

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
"ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"**

Институт естественных наук

Кафедра биологии и биоинженерии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование
дисциплины (модуля): **Энзимология**

Уровень ОПОП: Бакалавриат
Направление подготовки: 19.03.01 Биотехнология

Профиль подготовки: Общая и прикладная биотехнология
Форма обучения: Очная
Срок обучения: 2024 - 2028 уч. г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология (приказ № 736 от 10.08.2021 г.) и учебного плана, утвержденного Ученым советом (от 26.05.2023 г., протокол № 9)

Разработчики: доцент, к.х.н. Зимина Ю.А.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры, протокол № 6 от 19.06.2023 года

Зав. кафедрой



Зорькина О.В.

1. Цель и задачи изучения дисциплины

Цель изучения дисциплины - формирование у обучающихся знаний, умений и навыков в области энзимологии для применения их в дальнейшей профессиональной деятельности.

Задачи дисциплины:

- дать обучающимся знания о ферментах, их физико-химических и кинетических свойствах, основах регуляции ферментативной активности, применении иммобилизованных ферментов в биотехнологических процессах, различных аспектах использования ферментов в промышленной биотехнологии;
- обеспечить выполнение обучающимися лабораторного практикума, иллюстрирующего сущность и принципы различных энзимологических методов;
- привить обучающимся практические навыки в самостоятельной подготовке, организации и выполнении кинетических исследований ферментов, включая использование современных приборов и оборудования;
- научить обучающихся подготовить пробы к лабораторным исследованиям и интерпретировать полученные результаты, учитывая влияние на них различных факторов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Энзимология» относится к обязательной части учебного плана.

Дисциплина изучается на 4 курсе.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций, определенных учебным планом в соответствии с ФГОС ВО.

Выпускник должен обладать следующими общепрофессиональными компетенциями (ОПК):

- ОПК-1Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях.

Знания, умения, навыки, формируемые по компетенции в рамках дисциплины

Студент должен знать:

основные методы и способы изучения и анализа биологических объектов, области их использования; основные математические, физические, химические, биологические законы и закономерности применительно к биообъектам и процессам;

Студент должен уметь:

изучать, анализировать и использовать конкретные виды биологических объектов в реальных процессах и превращениях; использовать для анализа знания математических, физических, химических, биологических законов, закономерностей и их взаимосвязей;

Студент должен владеть навыками:

способностью изучать и анализировать основные типы биологических объектов, использовать их в отдельных процессах и превращениях; владеет методиками и методами, основанными на математических, физических, химических, биологических законах и закономерностях как для изучения самих биологических объектов, так и для процессов с их участием;

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Восьмой семестр
Контактная работа (всего)	90	90
Лекции	54	54
Практические	36	36
Самостоятельная работа (всего)	90	90
Виды промежуточной аттестации		
Зачет с оценкой		+
Общая трудоемкость часы	180	180
Общая трудоемкость зачетные единицы	5	5

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание дисциплины: Лекции (54 ч.)

Восьмой семестр. (54 ч.)

Тема 1. Энзимология как наука (2 ч.)

Тема 2. Источники ферментов и методы их выделения (2 ч.)

Тема 3. Строение и состав биологических клеток (2 ч.)

Тема 4. Функциональные отличия ферментов от низкомолекулярных катализаторов (2 ч.)

Тема 5. Синтез ферментов и его регуляция. Индукция и репрессия синтеза (2 ч.)

Тема 6. Природа физико-химических взаимодействий молекул субстрата с активными центрами ферментов (2 ч.)

Тема 7. Теории катализа. Отличительные черты ферментативного катализа. (2 ч.)

Тема 8. Эффективность действия ферментов (2 ч.)

Тема 9. Образование фермент- субстратных комплексов (2 ч.)

Тема 10. Зависимость скорости реакции от концентрации субстрата. Теория Михаэлиса – Ментен. (2 ч.)

