

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Владимирский государственный университет**  
**имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
**(ВлГУ)**

**ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ**

**УТВЕРЖДАЮ:**  
**Директор института**  
  
**Смирнова Н.Н.**  
**« 28 » 16 2022 г.**



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Биотехнология в промышленной экологии**

(наименование дисциплины)

**направление подготовки / специальность**

**05.03.06 Экология и природопользование**

(код и наименование направления подготовки (специальности))

**направленность (профиль) подготовки**

**Экология и природопользование**

(направленность (профиль) подготовки)

г. Владимир

2022

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины - формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков по применению современных методов биотехнологии в промышленной экологии.

Задачи:

- 1) изучить подходы, закономерности и принципы биотехнологии;
- 2) изучить методы и технологии работы с объектами биотехнологии.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Биотехнология в промышленной экологии» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-1 Способен формулировать задачи научного исследования в области экологии и природопользования, реферировать научные труды, составлять аналитические обзоры накопленных мировой наукой сведений.	<p>ПК-1.1. Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований</li> <li>- методы и средства планирования и организации исследований и разработок</li> <li>- методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации</li> </ul> <p>ПК-1.2. Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять нормативную документацию в соответствующей области знаний</li> <li>- оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ</li> <li>- применять методы анализа научно-технической информации</li> </ul> <p>ПК-1.3. Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методикой реферирования научных трудов, составления аналитических научных обзоров, в том числе на английском языке</li> <li>- технологией проведения исследований научно-технической информации</li> <li>- методикой сбора, обработки, анализа и обобщения передового отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований</li> <li>- методикой сбора, обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний - - - технологией подготовки предложений для составления планов и методических программ исследований и разработок, практических рекомендаций по</li> </ul>	<p><i>Знает</i> методы и средства планирования и организации исследований и разработок в области промышленной экологии эковиотехнологии</p> <p><i>Умеет</i> применять методы анализа научно-технической информации</p> <p><i>Владеет</i> методикой сбора, обработки, анализа и обобщения передового отечественного и международного опыта в области эковиотехнологии</p>	Теоретические вопросы

<p>ПК-3 Способен выбирать и использовать методы экологических исследований, соответствующее оборудование, программное обеспечение для решения исследовательских задач, поставленных специалистом более высокой квалификации</p> <p>ПК-4 Способен принимать участие в осуществлении мероприятий по охране окружающей среды и обеспечению</p>	<p>исполнению их результатов</p> <p>ПК-3.1 Знает: - виды современного технологического средозащитного оборудования - специальное программное обеспечение для решения исследовательских задач - технологии выполнения полевых инженерно-экологических исследований и работ - методы полевого контроля и оценки качества результатов инженерно-экологических изысканий</p> <p>ПК-3.2 Умеет: - осуществлять подбор нового средозащитного оборудования, программного обеспечения для экологических и эколого-экономических расчетов - производить замеры, взятие проб с использованием переносного оборудования, обследовать территорию объекта методом прикопок, - фиксировать полученные показатели на бумажном и/или магнитном носителях - выявлять и фиксировать преобладающие семейства растений в районе работ - осуществлять контроль выполнения натурных работ и оценку результатов проведенных исследований и замеров в полевых условиях.</p> <p>ПК-3.3 Владеет: - навыками экологических исследований объектов окружающей среды по химическим, микробиологическим, паразитологическим, токсикологическим показателям - навыками биологических исследований окружающей среды - навыками изучения природной, техногенной, социально-экономической, демографической и медико-биологической ситуации, поиск объектов культурного наследия на территории изысканий. - проводить предварительный прогноз возможных неблагоприятных изменений природной и техногенной среды - навыками использования специализированных программ для экологических и эколого-экономических расчетов</p> <p>ПК-4.1 Знает: - экологическое законодательство РФ, основные нормативные правовые акты в области охраны окружающей среды - методику контроля состояния окружающей среды в районе расположения организации - порядок работы природоохранных объектов, очистных и защитных</p>	<p><i>Знает</i> виды современного технологического средозащитного оборудования <i>Умеет</i> осуществлять подбор нового оборудования, программного обеспечения для экобиотехнологических расчетов <i>Владеет</i> навыками экобиотехнологических исследований окружающей среды</p> <p><i>Знает</i> порядок работы природоохранных объектов, очистных и защитных сооружений в соответствии с их</p>	<p>Теоретические вопросы</p>
---	---	--	------------------------------

