

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"

Кафедра физиологии растений и экологии почв

Авторы-составители: **Чудинова Лариса Алексеевна**

Рабочая программа дисциплины
ЭНЗИМОЛОГИЯ
Код УМК 23976

Утверждено
Протокол №9
от «16» апреля 2019 г.

Пермь, 2019

1. Наименование дисциплины

Энзимология

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **06.03.01** Биология

направленность Экспериментальная биология

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Энзимология** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

06.03.01 Биология (направленность : Экспериментальная биология)

ПК.6 иметь базовые знания о молекулярных основах живого и молекулярных механизмах жизнедеятельности

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	06.03.01 Биология (направленность: Экспериментальная биология)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	11
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	42
Проведение лекционных занятий	28
Проведение практических занятий, семинаров	14
Самостоятельная работа (ак.час.)	66
Формы текущего контроля	Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (11 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Энзимология. Первый семестр

Тема 1. Общее представление о ферментах, история энзимологии

Предмет и задачи энзимологии. Энзимология как наука, рассматривающая молекулярные механизмы биокатализа, строение и физико-химические свойства ферментов, особенности их функционирования и внутриклеточной локализации.

История энзимологии, основные этапы развития энзимологии как науки, выдающиеся ученые.

Основные понятия и история их происхождения

Тема 2. Строение ферментов, изоферменты и мультимолекулярные ферментные системы.

Классификация.

Структура и функции ферментов, природа ферментов. Понятия: кофакторы, коферменты, простетическая группа, холофермент, апофермент. Изоферменты, мультимолекулярные ферментные системы. Аллостерические ферменты, ферменты, регулируемые путем обратимой ковалентной модификации. Терминология и принципы классификации ферментов. Основные реакции катализируемые ферментами. Шифр ферментов, классы и подклассы ферментов

Тема 3. Основы кинетики ферментативных реакций

Основные понятия кинетики ферментативных реакций, простые и сложные ферментативные реакции. Кинетика простых реакций, реакции первого, второго и третьего порядка. Кинетика сложных реакций. Стационарная кинетика ферментативных реакций, уравнение Михаэлис – Ментен, константа Михаэлиса. Методы определения параметров максимальной скорости реакции (V_m) и константы Михаэлиса (K_m). Определение концентрации активных центров. Многосубстратные реакции, реакция единичного замещения и реакция двойного замещения (пинг-понг).

Тема 4. Ингибирование и активация ферментов

Ингибирование ферментативных реакций, основные понятия, типы ингибиторов. Конкурентное, неконкурентное и бесконкурентное ингибирование. Термоллабильность ферментов. Влияние pH на скорость ферментативной реакции. Использование ингибиторов для изучения механизмов ферментативных реакций.

Факторы, определяющие активность ферментов. Значение pH и температуры для скорости ферментативных реакций. Аллостерические активаторы. Влияние концентрации субстрата и фермента на скорость ферментативной реакции. Роль металлов в активировании ферментов

Тема 5. Специфичность действия ферментов

Специфичность, как особое свойство ферментов, концепция стерического соответствия, концепция индуцированного соответствия, концепция напряжений и деформаций. Двухцентровая модель. Комплексообразование активного центра с нереакционными фрагментами субстрата как фактор ускорения реакции. Стереоспецифичность ферментов, механизм стереоспецифического действия ферментов.

Тема 6. Механизмы ферментативного катализа

Основные принципы механизма ферментативного катализа, активационный барьер реакции, переходное состояние. Активные центры ферментов, структура активного центра, консервативные аминокислоты, формирующие каталитический и сорбционный подцентры. Глицин, пролин и цистеин как структурообразующие аминокислоты. Кислоты и основания в ферментативном катализе, основные понятия, аминокислоты, как нуклеофильные и электрофильные агенты.

Основные химические реакции, катализируемые ферментами. Каталитические центры гидролаз, классификация гидролаз по структуре активного центра и механизму действия. Молекулярный

механизм действия гидролаз лизоцим-пепсинового типа. Молекулярный механизм действия гидролаз химотрипсинового типа. Молекулярный механизм действия гидролазы типа пирофосфатазы. Оксидоредуктазы, механизм действия НАД-зависимых дегидрогеназ на примере лактатдегидрогеназы. Молекулярный механизм действия флавинзависимых оксидоредуктаз и изомераз. Принцип действия трансфераз на примере ДНК-полимеразы. Молекулярный механизм и основные принципы действия пероксидаз.

