

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Максимов Алексей Борисович  
Должность: директор департамента по образовательной политике  
Дата подписания: 22.09.2023 14:18:53  
Уникальный идентификатор документа:  
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Биотехнологические методы очистки выбросов и сбросов»**

Направление подготовки

**20.04.01 "Техносферная безопасность"**

Профиль «Экологическая безопасность в промышленности»

Квалификация (степень) выпускника

**Магистр**

Форма обучения

**Очная**

Москва 2022 г.

## **1.Цели освоения дисциплины.**

К **основным целям** освоения дисциплины «Биотехнологические методы очистки выбросов и сбросов» следует отнести:

- формирование современных представлений об уровне научных достижений в области биотехнологии и ее роли для решения природоохранных мероприятий,
- овладение подходами, функциями, закономерностями и принципами экологической биотехнологии,
- изучение методов и экозащитных технологий.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Биотехнологические методы очистки выбросов и сбросов» следует отнести:

- изучение существующих и разрабатываемых промышленных биотехнологических процессов различного уровня, ориентированными на обезвреживание и утилизацию промышленных и бытовых отходов, деградацию ксенобиотиков, биомониторинг и биоиндикацию для контроля текущих изменений в биосфере,
- знакомство с новейшими экологически чистыми биологическими процессами воспроизводства энергоносителей, минеральных ресурсов, биоудобрений и биогербицидов,

## **2.Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата.**

Дисциплина «Биотехнологические методы очистки выбросов и сбросов» относится к числу профессиональных учебных дисциплин по выбору базового цикла (Б1) основной образовательной программы магистратуры изучается в 1 семестре. Содержание курса тесно связано с другими: гуманитарными, социально-экономическими, естественнонаучными, техническими дисциплинам, занимает одно из центральных мест в системе подготовки студента, способного самостоятельно быстро и компетентно решать профессиональные задачи.

## **3.Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.**

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

<b>Код компетенции</b>	<b>В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать</b>	<b>Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине</b>
------------------------	--	--

<p><b>УК-4</b></p>	<p>Способность применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия</p>	<p><b>Знать:</b> существующие профессиональные сообщества для профессионального взаимодействия, устанавливать и развивать профессиональные контакты в соответствии с потребностями совместной деятельности, включая обмен информацией и выработку единой стратегии взаимодействия.</p> <p><b>Уметь:</b> применять на практике коммуникативные технологии, методы и способы делового общения для академического и профессионального взаимодействия; демонстрировать умения письменного перевода и редактирования различных академических текстов (рефератов, эссе, обзоров, статей и т.д.); представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных научных мероприятиях, включая международные.</p> <p><b>Владеть:</b> методикой межличностного делового общения на русском и иностранном языках, с применением профессиональных языковых форм, средств и современных коммуникативных технологий.</p>
<p><b>ПК-4</b></p>	<p>Установление причин и последствий аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду, подготовка предложений по предупреждению негативных последствий</p>	<p><b>ПК-4.1. Владеть:</b> Выявлением и анализом причин и источников аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду; подготовкой предложений по устранению причин аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ</p> <p><b>ПК-4.2. Знать:</b> Нормативные правовые акты в области охраны окружающей среды</p> <p><b>ПК-4.3. Уметь:</b> Оценивать последствия аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду; разрабатывать предложения по предупреждению аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду</p>

#### 4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет **4** зачетные единицы, т.е. 144 академических часов (из них 108 часов – самостоятельная работа студентов, аудиторных часов 36, из них 12 часов – лекции и 24 часа – семинары и практические занятия).

#### Содержание разделов дисциплины.

##### Раздел 1.

Биологические методы очистки стоков. Аэробные процессы. Типы аппаратов для аэробной очистки стоков. Гомогенные реакторы и гетерогенные аэробные реакторы. Принцип функционирования, эффективности действия. Окситенки. Реакторы с неподвижной биопленкой. Особенности эксплуатации и производительность. Характери-

стика биопленки. Анаэробные процессы. Промышленные аппараты для сбраживания стоков. Септиктенки. Анаэробный биофильтр. Характеристики биопленки и активного ила. Требования к параметрам процессов водоочистки. Эффективность работы анаэробных очистных сооружений. Утилизации активного ила.

## **Раздел 2.**

Количество и качество отходов. Утилизация и конверсия. Сырой активный ил. Переработка ила. Переработка растительных отходов. Метанотенки и биометаногенез как процесс ликвидации отходов и экологический метод получения энергоносителей. Типы и устройство метанотенков.

