

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Мусьял Александр Вячеславович
Должность: Ректор
Дата подписания: 29.09.2025 14:55:23
Уникальный программный ключ:
297fef716e5ece559822a236feffc4d8a43d0cf1

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Курский государственный аграрный университет
имени И.И. Иванова»

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе

_____ А.В. Малахов
«26» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.01.01 «Энзимология»

(ОФО)

Направление подготовки

06.06.01 БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Профиль «Биохимия»

Курск 2025

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 06.06.01 БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30.07.2014 № 871.

Разработчики:

Заведующий кафедрой физиологии и химии имени профессора А.А. Сысоева

Рыжкова Галина Федоровна

(занимаемая должность)

(ФИО)

(подпись)

Рабочую программу дисциплины одобрила кафедра физиологии и химии имени профессора А.А. Сысоева.

Протокол заседания кафедры № 11 от «21» мая 2025 г.

Заведующий кафедрой: д.б.н., профессор Рыжкова Галина Федоровна

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины:

изучение основ ферментативного катализа, его кинетики и молекулярных механизмов действия ферментов; физико-химических основ высокой специфичности и эффективности биологического катализа; аспектов его практического использования в современных биокаталитических технологиях, в частности, в органическом синтезе, анализе, ветеринарии, биологии.

Задачи:

- сформировать у обучающихся всесторонние знания о современном состоянии и перспективах развития науки о ферментах; ознакомить с классификацией ферментов, методами их изучения;
- дать характеристику структурно-функциональной организации ферментов, механизмам действия, способам регуляции активности ферментов, получения и использования ферментов
- подготовить обучающихся к организации и осуществлению эффективной профессиональной деятельности путем использования полученных знаний в области энзимологии, подбора и освоения современных методов биохимического анализа, приборов и оборудования, используемых при проведении исследований.

2. Место дисциплины в структуре программы

Дисциплина Б1.В.ДВ.01.01 «Энзимология» входит в блок Б1 «Вариативная часть» учебного плана.

Перед дисциплиной Энзимология изучаются следующие дисциплины:

- Философские проблемы современной биологии
- Методология научных исследований
- Иностранный язык
- История и философия науки
- Научно-исследовательская деятельность
- Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук
- Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.1
- Перевод специализированных текстов
- Биохимия
- Биологически активные вещества в физиологических и биохимических процессах в организме животного

После прохождения дисциплины Энзимология изучаются следующие дисциплины:

- Организация и управление исследовательским коллективом
- Иностранный язык
- Педагогика и психология высшей школы для подготовки к преподавательской деятельности в сфере биологических наук
- Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (научно-исследовательская)
- Научно-исследовательская деятельность
- Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук
- Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.3
- Биохимия
- Клиническая биохимия
- Основы патентоведения
- Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (педагогическая)
- Научно-исследовательская деятельность
- Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук
- Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)
- Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
- Научно-исследовательская деятельность
- Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук

3. Требования к планируемым результатам освоения дисциплины:

3.1 Обучающийся должен:

Знать:

- современное состояние и перспективы развития науки о ферментах (энзимологии);
- функции и механизм действия ферментов;
- зависимость активности ферментов от физико-химических факторов, физиологического состояния, кормления, различных патологических процессов;
- способы регуляции ферментативной активности;
- современные методы исследований ферментативной активности в биологических жидкостях, органах и тканях сельскохозяйственных животных;

Уметь:

- осуществлять подбор современных и классических биохимических методов и проводить исследования ферментативной активности в крови, органах и тканях животных, пищевом сырье;

- использовать современные приборы и лабораторное оборудование при проведении исследований;
- научно обосновать применение новых биологически активных добавок и лекарственных препаратов для изучения их влияния на активность ферментов в биологических объектах.
- проводить обработку результатов эксперимента и оценивать их в сравнении с литературными данными;
- интерпретировать результаты биохимических исследований для оценки состояния обмена веществ и комплексной диагностики заболеваний животных;
- использовать теоретические знания и практические навыки, полученные при изучении дисциплины, для решения соответствующих профессиональных задач в области биологии и ветеринарии;
- самостоятельно осуществлять поиск и анализ информации и использовать ее в процессе научно-практической деятельности

