

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Авторы-составители: **Лисовенко Наталья Юрьевна
Максимов Александр Юрьевич**

Рабочая программа дисциплины
БИОКАТАЛИЗ И БИОСИНТЕЗ В БИОТЕХНОЛОГИИ
Код УМК 98289

Утверждено
Протокол №5
от «24» июня 2022 г.

Пермь, 2022

1. Наименование дисциплины

Биокатализ и биосинтез в биотехнологии

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Направление: **04.03.01** Химия
направленность Биохимия

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Биокатализ и биосинтез в биотехнологии** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

04.03.01 Химия (направленность : Биохимия)

ПК.1 Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения научно-исследовательских задач в профессиональной области, поставленных специалистом более высокой квалификации

Индикаторы

ПК.1.1 Проводит работы по поиску, обработке и анализу научно-технической информации в профессиональной области, планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР

ПК.2 Способен проводить, анализировать и оформлять результаты научных исследований по поставленной специалистом более высокой квалификации тематике, владеет навыками использования современной аппаратуры

Индикаторы

ПК.2.2 Проводит работы по обработке, анализу и оформлению результатов исследований в профессиональной области

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	04.03.01 Химия (направленность: Биохимия)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	7
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	Защищаемое контрольное мероприятие (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (1)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (7 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Теоретические основы биокатализа. История использования и изучения ферментативных процессов. Ферменты, их структурные особенности.

Понятие биокатализа. Краткий исторический очерк развития учения о ферментах.

История использования и изучения ферментативных процессов.

Ферменты, их структурные особенности. Сходства и различия ферментативного и химического катализа.

Теоретические основы строения, свойств и выделения биокатализаторов.

Классификация ферментов. Характеристика основных групп биокатализаторов.

Номенклатура и характеристика основных классов ферментов.

Характеристика основных групп биокатализаторов.

Активный центр фермента, строение, специфичность ферментов. Номенклатура ферментов.

Структура, кофакторы и механизмы действия ферментов. Кинетика ферментативных реакций.

Уровни структурной организации белка.

Структурные особенности функциональных белков.

Механизмы действия ферментов, регуляция их активности. Активаторы и ингибиторы биокатализаторов.

Кофакторы ферментов.

Кинетика ферментативных реакций

Свойства ферментов: термоллабильность, зависимость от рН среды, специфичность и механизмы их регуляции в промышленности. Генная инженерия ферментов - повышение их термостабильности за счет образования дополнительных дисульфидных связей, замены аспарагина на другие аминокислоты, уменьшения числа свободных сульфгидрильных групп, изменения специфичности и повышение стабильности ферментов

Получение ферментных препаратов. Меиорды и оборудование для выделения, очистки и исследования ферментов.

Методы получения ферментов.

Разрушение клеток и тканей.

Фракционирование.

Гравитационные методы разделения. Виды центрифугирования, сепарация.

Фильтрационные методы.

Хроматографические методы.

Электрофорез.

Основные этапы получения ферментных препаратов на примере протеолитических, амилолитических, липолитических ферментов.

Ферментные препараты, используемые в медицине, пищевой и легкой промышленности.

Производство ферментов и биокаталитические процессы.. Гомогенные и гетерогенные процессы.

Производство ферментов и биокаталитические процессы.

Гомогенные и гетерогенные процессы. Способы иммобилизации биокатализаторов.

Иммобилизованные клетки

и ферменты. Физические и химические методы иммобилизации. Основные методы иммобилизации. Преимущества иммобилизованных клеток и ферментов (ресурсосбережение, экологические преимущества, экономическая целесообразность, повышение качества

получаемых веществ). Ценные продукты, получаемые при использовании иммобилизованных клеток и ферментов. Применение иммобилизованных ферментов и белков: иммуноферментный анализ, биосенсоры, каталитические антитела (абзимы).

Основные технологические этапы производства ферментов и микробной биомассы как основы для получения биокатализаторов;

Источники и технология получения ферментов микроорганизмов. Технология выделения, концентрации и очистки ферментных препаратов. Промышленные процессы с использованием иммобилизованных ферментов и клеток.

Современные методы конструирования ферментов с необходимыми свойствами

Разработка биотехнологических процессов с участием очищенных ферментов или ферментов, находящихся внутри клеток, которые искусственно лишены способности расти. Конструирование и последующее использование в биотехнологии биокатализаторов с заданными свойствами

Использование ферментов в органическом синтезе

Использование ферментов в органическом синтезе: производства спирта, инверсия сахара. Биокаталитический синтез амидов, эфиров, карбоновых кислот, полимеров.

Биокаталитические методы защиты окружающей среды

Основные биохимические пути микробиологической трансформации загрязняющих веществ.

Микроорганизмы – биодеструкторы.

