

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**Дисциплины  
(модуля)**

**Биодеградация**

---

Разработчик (и):  
Литвинова М.Ю.  
ФИО

ДОЦЕНТ  
должность

К.Б.Н.  
ученая степень,  
звание

Утверждено на заседании кафедры  
микробиологии и биохимии  
наименование кафедры

протокол № 10 от 26.03.2024 г.

Заведующий кафедрой микробиологии и биохимии



\_\_\_\_\_   
подпись

Макаревич Е.В.  
ФИО

## 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)
<b>ПК-2</b> Способен применять на практике фундаментальные и прикладные знания и методы биологии в сфере защиты окружающей среды и ликвидации последствий вредного на нее воздействия.	ИД-2 ПК-2 Использует процессы биотрансформации и биodeградации ксенобиотиков для охраны окружающей среды и ликвидации последствий вредного на нее воздействия.	<b>Знать:</b> основы природоохранных биотехнологий за счет биотрансформации и биodeградации ксенобиотиков; <b>Уметь:</b> использовать полученную систему знаний для объяснения и прогнозирования возможных экологических последствий присутствия в окружающей среде различных ксенобиотиков; <b>Владеть:</b> навыками проведения лабораторных исследований биообъектов; применения биотехнологических приемов для охраны окружающей среды; диагностики и идентификации биологических объектов

## 2. Содержание дисциплины (модуля)

**Тема 1. Химия каталитического действия ферментов.** Основные понятия биотрансформации и биodeградации органических веществ. Аминокислоты и пептидная связь. Первичная структура белков. Вторичная, третичная и четвертичная структура белков. Активные центры ферментов. Структура активных центров ферментов. Концепция стерического соответствия «ключ - замок». Номенклатура и классификация ферментов. Специфичность как особое свойство ферментов.

**Тема 2. Ферменты как биокатализаторы базовых реакций биотрансформации и химия их каталитического действия.** Окислительно-восстановительные ферменты. Амилолитические ферменты. Липолитические ферменты. Протеолитические ферменты. Пектолитические ферменты. Целлюлолитические ферменты. Гимицеллюлазные ферменты. Ферменты, содержащие глюкозооксидазу и каталазу. Глюкозоизомеразные ферменты. Другие типы ферментов.

**Тема 3. Получение биокатализаторов на основе иммобилизованных ферментов и клеток.** Основные понятия иммобилизации ферментов. Преимущества и недостатки иммобилизации ферментов. Носители для ферментов на основе иммобилизованных ферментов и клеток. Основные методы иммобилизации ферментов (физические, химические, комбинированные методы).

**Тема 4. Многоступенчатая биотрансформация и биodeградация ксенобиотиков ферментными системами и микроорганизмами.** Типы ксенобиотиков и их воздействие на окружающую среду. Основные принципы многоступенчатой биотрансформации и биodeградации ксенобиотиков в клетках микроорганизмов. Ключевые реакции биотрансформации ксенобиотиков: Окисление, Восстановление, Гидролиз, Дегалогенирование. Микроорганизмы-деструкторы, осуществляющие биотрансформацию ксенобиотиков.

**Тема 5. Формы микробной биodeградации.** Микробная порча продуктов питания. Биокоррозия различных объектов и материалов.

**Тема 6. Общие сведения о биоразлагаемых полимерах.** Основные понятия: биodeградируемые и биостабильные полимеры, биоразлагаемые композиционные материалы, биodeгра-