Владеть:

- навыками работы с современными приборами и лабораторным оборудованием, используемыми при проведении химических исследований;
- навыками в освоении современных теоретических и экспериментальных методов исследования и применении информационно-коммуникационных технологий в биологии и ветеринарии.
- владения операциями анализа, синтеза, сравнения, обобщения, целеполагания;
- навыками использования полученных знаний в педагогической и научной деятельности

3.2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен освоить:

ПК – Профессиональную компетенцию

Код	Наименование компетенции
ПК-1	способность осуществлять профессиональную деятельность в соответствии с полученной специальностью научных работников, связанную с решением научно-исследовательских, научно-практических, научно-производственных задач в области биологических наук, в частности биохимии

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Форма обучения Очная форма

Вид учебной работы	Всего часов	Курс(ы)					
		2					
Контактная работа (всего)	20	20					
В том числе:							
Лекционные занятия	10	10					
Практические занятия	10	10					
Самостоятельная работа	52	52					
ИТОГО:	72	72					
з.е.	2	2					

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы/темы дисциплины и виды занятий

Форма обучения Очная форма

№ п/п	Наименование разделов/тем дисциплины	Лекции	Лабор. занятия	Прак. занятия	СРС	Контроль
1.	Научные и практические аспекты энзимологии				5	
2.	Химическая структура ферментов. Химия белка	2			6	
3.	Методы очистки и выделения ферментов			2	5	
4.	Механизм ферментативного катализа	2		2	6	
5.	Кинетика ферментативных реакций	2			6	
6.	Специфичность действия ферментов			2	6	
7.	Влияние физико-химических факторов на активность ферментов. Активаторы и ингибиторы ферментов.	2		2	6	
8.	Классификация, номенклатура ферментов. Методы определения ферментативной активности	2			6	
9.	Биосинтез ферментов			2	6	
	ИТОГО:	10		10	52	

5.2. Содержание разделов/тем дисциплины

№ п/п	Наименование раздела/темы дисциплины	Содержание раздела/темы
1.	Научные и практические аспекты энзимологии	Дисциплина «Энзимология», ее цели и задачи, значение для биологической науки. Вклад отечественных и зарубежных ученых в развитие энзимологии. Перспективы развития науки. Роль ферментов в биогенных системах.
2.	Химическая структура ферментов. Химия белка	Ферменты как белки. Однокомпонентные и двухкомпонентные ферменты. Природа апофермента и кофермента. Аминокислоты и пептидная связь. Модификация белков протонированием. Белки как полиэлектролиты. Химическая модификация аминокислот белков. Химическая модификация каталитически важных групп активного центра.

		Молекулярные силы и взаимодействия. Первичная структура белков. Вторичная, третичная и четвертичная структура белков. Масс-спектрометрия биомакромолекул. Методы изучения структуры белков. Компьютерное молекулярное моделирование белков.
3.	Методы очистки и выделения ферментов	Значение очистки ферментов. Методы очистки. Методы определения ферментативной активности. Общие приемы. Источник фермента. Экстракция. Методы фракционирования. Фракционное осаждение при изменении рН. Фракционная денатурация нагреванием. Фракционное осаждение органическими растворителями. Фракционирование солями. Фракционная адсорбция. Колоночная хроматография. Электрофорез. Кристаллизация. Чередование методов фракционирования. Концентрирование. Критерий чистоты ферментов. Затруднения, встречающиеся при работе с чистыми ферментами.
4.	Механизм ферментативного катализа	Общий механизм ферментативного катализа. Многостадийность ферментативной реакции. Проблема понижения свободной энергии переходного состояния. Образование энзим-субстратного комплекса. Последовательные этапы катализа: сближение и необходимая ориентация реагентов, удаление молекул воды, стабилизация переходного состояния, перенос группы, высвобождение продукта. Типы взаимодействия в механизме действия сложных ферментов.
5.	Кинетика ферментативных реакций	Значение исследования кинетики действия ферментов. Факторы, влияющие на скорость ферментативных реакций. Влияние концентрации фермента. Вогнутые кривые $V — [E]$. Выпуклые кривые $V — [E]$. Влияние концентрации субстрата. Ферментативная кинетика односубстратных реакций. Теория Михаэлиса. Теория стационарного состояния. Кинетические уравнения для ферментов, действующих на два и большее число субстратов. Реакции с участием двух субстратов. Установление кинетического механизма. Реакции с участием трех и большего числа субстратов. Исследование связывания субстрата. Ингибирование высокими концентрациями субстрата. Субстрат, действующий одновременно как активатор фермента. Влияние рН. рН-функции Михаэлиса. Влияние рН на V . Влияние рН на K_m . Влияние температуры. Теплота инактивации ферментов. Влияние температуры на собственно ферментативную реакцию. Влияние температуры на состояние ионизации фермента. Влияние давления. Предстационарная фаза