Биологическая очистка сточных вод. Принципиальные схемы очистных сооружений. Основные принципы работы, методы и сооружения аэробной и анаэробной биологической очистки сточных вод и переработки промышленных отходов.

Бактериальное выщелачивание химических элементов из руд, концентратов и горных пород, обогащение руд, биосорбция металлов из растворов. Удаление серы из нефти и угля. Повышение нефтеотдачи. Удаление метана из угольных пластов. Подавление биокорозии нефтепродуктов.

Основные промышленные процессы с использованием ферментов

Использование ферментов в хлебопекарной, тестильной, пивоваренной промышленности.

зачет

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. Луканин, А. В. Инженерная биотехнология: основы технологии микробиологических производств : учебное пособие / А. В. Луканин. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 304 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011479-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система Znanium : [сайт]. <https://elis.psu.ru/node/619662>
2. Комов, В. П. Биохимия : учебник для вузов / В. П. Комов, В. Н. Шведова ; под общей редакцией В. П. Комова. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 684 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13939-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/496710>

Дополнительная:

1. Розанов А. Н. Механизмы регуляции биокатализа:учеб. пособие/А. Н. Розанов.-Киев:Выща шк.,1989.-240.
2. 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
3. Дрюк, В. Г. Биологическая химия : учебное пособие для вузов / В. Г. Дрюк, С. И. Складар, В. Г. Карцев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 292 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12077-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/448161>
4. Халгаш Я. Биокатализаторы в органическом синтезе/Я. Халгаш ; пер. С. С. Злотский.- Москва:Мир,1991, ISBN 5-03-001914-6.-205.-Библиогр.: с. 185-201
5. Биссвангер Х. Практическая энзимология/Х. Биссвангер.-Москва:Бином. Лаборатория знаний,2010, ISBN 978-5-94774-940-3.-328.-Библиогр. в конце разд.

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 **Биокатализ и биосинтез 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.

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

1. Лекционные занятия

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, и маркерной доской.

2. Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, и маркерной доской.

3. Групповые (индивидуальные) консультации

Аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской;

4. Текущий контроль

Аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской;

5. Самостоятельная работа

Аудитория для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещения Научной библиотеки ПГНИУ

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
Биокатализ и биосинтез в биотехнологии**

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

ПК.1

Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения научно-исследовательских задач в профессиональной области, поставленных специалистом более высокой квалификации

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.1.1 Проводит работы по поиску, обработке и анализу научно-технической информации в профессиональной области, планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР</p>	<p>Знает современные достижения фундаментальных биологических наук и биомедицинских технологий; общие принципы осуществления биотехнологических процессов. Умеет ориентироваться в современной научной литературе по вопросам микробной биотехнологии, инженерной энзимологии, генной и клеточной инженерии; -прогнозировать возможность использования научных результатов биотехнологии, иммунобиотехнологии, космической биотехнологии и других. Владеет навыками поиска нужной информации в сети Интернет; навыками работы в программе Power Point.</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не знает современные достижения фундаментальных биологических наук и биомедицинских технологий; общие принципы осуществления биотехнологических процессов. не умеет ориентироваться в современной научной литературе по вопросам микробной биотехнологии, инженерной энзимологии, генной и клеточной инженерии; не умеет прогнозировать возможность использования научных результатов биотехнологии, иммунобиотехнологии, космической биотехнологии и других. Не владеет навыками поиска нужной информации в сети Интернет; навыками работы в программе Power Point.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Плохо знает современные достижения фундаментальных биологических наук и биомедицинских технологий; общие принципы осуществления биотехнологических процессов. Плохо ориентируется в современной научной литературе по вопросам микробной биотехнологии, инженерной энзимологии, генной и клеточной инженерии; не умеет прогнозировать возможность использования научных результатов биотехнологии, иммунобиотехнологии, космической биотехнологии и других. Плохо владеет навыками поиска нужной информации в сети Интернет; навыками работы в программе Power Point.</p> <p align="center">Хорошо</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Хорошо знает современные достижения фундаментальных биологических наук и биомедицинских технологий; общие принципы осуществления биотехнологических процессов. Умеет ориентироваться в современной научной литературе по вопросам микробной биотехнологии, инженерной энзимологии, геномной и клеточной инженерии; Умеет прогнозировать возможность использования научных результатов биотехнологии, иммунобиотехнологии, космической биотехнологии и других. Хорошо владеет навыками поиска нужной информации в сети Интернет; навыками работы в программе Power Point.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Знает современные достижения фундаментальных биологических наук и биомедицинских технологий; общие принципы осуществления биотехнологических процессов. Свободно ориентируется в современной научной литературе по вопросам микробной биотехнологии, инженерной энзимологии, геномной и клеточной инженерии; Умеет прогнозировать возможность использования научных результатов биотехнологии, иммунобиотехнологии, космической биотехнологии и других. Отлично владеет навыками поиска нужной информации в сети Интернет; навыками работы в программе Power Point.</p>

