода и их токсичность.	Изучить теоретический материал по вопросам: «Особенности генерации АФК в клетках растений и животных. Активные формы кислорода как сигнальные молекулы».	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК1.3</i>
8.	Тема 4.2. Окислительный стресс и окислительная модификация макромолекул.	Изучить теоретический материал по вопросу: «Перекисное окисление липидов мембран – один из возможных факторов повреждения мембран под действием факторов внешней среды. Свободнорадикальный механизм перекисного окисления липидов. Окислительная модификация белков. Модификация ДНК под действием активных форм кислорода. Проксиданты».	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i>
9.	Тема 4.3. Молекулярные основы функционирования антиоксидантных систем.	Изучить теоретический материал по вопросам: «Супероксиддисмутаза, её изоформы и их компарментализация. Каталаза, аскорбатпероксидаза, глутатионпероксидаза. Ферменты, поддерживающие антиоксидантный статус клеток. Молекулярные механизмы детоксикации активных форм кислорода с участием антиоксидантных ферментов. Особенности функционирования антиоксидантных ферментов в клетках животных и растений».	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i>
10	Тема 5.1. Общая характеристика	Изучить теоретический материал по вопросам:	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i>

	ксенобиотиков.	«Ксенобиотики в пищевой промышленности (красители, усилители вкуса, заменители сахара и т.д.), сельском хозяйстве, на транспорте), вещества бытовой химии (моющие средства, вещества для борьбы с паразитами, парфюмерия)».		
11.	Тема 5.2. Метаболизм ксенобиотиков и их биотрансформация.	Изучить теоретический материал по вопросам: «Индукция защитных систем. Биотрансформация лекарственных веществ». Написать реферат по теме Биотрансформация лекарственных веществ.	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i> <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, зачету.

Для организации самостоятельной работы по дисциплине «Молекулярные механизмы адаптации» 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, подготовке докладов и презентаций.
- 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. Качество выполненной работы оценивается в ходе обсуждения данных вопросов при проведении семинаров 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.

Устный доклад – это сообщение в течение 20-30 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) Рекомендуемая литература

1. Основная литература

1. Основы биохимии Ленинджера [Электронный ресурс] / Нельсон Д. , Кокс М. ., - Электрон. текстовые дан.. - ЭБС "Лань". - неогранич. доступ. 1 : Основы биохимии, строение и катализ / Д. Нельсон, М. Кокс, Т. 1. - 3-е. - [Б. м.] : Издательство "Лаборатория знаний", 2017. - 749 с. – ISBN 978-5-00101-544-4 : Б. ц.
2. Основы биохимии Ленинджера [Электронный ресурс] / Нельсон Д. , Кокс М. ., - Электрон. текстовые дан. - ЭБС "Лань". - неогранич. доступ. Т. 2: Биоэнергетика и метаболизм / Д. Нельсон, М. Кокс, Т. 2. - 3-е. - [Б. м.] : Издательство "Лаборатория знаний", 2017. - 691 с. – ISBN 978-5-00101-545-1 : Б. ц.
3. Основы биохимии Ленинджера [Электронный ресурс] / Нельсон Д. , Кокс М. ., - Электрон. текстовые дан. - ЭБС "Лань". - неогранич. доступ. Т. 3: Пути передачи информации / Д. Нельсон, М. Кокс, Т. 3. - 3-е. - [Б. м.] : Издательство "Лаборатория знаний", 2017. - 451 с. – ISBN 978-5-00101-546-8 : Б. ц.
4. Клетки по Льюину [Электронный ресурс] / Л. Кассимерис. - 3-е. - Электрон. текстовые дан. - [Б. м.] : Издательство "Лаборатория знаний", 2018. - 1059 с. - ЭБС "Лань". - неогранич. доступ. – ISBN 978-5-00101-587-1 : Б. ц.

2. Дополнительная литература

1. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии [Электронный ресурс] / К. Уилсон, Дж Уолкер. - Москва : Бином. Лаборатория знаний, 2013. - 848 с. - (Методы в биологии). - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9963-2126-1.

б) периодические издания

в) список авторских методических разработок

г) 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:

Аудитория для проведения занятий лекционного типа оборудована:

специализированной (учебной) мебелью на 12 посадочных мест, биохимическая лаборатория (лабораторные столы - 4 шт.);

техническими средствами обучения: доска аудиторная меловая, проектор BenQ MS504, служащими для представления учебной информации большой аудитории по дисциплине «Молекулярные механизмы адаптации»;

учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации по дисциплине в количестве: таблицы – 5 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.);

техническими средствами обучения: доска аудиторная меловая, проектор BenQ MS504, служащими для представления учебной информации большой аудитории по дисциплине «Молекулярные механизмы адаптации»;

учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации по дисциплине в количестве: таблицы – 3 шт.

Компьютерный класс (учебная аудитория) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, организации самостоятельной работы: аудитория с неограниченным доступом к сети Интернет оборудована:

специализированной (учебной) мебелью на 20 посадочных мест;

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.; проектор BenQ MX503; экран ScreenVtdiaEcot; доска меловая.

Помещение 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., проектор Оверхед GEHA OHP Ecovision 24/3 - 1 шт., системный блок в комплекте ASUS - 1 шт., монитор BenQ DL2215 - 1 шт., ноутбук Lenovo G580 в комплекте - 1 шт., multifunctionальное 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 «Молекулярные механизмы адаптации» 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 «Молекулярные механизмы адаптации» проводится семинар с подготовкой и заслушиванием докладов и обсуждением рефератов по актуальным проблемам теории и практики и последующим их обсуждением.