		ферментативных реакций. Методы исследования быстрых реакций. Анализ результатов исследований быстрых реакций. Релаксационные методы.
6.	Специфичность действия ферментов	Специфичность как особое свойство ферментов. Виды специфичности. Электронное влияние заместителей на реакционный центр. Концепция стерического соответствия «ключ-замок». Концепция индуцированного соответствия. Концепция напряжений и деформаций. Стереоспецифичность ферментов. Специфичность ферментов: молекулярное приближение.
7.	Влияние физико-химических факторов на активность ферментов. Активаторы и ингибиторы ферментов.	Зависимость активности ферментов от температуры, реакции среды, концентрации субстрата в клетке. Активаторы, ингибиторы и парализаторы ферментативной активности, их природа. Конкурентное и неконкурентное ингибирование.
8.	Классификация, номенклатура ферментов. Методы определения ферментативной активности	Современная международная номенклатура ЕС. Общая характеристика классов ферментов. Принципы деления на подклассы и подподклассы. Номенклатура ферментов. Измерение скорости ферментативных реакций. Типы методов, используемых при изучении ферментативных реакций. Общие правила работы с ферментами Исследование фермента Удельная и молекулярная активности. Средство фермента к реагирующим веществам Методы количественного изучения ферментативных реакций. Спектрофотометрические методы. Флуоресцентные методы. Манометрические методы. Электродные методы. Поляриметрические методы. Методы с отбором проб.
9.	Биосинтез ферментов	Явления, важные для биосинтеза белка. Репликация ДНК. ДНК-полимераза. РНК-полимераза. Присоединение аминокислот к тРНК. Аминоацил-тРНК—синтетазы. Генетический код. Структура рибосом. Функционирование рибосом и кофакторы. Инициация. Элонгация. Терминация. Контроль биосинтеза ферментов. Контроль в бактериальной системе. Контроль метаболитами. Контроль биосинтеза белка в животных клетках. Нерибосомный синтез полипептидов.

6. Методические рекомендации для проведения текущего контроля успеваемости/промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль успеваемости в рамках дисциплины проводится с целью определения степени освоения обучающимися основной профессиональной

образовательной программы.

Текущий контроль успеваемости обучающихся проводится по каждой теме учебной дисциплины и включает контроль знаний на аудиторных и внеаудиторных занятиях в ходе выполнения самостоятельной работы.

Промежуточная аттестация обучающихся проводится в форме сдачи **зачета**.

Зачет сдается согласно расписанию и служит формой проверки учебных достижений обучающихся по всей программе учебной дисциплины и преследуют цель оценить учебные достижения за период изучения дисциплины.

ФОМ для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации представлены в составе ОПОП.

7. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины, в том числе для самостоятельной работы обучающихся

Приступая к изучению дисциплины, обучающимся необходимо ознакомиться с настоящей программой и внимательно изучить перечень знаний, умений, владений и компетенций, которые она формирует (см. п.3).