<p>экологической безопасности в организации и ведении документации в соответствии с установленными требованиями</p>	<p>сооружений в соответствии с их технической документацией</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- технологию разработки планы мероприятий по охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности</li> <li>- правила оформления экологической документации хозяйствующего субъекта ПК-4.2 Умеет:</li> <li>- разрабатывать инструкции по эксплуатации средств и систем защиты окружающей среды в организации</li> <li>- анализировать работу природоохранных объектов, очистных и защитных сооружений с точки зрения соответствия требованиям нормативных правовых актов в области охраны окружающей среды</li> <li>- контролировать состояние окружающей среды в районе расположения организации в соответствии с требованиями нормативных правовых актов в области охраны окружающей среды</li> <li>- проводить оценку результатов деятельности организации и мониторинг экологической обстановки</li> <li>- составлять экологическую документацию хозяйствующего субъекта ПК-4.3 Владеет:</li> <li>- методами разработки планов мероприятий по охране окружающей среды обеспечению экологической безопасности на предприятии и другую экологическую документацию в соответствии с установленными требованиями</li> <li>- методиками разработки специальных разделов экологической документации организации</li> <li>- методиками разработки программы технического обслуживания, технического осмотра и проверки показателей и планово-предупредительного ремонта средств и систем защиты окружающей среды в организации</li> <li>- методиками контроль состояния элементов окружающей среды в районе расположения организации</li> </ul>	<p>технической документацией;</p> <p>технологию разработки планы мероприятий по охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности</p> <p><i>Умеет</i></p> <p>контролировать состояние окружающей среды в районе расположения организации в соответствии с требованиями нормативных правовых актов в области охраны окружающей среды</p> <p><i>Владеет</i> методами разработки планов мероприятий по охране окружающей среды обеспечению экологической безопасности на предприятии и другую экологическую документацию в соответствии с установленными требованиями</p>	<p>Теоретические вопросы</p>
---	--	---	------------------------------

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 часа

##### Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Введение в биотехнологию	8	1-3	6	6		2	2	Рейтинг - контроль № 1
2	«Серые» биотехнологии	8	4	2	2				
3	Биологическая очистка сточных вод		5	2	2		2		
4	Биологическая очистка газовоздушных выбросов		6	2	2		2		Рейтинг - контроль № 2
5	Переработка органических отходов		7	2	2			1	
6	Биоремедиация почв		8	2	2		2		
7	Биоэнергетика	8	9	2	2		2		
8	Биоповреждения и биокоррозия	8	10	2	2			1	Рейтинг - контроль № 3
Всего за 8 семестр:				20	20		10	5	Экзамен (27)
Наличие в дисциплине КП/КР									
Итого по дисциплине				20	20		10	5	Экзамен (27)

##### Содержание лекционных занятий по дисциплине

###### ТЕМА 1. Введение в биотехнологию.

Цель, задачи и предмет биотехнологии. Этапы истории развития биотехнологии. Преимущества биотехнологических процессов. Классификация живых организмов. Вирусы. Бактерии. Грибы. Клетки растений и животных. Методы биотехнологий.

###### ТЕМА 2. «Серые» биотехнологии

Применение биологических методов для оценки качества окружающей среды. Экологические основы биоиндикации. Биоиндикаторы и их чувствительность. Объекты биоиндикации. Биоиндикация на разных уровнях организации живой материи. Биоиндикация состояния почв. Биоиндикация состояния воздушной среды. Биоиндикация состояния водной среды.

