Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет имени В.А. Бондаренко»

Кафедра биохимии и микробиологии

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

*«Б1.Д.В.Э.9.1 Биоремедиация окружающей среды»*

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
*06.03.01 Биология*
(код и наименование направления подготовки)

*Прикладная биология*
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация
*Бакалавр*

Форма обучения
*Очная*

Год набора 2026

Рабочая программа дисциплины *«Б1.Д.В.Э.9.1 Биоремедиация окружающей среды»* рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра биохимии и микробиологии
*наименование кафедры*

протокол № 9 от " 06 " марта 2026 г.

Заведующий кафедрой
Кафедра биохимии и микробиологии — *подпись* — Е.С. Барышева
*наименование кафедры* — *расшифровка подписи*

*Исполнитель:*
доцент — *подпись* — О.К. Давыдова
*должность* — *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
06.03.01 Биология — *личная подпись* — Л.В. Галактионова
*код наименование* — *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
*личная подпись* — С.А. Биктимирова
*расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству факультета
*личная подпись* — А.Н. Сизенцов
*расшифровка подписи*

№ регистрации _____

© Давыдова О.К., 2026
© ОГУ, 2026

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

**Цель (цели)** освоения дисциплины:

формирование у студентов современных представлений и знаний о направленных экологически безопасных биотехнологических процессах, связанных с очисткой окружающей среды от техногенных загрязнений, деградацией различного характера загрязнений, биопереработкой отходов и производством экологически чистой продукции.

**Задачи:**

- сформировать системное представление о новейших технологиях, биотехнологических процессах и системах, ориентированных на защиту окружающей среды и рациональное природопользование;
- рассмотреть основы получения биопрепаратов на основе микроорганизмов для очистки природных сред;
- дать представление о факторах, влияющих на процессы биодеградации и технологиях биодеградации;
- систематизировать знания о современных методах очистки промышленных и природных загрязненных водных сред, биоремедиации почв, очистке и дезодорации газовоздушных выбросов;
- рассмотреть экологически безопасные процессы воспроизводства энергоносителей, биоудобрений и другой ценной продукции, в том числе биопластиков, биодеградируемых пленок и оболочек.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам (модулям) по выбору вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.20 Ботаника, Б1.Д.Б.21 Зоология, Б1.Д.Б.29 Нанобиотехнологии*

Постреквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

## 3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

| Код и наименование формируемых компетенций | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций |
|---|---|---|
| УК-11 Способен формировать нетерпимое отношение к проявлениям экстремизма, терроризма, коррупционному поведению и противодействовать им в профессиональной деятельности | УК-11-В-1 Понимает сущность экстремизма, терроризма, коррупции и осознает их негативные последствия в социальных, экономических и других процессах общества<br>УК-11-В-2 Соблюдает нормы права и морали, применяет правовые нормы и предусмотренные законом меры по противодействию коррупционному поведению и нейтрализации коррупционных проявлений<br>УК-11-В-3 Идентифицирует угрозы и проявления экстремизма, терроризма, способен противодействовать им в профессиональной деятельности | **Знать:**<br>– этические и правовые ограничения при проведении биологических исследований;<br>**Уметь:**<br>– выявлять и оценивать риски, связанные с возможным неправомерным использованием биотехнологических разработок в актах экстремизма или терроризма;<br>**Владеть:**<br>– способами противодействия коррупционному |

| Код и наименование формируемых компетенций | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций |
|---|---|---|
| | | поведению при организации биологических исследований. |
| ПК*-2 Способен применять на практике приемы составления научно-технических отчетов, обзоров, аналитических карт и пояснительных записок, излагать и критически анализировать получаемую информацию и представлять результаты полевых и лабораторных биологических исследований | ПК*-2-В-1 Использует широкий спектр обработки и анализа результатов, полученных с применением зоологических, цитологических, ботанических, экологических методов<br>ПК*-2-В-2 Способен к анализу, оформлению и представлению результатов научно-исследовательской и профессиональной деятельности с учетом соответствующей нормативной документации | **Знать:**<br>- теоретическую и практическую значимость экологической биотехнологии, ее взаимосвязь с другими естественными науками;<br>**Уметь:**<br>- оценивать потенциал биологических способов для решения природоохранных мероприятий, утилизации промышленных и бытовых отходов, детоксикации ксенобиотиков;<br>**Владеть:**<br>- способностью представлять результаты полевых и лабораторных биологических исследований различных объектов. |

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 академических часов).