## **Раздел 3.**

Биоочистка газовоздушных выбросов. Типы биокатализаторов и аппаратов для данных процессов. Биофильтры. Биоскрубберы на основе нативных и иммобилизованных клеток. Биореакторы с омываемым слоем.

## **Раздел 4.**

Биоремедиация. Общие концепции биоремедиации. Микроборемедиация. Агенты микроборемедиации. Преимущества микроборемедиации

## **Раздел 5.**

Перспективы получения углеводов на основе биосистем. Биологическое получение водорода. Биотопливные элементы и биоэлектрокатализ. Новые подходы к получению биотоплива

## **Раздел 6.**

Биопестициды – альтернатива химическим пестицидам. Методы получения и применения. Принцип действия. Бактериальные, грибные и вирусные препараты для борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных растений и животных.

## **Раздел 7.**

Бактериальные удобрения – разумная альтернатива химическим удобрениям. Получение, применение.

## **Раздел 8.**

Биотехнологические подходы создания препаратов длительного действия, депонированных в резорбируемые полимерные матрицы.

## **Раздел 9.**

Негативные последствия накопления в биосфере синтетических полимерных материалов. Экологические проблемы в связи с аккумуляцией в биосфере синтетических пластиков.

## **Раздел 10.**

Биотехнологический потенциал полигидроксиалканоатов в качестве альтернативы синтетическим полимерным материалам. Биопластики – основные понятия, источники для получения, характеристика. Полигидроксиалканоаты – характеристика, субстраты и способы получения, штаммыпродуценты. Принципы биоразрушения ПГА. Факторы, влияющие на скорости биораспада ПГА в природе. Результаты исследования разрушаемости ПГА.

## Практические занятия

№ раздела дисциплины	Тема работы
2	Количество и качество отходов. Утилизация и конверсия. Сырой активный ил. Переработка ила. Переработка растительных отходов. Метанотенки и биометаногенез как процесс ликвидации отходов и экологический метод получения энергоносителей. Типы и устройство метанотенков.
3	Биочистка газовоздушных выбросов. Типы биокатализаторов и аппаратов для данных процессов. Биофильтры. Биоскрубберы на основе нативных и иммобилизованных клеток. Биореакторы с омываемым слоем.
4.	Биоремедиация. Общие концепции биоремедиации. Микробиоремедиация. Агенты микробиоремедиации. Преимущества микробиоремедиации.
5.	Перспективы получения углеводов на основе биосистем. Биологическое получение водорода. Биотопливные элементы и биоэлектрокатализ. Новые подходы к получению биотоплива
8, 9.	Биотехнологические подходы создания препаратов длительного действия, депонированных в резорбируемые полимерные матрицы. Негативные последствия накопления в биосфере синтетических полимерных материалов. Экологические проблемы в связи с аккумуляцией в биосфере синтетических пластиков.

### 5. Образовательные технологии.

Методика преподавания дисциплины «Биотехнологические методы очистки выбросов и сбросов» и реализация компетентного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- подготовка к выполнению практических работ;
- обсуждение и защита рефератов по дисциплине;
- подготовка, представление и обсуждение презентаций на семинарских занятиях;
- организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме бланкового тестирования;
- использование интерактивных форм текущего контроля.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Экологические биотехнологии» и в целом по дисциплине составляет 20% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 25% от объема аудиторных занятий.

### 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций.

Рефераты по темам (индивидуально для каждого обучающегося).

1. Промышленные аппараты для сбраживания стоков. Септиктенки. Анаэробный биофильтр. Характеристики биоплёнки и активного ила.
2. Метанотенки и биометаногенез как процесс ликвидации отходов и экологический метод получения энергоносителей. Типы и устройство метанотенков.
3. Принципы и подходы для очистки газо-воздушных выбросов. Типы биокатализаторов и аппаратов для данных процессов.
4. Трансгенные микроорганизмы - эффективные биодеструкторы ксенобиотиков.
5. Процессы очистки сточных вод. Качество воды и методы очистки.
6. Биоремедиация окружающей среды: биodeградация тяжелых металлов, очистка от нефти и нефтепродуктов, биоремедиация атмосферы.
7. Биоудоборения: характеристика, принципы получения и применения.
8. Биогербициды: принципы получения и применения.
9. Количественный биомониторинг техногенного загрязнения окружающей среды.
10. Оценка экологической результативности, основные этапы.