Биоиндикация в экологическом мониторинге. Биотестирование как метод оценки токсичности химических веществ и природных сред. Развитие методов биотестирования в мировой практике. Универсальные биотесты, стратегия выбора тест-организмов и тест-операций. Зависимость «доза-эффект» как основа оценки результатов биотестирования. Биотестирование природных вод и донных отложений. Биотестирование сточных вод. Оценка качества вод методом биотестирования в системе хозяйственно-питьевого водоснабжения. Биотестирование как основа разработки нормативов содержания токсических веществ в водоемах рыбных хозяйств. Биотестирование отходов и определение класса их опасности.

### **ТЕМА 3. Биологическая очистка сточных вод.**

Основные показатели загрязненности сточных вод. Цель и нормативы очистки сточных вод. Сравнительная характеристика биологических методов очистки сточных вод с механическими, физико-химическими, химическими. Классификация методов биологической очистки сточных вод. Показатели работы очистных сооружений и их сравнение.

Характеристика процессов аэробной очистки сточных вод. Типы очистных сооружений в естественных (поля орошения, поля фильтрации, биологические пруды) и искусственных (биофильтры, аэротенки) условиях. Основные группы организмов и их роль в процессах очистки сточных вод. Характеристика и состав микробиоты активного ила и биопленки. Способы утилизации активного ила. Пути совершенствования систем аэробной очистки сточных вод.

Процессы анаэробной очистки и образование биогаза. Основные стадии разложения органического вещества в анаэробных условиях и группы микроорганизмов, их осуществляющие. Образование гранулированной биомассы и ее состав. Характеристика анаэробных реакторов первого и второго поколения. Факторы, влияющие на эффективность функционирования анаэробных реакторов.

Малые установки для локальных очистных сооружений.

Технологические схемы многостадийной биологической очистки сточных вод.

### **ТЕМА 4. Биологическая очистка газовоздушных выбросов.**

Основные пути загрязнения газовоздушных выбросов производств. Установки для микробиологической очистки и дезодорации газовоздушных выбросов. Биофильтры. Биоабсорберы. Биоскрубберы на основе нативных и иммобилизованных клеток микроорганизмов. Биореакторы с омываемым слоем. Эффективность различных биологических методов очистки газовоздушных выбросов.

### **ТЕМА 5. Переработка органических отходов.**

Общая характеристика отходов. Микробиологическая характеристика переработки органических отходов. Силосование. Компостирование. Вермикультивирование.

### **ТЕМА 6. Биоремедиация почв.**

Классификация методов ремедиации почв. Основные факторы, влияющие на выбор способа ремедиации почв. Биологические методы ремедиации почв. Биоаугментация. Биоконцентрирование и локализация. Биомобилизация и биовыщелачивание. Реакционно-активные биобарьеры. Обработка в биореакторах. Понятия фиторемедиации, микроборемедиации, зооремедиации. Преимущества и недостатки фиторемедиации. Технологии фиторемедиации: ризофильтрация, фитоэкстракция, фитостимуляция, фитоиспарение. Микроборемедиация и ее преимущества. Принципы получения микробных биопрепаратов для биоремедиации. Биопрепараты для ликвидации нефтяных загрязнений. Биопрепараты для рекультивации территорий и восстановления плодородия почв.

**ТЕМА 7. Биоэнергетика.**

Использование биотехнологических процессов для решения энергетических проблем. Биоэнергетика. Получение биотоплива из возобновляемых источников: проблемы и перспективы. Биометаногенез как процесс ликвидации отходов и экологический метод получения энергоносителей. Типы и устройство метанотенков. Получение биогаза. Получение биоэтанола, биобутанола и других спиртов. Перспективы получения углеводов на основе биосистем. Биологическое получение водорода. Биотопливные элементы и биоэлектрокатализ.

