Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 25.07.2025 15:37:00
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет химической технологии и биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ
Декан
_____ / А.С. Соколов /
« 27 » февраля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Биотехнологические методы очистки выбросов и сбросов»

Направление подготовки/специальность
20.04.01 «Техносферная безопасность»

Профиль/специализация
Профиль «Экологическая безопасность в промышленности»

Квалификация
Магистр

Формы обучения
Очная

Москва 2025 г.

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Процессы и аппараты химической технологии»

Разработчик(и):

Разработчик(и):
Зав. каф. «Процессы и аппараты химической технологии»,
к.х.н.  /П.С. Громовых/

Согласовано:
Зав. каф. «Процессы и аппараты химической технологии»,
к.х.н.  /П.С. Громовых/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 5
3. Структура и содержание дисциплины 5
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 9
5. Материально-техническое обеспечение 10
6. Методические рекомендации 10
7. Фонд оценочных средств 12

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Основными целями учебной дисциплины «Биотехнологические методы очистки выбросов и сбросов» являются:

-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.

Задачей дисциплины является освоение правовой базы, конвергенционной методологии, использование, 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 из изменений в биосфере, знакомство с новейшими экологически чистыми биологическими процессами воспроизводства энергоносителей, минеральных ресурсов, биоудобрений и биогербицидов.

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

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
УК-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	ИУК-4.1. Устанавливает и развивает профессиональные контакты, осуществляет академическое и профессиональное взаимодействие с применением современных коммуникативных технологий, в том числе на иностранном языке. ИУК-4.2. Составляет и редактирует документацию с целью обеспечения академического и профессионального взаимодействия, в том числе на иностранном языке. ИУК-4.3. Демонстрирует коммуникативную компетентность в условиях научно-исследовательской и проектной деятельности и презентации ее результатов на различных публичных мероприятиях, включая

		международные, в том числе на иностранном языке.
ПК-3	Способен устанавливать причины и последствия аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду, подготовку предложений по предупреждению негативных последствий	ИПК-3.1. Знает нормативные правовые акты в области охраны окружающей среды ИПК-3.2. Оценивает последствия аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду; разрабатывает предложения по предупреждению аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду ИПК-3.3. Выявляет причины и источники аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду; готовит предложения по устранению причин аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части блока дисциплин Б1 ООП магистратуры.

Дисциплина «Биотехнологические методы очистки выбросов и сбросов» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками:

Рециклинг отходов;

Оценка опасности промышленных отходов, выбросов и сбросов

Актуальные вопросы промышленной экологии.

3. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет **4** зачетных единицы, т.е. **144** академических часа, 12 часов лекций, 20 часов семинарских и практических занятий, 112 часов самостоятельной работы.

3.1. Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			1	
1	**Аудиторные занятия**	**32**	**32**	
	В том числе:			
1.1	Лекции	12	12	
1.2	Семинарские/практические занятия	20	20	
1.3	Лабораторные занятия			
2	**Самостоятельная работа**	**112**	**112**	
	В том числе:			
2.1	Подготовка и написание курсовой работы			
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет/диф.зачет/экзамен	**Зачет**	**Зачет**	
	Итого	**144**	**144**	

3.2. Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

3.2.1. Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	**Введение. 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. Характеристика биополенки. 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	24	2	4			18

	активного ила						
2	**Количество и качество отходов. Утилизация и конверсия** 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	24	2	4			18
3	**Биоочистка газовоздушных выбросов** Типы биокатализаторов и аппаратов для данных процессов. Биофильтры. Биоскрубберы на основе нативных и иммобилизованных клеток. Биореакторы с омываемым слоем.	24	2	4			18
4	**Биоремедиация** Общие концепции биоремедиации. Микроборемедиация. Агенты микроборемедиации. Преимущества микроборемедиации	11	1	1			9
5	**Перспективы получения углеводородов на основе биосистем** Биологическое получение водорода. Биотопливные элементы и биоэлектрокатализ. Новые подходы к получению биотоплива	11	1	1			9
6	**Биопестициды** 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	15	1	2			12
7	**Бактериальные удобрения** Бактериальные удобрения – разумная альтернатива химическим удобрениям. Получение, применение. Биотехнологические подходы создания препаратов долговременного действия, депонированных в резорбируемые полимерные матриксы	12	1	1			10
8	**Негативные последствия накопления в биосфере синтетических полимерных**	23	2	3			18

	материалов Экологические проблемы в связи с аккумуляций в биосфере синтетических пластиков. 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						
	Итого	**144**	**12**	**20**	**0**	**0**	**112**

3.3. Содержание дисциплины

3.3.1. Введение. 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. Характеристика биополенки. 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.

3.3.2. Количество и качество отходов. Утилизация и конверсия

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.

3.3.3. Биоочистка газовоздушных выбросов

Типы биокатализаторов и аппаратов для данных процессов. Биофильтры. Биоскрубберы на основе нативных и иммобилизо-ванных клеток. Биореакторы с омываемым слоем.

3.3.4. Биоремедиация

Общие концепции биоремедиации. Микроборемедиация. Агенты микроборемедиации. Преимущества микроборемедиации

3.3.5. Перспективы получения углеводородов на основе биосистем

Биологическое получение водорода. Биотопливные элементы и биоэлектрокатализ. Новые подходы к получению биотоплива

3.3.6. Биопестициды

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.