Контрольные вопросы и задания в форме бланкового и (или) компьютерного тестирования, для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины, защита рефератов.

Образцы тестовых заданий, контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля, экзаменационных билетов, приведены в приложении 1.

### **6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).**

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

<b>Код компетенции</b>	<b>В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать</b>
<b>УК-4</b>	Способность применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия
<b>ПК-4</b>	Установление причин и последствий аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду, подготовка предложений по предупреждению негативных последствий

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

### 6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

<b>УК-4 - Способность применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия</b>				
<b>Показатель</b>	<b>Критерии оценивания</b>			
	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>знать:</b> существующие профессиональные сообщества для профессионального взаимодействия, устанавливать и развивать профессиональные контакты в соответствии с потребностями совместной деятельности, включая обмен информацией и выработку единой стратегии взаимодействия.	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: существующих профессиональных сообществ для профессионального взаимодействия, устанавливать и развивать профессиональные контакты в соответствии с потребностями совместной деятельности, устанавливать и развивать профессиональные контакты в соответствии с потребностями совместной деятельности, включая обмен информацией и выработку единой стратегии взаимодействия.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: существующих профессиональных сообществ для профессионального взаимодействия, устанавливать и развивать профессиональные контакты в соответствии с потребностями совместной деятельности, включая обмен информацией и выработку единой стратегии взаимодействия, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: существующих профессиональных сообществ для профессионального взаимодействия, устанавливать и развивать профессиональные контакты в соответствии с потребностями совместной деятельности, включая обмен информацией и выработку единой стратегии взаимодействия, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: существующих профессиональных сообществ для профессионального взаимодействия, устанавливать и развивать профессиональные контакты в соответствии с потребностями совместной деятельности, включая обмен информацией и выработку единой стратегии взаимодействия. Свободно оперирует приобретенными знаниями.

<p><b>уметь:</b></p> <p>применять на практике коммуникативные техно-логии, методы и способы делового общения для академического и профессионального взаимодействия; демонстрировать умения письменного перевода и редактирования различных академических текстов (рефератов, эссе, обзоров, статей и т.д.); представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных научных мероприятиях, включая международные</p>	<p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет применять на практике коммуникативные технологии, методы и способы делового общения для академического и профессионального взаимодействия; демонстрировать умения письменного перевода и редактирования различных академических текстов (рефератов, эссе, обзоров, статей и т.д.); представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных научных мероприятиях, включая международные.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: применять на практике коммуникативные технологии, методы и способы делового общения для академического и профессионального взаимодействия; демонстрировать умения письменного перевода и редактирования различных академических текстов (рефератов, эссе, обзоров, статей и т.д.); представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных научных мероприятиях, включая международные. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений:</p> <p>применять применять на практике коммуникативные технологии, методы и способы делового общения для академического и профессионального взаимодействия; демонстрировать умения письменного перевода и редактирования различных академических текстов (рефератов, эссе, обзоров, статей и т.д.); представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных научных мероприятиях, включая международные.</p> <p>Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: применять на практике коммуникативные технологии, методы и способы делового общения для академического и профессионального взаимодействия; демонстрировать умения письменного перевода и редактирования различных академических текстов (рефератов, эссе, обзоров, статей и т.д.); представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных научных мероприятиях, включая международные. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.</p>
<p><b>владеть:</b></p> <p>методикой межличностного делового общения на русском и иностранном языках, с</p>	<p>Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методикой межличностного делового общения на русском и</p>	<p>Обучающийся владеет методикой межличностного делового общения на русском и иностранном языках, с применением профессиональных языковых</p>	<p>Обучающийся частично владеет методикой межличностного делового общения на русском и иностранном языках, с применением профессиональных языковых форм,</p>	<p>Обучающийся в полном объеме владеет методикой межличностного делового общения на русском и иностранном язы-</p>

<p>применением профессиональных языковых форм, средств и современных коммуникативных технологий</p>	<p>иностранных языках, с применением профессиональных языковых форм, средств и современных коммуникативных технологий</p>	<p>форм, средств и современных коммуникативных технологий. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.</p>	<p>средств и современных коммуникативных технологий. Переносит умения на новые, нестандартные ситуации.</p>	<p>ках, с применением профессиональных языковых форм, средств и современных коммуникативных технологий, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.</p>
---	---	--	---	--

**ПК-4** - Установление причин и последствий аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду, подготовка предложений по предупреждению негативных последствий