дация, биомономеры, синтетические мономеры. Основные характеристики биodeградируемых полимеров, влияющие на способность к биоразложению: наличие функциональных групп, степень кристалличности, молекулярная масса. Классы биополимеров. Биоразлагаемые полимеры, получаемые из ежегодно возобновляемого природного сырья животного, растительного и бактериального происхождения. Биоразлагаемые синтетические полимеры из биомономеров. Основные способы получения биоразлагаемых полимеров и биоразлагаемых композиционных материалов на их основе. Основные методы переработки биоразлагаемых полимеров и биоразлагаемых композиционных материалов в изделия. Механизм биодеструкции полимеров. Сущность механизма ферментативной биodeградации. Действие ферментов на полимерный материал. Гидролитический тип биodeградации. Основные факторы, приводящие к деградации полимерных материалов в природных средах. Сравнение методов испытания биodeградации в природных и модельных средах. Биобезопасность продуктов деградации. Природные биоразлагаемые полимеры. Биodeградируемые полимеры из природного сырья растительного происхождения: целлюлоза, гемицеллюлозы, крахмал – источники биоразлагаемых полимеров. Биоразлагаемые композиционные материалы на основе крахмала, синтетических и природных полимеров. Биodeградируемые полимеры из природного сырья животного происхождения. Протеины, коллаген, фибрин, эластин, альбумин, хитин, хитозан и их производные для создания биоразлагаемых материалов. Основные характеристики, области применения. Биоразлагаемые композиционные материалы на основе хитозана. Синтетические и природные биodeградируемые полиэфиры. Биodeградируемые полимеры из природного сырья бактериального происхождения. Экзополисахариды: ксантан, пуллуан, полигидроксиалканоаты - природные полиэфиры нового поколения. Структура и свойства полигидроксиалканоатов. Достоинства и недостатки. Биоразлагаемые композиционные материалы на основе полигидроксиалканоатов. Биodeградация полигидроксиалканоатов. Биodeградируемые синтетические полимеры из биомономеров. Полигликолид и полилактид. Структура, свойства, применение. Сополимеры полилактида и полигликолида. Биodeградируемые синтетические полимеры из углеводородного сырья. Поликапролактон, полидиоксанон, алифатические и ароматические сополиэфиры: основные представители, структура, свойства, применение. Биodeградируемые искусственные полимеры (химически модифицированные полимеры). Роль полимераналогичных превращений для получения биоразлагаемых полимеров. Химическая модификация полимеров с целью повышения их способности к биоразложению. Биodeградируемые композиционные материалы на основе природных и синтетических полимеров. Смеси синтетических полимеров с природными полисахаридами. Смеси сложных полиэфиров с синтетическими полимерами: Биоразлагаемые композиционные материалы с использованием добавок (наполнителей, пластификаторов, стабилизаторов): слоистых минералов, глин, волокон и др

### **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 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. Конопатов, Ю. В. Основы экологической биохимии: учебное пособие / Ю. В. Конопатов, С. В. Васильева. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 136 с. — ISBN 978-5-8114-2489-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/213023>
2. Марченко, Б. И. Экологическая токсикология: учебное пособие / Б. И. Марченко; Южный федеральный университет, Инженерно-технологическая академия. — Ростов-на-Дону; Таганрог: Южный федеральный университет, 2017. — 104 с.: ил. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499758>
3. Мифтахутдинов, А. В. Токсикологическая экология: учебник / А. В. Мифтахутдинов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 308 с. — ISBN 978-5-8114-4227-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206489>
4. Музафаров, Е. Н. Экологическая биотехнология: учебное пособие для вузов / Е. Н. Музафаров. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 120 с. — ISBN 978-5-8114-9290-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/233231>