- *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 «Молекулярные механизмы адаптации» используются следующие технологии:

▪ 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.

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 собеседование. В процессе собеседования оценивается уровень владения базовыми знаниями, умениями, навыками, необходимыми для начала обучения по дисциплине «Молекулярные механизмы адаптации», определяется степень владения новым материалом до начала его изучения.

Оценочные материалы текущего контроля формируются в соответствии с ЛНА университета

В рамках дисциплины «Молекулярные механизмы адаптации» используются следующие формы текущего контроля:

- устный опрос;
- письменная работа;
- тест;
- реферат;
- контроль самостоятельной работы.

Фонд оценочных средств включает:

- фонд тестовых заданий по дисциплине,
- тематика и материалы заданий,
- перечень тем рефератов/докладов,
- вопросы для самостоятельного изучения (СРС)
- вопросы и билеты для зачёта,
- критерии оценки знаний студентов.

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

Написание рефератов по темам:

1. Термогенез в митохондриях при гипотермии у животных и растений.
2. Перекисное окисление липидов мембран как один из возможных факторов повреждения мембран под действием факторов внешней среды.
3. Биотрансформация лекарственных веществ.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации в форме зачёта.

Форма промежуточной аттестации - **зачёт**.

Примерный список вопросов к зачёту

1. Общие представления о “молекулярных механизмах адаптации”. Основные типы “стратегии” адаптации к окружающим условиям.
2. Современные представления о структуре белков. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура белков, связи, участвующие в их стабилизации, методы изучения.
3. Структура и функции гемоглобина. Возникновение кооперативного эффекта, регуляция сродства гемоглобина к кислороду: эффект Бора, действие 2,3-бисфосфоглицерата.
4. Адаптация гемоглобинов. Приспособления гемоглобина к функционированию на больших высотах – адаптация модулярного типа. Качественная адаптация – адаптация гемоглобина в процессе онтогенеза млекопитающих. Межвидовые различия в

кооперативности связывания O₂ и эффекте Бора. Температурная адаптация гемоглобинов у экзотермных животных.

5. Стрессовые белки – шапероны, их общая характеристика. Роль шаперонов в стабилизации клеточных структур при температурных стрессах. Функции и классификация БТШ, их роль в фолдинге белков.

6. Включение синтеза БТШ при стрессе. Убиквитин-протеасомная система.

7. Белки, синтезирующиеся при гипотермии. Дегидрины, антифризные белки, COR-белки.

8. Современные представления о структуре ДНК.

9. Репарация ДНК. Виды повреждений ДНК, возникающие при действии ультрафиолетового, ионизирующего, рентгеновского и других видов излучений. Повреждения активными формами кислорода.

10. Репарация ДНК. Прямая репарация, репарация с эксцизией нуклеотида. Эксцизионная репарация. ДНК-гликозидазы, участвующие в устранении окислительных повреждений ДНК. SOS-репарация. Пигментная ксеродерма как заболевание, связанное с нарушением работы ферментов репарации.

11. Биологические мембраны и их участие в адаптационных процессах.

Изменение состава липидов мембран как один из факторов адаптации. Предотвращение дезинтеграции мембран поддержанием ненасыщенности жирных кислот фосфолипидов при гипотермии. Десатуразы жирных кислот как протекторные белки при холодовом шоке.

12. Термогенез в митохондриях при гипотермии у животных и растений. Бурая жировая ткань животных и разобщающий белок UCP-1. Растительные митохондриальные разобщающие белки – PUMP, их участие в термогенезе растений.

13. Молекулярные основы генерации активных форм кислорода и их токсичность. Генерация молекулярного синглетного кислорода, супероксидного радикала, пероксида водорода, гидроксильного радикала и оксида азота. Активные формы кислорода как сигнальные молекулы.

14. Токсичность активных форм кислорода. Окислительный и фотоокислительный стресс. Взаимопревращение активных форм кислорода.

Перекисное окисление липидов мембран. Окислительная модификация белков. Модификация ДНК под действием активных форм кислорода. Прооксиданты.

15. Низкомолекулярные антиоксиданты и их классификация. Важнейшие природные низкомолекулярные антиоксиданты: аскорбат, глутатион, токоферол и каротиноиды. Полифенолы как антиоксиданты. Синтетические антиоксиданты. Молекулярные механизмы детоксикации АФК с участием низкомолекулярных антиоксидантов.

16. Антиоксидантные ферменты. Классификация. Супероксиддисмутаза: изоформы, их компартиментализация. Кatalаза. Аскорбатпероксидаза. Глутатионпероксидаза. Ферменты, поддерживающие антиоксидантный статус клеток. Молекулярные механизмы детоксикации АФК с участием антиоксидантных ферментов.

17. Общая характеристика метаболизма ксенобиотиков. Классификация ксенобиотиков, их разнообразие и источники.

18. Первая фаза метаболизма. Микросомальная система окисления. Цитохром P-450, его структура и функции. Цитохром B₅. Реакции гидроксирования, восстановления, конъюгации. Индукторы и ингибиторы микросомальных монооксигеназ.

19. Вторая фаза метаболизма. Роль глутатионтрансфераз. Связывание, транспорт и выведение ксенобиотиков. Индукция защитных систем. Биотрансформация лекарственных веществ.

Разработчики:



(подпись)

доцент А.В. Третьякова

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.