Для освоения дисциплины необходимо:

- *посещение лекционных занятий, конспектирование лекций, изучение соответствующих разделов, глав, параграфов рекомендованных преподавателем учебников (см. список основной литературы в п.9 настоящей программы);*
- *своевременная подготовка к практическим занятиям и активное участие в них;*
- *систематическая самостоятельная работа.*

От обучающихся требуется регулярное посещение лекционных занятий, на которых они получают необходимый теоретический минимум. Лекционные занятия формируют представление о взаимосвязи изучаемых разделов и тем дисциплины, ее междисциплинарных связях, культурном значении. На лекциях вводится терминологический минимум, рассматриваются основные элементы содержания изучаемых тем, объясняется значимость изучаемого материала для будущей профессиональной деятельности, общественной и частной жизни, что способствует повышению внутренней мотивации обучающихся к изучению дисциплины. Лекционные занятия проводятся с применением мультимедийных презентаций, что активизирует зрительную память обучающихся. Конспектирование лекций является обязательным. Конспект может быть полным или содержать реферативную запись рассматриваемых вопросов и выводы по каждому из них. Допускается составление опорных конспектов, отражающих лишь ключевые позиции рассматриваемого теоретического материала. Наличие конспекта обязательно, объем конспекта определяется самим обучающимся.

Логическим продолжением аудиторных занятий является внеаудиторная самостоятельная работа, которая составляет значительную часть учебной работы по изучению дисциплины и овладению компетенциями. С целью правильной ее организации и повышения эффективности обучающимся рекомендуется пользоваться *планами практических занятий и методическими рекомендациями по планированию и организации самостоятельной работы обучающихся по дисциплине*, разработанными автором настоящей программы (в форме методических указаний и практикумов).

Готовясь к занятиям, следует ознакомиться с перечнем знаний, умений, владений и компетенций. Это необходимо для того, чтобы, завершив подготовку, обучающийся мог провести самоконтроль для установления владения/не владения знаниями, умениями, навыками и компетенциями.

Затем необходимо прочесть перечень выносимых на практическое занятие основных вопросов (в том числе вопросы для обсуждения), по указанной в плане учебной литературе изучить теоретический материал, освоить терминологический минимум.

Если в плане занятия есть задания в тестовой форме, необходимо выполнить их письменно или устно. Выполнение таких заданий считается творческой работой и оценивается преподавателем отдельно от устного ответа.

Методические рекомендации по планированию и организации самостоятельной работы обучающихся по дисциплине позволят обучающемуся правильно организовать режим своей учебной деятельности, распределить время. Ознакомление с вводными разделами методических рекомендаций будет полезно для общего понимания цели, задач, форм и содержания самостоятельной работы.

8. Перечень информационных технологий (комплект лицензионного и свободного ПО)

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используются следующее:	
Банки данных	Доступ к банку данных ФГБУ «Федеральный центр тестирования». Доступ к электронно-библиотечной системе «Лань»
Интернет, сеть, безопасность	Биллинговая система «TraffPro» Система контроля доступа IPtables Система мониторинга серверного и сетевого оборудования Zabbix Система антивирусной защиты KasperskyEndpointSecurity Программное средство защиты информации от НСД SecretNet6 (версия 6.5, авт. режим) Secret Net 7 АП «Континент» Крипто-pro 3.6 VipNet Client 3.x(KC2) VipNet Client 4.x(KC2) Dallas Lock 8.0-K Dr. Web «Desktop Security Suite» версия 6
СУБД, серверное ПО, операционные системы	Microsoft SQL Microsoft SQL Expres MySQL PostgreSQL Microsoft Windows 2003 server Microsoft Windows 2008 server Microsoft Windows 2012 server Microsoft Windows Terminal Svr CAL 2003 Linux Centos 6 x Linux Fedora 12 Microsoft Windows XP Microsoft Windows XP Starter Microsoft Windows Vista Microsoft Windows 7 starter edition Windows 7 Pro SPI 64-bit Microsoft Windows 8
Дистанционное обучение	Система управления дистанционным обучением Moodle (модульная объектно-ориентированная динамическая учебная среда)
Правовые, информационные и поисковые системы	Информационно-правовая система «Гарант»

Компьютерное тестирование	«Hyper-test» Модули для тестирования в системе управления электронными курсами Moodle Доступ к системам тестирования НИИ мониторинга качества образования «Диагностическое тестирование первокурсников», «Интернет-тренажер», «Интернет-экзамен (ФЭПО)», «Интернет-олимпиада»
Офисные приложения, работа с документами	Microsoft Office 2003-2013 <u>АВВУ</u> FineReader 9.0 Abby Finereader 8

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература

1. Конопатов Ю.В. Биохимия животных: учеб. пособие / Ю. В. Конопатов, С. В. Васильева.– Санкт - Петербург: Лань, 2015. – 384 с.