<p><b>знать:</b> нормативные правовые акты в области охраны окружающей среды</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: нормативных правовых актов в области охраны окружающей среды</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: Нормативные правовые акты в области охраны окружающей среды. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: нормативных правовых актов в области охраны окружающей среды, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: нормативных правовых актов в области охраны окружающей среды; свободно оперирует приобретенными знаниями.</p>
<p><b>уметь:</b> Оценивать последствия аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду; разрабатывать предложения по</p>	<p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет оценивать последствия аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду; разрабатывать предложения по</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: оценивать последствия аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду; разрабатывать предложения по предупреждению аварийных выбросов и сбросов</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: Оценивать последствия аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду; разрабатывать предложения по предупреждению аварийных выбро-</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: оценивать последствия аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду; разрабатывать предложения по</p>

<p>предупреждению аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду</p>	<p>жения по предупреждению аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду.</p>	<p>загрязняющих веществ в окружающую среду. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>сов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду. Умения освоены, но допускаются значительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>	<p>предупреждению аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду. Свободно оперирует приобретенными знаниями и умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.</p>
<p><b>владеть:</b> выявлением и анализом причин и источников аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду; подготовкой предложений по устранению причин аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ</p>	<p>Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет выявлением и анализом причин и источников аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду; подготовкой предложений по устранению причин аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ</p>	<p>Обучающийся владеет выявлением и анализом причин и источников аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду; подготовкой предложений по устранению причин аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ.  Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.</p>	<p>Обучающийся владеет выявлением и анализом причин и источников аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду; подготовкой предложений по устранению причин аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ.  Переносит умения на новые, нестандартные ситуации.</p>	<p>Обучающийся в полном объеме владеет выявлением и анализом причин и источников аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду; подготовкой предложений по устранению причин аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.</p>

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

**Форма промежуточной аттестации: экзамен.**

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающи-

мися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Биологические методы очистки выбросов и сбросов».

- написан и защищен реферат,
- сделано выступление с докладом (презентация),
- положительно сдано компьютерное тестирование или контрольные вопросы и задания в форме бланкового теста.

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонды оценочных средств представлены в приложении 1 к рабочей программе

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.**

### **а) основная литература:**

1. Николаева, Л. А. Биологическая очистка сточных вод предприятий нефтехимического комплекса и энергетики : учебное пособие / Л. А. Николаева. — Казань : КГЭУ, 2021. — 90 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/215156>

### **б) дополнительная литература:**

1. Плотникова, Р. Н. Основы природоохранных биотехнологий. Практикум : учебное пособие / Р. Н. Плотникова, О. Л. Мещерякова ; под редакцией П. Т. Суханова. — Воронеж : ВГУИТ, 2021. — 99 с. — ISBN 978-5-00032-509-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/254426>

### **в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:**

Электронные образовательные ресурсы по данной дисциплине доступны по ссылке:

<https://online.mospolytech.ru/local/crw/course.php?id=2418>

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.**

Специализированные учебные лаборатории кафедры «Процессы и аппараты химической технологии», оснащенные столами, экраном, проектором.

## **9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов.**

Обязательное посещение лекций ведущего преподавателя; лекции - основное методическое руководство при изучении дисциплины, наиболее оптимальным образом структурированное и скорректированное на современный материал; в лекции глубоко и подробно, аргументировано и методологически строго рассматриваются главные проблемы темы; в лекции даются необходимые разные подходы к исследуемым проблемам;

Подготовку и активную работу на практических занятиях; подготовка к практическим занятиям включает проработку материалов лекций и рекомендованной учебной литературы

## **10. Методические рекомендации для преподавателя**

Глубокое освоение теоретических аспектов тематики курса, ознакомление, переработку литературных источников; составление списка литературы, обязательной для изучения и дополнительной литературы;

Разработку методики изложения курса: структуры и последовательности изложения материала; составление тестовых заданий, контрольных вопросов;

Разработку методики проведения и совершенствование тематики практических работ; использование в практикуме реальных данных;

Разработка методики самостоятельной работы студентов; • постоянную коррективную структуру, содержания курса.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки магистров **20.04.01 "Техносферная безопасность".**

Программу составил:

Доцент каф. ПАХТ, к.т.н., доц.



/А.С.Жихарев/

**Программа утверждена на заседании кафедры “Процессы и аппараты химической технологии”** « 30 » 08 2022 г., протокол № 1/21-22

Заведующий кафедрой  
проф., д. т.н., чл.- корр. РАН.