Тема 11. Энергия химической реакции. (2 ч.)

Тема 12. Энергия химической реакции. (2 ч.)

Тема 13. График зависимости активности фермента от температуры раствора. (2 ч.)

Тема 14. Термостабильные и термолабильные ферменты. (2 ч.)

Тема 15. Влияние pH на заряд ионогенных групп в молекулах белка. (2 ч.)

Тема 16. Активность нативных ферментов. Роль третичной и четвертичной структур молекулы фермента (2 ч.)

Тема 17. Классификация, механизмы действия. Роль анионов и катионов металлов в активации ферментов. (2 ч.)

Тема 18. Теории катализа. Отличительные черты ферментативного катализа.

Тема 19. Образование фермент- субстратных комплексов. (2 ч.)

Тема 20. Кинетика ферментативных реакций. (2 ч.)

Тема 21. Кинетика ферментативных реакций. (2 ч.)

Тема 22. Интегральные константы ферментативной реакции: максимальная скорость реакции,

константа сродства и константа Михаэлиса. (2 ч.)

Тема 23. Физико-химические методы характеристики ферментов (2 ч.)

Тема 24. Условия эксперимента и активность ферментов (2 ч.)

Тема 25. Энзимопатология, энзимодиагностика, энзимотерапия (2 ч.)

Тема 26. Иммуобилизованные ферменты (2 ч.)

Тема 27. Ферменты в промышленности (2 ч.)

5.2. Содержание дисциплины: Лабораторные (36 ч.)

Восьмой семестр. (36 ч.)

Тема 1. Практическая энзимология (2 ч.)

Классификация ферментов.

Тема 2. Практическая энзимология (2 ч.)

Структура ферментов: первичная, вторичная, третичная и четвертичная. Кофакторы и коферменты.

Тема 3. Практическая энзимология (2 ч.)

Методы выделения и очистки биокатализаторов.

Тема 4. Практическая энзимология (2 ч.)

Жидкостная хроматография (гель-фильтрация, ионообменная хроматография, гидрофобная хроматография, аффинная хроматография).

Тема 5. Практическая энзимология (2 ч.)

Определение молекулярной массы белков гель-электрофорезом и гель-фильтрацией.

Тема 6. Практическая энзимология. Модульная контрольная работа № 1. (2 ч.)

Новые методы характеристики ферментов – капиллярный электрофорез и масс-спектрометрия.

Тема 7. Кинетическое описание ферментативных процессов (2 ч.)

дифференциальное уравнение Михаэлиса-Ментен и его вывод. Линеаризация дифференциального уравнения Михаэлиса-Ментен (координаты Лайнуивера-Берка, Иди-Хофсти, Вульфа-Хейнса).

Тема 8. Кинетическое описание ферментативных процессов (2 ч.)

Интегральная форма уравнения Михаэлиса-Ментен. Линеаризация интегральной формы уравнения Михаэлиса-Ментен в координатах Уокера-Шмидта и Березина-Клесова.

Тема 9. Кинетическое описание ферментативных процессов (2 ч.)

Определение кинетических параметров обратимого ингибирования и активации из экспериментальных данных.

Тема 10. Кинетическое описание ферментативных процессов (2 ч.)

Необратимые инактиваторы ферментов и кинетические закономерности их действия.

Тема 11. Кинетическое описание ферментативных процессов (2 ч.)

Влияние pH среды на активность ферментов.

Тема 12. Кинетическое описание ферментативных процессов. Модульная контрольная работа № 2. (2 ч.)

Влияние температуры реакционной среды на активность ферментов.

Тема 13. Медицинская энзимология (2 ч.)

Анализ активности ферментов в биологических жидкостях в норме и при патологии.

Тема 14. Медицинская энзимология (2 ч.)

Нормативы по активности ферментов в цельной крови, плазме, моче.

Тема 15. Промышленная энзимология (2 ч.)

Методы модификации поверхности белковой глобулы.