**ТЕМА 8. Биоповреждения и биокоррозия.**

Определение и классификация биоповреждений. Микробиологическая коррозия и повреждение материалов. Защита материалов от биоповреждений.

**Содержание практических работ по дисциплине**

ТЕМА 1. Биотехнология как наука. Основные объекты и методы биотехнологии.

ТЕМА 2. Типы биотехнологий. История, современное состояние и перспективы развития биотехнологий.

ТЕМА 3. Процесс ферментации: основные характеристики.

ТЕМА 4. Биоиндикация. Биотестирование.

ТЕМА 5. Очистка сточных вод в аэробных условиях.

ТЕМА 6. Очистка сточных вод в анаэробных условиях

ТЕМА 7. Гидробиологический анализ активного ила.

ТЕМА 8. Получение кормового белка на растительных отходах.

ТЕМА 9. Деполимеризация крахмала

ТЕМА 10. Биоремедиация почв.

**5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ,  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ  
И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ  
СТУДЕНТОВ**

**5.1. Текущий контроль успеваемости****Рейтинг-контроль №1**

1. Цель, задачи и предмет биотехнологии.
2. Этапы истории развития биотехнологии.
3. Преимущества биотехнологических процессов.
4. Классификация живых организмов.
5. Вирусы.
6. Бактерии.
7. Грибы.
8. Клетки растений и животных.
9. Методы биотехнологий.
10. Типы биотехнологий
11. Общее понятие о загрязнении окружающей среды.
12. Химические, физические и биологические загрязнения.
13. Локальные, региональные и глобальные загрязнения и их характеристика.
14. Природные и антропогенные источники загрязнения окружающей среды.
15. Понятие о предельно допустимой концентрации (ПДК) отдельных веществ.

16. Виды ПДК для воздушной, водной и почвенной среды, особенности загрязнения данных экосистем.
17. Нефть и отходы ее переработки как один из основных факторов загрязнения окружающей среды.
18. Применение биологических методов для оценки качества окружающей среды.
19. Экологические основы биоиндикации.
20. Биоиндикаторы и их чувствительность. Объекты биоиндикации. Биоиндикация на разных уровнях организации живой материи.
21. Биоиндикация состояния почв.
22. Биоиндикация состояния воздушной среды.
23. Биоиндикация состояния водной среды.
24. Биоиндикация в экологическом мониторинге.

### **Рейтинг-контроль №2**

1. Биотестирование как метод оценки токсичности химических веществ и природных сред.
2. Развитие методов биотестирования в мировой практике.
3. Универсальные биотесты, стратегия выбора тест-организмов и тест-операций.
4. Зависимость «доза-эффект» как основа оценки результатов биотестирования.
5. Биотестирование природных вод и донных отложений.
6. Биотестирование сточных вод. Оценка качества вод методом биотестирования в системе хозяйственно-питьевого водоснабжения.
7. Биотестирование как основа разработки нормативов содержания токсических веществ в водоемах рыбных хозяйств.
8. Биотестирование отходов и определение класса их опасности.
9. Основные показатели загрязненности сточных вод. Цель и нормативы очистки сточных вод.
10. Сравнительная характеристика биологических методов очистки сточных вод с механическими, физико-химическими, химическими. Классификация методов биологической очистки сточных вод.
11. Показатели работы очистных сооружений и их сравнение.
12. Характеристика процессов аэробной очистки сточных вод. Типы очистных сооружений в естественных (поля орошения, поля фильтрации, биологические пруды) и искусственных (биофильтры, аэротенки) условиях.
13. Основные группы организмов и их роль в процессах очистки сточных вод.
14. Характеристика и состав микробиоты активного ила и биопленки.
15. Способы утилизации активного ила. Пути совершенствования систем аэробной очистки сточных вод.
16. Процессы анаэробной очистки и образование биогаза. Основные стадии разложения органического вещества в анаэробных условиях и группы микроорганизмов, их осуществляющие.
17. Образование гранулированной биомассы и ее состав.
18. Характеристика анаэробных реакторов первого и второго поколения. Факторы, влияющие на эффективность функционирования анаэробных реакторов.
18. Основные пути загрязнения газовоздушных выбросов производств.
19. Установки для микробиологической очистки и дезодорации газовоздушных выбросов.
20. Биофильтры. Биоабсорберы. Биоскрубберы на основе нативных и иммобилизованных клеток микроорганизмов.
21. Биореакторы с омываемым слоем. Эффективность различных биологических методов очистки газовоздушных выбросов.