**Дополнительная литература:**

5. Бирюков, В. В. Основы промышленной биотехнологии : учеб. пособие для вузов / В. В. Бирюков. - Москва : КолосС : Химия, 2004. - 294, [1] с. - (Для высшей школы). - ISBN 5-9532-0231-8. - ISBN 5-98109-008-1 : 252-38. — 5 шт.
6. Ким, И. Н. Пищевая безопасность водных биологических ресурсов и продуктов их переработки: учебное пособие / И. Н. Ким, А. А. Кушнирук, Г. Н. Ким. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 752 с. — ISBN 978-5-8114-2494-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/209903>.
7. Корчагин, В. И. Инновационные методы и технологии переработки пластических масс (теория и практика) : учебное пособие / В. И. Корчагин, А. В. Протасов, Л. Н. Студеникина ; под редакцией П. Т. Суханова. — Воронеж: ВГУИТ, 2020. — 95 с. — ISBN 978-5-00032-505-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/254432>
8. Макаревич, Е. В. Антибиотики и ксенобиотики : учеб. пособие для вузов по дисциплинам "Антибиотики", "Учение об антибиотиках и ксенобиотиках" по прогр. подгот. бакалавров и магистров направления 020400 "Биология" / Е. В. Макаревич, О. Ю. Богданова; Федер. агентство по рыболовству, ФГБОУ ВПО "Мурман. гос. техн. ун-т". - Мурманск: Изд-во МГТУ, 2015. - 243 с. : ил. - Имеется электрон. аналог 2015 г. - Библиогр.: с. 243. — 60 шт.
9. Общая фармакология : учебное пособие / М. И. Рабинович, Г. А. Ноздрин, И. М. Самородова, А. Г. Ноздрин. — 2-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 272 с. — ISBN 5-8114-0652-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210149>
10. Сотникова, Е. В. Техносферная токсикология: учеб. пособие для вузов / Е. В. Сотникова, В. П. Дмитренко. - Санкт-Петербург; Москва; Краснодар : Лань, 2013. - 399 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 395-396. - ISBN 978-5-8114-1329-4: 779-90. — 10 шт.
11. Сотникова, Е. В. Техносферная токсикология: учебное пособие / Е. В. Сотникова, В. П. Дмитренко. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 432 с. — ISBN 978-5-8114-1329-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.

— URL: <https://e.lanbook.com/book/212033>

12. Тихонов, Г. П. Основы биотехнологии: методические рекомендации: методическое пособие / Г. П. Тихонов, И. А. Минаева; Московская государственная академия водного транспорта. – Москва: Альтаир: МГАВТ, 2009. – 133 с. : табл., схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=430056>

## **6. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

- 1) Государственная система правовой информации - официальный интернет-портал правовой информации- URL: <http://pravo.gov.ru>
- 2) Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»\_- URL: <http://window.edu.ru>
- 3) Справочно-правовая система. Консультант Плюс - URL: <http://www.consultant.ru/>

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

- 1) *Офисный пакет Microsoft Office 2007*
- 2) *Система оптического распознавания текста ABBYY FineReader*

## **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 магистратуры, 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 частичная замена оборудования его виртуальными аналогами.

## 10. Распределение трудоемкости по видам учебной деятельности

Таблица 1 - Распределение трудоемкости

Вид учебной деятельности	Распределение трудоемкости дисциплины (модуля) по формам обучения	
	Очная	
	Семестр	Всего часов
1		
Лекции	20	20
Лабораторные работы	30	30
Самостоятельная работа	94	94
Подготовка к промежуточной аттестации		
<b>Всего часов по дисциплине</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
/ из них в форме практической подготовки	/30	/30
Экзамен	-	-
Зачет/зачет с оценкой	1/-	1/-

### Перечень лабораторных работ по формам обучения

№ п/п	Темы лабораторных работ
1	Определение ферментов у микроорганизмов с помощью системы индикаторных бумажек (определение оксидазной активности, определение утилизации углеводов и многоатомных спиртов, определение индолобразования, определение уреазной активности, определение декарбоксилаз лизина, орнитина и дегидролазы аргинина и т.д.).
2	Оценка биофлокулирующей активности у микроорганизмов.
3	Фосфатаккумулялирующая способность микроорганизмов.
4	Определение липазной активности у микроорганизмов.
5	Определение аммонийной активности у микроорганизмов.
6	Исследование желатиназной активности у микроорганизмов.
7	Оценка окисления хитина микроорганизмами, методом БПК.