Тема 16. Промышленная энзимология (2 ч.)

Типы иммобилизации. Носители для получения иммобилизованных биокатализаторов.

Тема 17. Промышленная энзимология (2 ч.)

Крупнотоннажные производства на основе ферментов. «Зеленая химия» на основе биокатализаторов.

Тема 18. Промышленная энзимология. Модульная контрольная работа № 3. (2 ч.)

Ферменты в анализе.

6. Виды самостоятельной работы студентов по дисциплине

Восьмой семестр (90 ч.)

Вид СРС: Подготовка с литературой (74 ч.)

Тематика заданий СРС:

Изучение теоретического материала. Изучение видеолекций, размещенных в открытом доступе (Rutube, Courseraидр.). Подготовка к занятиям.

Вид СРС: Подготовка рефератов (16 ч.)

Тематика заданий СРС:

1. Химическая природа ферментов, классификация и номенклатура ферментов. 2. Структурная организация ферментов. Характеристика связей, участвующих в формировании данных первичной, вторичной и третичной структур. 3. Специфичность действия ферментов и ее виды: абсолютная, относительная, стереохимическая. 4. Особенности каталитического действия ферментов. Понятие начальной скорости. Роль необратимых реакций в стратегии метаболизма. 5. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Способы определения кинетических параметров ферментативной реакции. 6. Влияние температуры на кинетику ферментативных реакций. Закон Вант-Гоффа. 7. Зависимость кинетических и равновесных параметров ферментативной реакции от температуры. 8. Коферменты – переносчики протонов и электронов. Характеристика отдельных представителей. 9. Коферменты – переносчики химических групп. Характеристика отдельных представителей. 10. Окислительно-восстановительные коферменты. 11. Роль ионов металлов в ферментативном катализе. 11. Ингибиторы ферментов. Кинетика ингибирования, понятие о кажущейся константе ингибирования. 12. Обратимые и необратимые ингибиторы. Графическое представление ингибирования. 13. Влияние активаторов на кинетику ферментативных реакций. Типы активирования. 14. Механизм ферментативного катализа. Эффекты сближения, ориентации, напряженной конформации (эффект дыбы), вынужденный индуцированный контакт. 15. Полифункциональные ферментные системы: мультиферментные комплексы и конъюгаты. 16. Последствия объединения ферментов. Регуляторные эффекты. 17. Пространственная локализация ферментов, компартментализация, тканеспецифичность и органоспецифичность. Мультиферментные ансамбли. 18. Понятие о ключевых ферментах. Регуляция количества молекул фермента изменением скорости синтеза, активации и распада. 19. Рибозимы и каталитические антитела (абзимы). Синтез, строение и механизм действия. 20. Регуляция синтеза ферментов. Особенности генетической регуляции у прокариот. 21. Секреция ферментов. 22. Регуляция синтеза ферментов у эукариот. 23. Иммобилизованные ферменты. Перспективы практического использования. 24. Особенности выделения и получения ферментов из растительного, животного сырья и микроорганизмов. 25. Способы регуляции скорости ферментативной реакции. Изоферментный спектр.

7. Тематика курсовых работ(проектов)

Курсовые работы (проекты) по дисциплине не предусмотрены.

8. Фонд оценочных средств. Оценочные материалы

8.1. Показатели и критерии оценивания компетенций, шкалы оценивания

Для экзамена и зачета с оценкой

В рамках изучаемой дисциплины студент демонстрирует уровни овладения компетенциями:

Повышенный уровень:

обучающийся демонстрирует глубокое знание учебного материала; способен использовать сведения из различных источников для успешного исследования и поиска решения в нестандартных ситуациях; способен анализировать, проводить сравнение и обоснование выбора методов решения практико-ориентированных заданий

Базовый уровень:

обучающийся способен понимать и интерпретировать освоенную информацию; демонстрирует осознанное владение учебным материалом и учебными умениями, навыками и способами деятельности, необходимыми для решения практико-ориентированных заданий