| Вид работы | Трудоемкость, академических часов | |
|---|---|---|
| | 8 семестр | всего |
| **Общая трудоёмкость** | **108** | **108** |
| **Контактная работа:** | **41,5** | **41,5** |
| Лекции (Л) | 20 | 20 |
| Практические занятия (ПЗ) | 20 | 20 |
| Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий | 1 | 1 |
| Промежуточная аттестация (зачет, экзамен) | 0,5 | 0,5 |
| **Самостоятельная работа:**<br>*- выполнение курсовой работы (КР);*<br>*- выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ);*<br>*- написание эссе (Э);*<br>*- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;*<br>*- изучение разделов курса в системе электронного обучения;*<br>*- изучение разделов массового открытого онлайн-курса «Инженерная экология»;* | **66,5**<br>+ | **66,5** |

| Вид работы | Трудоемкость, академических часов | |
|---|---|---|
| | 8 семестр | всего |
| *- подготовка к практическим занятиям;*<br>*- подготовка к коллоквиумам;*<br>*- подготовка к рубежному контролю и т.п.)* | | |
| **Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)** | **зачет** | |

Разделы дисциплины, изучаемые в 8 семестре

| № раздела | Наименование разделов | Количество часов | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | всего | аудиторная работа | | | внеауд. работа |
| | | | Л | ПЗ | ЛР | |
| 1 | Введение | 20 | 4 | 4 | | 12 |
| 2 | Биологическая очистка промышленных сточных вод и природных загрязненных водных сред | 22 | 4 | 4 | | 14 |
| 3 | Биологическая очистка и дезодорация газовоздушных выбросов | 22 | 4 | 4 | | 14 |
| 4 | Биологические методы утилизации твердых отходов | 22 | 4 | 4 | | 14 |
| 5 | Проблемы и перспективы использования биоремедиации | 22 | 4 | 4 | | 14 |
| | Итого: | 108 | 20 | 20 | | 68 |
| | Всего: | 108 | 20 | 20 | | 68 |

### 4.2 Содержание разделов дисциплины

**1. Введение.** *Понятия и агенты биоремедиации. Микробные популяции для процессов биоремедиации. Факторы, влияющие на процессы биодеградации. Технологии биодеградации, основанные на использовании рекомбинантных штаммов. Биоремедиация in situ. Биоремедиация ex situ. Преимущества биоремедиации. Недостатки биоремедиации.*

**2. Биологическая очистка промышленных сточных вод и природных загрязненных водных сред**. *Общая характеристика сточных вод, показатели загрязненности сточных вод. Принципы организации очистных сооружений. Характеристика биоценозов очистных сооружений. Методы биологической очистки. Аэробные процессы очистки сточных вод. Особенности биологической очистки и типы аппаратов. Аэротенки. Окситенки. Биофильтры. Анаэробные процессы очистки сточных вод. Промышленные аппараты. Характеристика биопленки и активного ила. Утилизация активного ила. Биотехнологическая очистка сточных вод водорослями и водными растениями. Биологические пруды с микроводорослями. Биологические пруды с высшей водной растительностью. Очистка сточных вод грибными препаратами и ферментами. Принципы биологического мониторинга и биотестирования состояния водных экосистем. Индикаторная роль отдельных организмов.*

**3. Биологическая очистка и дезодорация газовоздушных выбросов.** *Атмосферные загрязнители. Физические и биологические закономерности улавливания и деградации газовых выбросов. Методы очистки воздуха. Типы биокатализаторов и аппараты. Биофильтры. Биоскрубберы на основе нативных и иммобилизованных клеток. Биореакторы с отмываемым слоем. Принципы работы.*

**4. Биологические методы утилизации твердых отходов.** *Биодеградация отходов. Биометаногенез как процесс ликвидации отходов. Типы и устройство метанотенков. Получение биогаза. Переработка растительного сырья и углеводсодержащих отходов в белок одноклеточных организмов. Основные принципы процесса компостирования. Компостирование полевое. Компостирование в биореакторах. Вермикомпостирование. Применение компоста.*

**5. Проблемы и перспективы использования биотехнологий для защиты окружающей среды.** *Перспективные технологии получения экологически безопасных биопластиков, биодеградируе-*

*мых пленок и оболочек Негативные последствия накопления синтетических полимерных материалов. Биоразлагаемые полимеры. Масштабы производства и сферы применения.*

### 4.3 Практические занятия (семинары)

| № занятия | № раздела | Тема | Кол-во часов |
|---|---|---|---|
| 1-2 | 1 | Понятие «биоремедиация» | 4 |
| 3-4 | 2 | Методы биологической очистки сточных вод | 4 |
| 5-6 | 3 | Биологические методы улавливания и деградации газовых выбросов | 4 |
| 7-8 | 4 | Биологические методы утилизации твердых отходов | 4 |
| 9-10 | 5 | Проблемы и перспективы использования биотехнологий для защиты окружающей среды. | 4 |
| | | Итого: | 20 |

