

Компонент ОПОП 19.03.01 Биотехнология
профиль «Промышленная биотехнология»
наименование ОПОП

Б1.О.22
шифр дисциплины

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**Дисциплины
(модуля)**

Инженерная энзимология

Разработчик (и):
Макаревич Е.В.
ФИО
заведующий кафедрой
должность

канд. биол. наук, доцент
ученая степень, звание

Утверждено на заседании кафедры
Микробиологии и биохимии
наименование кафедры

протокол № 5 от 11.02.2026

Заведующий кафедрой


подпись

Е.В.Макаревич
ФИО

**Мурманск
2026**

Пояснительная записка

Объем дисциплины 4 з.е.

1. **Результаты обучения по дисциплине (модулю)**, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций, установленными образовательной программой

Компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
ОПК-1. Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях	ИД-1ОПК-1 Понимает законы, закономерности и взаимосвязи математических, физических, химических и биологических	Знать: - основные понятия, термины и определения в области инженерной энзимологии; - современные аспекты инженерной энзимологии, перспективы направлений научных исследований в области инженерной энзимологии; - современные технологические схемы индустриального биокатализа; - молекулярные основы специфичности ферментов, физико-химические свойства ферментов; основы биокатализа, механизмы активации и ингибирования; - способы выделения и очистки ферментов, методы и принципы определения активности ферментов; - использование ферментов в биотехнологическом производстве.
	ИД-2ОПК-1 Использует анализ биологических объектов и процессов для решения профессиональных задач	
ОПК-7. Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы	ИД-1ОПК-7 Владеет современными методами исследования и анализа в сфере своей профессиональной деятельности	Уметь: - грамотно выбирать и применять методы выделения, очистки и определения активности ферментов и ферментных препаратов; - применять теоретические знания в области инженерной энзимологии для решения практических задач; - пользоваться измерительными приборами и оборудованием, применяемые для осуществления биотехнологических процессов; осуществлять деятельность в области биотехнологии и инженерной энзимологии с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.
	ИД-2ОПК-7 Применяет современные математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы в профессиональной деятельности	

		Владеть: - навыками планирования и организации работ в области инженерной энзимологии; - навыками эксплуатации лабораторной аппаратуры и оборудования; - способностью оценивать полученные результаты, самостоятельно проводить анализ и обработку данных
--	--	---

2. Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение.

Предмет, задачи, история развития инженерной энзимологии. Фундаментальные и прикладные аспекты инженерной энзимологии. Основные направления развития. Практическое значение.

Тема 2. Структурно-функциональные особенности биокатализа.

Структура, свойства и механизм действия биокатализаторов. Преимущества и недостатки биокатализа при его использовании в технологических процессах. Кинетика ферментативных реакций. Влияние различных факторов на кинетику ферментативных реакций.

Тема 3. Понятие о ферментах и ферментных препаратах. Источники ферментов.

Технология ферментных препаратов. Получение ферментных препаратов из сырья растительного и животного происхождения, с помощью микроорганизмов. Методы выделения и очистки. Определение активности ферментов и ферментных препаратов.

Тема 4. Ферменты в экстремальных условиях.

Инактивация ферментов. Факторы, инициирующие денатурацию ферментов. Моделирование и кинетика процессов инактивации ферментов. Регенерация ферментативных систем, применяемых в биотехнологии. Реактивация инактивированных ферментов. Утилизация и регенерация кофакторов (коферментов). Ферментативные, химические и электрохимические методы регенерации.

Стабилизация ферментов в биотехнологических системах. Методы стабилизации. Химическая модификация ферментов. Экстремозимы. Термозимы. Использование экстремозимов в биотехнологии.

Тема 5. Имобилизованные ферменты.

Имобилизация ферментов. Носители для иммобилизации ферментов. Методы иммобилизации ферментов. Кинетико-термодинамические закономерности катализа иммобилизованными ферментами.

Тема 6. Индустриальный биокатализ.

Общая характеристика промышленных процессов с использованием иммобилизованных ферментов и клеток. Ферменты в пищевой промышленности. Ферменты в химической промышленности. Ферменты в фармацевтической промышленности.

3. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины (модуля)

- мультимедийные презентационные материалы по дисциплине (модулю) представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;
- методические указания к выполнению лабораторных, практических работ представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;
- методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) представлены на официальном сайте МАУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным».

4. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Является отдельным компонентом образовательной программы, разработан в форме отдельного документа, представлен на официальном сайте МАУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным». ФОС включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины (модуля);
- задания текущего контроля;
- задания промежуточной аттестации;
- задания внутренней оценки качества образования.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы (печатные издания, электронные учебные издания и (или) ресурсы электронно-библиотечных систем)

Основная литература:

1. Гамаюрова, В. С. Ферменты [Электронный ресурс]: лабораторный практикум / В. С. Гамаюрова, М. Е. Зиновьева. – Электрон. текстовые данные. – Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2010. – 278 с. – 978-5-7882-0830-5. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63527.html>

2. Основы биотехнологии [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. Ю. Просеков, О. В. Кригер, И. С. Миленьева, О. О. Бабич. – Электрон. текстовые данные. – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2015. – 214 с. – 978-5-89289-911-6. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61271.html>

3. Шлейкин, А. Г. Введение в биотехнологию [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. Г. Шлейкин, Н. Т. Жилинская. – Электрон. текстовые данные. — СПб.: Университет ИТМО, Институт холода и биотехнологий, 2013. – 92 с. – 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65806.html>

Дополнительная литература:

3. Общая и фармацевтическая биотехнология [Электронный ресурс] : учебное пособие / сост. В. А. Махмуткин, Н. И. Танаева. – Электрон. текстовые данные. – Самара : РЕАВИЗ, 2009. – 118 с. – 2227-8397. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/10164.html>

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. <http://ito.edu.ru/> - Электронный каталог библиотеки МГТУ с возможностью ознакомиться с печатным вариантом издания в читальных залах библиотеки.

2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://biblioclub.ru/>.

3. ЭБС IPRbook <http://iprbookshop.ru>

4. ЭБС «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru>

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Электронная база данных ЭБД «EBSCO» – <http://search.ebscohost.com/>

2. Информационно-справочная система ИСС «Консультант плюс» – <http://www.consultant.ru/>

3. «SLOVARI.RU. ПОИСК ПО СЛОВАРЯМ» (открытый доступ) – <http://www.slovari.ru/>

4. «СЛОВАРИ И ЭНЦИКЛОПЕДИИ НА АКАДЕМИКЕ» (открытый доступ) – <http://dic.academic.ru/>

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

1. Операционная система Microsoft Windows Vista Business Russian Academic OPEN.

2. Офисный пакет Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN.

3. Офисный пакет Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN.

4. Система оптического распознавания текста ABBYY FineReader Corporate 9.0 (сетевая версия), 2009 год.

5. Антивирусная программа (Антивирус Dr.Web Desktop Security Suite).

8. Обеспечение освоения дисциплины лиц с инвалидностью и ОВЗ

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) представлено в приложении к ОПОП «Материально-технические условия реализации образовательной программы» и включает:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;

- помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде МАУ;

Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

10. Распределение трудоемкости по видам учебной деятельности

Таблица 1 - Распределение трудоемкости

Вид учебной нагрузки	Распределение трудоемкости дисциплины по формам обучения	
	Очная	
	Семестр	Всего часов
	4	
	Аудиторные часы	
Лекции	34	34
Лабораторные работы	36	36
Практические работы	36	36
	Часы на самостоятельную и контактную работу	
Прочая самостоятельная и контактная работа	38	38
Всего часов по дисциплине	144	144
Формы промежуточной аттестации и текущего контроля		
Зачет с оценкой	+	+

Перечень лабораторных работ по формам обучения

№ п/п	Темы лабораторных работ
1	2
	Очная форма
1	Биохимические методы исследования ферментных препаратов. Определение белкового азота по Барнштейну.
2	Определение азота аминокислот: определение числа карбоксильных групп в водно-спиртовых растворах.
3	Очистка ферментных растворов от низкомолекулярных веществ методом диализа.
4	Осаждение ферментов из водных растворов.
5	Определение активности липазы по модифицированному методу Ота – Ямада.
6	Ионно-обменная хроматография белков.

Перечень практических работ по формам обучения

№ п/п	Темы практических работ
1	2
	Очная форма
1	Исследование кинетики ферментативной реакции.
2	Концентрирование и очистка ферментных препаратов.
3	Способы иммобилизации ферментов.
4	Ферменты в пищевой промышленности.
5	Промышленные процессы с использованием иммобилизованных ферментов и клеток.
6	Мембранная фильтрация в технологии ферментов: диализ и ультрафильтрация.
7	Промышленные процессы с использованием иммобилизованных ферментов и клеток.
8	Применение правил GMP при производстве ферментных препаратов.