Тема 7. Регуляция активности аллостерических ферментов.

Определение активности ферментов, единицы определения активности, субстраты. Активация ферментов, регуляция активности ферментов гормонами. Аденилатциклазный и гуанилатциклазный пути регуляции активности ферментов. Фосфоинозитидный и тирозинкиназный пути регуляции активности ферментов. Усиление регуляторных сигналов. Примеры каскадного механизма усиления ферментативной активности. Перекрестная регуляция активности ферментов на примере синтеза АТФ и ГТФ.

Тема 8. Практическое использование ферментов

Химическая модификация, комбинаторные методы, генетическая и белковая инженерия, методы направленной эволюции. Мицеллярная энзимология, трехфазные системы, обращенные мицеллы. Биосенсоры, принципы конструирования биосенсоров на основе ферментов, иммуноферментный анализ, полимеразная цепная реакция. Использование ферментов в медицине, ферменты и их ингибиторы как инструмент в диагностике и лечении.

Тема 9. Итоговое контрольное мероприятие

Итоговое контрольное мероприятие - презентация и доклад на тему "Практическое использования ферментов".

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Плакунов, В. К. Основы энзимологии / В. К. Плакунов. — Москва : Логос, 2011. — 127 с. — ISBN 5-94010-027-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/70702.html>
2. Нельсон, Дэвид. Основы биохимии Ленинджера [Электронный ресурс]. Т. 1. Основы биохимии, строение и катализ / Д. Нельсон, М. Кокс. - 4-е изд. - М. : Лаборатория знаний, 2020. - ISBN 978-5-00101864-3 <https://elis.psu.ru/node/578306>

Дополнительная:

1. Комов, В. П. Биохимия в 2 ч. Часть 1. : учебник для академического бакалавриата / В. П. Комов, В. Н. Шведова ; под общей редакцией В. П. Комова. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 333 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-02059-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/444950>
2. Биотехнология (с основами генной инженерии):учебное пособие/Федеральное агентство по образованию, Пермский государственный университет.-Пермь,2009.-171.-Библиогр.: с. 170
3. Максимова Ю. Г.,Максимов А. Ю. Имобилизованные клетки и ферменты в биотехнологии:учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров "Биотехнология"/Ю. Г. Максимова, А. Ю. Максимов.-Пермь:ПГНИУ,2018, ISBN 978-5-7944-3183-4.-88.-Библиогр.: с. 80-82

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

При освоении дисциплины использование ресурсов сети Интернет не предусмотрено.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Энзимология** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС)

Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

1) офисный пакет приложений (текстовый процессор, программа для подготовки электронных презентаций);

Дисциплина не предусматривает специализированного программного обеспечения

При освоении материала и выполнении заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для проведения лекционных занятий необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения практических занятий необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для самостоятельной работы необходимы помещения Научной библиотеки ПГНИУ. Помещения Научной библиотеки ПГНИУ, обеспечивают доступ к локальной и глобальной сетям.