Пороговый уровень:

обучающийся обладает необходимой системой знаний и владеет некоторыми умениями; демонстрирует самостоятельность в применении знаний, умений и навыков к решению учебных заданий на репродуктивном уровне

Уровень ниже порогового:

система знаний, необходимая для решения учебных и практико-ориентированных заданий, не сформирована; обучающийся не владеет основными умениями, навыками и способами деятельности

Уровень сформированности компетенции	Шкала оценивания для промежуточной аттестации	Шкала оценивания по БРС
	Экзамен, зачет с оценкой	
Повышенный	5 (отлично)	91 и более
Базовый	4 (хорошо)	71 – 90
Пороговый	3 (удовлетворительно)	60 – 70
Ниже порогового	2 (неудовлетворительно)	Ниже 60

Критерии оценки знаний студентов по дисциплине

Оценка	Показатели
Отлично	Обучающийся демонстрирует: систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы; точное использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы; безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; выраженную способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации; полное и глубокое усвоение основной, и дополнительной литературы, по изучаемой учебной дисциплине; умение свободно ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине и давать им аналитическую оценку, использовать научные достижения других дисциплин;

	творческую самостоятельную работу на учебных занятиях, активное творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.
Хорошо	Обучающийся демонстрирует: систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной дисциплины; использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения; владение инструментарием учебной дисциплины (методами комплексного анализа, техникой информационных технологий), умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность решать сложные проблемы в рамках учебной дисциплины; свободное владение типовыми решениями; усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по учебной дисциплине; умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине и давать им аналитическую оценку; активную самостоятельную работу на учебных занятиях, систематическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.
Удовлетворительно	Обучающийся демонстрирует: достаточные знания в объеме рабочей программы по учебной дисциплине; использование научной терминологии, грамотное, логически правильно изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках изучаемой дисциплины; усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине; умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по дисциплине; работу на учебных занятиях под руководством преподавателя, фрагментарное участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий.
Неудовлетворительно	Обучающийся демонстрирует: фрагментарные знания в рамках изучаемой дисциплины; знания отдельных литературных источников, рекомендованных рабочей программой по учебной дисциплине; неумение использовать научную терминологию учебной дисциплины, наличие в ответе грубых, логических ошибок; пассивность на занятиях или отказ от ответа, низкий уровень культуры исполнения заданий.

8.2. Вопросы, задания текущего контроля

В целях освоения компетенций, указанных в рабочей программе дисциплины, предусмотрены следующие вопросы, задания текущего контроля:

- ОПК-1 Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях.

Знания, умения, навыки, формируемые по компетенции в рамках дисциплины

Студент должен знать:

основные методы и способы изучения и анализа биологических объектов, области их использования; основные математические, физические, химические, биологические законы и закономерности применительно к биообъектам и процессам;

Вопросы, задания:

1. Строение и общие свойства ферментов. Молекулярная структура ферментов.
2. Строение и общие свойства ферментов.
3. Молекулярные аспекты специфичности ферментов.
4. Зависимость скорости реакции от значения рН раствора.
5. Оптимальное значение рН для ферментов и его биологическое значение.
6. Энзимоэлектрофорез.
7. Зависимость скорости реакции от значения рН раствора.
8. Влияние рН на заряд.
9. Зависимость от источников энергии.
10. Значение ферментов в процессах анаболизма.
11. Принципы и способы количественного определения активности ферментов.

Студент должен уметь:

изучать, анализировать и использовать конкретные виды биологических объектов в реальных процессах и превращениях; использовать для анализа знания математических, физических, химических, биологических законов, закономерностей и их взаимосвязей;

Задания:

1. Уравнения ферментативной реакции Михаэлиса – Ментен и Холдейна – Бриггса.
2. Методы исследования структуры ферментов и строения активного центра.
3. Достоинства и недостатки титрометрических методов.