### Рейтинг-контроль №3

Общая характеристика отходов.

2. Микробиологическая характеристика переработки органических отходов.
3. Силосование.
4. Компостирование.
5. Вермикультивирование.
6. Классификация методов ремедиации почв.
7. Основные факторы, влияющие на выбор способа ремедиации почв.
8. Биологические методы ремедиации почв. Биоаугментация. Биоконцентрирование и локализация. Биомобилизация и биовыщелачивание.
9. Реакционно-активные биобарьеры. Обработка в биореакторах.
10. Понятия фиторемедиации, микроборемедиации, зооремедиации. Преимущества и недостатки фиторемедиации.
11. Технологии фиторемедиации: ризофилтрация, фитоэкстракция, фитостимуляция, фитоиспарение.
12. Микроборемедиация и ее преимущества.
13. Принципы получения микробных биопрепаратов для биоремедиации.
14. Биопрепараты для ликвидации нефтяных загрязнений.
15. Биопрепараты для рекультивации территорий и восстановления плодородия почв.
16. Использование биотехнологических процессов для решения энергетических проблем.
17. Биоэнергетика. Получение биотоплива из возобновляемых источников: проблемы и перспективы.
18. Биометаногенез как процесс ликвидации отходов и экологический метод получения энергоносителей.
19. Типы и устройство метанотенков.
20. Получение биогаза.
21. Получение биоэтанола, биобутанола и других спиртов.
22. Перспективы получения углеводородов на основе биосистем.
23. Биологическое получение водорода. Биотопливные элементы и биоэлектрокатализ.
24. Определение и классификация биоповреждений.
25. Микробиологическая коррозия и повреждение материалов.
26. Защита материалов от биоповреждений.

### 5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения

#### Вопросы для подготовки к экзамену.

1. Цель, задачи и предмет биотехнологии. Этапы истории развития биотехнологии. Преимущества биотехнологических процессов.
2. Классификация живых организмов, использующихся в биотехнологических процессах. Вирусы. Бактерии. Грибы. Клетки растений и животных. Методы биотехнологий.
3. Общее понятие о загрязнении окружающей среды. Химические, физические и биологические загрязнения.
4. Локальные, региональные и глобальные загрязнения и их характеристика.
5. Природные и антропогенные источники загрязнения окружающей среды.
6. Понятие о предельно допустимой концентрации (ПДК) отдельных веществ. Виды ПДК для воздушной, водной и почвенной среды, особенности загрязнения данных экосистем.
7. Нефть и отходы ее переработки как один из основных факторов загрязнения окружающей среды.