Для проведения мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Энзимология**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.6 иметь базовые знания о молекулярных основах живого и молекулярных механизмах жизнедеятельности</p>	<p>иметь базовые знания о строении ферментов</p>	<p align="center">Неудовлетворител Не знает строения ферментов, активного центра, классификации, термодинамики и кинетики ферментативного катализа, специфичности действия ферментов, мультиферментных комплексов, множественных молекулярных форм ферментов.</p> <p align="center">Удовлетворительн Имеет общие знания строения ферментов, активного центра, классификации, термодинамики и кинетики ферментативного катализа, специфичности действия ферментов, мультиферментных комплексов, множественных молекулярных форм ферментов.</p> <p align="center">Хорошо Имеет сформированные, но имеющие небольшие недочеты знания строения ферментов, активного центра, классификации, термодинамики и кинетики ферментативного катализа, специфичности действия ферментов, мультиферментных комплексов, множественных молекулярных форм ферментов.</p> <p align="center">Отлично Имеет сформированные знания строения ферментов, активного центра, классификации, термодинамики и кинетики ферментативного катализа, специфичности действия ферментов, мультиферментных комплексов, множественных молекулярных форм ферментов.</p>
<p>ПК.6 иметь базовые знания о молекулярных основах живого и молекулярных</p>	<p>ЗНАТЬ строение ферментов, ВЛАДЕТЬ общими знаниями молекулярных механизмов ферментативного катализа,</p>	<p align="center">Неудовлетворител не знает строение ферментов, не владеет общими знаниями молекулярных механизмов ферментативного катализа, не</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
механизмах жизнедеятельности	УМЕТЬ анализировать научную и научно-техническую информацию по молекулярной биотехнологии	<p>Неудовлетворител умеет анализировать научную и научно-техническую информацию о молекулярной биотехнологии</p> <p>Удовлетворительн фрагментарно знает строение ферментов, фрагментарно владеет общими знаниями молекулярных механизмов ферментативного катализа, фрагментарно умеет анализировать научную и научно-техническую информацию о молекулярной биотехнологии</p> <p>Хорошо в целом знает строение ферментов, владеет общими знаниями молекулярных механизмов ферментативного катализа, умеет анализировать научную и научно-техническую информацию о молекулярной биотехнологии, но в знаниях, умениях и навыках есть отдельные пробелы</p> <p>Отлично знает строение ферментов, владеет общими знаниями молекулярных механизмов ферментативного катализа, умеет анализировать научную и научно-техническую информацию о молекулярной биотехнологии</p>
ПК.6 иметь базовые знания о молекулярных основах живого и молекулярных механизмах жизнедеятельности	владеть базовыми знаниями о молекулярных механизмах ферментативного катализа	<p>Неудовлетворител Не знает механизмов ферментативного катализа (сближение и ориентация, индуцируемое соответствие, кислотно-основный и ковалентный катализ), механизмов регуляции активности аллостерических ферментов</p> <p>Удовлетворительн Владеет общими, неструктурированными знаниями механизмов ферментативного катализа (сближение и ориентация, индуцируемое соответствие, кислотно-основный и ковалентный катализ), механизмов регуляции активности аллостерических ферментов</p> <p>Хорошо Владеет знаниями, имеющими небольшие пробелы, механизмов ферментативного</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>катализа (сближение и ориентация, индуцируемое соответствие, кислотно-основный и ковалентный катализ), механизмов регуляции активности аллостерических ферментов</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Владеет знаниями механизмов ферментативного катализа (сближение и ориентация, индуцируемое соответствие, кислотно-основный и ковалентный катализ), механизмов регуляции активности аллостерических ферментов</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : СУОС

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Зачет

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 46 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 46 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ПК.6 иметь базовые знания о молекулярных основах живого и молекулярных механизмах жизнедеятельности	Тема 5. Специфичность действия ферментов Письменное контрольное мероприятие	Знание строения ферментов, активного центра, классификации, термодинамики и кинетики ферментативного катализа, специфичности действия ферментов, мультиферментных комплексов, множественных молекулярных форм ферментов.
ПК.6 иметь базовые знания о молекулярных основах живого и молекулярных механизмах жизнедеятельности	Тема 7. Регуляция активности аллостерических ферментов. Письменное контрольное мероприятие	Знание механизмов ферментативного катализа (сближение и ориентация, индуцируемое соответствие, кислотно-основной и ковалентный катализ), механизмов регуляции активности аллостерических ферментов.
ПК.6 иметь базовые знания о молекулярных основах живого и молекулярных механизмах жизнедеятельности	Тема 9. Итоговое контрольное мероприятие Итоговое контрольное мероприятие	Проработанность научной и учебной литературы по выбранной теме, качество презентации уверенное и логичный устное изложение, умение обобщать и отвечать на вопросы.

Спецификация мероприятий текущего контроля

Тема 5. Специфичность действия ферментов

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
-----------------------	-------

Сформированные знания строения, классификации ферментов. Базовые знания кинетики и термодинамики ферментативного катализа.	30
Неполные и имеющие недочеты знания строения, классификации ферментов. Базовые знания кинетики и термодинамики ферментативного катализа.	13

Тема 7. Регуляция активности аллостерических ферментов.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Сформированные базовые знания механизмов ферментативного катализа на молекулярном уровне, регуляции активности аллостерических ферментов.	30
Фрагментарные базовые знания механизмов ферментативного катализа на молекулярном уровне, регуляции активности аллостерических ферментов.	13

Тема 9. Итоговое контрольное мероприятие

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **20**

Показатели оценивания	Баллы
Подготовлена презентация и озвучен доклад, в котором присутствует необходимый материал, сделаны выводы и обобщения, получены ответы на вопросы.	40
Представлен неполный материал по выбранной теме, имеются затруднения в формулировках выводов и ответах на вопросы.	20