Студент должен владеть навыками:

способностью изучать и анализировать основные типы биологических объектов, использовать их в отдельных процессах и превращениях; владеет методиками и методами, основанными на математических, физических, химических, биологических законах и закономерностях как для изучения самих биологических объектов, так и для процессов с их участием;

1. Перечислите условия функционирования ферментов в клеточных и бесклеточных биологических системах.
2. Роль ферментов в живых системах и в пищевом сырье.

8.3. Вопросы промежуточной аттестации

Восьмой семестр (Зачет с оценкой)

1. Молекулярная структура ферментов.
2. Строение и общие свойства ферментов.
3. Молекулярные аспекты специфичности ферментов.

4. Теории сродства фермента и субстрата.
5. Природа физико-химических взаимодействий молекул субстрата с активными центрами ферментов.
6. Теории катализа.
7. Отличительные черты ферментативного катализа.
8. Теория Михаэлиса – Ментен. Кинетика ферментативных реакций.
9. Интегральные константы ферментативной реакции: максимальная скорость реакции, константа сродства и константа Михаэлиса.
10. Строение и общие свойства ферментов. Молекулярная структура ферментов.
11. Уравнения ферментативной реакции Михаэлиса – Ментен.
12. Зависимость скорости реакции от значения рН раствора.
13. Значение в процессах анаболизма.
14. Принципы и способы количественного определения активности ферментов.
15. Роль ферментов в живых системах и в пищевом сырье.
16. Энзимэлектрофорез.
17. Условия функционирования ферментов в клеточных и бесклеточных биологических системах.
18. Общая классификация ферментов.
19. Виды ингибирования ферментов.
20. Виды активации ферментов.
21. Биосинтез белковой части фермента.
22. Коферменты и кофакторы.
23. Измерение скорости ферментативных реакций.
24. Реакции с участием двух субстратов.
25. Влияние рН. рН-функции Михаэлиса.
26. Влияние температуры. Теплота инактивации ферментов.
27. Классификация ферментов.
28. Механизм действия ферментов. Активный центр.
29. Ингибиторы. Типы обратимого ингибирования.
30. Необратимое ингибирование.
31. Активаторы.
32. Кофакторы ферментов, действующие как переносчики.
33. Структура ферментов.
34. Деградация ферментов.

8.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Промежуточная аттестация обучающихся ведется непрерывно и включает в себя: для дисциплин, завершающихся (согласно учебному плану) зачетом/зачетом с оценкой (дифференцированным зачетом), – текущую аттестацию (контроль текущей работы в семестре, включая оценивание промежуточных результатов обучения по дисциплине, – как правило, по трем модулям) и оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине; для дисциплин, завершающихся (согласно учебному плану) экзаменом, – текущую аттестацию (контроль текущей работы в семестре, включая оценивание промежуточных результатов обучения по дисциплине, – как правило, по трем модулям) и семестровую аттестацию (экзамен) – оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине.

По дисциплинам, завершающимся зачетом/зачетом с оценкой, по обязательным формам текущего контроля студенту предоставляется возможность набрать в сумме не менее 100 баллов.

Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине ведется по 100-балльной

шкале, оценка формируется автоматически как сумма количества баллов, набранных обучающимся за выполнение заданий обязательных форм текущего контроля.

По дисциплинам, завершающимся экзаменом, по обязательным формам текущего контроля студенту предоставляется возможность набрать в сумме не менее 60 баллов.

Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине ведется по 100-балльной шкале, оценка формируется автоматически как сумма количества баллов, набранных обучающимся за выполнение заданий обязательных форм текущего контроля и количества баллов, набранных на семестровой аттестации (экзамене).