### 4.4 Курсовая работа (8 семестр)

1. История развития экологической биотехнологии. Краткий обзор перспектив биотехнологических методов для защиты окружающей среды
2. Микробиологические и биохимические особенности трансформации ксенобиотиков. Общие закономерности распределения химических загрязняющих веществ в биосфере, пути их миграции и превращения.
3. Принципы биологического мониторинга и биотестирования состояния водных экосистем. Индикаторная роль отдельных организмов.
4. Биотехнологические методы обработки сточных вод. Удаление из них соединений углерода, азота, фосфора, серы и тяжелых металлов. Характеристика биоценозов очистных сооружений.
5. Основные технологические схемы биологической очистки сточных вод. Условия работы аэробной биологической очистки. Аэротенки. Окситенки. Биофильтры. Организация процесса анаэробной биологической очистки сточных вод. Переработка и утилизация активного ила очистных сооружений.
6. Атмосферные загрязнители. .Биофильтры и биоскрубберы на основе нативных и иммобилизованных клеток. Биореакторы с отмываемым слоем.
7. Биодеградация отходов. Компостирование полевое и в биореакторах. Вермикомпостирование. Применение компоста.
8.Технологии биодеградации, основанные на использовании рекомбинантных штаммов. Биоремедиация in situ. Биоремедиация ex situ.
9. Биоремедиация нефтезагрязненных почв. Коммерческие биопрепараты для очистки почв от нефти и нефтепродуктов.
10. Биогидрометаллургия: проблемы и перспективы развития. Бактериальное вышелачивание металлов из растворов.
11. Биологические средства защиты растений для замены химических пестицидов. Биологические удобрения. Производство и применение.
12. Перспективные технологии получения экологически безопасных биопластиков, биодеградируемых пленок и оболочек. Факторы, определяющие скорости распада в природе. Негативные последствия накопления синтетических полимерных материалов.

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Основная литература

1. Бурова, Т. Е. Экологическая биотехнология : учебное пособие / Т. Е. Бурова, О. Б. Иванченко. - Санкт-Петербург : ГИОРД, 2018. - 176 с.

2. Егорова, Т. А. Основы биотехнологии [Текст] : учеб. пособие для вузов / Т. А. Егорова, С. М. Клунова, Е. А. Живухина .- 3-е изд., стер. - М. : Академия, 2006. - 208 с.

### 5.2 Дополнительная литература

1. Коростелева, Л. А. Основы экологии микроорганизмов : учебное пособие / Л. А. Коростелева, А. Г. Кощаев. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 240 с.

2. Современная микробиология: Прокариоты / Пер. с англ. / Под ред. Й.Ленгелера, Г.Древса, Г.Шлегеля. – М.: Мир, 2005. – В 2-х томах: Т.2 – 496с.

3. Экология микроорганизмов / Под ред. А.И.Нетрусова. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 272с.

4. Биотехнология [Текст] : учебник для вузов / Е. С. Воронин [и др.]; под ред. Е. С. Воронина. - СПб. : ГИОРД, 2008. - 704 с. : ил. - Библиогр.: с. 686-699.

### 5.3 Периодические издания

1 Прикладная биохимия и микробиология : журнал. - Москва : ИКЦ "Академкнига", 2017-2020.
2 Биотехнология : журнал. – Москва : Российская академия наук, 2004-2013.

### 5.4 Интернет-ресурсы

1. Онлайновая версия научно-популярного проекта «Элементы», целью которого является популяризация науки. Режим доступа: http://elementy.ru/
2. Научно-популярный сайт, посвящённый молекулярным основам современной биологии и практическим применениям научных достижений в медицине и биотехнологии. Режим доступа: http://biomolecula.ru/
3. Научно-популярный журнал «Мембрана» – площадка для обмена информацией о технологиях, которые меняют жизнь, посвященная победам науки, достижениям техники, прорывам в дизайне, открытиям в медицине, успехам в бизнесе. Режим доступа: http://www.membrana.ru/
4. Ассоциация специалистов в сфере образования, науки и просвещения «Издательский дом «ПостНаука»: каталог курсов МООК: Микроорганизмы и их сообщества: https://postnauka.ru/courses/43161
5. «Stepik», каталог курсов МООК: Инженерная экология https://stepik.org/course/123146/promo?search=6626054418

### 5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система РЕД ОС.

2. Пакет офисных приложений «МойОфис Образование»

3. Для работы с ресурсами Интернет - веб-браузер Яндекс https://yandex.ru/..

4. Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования - АИССТ (зарегистрирована в РОСПАТЕНТ, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011610456, правообладатель – Оренбургский государственный университет), режим доступа - http://aist.osu.ru.

## 6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, курсового проектирования, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.