б) дополнительная литература

1. Биологическая химия: учебник / Ю.Б. Филиппович, Н.И. Ковалевская, Г.А. Севастьянов и др.; под ред. Н.И. Ковалевской.- 4-е изд., перераб и доп.-Москва: Академия, 2013.- 320с.

2. Биохимия: учебник для вузов/ под ред. В.Г. Щербаков. - Изд. 3-е, исправл. и доп. - Санкт - Петербург: ГИОРД, 2005. - 472 с.

3. Биохимия: учебник для вузов/ Н. А. Жеребцов, Т. Н. Попова, В. Г. Артюхов. – Воронеж: Изд-во Воронежского гос. ун-та, 2002. – 696 с.

4. Зайцев С.Ю. Биохимия животных: Фундаментальные и клинические аспекты: учебник для вузов/ С. Ю. Зайцев, Ю. В. Конопатов. - Изд. 2-е, испр. – Санкт - Петербург: Лань, 2005. – 384 с.

5. Комов В.П. Биохимия: учебник для вузов/ В. П. Комов, В.Н. Шведова. – Изд. 2-е, испр. - Москва: Дрофа, 2006. – 639 с.

6. Коничев А.С. Биохимия: задачи и упражнения для самостоятельной работы обучающихся /А.С. Коничев. – Москва: КолосС, 2007.– 140 с.

7. Малахов А.Г. Биохимия сельскохозяйственных животных /А.Г.Малахов, С.И.Вишняков. – Москва: Колос, 1984. – 336с.

8. Рогожин В.В. Биохимия животных: учебник / В. В. Рогожин. – Санкт - Петербург: Гиорд, 2009. – 552 с.

9. Рогожин В.В. Практикум по биохимии: Учебное пособие. – Санкт - Петербург: Лань, 2013. – 544с.

в) Интернет-ресурсы:

1. Биохимия для студента : сайт.– URL: <https://biokhimija.ru/> (дата обращения: 05.05.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст : электронный.

2. Биохимический справочник : сайт.– URL: <http://library.med.utah.edu/> (дата обращения: 05.05.2020). – Режим доступа: свободный.– Текст : электронный.

3. Биохимия. Pro: сайт .– URL: <https://biochemistry.pro> (дата обращения: 05.05.2020). – Режим доступа: свободный. Текст: электронный.

г) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Справочная правовая система «ГАРАНТ»– Режим доступа: <https://www.garant.ru/>

2. Электронно-библиотечная система издательства «ЛАНЬ» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>

3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU– Режим доступа: <http://elibrary.ru>

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий	№ аудитории	Перечень оборудования и технических средств обучения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа. Кабинеты, оснащенные мультимедийным оборудованием	№ 214 ГУК	Парта – 51 Стенд – 10 Переносной мультимедиа-проектор BenG – 1 Экран настенный с электроприводом Draper Baronet 244x244 HGG – 1 Трибуна – 1
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий семинарского типа/практических занятий. Учебные аудитории для текущего контроля и промежуточной аттестации.	№ 206 ГУК	Г-206 Учебная аудитория. Кабинет химии Стол металлический– 14 Стул – 27 Этажерки металлические для реактивов – 9 Шкаф вытяжной – 1 Шкаф ветеринарный – 4 Доска классная – 1 Доска объявлений – 1 Центрифуга лабораторная ЦЛМН-Р10-01 «Элекон» рН-метр милливольтметр рН-150М Весы ВЛКТ -500 Баня водяная лабораторная LW-1 рН-метр милливольтметр рН-121 Термостат для сушки лабораторной посуды SUP-4 Потенциометр ЛП-58 Спектрофотометр ФЭК-56М Химические реактивы Химическая посуда Штатив металлический-6 Штатив Бунзена-6 Ротатор-1 Стенд -14 Автоклав-1 Фотоэлектроколориметр ФЭК
Помещения для самостоятельной работы: научная библиотека с обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду академии		Основное оборудование: 12 компьютеров, подключенных к сети "Интернет"