Система оценивания. В соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценки успеваемости обучающихся Волгоградского государственного университета предусмотрена возможность предоставления студентам выполнения дополнительных заданий повышенной сложности (не включаемых в перечень обязательных и, соответственно, в перечень обязательного текущего контроля успеваемости) и получения за выполнение таких заданий «премиальных» баллов, - для поощрения обучающихся, демонстрирующих выдающие способности.

Оценка качества освоения образовательной программы включает текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию обучающихся и государственную итоговую аттестацию выпускников.

Текущий контроль представляет собой проверку усвоения учебного материала теоретического и практического характера, регулярно осуществляемую на протяжении семестра. К основным формам текущего контроля можно отнести устный опрос, письменные задания, лабораторные работы, контрольные работы.

Устный опрос, собеседование являются формой оценки знаний и предполагают специальную беседу преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной. Процедуры направлены на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Тест является простейшей формой контроля, направленной на проверку владения терминологическим аппаратом, современными информационными технологиями и конкретными знаниями в области фундаментальных и прикладных дисциплин. Тест состоит из небольшого количества элементарных задач; может предоставлять возможность выбора из перечня ответов; занимает часть учебного занятия (10–30 минут); правильные решения разбираются на том же или следующем занятии; частота тестирования определяется преподавателем.

Контрольная работа. Данная форма контроля применяется для оценки знаний, умений, навыков по дисциплине (модулю). Контрольная работа, как правило, состоит из небольшого количества средних по трудности вопросов, задач или заданий, требующих поиска обоснованного ответа. Может занимать часть или полное учебное занятие с разбором правильных решений на следующем занятии.

Письменные задания, лабораторная работа являются формами контроля и средствами применения и реализации полученных обучающимися знаний, умений и навыков в ходе выполнения учебно-практической задачи, связанной с получением значимого результата с помощью реальных средств деятельности. Рекомендуются для проведения в рамках тем (разделов), наиболее значимых в формировании компетенций.

Промежуточная аттестация, как правило, осуществляется в конце семестра и может завершать изучение, как отдельной дисциплины, так и ее раздела (разделов) /модуля (модулей). Промежуточная аттестация помогает оценить более крупные совокупности знаний, умений и навыков, в некоторых случаях – даже формирование определенных компетенций. К формам промежуточного контроля относятся зачет и экзамен. Зачет служит формой проверки усвоения учебного материала по дисциплине (модулю), практики, готовности к практической деятельности.

Экзамен по дисциплине или ее части имеет цель оценить сформированность компетенций, теоретическую подготовку студента, его способность к творческому мышлению, приобретенные им навыки самостоятельной работы, умение синтезировать полученные знания и применять их при решении практических задач.

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

9.1 Основная литература

1. Афонина С. Н. Основы энзимологии: [Электронный ресурс]: учебное пособие // Афонина С. Н., Карнаухова И. В., Лебедева Е. Н., Золина Л. В., Амелина Л. В., Мачнева И. В., Глушихина Е. И. , 2022.- 97 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/340538>
2. Еликов А. В., Цапок П. И. Основы медицинской энзимологии: [Электронный ресурс]: учебное пособие – Кмгу.- 2019- 66 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/141987>
3. Андрусенко С.Ф. Общая и медицинская энзимология. [Электронный ресурс]: учебник. КноРус – 2023 -240 с. Режим доступа: <https://book.ru/books/947513>

9.2 Дополнительная литература

1. Андрусенко С.Ф., Денисова Е.В. Общая и медицинская энзимология [Электронный ресурс]: учебно-методическое - Русайнс, 2023. - 206 с. - Режим доступа: <http://library.volsu.ru/object/books/2019-0045.pdf>
2. Глазова Н.В. Современные технологии выделения, очистки и модификации биотехнологических АФС (ферментов) [Электронный ресурс]: монография / Глазова Н.В., Кучеренко А.Н., Омельянова А.П...// - КноРус, 2019. – 150 с- Режим доступа: <https://book.ru/books/933683>