8. Применение биологических методов для оценки качества окружающей среды.
9. Экологические основы биоиндикации. Биоиндикаторы и их чувствительность. Объекты биоиндикации. Биоиндикация на разных уровнях организации живой материи.
10. Биоиндикация состояния почв.
11. Биоиндикация состояния воздушной среды.
12. Биоиндикация состояния водной среды.
13. Биоиндикация в экологическом мониторинге.
14. Биотестирование как метод оценки токсичности химических веществ и природных сред.
15. Развитие методов биотестирования в мировой практике.
16. Универсальные биотесты, стратегия выбора тест-организмов и тест-операций. Зависимость «доза-эффект» как основа оценки результатов биотестирования.
17. Биотестирование природных вод и донных отложений.
18. Биотестирование сточных вод. Оценка качества вод методом биотестирования в системе хозяйственно-питьевого водоснабжения.
19. Биотестирование как основа разработки нормативов содержания токсических веществ в водоемах рыбных хозяйств.
20. Биотестирование отходов и определение класса их опасности.
21. Основные показатели загрязненности сточных вод. Цель и нормативы очистки сточных вод.
22. Сравнительная характеристика биологических методов очистки сточных вод с механическими, физико-химическими, химическими. Классификация методов биологической очистки сточных вод.
23. Показатели работы очистных сооружений и их сравнение.
24. Характеристика процессов аэробной очистки сточных вод. Типы очистных сооружений в естественных (поля орошения, поля фильтрации, биологические пруды) и искусственных (биофильтры, аэротенки) условиях.
25. Основные группы организмов и их роль в процессах очистки сточных вод.
26. Характеристика и состав микробиоты активного ила и биопленки.
27. Способы утилизации активного ила. Пути совершенствования систем аэробной очистки сточных вод.
28. Процессы анаэробной очистки и образование биогаза. Основные стадии разложения органического вещества в анаэробных условиях и группы микроорганизмов, их осуществляющие. Образование гранулированной биомассы и ее состав.
29. Характеристика анаэробных реакторов первого и второго поколения. Факторы, влияющие на эффективность функционирования анаэробных реакторов.
30. Основные пути загрязнения газовоздушных выбросов производств.
31. Установки для микробиологической очистки и дезодорации газовоздушных выбросов.
32. Биофильтры. Биоабсорберы. Биоскрубберы на основе нативных и иммобилизованных клеток микроорганизмов. Биореакторы с омываемым слоем. Эффективность различных биологических методов очистки газовоздушных выбросов.
33. Общая характеристика отходов. Микробиологическая характеристика переработки органических отходов.
34. Силосование. Компостирование. Вермикюльтивирование.
35. Классификация методов ремедиации почв. Основные факторы, влияющие на выбор способа ремедиации почв.
36. Биологические методы ремедиации почв. Биоаугментация. Биоконцентрирование и локализация. Биомобилизация и биовыщелачивание. Реакционно-активные биобарьеры. Обработка в биореакторах.
37. Понятия фиторемедиации, микроборемедиации, зооремедиации. Преимущества и недостатки фиторемедиации.
38. Технологии фиторемедиации: ризофильтрация, фитоэкстракция, фитостимуляция, фитоиспарение.

39. Микроборемедиация и ее преимущества. Принципы получения микробных биопрепаратов для биоремедиации.
40. Биопрепараты для ликвидации нефтяных загрязнений.
41. Биопрепараты для рекультивации территорий и восстановления плодородия почв.
42. Использование биотехнологических процессов для решения энергетических проблем.
43. Биоэнергетика. Получение биотоплива из возобновляемых источников: проблемы и перспективы.
44. Биометаногенез как процесс ликвидации отходов и экологический метод получения энергоносителей.
45. Типы и устройство метанотенков. Получение биогаза, биоэтанола, биобутанола и других спиртов.
46. Перспективы получения углеводов на основе биосистем. Биологическое получение водорода. Биотопливные элементы и биоэлектрокатализ.
47. Определение и классификация биоповреждений.
48. Микробиологическая коррозия и повреждение материалов. Защита материалов от биоповреждений.