/В.Г.Систер/

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Направление подготовки: 20.04.01 Техносферная безопасность  
ОП (профиль): «Экологическая безопасность в промышленности»

Форма обучения: очная

Вид профессиональной деятельности: сервисно-эксплуатационная,  
организационно-управленческая (В соответствии с ФГОС ВО)

Кафедра: «Процессы и аппараты химической технологии»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Биотехнологические методы очистки выбросов и сбросов

**Состав: 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
2. ОПИСАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ:**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Составители:**

**А.С.Жихарев**

Москва, 2022 год

## ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Биотехнологические методы очистки выбросов и сбросов					
ФГОС ВО 20.04.01 «Техносферная безопасность»					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие					
Профессиональные компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технология формирования компетенций	Форма оценочного средства**	Степени уровней освоения компетенций
ИН-ДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
УК-4	Способность применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	<p><b>Знать:</b> существующие профессиональные сообщества для профессионального взаимодействия, устанавливать и развивать профессиональные контакты в соответствии с потребностями совместной деятельности, включая обмен информацией и выработку единой стратегии взаимодействия.</p> <p><b>Уметь:</b> применять на практике коммуникативные технологии, методы и способы делового общения для академического и профессионального взаимодействия; демонстрировать умения письменного перевода и редактирования различных академических текстов (рефератов, эссе, обзоров, статей и т.д.); представлять результаты академической и профессиональной деятельности на</p>	лекция, самостоятельная работа, семинарские занятия	К/Р, ДС, УО	<p><b>Базовый уровень</b></p> <p>- способен применять полученные знания и умения в области техносферной безопасности</p> <p><b>Повышенный уровень</b></p> <p>- практическое применение полученных знаний в процессе подготовки к семинарам, к выступлению с докладом</p>

ПК-4	<p>Установление причин и последствий аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду, подготовка предложений по предупреждению негативных последствий</p>	<p>ПК-4.1. Владеть: Выявлением и анализом причин и источников аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду; подготовкой предложений по устранению причин аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ</p> <p>ПК-4.2. Знать: Нормативные правовые акты в области охраны окружающей среды</p> <p>ПК-4.3. Уметь: Оценивать последствия аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду; разрабатывать предложения по предупреждению аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду</p>	лекция, самостоятельная работа, семинарские занятия	К/Р, ДС, УО	<p><b>Базовый уровень</b></p> <p>- способен анализировать современные методы и технологии</p> <p><b>Повышенный уровень</b></p> <p>- практическое применение полученных знаний в процессе подготовки к семинарам, к выступлению с докладом</p>
------	--	---	---	-------------	---

\*\* - Сокращения форм оценочных средств см. в приложении 2 к РП.

**Перечень оценочных средств по дисциплине «Биотехнологические методы очистки выбросов и сбросов»**

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Контрольная работа (К/Р)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам (см. ниже )
2	Доклад, сообщение (ДС)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно- практической, учебно-исследовательской или научной темы	<p align="center">Темы докладов</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Направления использования микроорганизмов для защиты окружающей среде</li> <li>2. Экологические биотехнологии как комплексные экологически безопасные производства.</li> <li>3. Перспективные биотехнологии в промышленности</li> <li>4. Основные виды загрязнителей</li> <li>5. Биологическая очистка промышленных сточных вод</li> <li>6. Биологическая очистка воздуха</li> <li>7. Биологические методы контроля</li> <li>8. Нетрадиционные источники энергии - технологическая биоэнергетика.</li> </ol>

3	Устный опрос собеседование, (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины (Экзаменационные вопросы Комплект №2)
---	--	---	---

Комплект № 1  
Вопросы по контрольным работам

Контрольная работа №1

1. Роль эcobиотехнологии в защите окружающей среды.
2. Источники загрязнения окружающей среды.
3. Химические вещества загрязнители
4. Отходы.
5. Промышленные аппараты для сбраживания стоков. Септиктенки. Анаэробный биофильтр. Характеристики биоплёнки и активного ила.

6. Метанотенки и биометаногенез как процесс ликвидации отходов и экологический метод получения энергоносителей.
7. Типы и устройство метанотенков.
8. Принципы и подходы для очистки газо-воздушных выбросов.
9. Типы биокатализаторов и аппаратов для данных процессов.
10. Процессы очистки сточных вод. Качество воды и методы очистки
11. Биоремедиация окружающей среды: биodeградация тяжелых металлов, очистка от нефти и нефтепродуктов, биоремедиация атмосферы
12. Биоудобрения: характеристика, принципы получения и применения
13. Количественный биомониторинг техногенного загрязнения окружающей
14. Оценка экологической результативности, основные этапы.
15. Полигидроксиалканоаты - характеристика, субстраты и способы получения, штаммы-продуценты. Принципы биоразрушения ПГА.