9.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://www.bioinformatic.ru/> - Портал биоинформатики
2. <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека
3. <http://www.jcbi.ru/baza/> - Коллекция молекулярно-биологических баз данных на сайте Института математических проблем биологии РАН
4. <http://beta.uniprot.org/> - Базы данных Swiss-Prot, TrEmbl, UniProt на севере ExPASy (ExpertProteinAnalysisSystem) Швейцарского Института Биоинформатики SIB.
5. <http://cmm.info.nih.gov/modeling> - Сервер Центра моделирования молекул Национального Института Здоровья НИН, США.
6. <http://thebiogrid.org/> - Репозиторий биологических взаимодействий BioGRID.

10.Методические указания по освоению дисциплины для лиц с ОВЗ и инвалидов

При необходимости обучения студентов-инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья аудиторные занятия могут быть заменены или дополнены изучением полнотекстовых лекций, презентаций, видео- и аудиоматериалов в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета. Индивидуальные задания подбираются в адаптированных к ограничениям здоровья формах (письменно или устно, в форме презентаций). Выбор методов обучения зависит от их доступности для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья. В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по индивидуальной траектории в рамках индивидуального учебного плана (при необходимости), изучение данной дисциплины базируется на следующих возможностях: - индивидуальные консультации преподавателя; - максимально полная презентация содержания дисциплины в ЭИОС (в частности, полнотекстовые лекции, презентации, аудиоматериалы, тексты для перевода и анализа и т.п.).

11. Перечень информационных технологий

В учебном процессе активно используются информационные технологии с применением современных средств телекоммуникации, электронные учебники. Каждый обучающийся обеспечен неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде

(ЭИОС) университета. ЭИОС предоставляет открытый доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к электронным библиотечным системам и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах дисциплин практик.

11.1 Перечень программного обеспечения (обновление производится по мере появления новых версий программы)

1. 7-zip
2. Microsoft Windows (не ниже XP)
3. MicrosoftOffice (не ниже 2003)
4. Антивирус Kaspersky
5. AdobeAcrobatReader
6. Специальное программное обеспечение указывается в методических материалах по ОПОП (при необходимости)

11.2 Современные профессиональные базы данных и информационно-справочные системы, в т.ч. электронно-библиотечные системы (обновление выполняется еженедельно)

Название	Краткое описание	URL-ссылка
Научная электронная библиотека	Крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования.	http://elibrary.ru/
ЭБС "Лань"	Электронно-библиотечная система	https://e.lanbook.com/
ЭБС Znanium.com	Электронно-библиотечная система	https://znanium.com/
ЭБС BOOK.ru	Электронно-библиотечная система	https://www.book.ru/
ЭБС Юрайт	Электронно-библиотечная система	https://www.biblio-online.ru/
Scopus	Scopus – крупнейшая единая база данных, содержащая аннотации и информацию о цитируемости рецензируемой научной литературы, со встроенными инструментами отслеживания, анализа и визуализации данных. В базе содержится 23700 изданий от 5000 международных издателей, в области естественных, общественных и гуманитарных наук, техники, медицины и искусства.	http://www.scopus.com/
WebofScience	Наукометрическая реферативная база данных журналов и конференций. С платформой WebofScience вы можете получить доступ к непревзойденному объему исследовательской литературы мирового класса, связанной с тщательно отобранным списком журналов, и открыть для себя новую информацию при помощи скрупулезно записанных метаданных и ссылок.	https://apps.webofknowledge.com/
КонсультантПлюс	Информационно-справочная система	http://www.consultant.ru/

Гарант	Информационно-справочная система по законодательству Российской Федерации	http://www.garant.ru/
Научная библиотека ВолГУ им О.В. Иншакова		http://library.volsu.ru/

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа представляют собой специальные помещения, в состав которых входят специализированная мебель и технические средства обучения.

Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа/практических занятий представляют собой специальные помещения, в состав которых входят специализированная мебель и технические средства обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ЭИОС ВолГУ.