

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра микробиологии и иммунологии

Авторы-составители: **Максимова Юлия Геннадьевна**

Рабочая программа дисциплины

ОСНОВЫ БИОКАТАЛИЗА В БИОТЕХНОЛОГИИ

Код УМК 99030

Утверждено
Протокол №5
от «15» мая 2023 г.

Пермь, 2023

1. Наименование дисциплины

Основы биокатализа в биотехнологии

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Направление подготовки: **19.03.01** Биотехнология

направленность Микробные и клеточные технологии

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Основы биокатализа в биотехнологии** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

19.03.01 Биотехнология (направленность : Микробные и клеточные технологии)

ПК.1 Способен осуществлять выполнение экспериментов и оформление результатов исследований и разработок

Индикаторы

ПК.1.2 Использует в профессиональной деятельности экспериментальные и полевые методы научного исследования

ПК.3 Способен участвовать в разработке, реализации и оформлении научно-технических проектов и патентной деятельности

Индикаторы

ПК.3.1 участвует в проектировании биологических технологий

4. Объем и содержание дисциплины

Направление подготовки	19.03.01 Биотехнология (направленность: Микробные и клеточные технологии)
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	14
Проведение практических занятий, семинаров	28
Самостоятельная работа (ак.час.)	66
Формы текущего контроля	Защищаемое контрольное мероприятие (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (1)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (11 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Ферменты - природные катализаторы

Биокатализ. История изучения ферментов и ферментативного катализа. Структура белков. Ковалентные, водородные связи, электростатические и водородные взаимодействия. Уровни организации белковых молекул ферментов. Принципы протекания ферментативных реакций. Энергия активации. Отличия химического и ферментативного катализа. Специфичность действия ферментов. Концепция стерического соответствия, концепция индуцированного соответствия, концепция напряжений и деформаций. Ферменты, их номенклатура и классификация. Области применения ферментов.

Кинетика ферментативных реакций

Активность ферментов. Методы определения активности ферментов, единицы активности. Зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации субстрата. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Экспериментальное определение константы Михаэлиса и максимальной скорости ферментативной реакции. Ферментативные реакции с двумя субстратами. Аллостерические эффекты. Уравнение Хилла. Многосубстратные реакции.

Зависимость протекания ферментативных реакций от факторов внешней среды

Влияние различных факторов на скорость ферментативной реакции. Влияние температуры на скорость ферментативных реакций. Температурный оптимум реакции. Термоинаktivация ферментов. Константа термоинаktivации. Влияние pH на скорость ферментативных реакций. Модификация белков протонированием. Изoeлектрическая точка белка.

Ингибирование ферментативных реакций

Коферменты (алифатического ряда, ароматического ряда, гетероциклические соединения, нуклеотиды). Ингибиторы. Необратимое и обратимое ингибирование. Механизм инаktivации ферментов. Диссоциативный механизм инаktivации ферментов. Ингибирование и активация избытком субстрата. Конкурентный и неконкурентный ингибиторы. Ингибирование продуктом.

Регуляция ферментативного катализа

Метаболизм, регуляция ферментативного катализа в живой клетке. Биосинтез белков, регуляция биосинтеза. Регуляция на уровне транскрипции. Структура гена, промотор. ДНК-зависимая РНК-полимераза, структура, альтернативные сигма-факторы. Малые лиганды. Регуляция на уровне трансляции. Регуляция активности ферментов. Аллостерическая регуляция. Ковалентная модификация. Кумулятивное ретроингибирование. Индукция и репрессия. Транспорт электронов в белковых системах. Регуляторные РНК. Рибозимы.

Основы гетерогенного биокатализа

Гетерогенный биокатализ. Инженерная энзимология. Микробная клетка как биокатализатор. Имобилизация ферментов и клеток микроорганизмов, принципы, преимущества, недостатки. Методы имобилизации ферментов и клеток: адсорбция, адгезия, включение в структуру гелей, инкапсуляция, мембранные технологии. Биопленки. Реакторы для осуществления биокаталитических процессов. Кинетика гетерогенных биокаталитических процессов.

Практическое приложение биокаталитических технологий

Применение биокатализа в биотехнологии. Продуценты ферментов. Получение ферментов. Способы очистки и методы изучения структуры белков. Стереоселективные ферментативные реакции. Биокатализ как альтернатива химическому катализу для получения органических веществ. Биокатализ для целей фармацевтической промышленности. Биокатализ и биотрансформация в очистке окружающей среды. Биокатализ в биоэнергетике. Биосенсорные технологии.