ПК.2

Способен проводить, анализировать и оформлять результаты научных исследований по поставленной специалистом более высокой квалификации тематике, владеет навыками использования современной аппаратуры

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
ПК.2.2 Проводит работы по обработке, анализу и оформлению	Демонстрирует знание принципов структурной и функциональной организации биологических объектов;	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Не знает структурной и функциональной организации биологических систем, не умеет применять физиологические методы анализа</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
результатов исследований в профессиональной области	применяет основные физиологические методы анализа и оценки состояния живых систем; демонстрирует знание принципов клеточной организации биологических объектов; владеет основными понятиями биотехнологии.	<p>Неудовлетворител и оценки состояния живых систем, не знает принципов клеточной организации биологических объектов. Не владеет основными понятиями биотехнологии.</p> <p>Удовлетворительн Кратко излагает структурную и функциональную организацию биологических систем, не умеет применять физиологические методы анализа и оценки состояния живых систем, плохо знает принципов клеточной организации биологических объектов. Плохо владеет основными понятиями биотехнологии.</p> <p>Хорошо Хорошо знает структурную и функциональную организацию биологических систем, хорошо умеет применять физиологические методы анализа и оценки состояния живых систем, знает принципы клеточной организации биологических объектов. Хорошо владеет основными понятиями биотехнологии.</p> <p>Отлично Отлично знает основы структурной и функциональной организации биологических систем, умеет применять физиологические методы анализа и оценки состояния живых систем, знает принципы клеточной организации биологических объектов. Свободно владеет основными понятиями биотехнологии.</p>

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 50 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 50 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ПК.2.2 Проводит работы по обработке, анализу и оформлению результатов исследований в профессиональной области	Производство ферментов и биокаталитические процессы.. Гомогенные и гетерогенные процессы. Письменное контрольное мероприятие	Принципы структурной и функциональной организации биологических объектов; основные физиологические методы анализа; принципов клеточной организации биологических объектов; основными понятиями биотехнологии.
ПК.1.1 Проводит работы по поиску, обработке и анализу научно-технической информации в профессиональной области, планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР	Основные промышленные процессы с использованием ферментов Защищаемое контрольное мероприятие	Знание современных достижений фундаментальных биологических наук и биомедицинских технологий; общих принципов осуществления биотехнологических процессов. Умение ориентироваться в современной научной литературе по вопросам микробной биотехнологии, инженерной энзимологии, геномной и клеточной инженерии. Владение навыками поиска нужной информации в сети Интернет; навыками работы в программе Power Point.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.1.1 Проводит работы по поиску, обработке и анализу научно-технической информации в профессиональной области, планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР</p> <p>ПК.2.2 Проводит работы по обработке, анализу и оформлению результатов исследований в профессиональной области</p>	зачет Итоговое контрольное мероприятие	<p>Знание современных достижений фундаментальных биологических наук, биотехнологии и биомедицинских технологий; Знание общих принципов осуществления биотехнологических процессов. Знание принципов структурной и функциональной организации биологических объектов, основных понятий биотехнологии.</p> <p>Умение ориентироваться в современной научной литературе по вопросам микробной биотехнологии, инженерной энзимологии, геномной и клеточной инженерии.</p>

Спецификация мероприятий текущего контроля

Производство ферментов и биокаталитические процессы.. Гомогенные и гетерогенные процессы.

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

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

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

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
знает принципы структурной и функциональной организации биологических объектов	10
умеет применять основные физиологические методы анализа и оценки состояния живых систем	10
знает принципы клеточной организации биологических объектов.	5
владеет основными понятиями биотехнологии.	5

Основные промышленные процессы с использованием ферментов

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **5 часа**

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

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

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
Умение ориентироваться в современной научной литературе по вопросам микробной биотехнологии, инженерной энзимологии, геномной и клеточной инженерии.	10
Владеет навыками поиска нужной информации в сети Интернет; навыками работы в программе Power Point.	10
Умение прогнозировать возможность использования научных результатов биотехнологии,	5

иммунобиотехнологии, космической биотехнологии и других.	
Знание современные достижения фундаментальных биологических наук и биомедицинских технологий.	5

зачет

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **5 часа**

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

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

Проходной балл: **20**

Показатели оценивания	Баллы
Знание современных достижений фундаментальных биологических наук и биомедицинских технологий; знание общие принципы осуществления биотехнологических процессов.	10
Умение ориентироваться в современной научной литературе по вопросам микробной биотехнологии, инженерной энзимологии, генной и клеточной инженерии.	10
Знание принципов структурной и функциональной организации биологических объектов, основных понятий биотехнологии.	10
Знание основных промышленных процессов с использованием ферментов.	10