### 5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

1. Использование растений для очистки загрязненных вод и почв.
2. Восстановление озерных экосистем.
3. Очистка загрязненных сред от нефтепродуктов.
4. Биологическое удаление тяжелых металлов и радионуклидов.
5. Токсикологическое и экологическое нормирование.
6. Законодательные и эколого-экономические механизмы реализации природоохранных технологий.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература		
1. Кузнецов, Александр Евгеньевич. Научные основы экобиотехнологии : учебное пособие для вузов по специальности 07.01 "Биотехнология" и направлению 32.07.00 "Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов" / А. Е. Кузнецов, Н. Б. Градова .— Москва : Мир	2006	<a href="http://index.lib.vlsu.ru/cgi-bin/zgate.exe?present+23416+default+2+1+F+1.2.840.10003.5.102+rus">http://index.lib.vlsu.ru/cgi-bin/zgate.exe?present+23416+default+2+1+F+1.2.840.10003.5.102+rus</a>

2. Прикладная экобиотехнология : учебное пособие для вузов по специальности "Биотехнология" : в 2 т. / А. Е. Кузнецов [и др.] .— Москва : Бином. Лаборатория знаний	2010	<a href="http://index.lib.vlsu.ru/cgi-bin/zgate.exe?present+23416+default+3+1+F+1.2.840.10003.5.102+rus">http://index.lib.vlsu.ru/cgi-bin/zgate.exe?present+23416+default+3+1+F+1.2.840.10003.5.102+rus</a>
3. Генетическая инженерия : учебное пособие для вузов по направлению "Биология" и специальностям "Биотехнология", "Биохимия", "Генетика", "Микробиология" / С. Н. Щелкунов .— 2-е изд., испр. и доп. — Новосибирск : Сибирское университетское издательство	2004	<a href="http://index.lib.vlsu.ru/cgi-bin/zgate.exe?present+21796+default+13+1+F+1.2.840.10003.5.102+rus">http://index.lib.vlsu.ru/cgi-bin/zgate.exe?present+21796+default+13+1+F+1.2.840.10003.5.102+rus</a>
<b>Дополнительная литература</b>		
1. Тихонов, Г. П. <b>Основы биотехнологии</b> [Электронный ресурс] : Методические рекомендации для самостоятельной подготовки студентов / Г. П. Тихонов, И. А. Минаева. - Москва : МГАВТ	2009	<a href="https://znanium.com/catalog/product/404162">https://znanium.com/catalog/product/404162</a>
2. <b>Биотехнология : учебное пособие для вузов</b> по специальности 060108 (040500) "Фармация" / Ю. О. Сазыкин, С. Н. Орехов, И. И. Чакалева ; под ред. А. В. Катлинского .— 2-е изд., стер. — Москва : Академия	2003	<a href="https://znanium.com/catalog/product/1068733">https://znanium.com/catalog/product/1068733</a>

## 6.2. Периодические издания

1. Научный журнал «Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии».
2. Научный журнал «Аграрная наука».
3. Научный журнал «Вестник Российской сельскохозяйственной науки».
4. Научный журнал «Сельскохозяйственная биология».

## 6.3. Интернет-ресурсы

1. <http://www.agrobiology.ru>
2. <https://bmpcjournal.ru/>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ


Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий *лекционного типа, занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.* Лабораторные работы проводятся в аудитории 133-1.

В процессе изучения дисциплины «Биотехнология в промышленной экологии» для обеспечения демонстрации презентаций используется ноутбук и мультимедийное оборудование.

Рабочую программу составил  
доцент кафедры биологии и экологии, к.б.н.  Марцев А.А.

Рецензент  
Преподаватель ОПД Владимирского базового медицинского колледжа,

к.б.н. Деваев Н.П. 

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биологии и экологии  
Протокол № 32 от 27.06.2022 года  
Заведующий кафедрой  Трифонова Т.А.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
на заседании учебно-методической комиссии направления 05.03.06 Экология и природопользование

Протокол № 10 от 27.06.2022 года  
Председатель комиссии  Трифонова Т.А.

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

**ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ**

в рабочую программу дисциплины

**НАИМЕНОВАНИЕ**образовательной программы направления подготовки код и наименование ОП, направленность:  
наименование (указать уровень подготовки)

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1			
2			

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

*Подпись**ФИО*