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 аудиторные 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. 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
2. Максимова Ю. Г., Максимов А. Ю. Биоресурсы и биотехнологии. Основы биотехнологии: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров "Биология"/Ю. Г. Максимова, А. Ю. Максимов.-Пермь:ПГНИУ,2019, ISBN 978-5-7944-3298-5.-104.-Библиогр.: с. 101-103

Дополнительная:

1. Плакунов, В. К. Основы динамической биохимии : учебник / В. К. Плакунов, Ю. А. Николаев. — Москва : Логос, 2010. — 216 с. — ISBN 978-5-98704-493-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/9095>
2. Плакунов, В. К. Основы энзимологии / В. К. Плакунов. — Москва : Логос, 2011. — 127 с. — ISBN 5-94010-027-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/70702>
3. Плакунов В. К., Николаев Ю. А. Основы динамической биохимии: учебное пособие для студентов вузов, получающих образование по направлениям "Биология", "Экология и природопользование", "Химическая технология и биотехнология", специальностям "Биология", "Физиология", "Микробиология", "Биотехнология", "Биоэкология"/В. К. Плакунов, Ю. А. Николаев ; рец.: Н. Б. Градова, Д. Г. Звягинцев.-Москва:Логос,2010, ISBN 978-5-98704-493-3.-213.-Библиогр.: с. 212-213

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 **Основы биокатализа в биотехнологии** 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);
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

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

- 1) Офисный пакет приложений «Microsoft Office»;
- 2) программа демонстрации видеоматериалов (проигрыватель);
- 3) приложение, позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов;
- 4) программы для просмотра и редактирования цифровых изображений;
- 5) программы для просмотра и редактирования DjVu-файлов.

Дисциплина не предусматривает использование специализированного программного обеспечения.

При освоении материала и выполнения 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 проведения мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций необходима аудитория, оснащенная специализированной мебелью, меловой (и) или маркерной доской.

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

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера 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
Основы биокатализа в биотехнологии**

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

ПК.1

Способен осуществлять выполнение экспериментов и оформление результатов исследований и разработок

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
ПК.1.2 Использует в профессиональной деятельности экспериментальные и полевые методы научного исследования	Знать механизм протекания ферментативной реакции. Уметь рассчитать константу Михаэлиса и максимальную скорость ферментативной реакции на основании экспериментальных данных. Владеть терминологией, описывающей ферментативную кинетику.	Неудовлетворител Отсутствие знаний. Не знает основ дисциплины. Отсутствие умений. Отсутствие навыков. Удовлетворительн Наличие общих, неструктурированных знаний об основных научных достижениях в биокатализе. Частично сформированы умения критически анализировать современные положения биокатализа, давать им методологическую и прикладную оценку, выделять главное. Фрагментарное применение методов теоретического анализа научных положений биокатализа. Хорошо В целом сформированные, системно организованные знания о современных научных достижениях в области биокатализа, однако содержащие отдельные пробелы. Отсутствие грубых ошибок в понимании материала. В целом успешные, с незначительными недостатками, умения критически анализировать современные положения и новые идеи в биокатализе, давать им методологическую и прикладную оценку, выделять главное, генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач (в том числе в междисциплинарных областях), ставить цели и определять пути их достижения в процессе профессиональной деятельности. В целом успешное, с отдельными несущественными недостатками, применение методов теоретического анализа научных положений биокатализа. Отлично

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		Отлично Вполне сформированные, системно организованные знания о современных научных достижениях в области биокатализа. Успешно и систематически применяемые умения критически анализировать современные положения и новые идеи в биокатализе, способность давать им методологическую и прикладную оценку, выделять главное.

ПК.3

Способен участвовать в разработке, реализации и оформлении научно-технических проектов и патентной деятельности

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
ПК.3.1 участвует в проектировании биологических технологий	Знать основы регуляции метаболизма. Знать основы гетерогенного биокатализа. Знать сферы применения биокатализа в биотехнологии. Уметь применять знания на практике. Владеть терминами, касающимися биокаталитических технологий.	Неудовлетворител Отсутствие знаний. Не знает основ дисциплины. Отсутствие умений. Отсутствие навыков. Удовлетворительн Наличие общих, неструктурированных знаний об основных научных достижениях в биокатализе. Частично сформированы умения критически анализировать современные положения биокатализа, давать им методологическую и прикладную оценку, выделять главное. Фрагментарное применение методов теоретического анализа научных положений биокатализа. Хорошо В целом сформированные, системно организованные знания о современных научных достижениях в области биокатализа, однако содержащие отдельные пробелы. Отсутствие грубых ошибок в понимании материала. В целом успешные, с незначительными недостатками, умения критически анализировать современные положения и новые идеи в биокатализе, давать им методологическую и прикладную оценку, выделять главное, генерировать новые идеи при решении исследовательских

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		Хорошо и практических задач (в том числе в междисциплинарных областях), ставить цели и определять пути их достижения в процессе профессиональной деятельности. В целом успешное, с отдельными несущественными недостатками, применение методов теоретического анализа научных положений биокатализа. Отлично Вполне сформированные, системно организованные знания о современных научных достижениях в области биокатализа. Успешно и систематически применяемые умения критически анализировать современные положения и новые идеи в биокатализе, способность давать им методологическую и прикладную оценку, выделять главное.