### **Контрольная работа №2**

1. Аэробные процессы очистки сточных вод. Качество воды и методы очистки.
2. Особенности биологических методов по сравнению с физико-химическими процесса очистки.
3. Типы аппаратов для аэробной очистки стоков. Гомогенные реакторы и гетерогенные аэробные реакторы. Принцип функционирования, эффективности действия.
4. Анаэробные процессы очистки сточных вод. Теоретические основы процесса.
5. Анаэробный биофильтр. Характеристики биопленки и активного ила.
6. Утилизация и конверсия отходов.
7. Сырой активный ил. Переработка ила.
8. Переработка растительных отходов.
9. Метанотенки и биометаногенез как процесс ликвидации отходов и экологический метод получения энергоносителей. Типы и устройство метанотенков.
10. Типы биокатализаторов и аппаратов. Биофильтры. Биоскрубберы. Биореакторы.
11. Новейшие методы деградации ксенобиотиков.

12. Эрлифтные аппараты и анаэробные биореакторы.
13. Биоремедиация загрязненных почв и грунтов.
14. Биоремедиация окружающей среды: биodeградация тяжелых металлов, очистка от нефти и нефтепродуктов, биоремедиация атмосферы
15. Биоэнергетика. Биометаногенез. Получение биогаза. Получение биоэтанола и других спиртов.

## Комплект №2

### Экзаменационные билеты

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

---

Факультет «Химической технологии и биотехнологии», кафедра «Процессы и аппараты химической технологии»  
Дисциплина «Биотехнологические методы очистки выбросов и сбросов»  
Образовательная программа  
Курс 1, семестр 2

#### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Биологические методы очистки стоков. Аэробные процессы. Типы аппаратов для аэробной очистки стоков.
2. Характеристика сточных вод. Фильтр механический горизонтальный.
3. Биоочистка газовоздушных выбросов. Аппараты для данных процессов. Биофильтры.

Утверждено на заседании кафедры «                    »                      202 г., протокол №                     .

Зав. кафедрой, проф., д. т.н., чл.- корр. РАН «                    »                      202 г.                      Систер В.Г.





	экологический метод получения энергоносителей. Типы и устройство метанотрофов.														
3.	Биочистка газовоздушных выбросов. Типы биокатализаторов и аппаратов для данных процессов. Биофильтры. Биоскрубберы на основе нативных и иммобилизованных клеток. Биореакторы с омываемым слоем.	2	5-6	1	2		+								
4.	Биоремедиация. Общие концепции биоремедиации. Микробиоремедиация. Агенты микробиоремедиации. Преимущества микробиоремедиации	2	7-8	1	2		+								
5.	Перспективы получения углеводов на основе биосистем. Биологическое получение водорода. Биотопливные элементы и биоэлектрокатализ. Новые подходы к получению биотоплива	2	9-10	1	2		+								
6.	Биопестициды – альтернатива химическим пестицидам. Методы получения и применения. Принцип действия. Бактериальные, грибные и вирусные препараты для борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных растений и животных.	2	11-12	1	2		+								
7.	Бактериальные удобрения – разумная альтернатива химическим удобрениям. Получение, применение.	2	13-14	1	2		+								
8.	Биотехнологические подходы создания препаратов длительного действия, депонированных в резорбируемые полимерные матрицы.	2	15-16	1	2		+								
9.	Негативные последствия накопления в биосфере синтетических полимерных материалов. Экологические проблемы в связи с аккумуляцией в биосфере синтетических пластиков.	2	17	1	2		+								

10.	Биотехнологический потенциал полигидроксиалканоатов в качестве альтернативы синтетическим полимерным материалам. Биопластики – основные понятия, источники для получения, характеристика. Полигидроксиалканоаты – характеристика, субстраты и способы получения, штаммыпродуценты. Принципы биоразрушения ПГА. Факторы, влияющие на скорости биораспада ПГА в природе. Результаты исследования разрушаемости ПГА.	2	18	1	2		+								
11.	<b>Всего часов по дисциплине в первом семестре</b>	1	10	12	24		108					+	+	+	