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

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 (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ПК.1.2 Использует в профессиональной деятельности экспериментальные и полевые методы научного исследования	Зависимость протекания ферментативных реакций от факторов внешней среды Письменное контрольное мероприятие	Структура белков. Ковалентные, водородные связи, электростатические и водородные взаимодействия. Уровни организации белковых молекул ферментов. Принципы протекания ферментативных реакций. Энергия активации. Специфичность действия ферментов. Ферменты, их номенклатура и классификация. Кинетика ферментативных реакций. Уравнение Михаэлиса-Ментен.
ПК.3.1 участвует в проектировании биологических технологий	Регуляция ферментативного катализа Защищаемое контрольное мероприятие	Знать основы метаболизма и регуляцию ферментативного катализа в живой клетке. Знать регуляцию на уровне транскрипции, на уровне трансляции, посттрансляционную регуляцию ферментативной активности.
ПК.1.2 Использует в профессиональной деятельности экспериментальные и полевые методы научного исследования ПК.3.1 участвует в проектировании биологических технологий	Практическое приложение биокаталитических технологий Итоговое контрольное мероприятие	Знать основы ферментативного катализа, гетерогенного биокатализа, практического применения биокаталитических технологий

Спецификация мероприятий текущего контроля

Зависимость протекания ферментативных реакций от факторов внешней среды

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

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

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

Проходной балл: **14**

Показатели оценивания	Баллы
Вполне сформированные, системно организованные знания о современных научных достижениях в области биокатализа. Успешно и систематически применяемые умения критически анализировать современные положения и новые идеи в биокатализе, способность давать им методологическую и прикладную оценку, выделять главное.	30
В целом сформированные, системно организованные знания о современных научных достижениях в области биокатализа, однако содержащие отдельные пробелы. Отсутствие грубых ошибок в понимании материала. В целом успешные, с незначительными недостатками, умения критически анализировать современные положения и новые идеи в биокатализе, давать им методологическую и прикладную оценку, выделять главное, генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач (в том числе в междисциплинарных областях), ставить цели и определять пути их достижения в процессе профессиональной деятельности. В целом успешное, с отдельными несущественными недостатками, применение методов теоретического анализа научных положений биокатализа.	20
Наличие общих, неструктурированных знаний об основных научных достижениях в биокатализе. Частично сформированы умения критически анализировать современные положения биокатализа, давать им методологическую и прикладную оценку, выделять главное. Фрагментарное применение методов теоретического анализа научных положений биокатализа.	14
Отсутствие знаний. Не знает основ дисциплины. Отсутствие умений. Отсутствие навыков.	0

Регуляция ферментативного катализа

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

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

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

Проходной балл: **14**

Показатели оценивания	Баллы
Сделан доклад, есть презентация, глубокий анализ предложенной темы, презентация подробная, доклад развернутый, структурированный, проанализировано достаточное количество литературы, в том числе англоязычной	30
Сделан доклад, есть презентация, тема раскрыта, есть незначительные замечания к изложению и презентации, проанализированы 2-3 источника	25
Доклад сделан, презентация имеется, но не достаточно раскрыта тема, поверхностное рассмотрение предложенной темы	14
Не сделан доклад и презентация	0

Практическое приложение биокаталитических технологий

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

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

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

Проходной балл: **18**

Показатели оценивания	Баллы
Вполне сформированные, системно организованные знания о современных научных достижениях в области биокатализа. Успешно и систематически применяемые умения критически анализировать современные положения и новые идеи в биокатализе, способность давать им методологическую и прикладную оценку, выделять главное.	40
В целом сформированные, системно организованные знания о современных научных достижениях в области биокатализа, однако содержащие отдельные пробелы. Отсутствие грубых ошибок в понимании материала. В целом успешные, с незначительными недостатками, умения критически анализировать современные положения и новые идеи в биокатализе, давать им методологическую и прикладную оценку, выделять главное, генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач (в том числе в междисциплинарных областях), ставить цели и определять пути их достижения в процессе профессиональной деятельности. В целом успешное, с отдельными несущественными недостатками, применение методов теоретического анализа научных положений биокатализа.	30
Наличие общих, неструктурированных знаний об основных научных достижениях в биокатализе. Частично сформированы умения критически анализировать современные положения биокатализа, давать им методологическую и прикладную оценку, выделять главное. Фрагментарное применение методов теоретического анализа научных положений биокатализа.	18
Отсутствие знаний. Не знает основ дисциплины. Отсутствие умений. Отсутствие навыков.	0