3.3.7. Бактериальные удобрения
Бактериальные удобрения – разумная альтернатива химическим удобрениям. Получение, применение. Биотехнологические подходы создания препаратов долговременного действия, депонированных в резорбируемые полимерные матриксы.
3.3.8. Негативные последствия накопления в биосфере синтетических полимерных материалов
Экологические проблемы в связи с аккумуляций в биосфере синтетических пластиков. 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.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Практическое занятие 1 на тему Биологические методы очистки стоков
Практическое занятие 2 на тему Количество и качество отходов. Утилизация и конверсия
Практическое занятие 3 на тему Биоочистка газовоздушных выбросов
Практическое занятие 4 на тему Биоремедиация
Практическое занятие 5 на тему Биопестициды и бактериальные удобрения

3.4.2. Лабораторные занятия

Не предусмотрены

3.5. Тематика рефератов
1. Промышленные аппараты для сбраживания стоков. Септиктенки. Анаэробный биоильтр. 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 газовоздушных 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: биодеградация 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.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы
1. Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30.03.1999 N 52-ФЗ.

2. Федеральный закон "Об охране окружающей среды" от 10.01.2002 N 7-ФЗ (последняя редакция).

4.2 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.

4.3. 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.

4.4. Электронные образовательные ресурсы

Не предусмотрено

4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Не предусмотрено.

4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Консультант Плюс
URL: https://www.consultant.ru/
2. Информационная сеть «Техэксперт»
URL: https://cntd.ru/

5. Материально-техническое обеспечение

Проведение лекций осуществляется в общеуниверситетских аудиториях, где по возможности можно предусмотреть демонстрацию фильмов, слайдов или использовать раздаточные материалы. Практические занятия с применением мультимедийных средств проводятся в аудитории. (Оснащена проектором, экраном, столами, стульями, доской) .

6. Методические рекомендации

6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Основным требованием к преподаванию дисциплины является творческий, проблемно-диалоговый подход, позволяющий повысить интерес студентов к содержанию учебного материала.

Основная форма изучения и закрепления знаний по этой дисциплине – лекционная и практическая. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Лекционное преподавание закладывает основы научных знаний, подводит теоретическую базу под изучаемую учебную дисциплину, знакомит студентов с методологией исследования, указывает направления их работы по всем остальным формам и методам учебных занятий.

Цель практических занятий - обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам.

Помимо лекционных и семинарских (практических) занятий необходимо проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, справочную литературу, а также интернет - ресурсы.

Изучение дисциплины завершается зачетом. Оценка выставляется преподавателем и объявляется после ответа. Преподаватель, принимающий экзамен, лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа студента — это вид учебной деятельности, предназначенный для приобретения знаний, навыков и умений в объеме изучаемой дисциплины, который выполняется студентом индивидуально и предполагает активную роль студента в ее планировании, осуществлении и контроле.

Основные цели самостоятельной работы студентов:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развития исследовательских умений.

Самостоятельная работа студентов является обязательной для каждого студента и определяется учебным планом по всем дисциплинам образовательной

программы.

Каждый студент должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что, в итоге, положительно сказывается на усвоении материала.

Важно полнее учесть обстоятельства своей работы, уяснить, что является главным на данном этапе, какую последовательность работы выбрать, чтобы выполнить ее лучше и с наименьшими затратами времени и энергии.

7. Фонд оценочных средств

7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения

До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины. Перечень обязательных работ и форма отчетности представлены в таблице.
Перечень обязательных работ, выполняемых в течение семестра по дисциплине

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Тестирование	Оценка преподавателя, если результат тестирования по шкале составляет более 41 %.

7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения

7.2.2. Шкала оценивания тестирования

Результат тестирования оценивается по процентной шкале оценки.

Оценка	Количество правильных ответов
отлично	от 81% до 100%
хорошо	от 61% до 80%
удовлетворительно	от 41% до 60%
неудовлетворительно	40% и менее правильных ответов

7.3. Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Текущий контроль успеваемости и промежуточной аттестации проводятся по следующим критериям:

- ответы студента на вопросы тестов;
- выполнение самостоятельных творческих работ.

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета 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 обучающимися 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 «зачтено» или «незачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине (прошли промежуточный контроль (тесты), выполнили семинарское задание).

Шкала оценивания	**Описание**
Зачтено	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.
Не зачтено	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.

7.3.2. Примеры тестов по дисциплине «Биотехнологические методы очистки выбросов и сбросов»

1. Анаэробные биофильтры – это
   а) закрытые резервуары с загрузкой, сквозь которую вода профильтровывается восходящим потоком с доступом в нее кислорода воздуха;
   б) закрытые резервуары с загрузкой, сквозь которую вода профильтровывается восходящим потоком без доступа в нее кислорода воздуха;
   в) закрытые резервуары с загрузкой, сквозь которую вода профильтровывается нисходящим потоком.

2. Ксенобиотики – это:
   а) органические соединения искусственного происхождения;
   б) биополимеры, синтезируемые живыми организмами;
   в) продукты разложения почвенного гумуса;

г) продукты разложения природных органических веществ.

3. Загрязняющие биосферу вещества по источнику возникновения можно разделить на:
   а) промышленного и природного происхождения;
   б) твердые, жидкие, газообразные;
   в) опасные, малоопасные, практически не опасные;
   г) нет правильного ответа.

4. К неразлагаемым ксенобиотикам относятся:
   а) нефтепродукты;
   б) поверхностно-активные вещества;
   в) сточные воды;
   г) тяжелые металлы, радионуклиды.

5. Биотрансформация загрязняющих веществ – это:
   а) сорбция на почвенных частицах;
   б) разложение под действием факторов окружающей среды;
   в) частичное изменение, разложение или упрощение структуры органического вещества;
   г) все ответы верны.

6. Кометаболизм – это:
   а) рост ассоциаций микроорганизмов на комплексных питательных средах;
   б) совместное культивирование микроорганизмов на питательном субстрате;
   в) частичное изменение, разложение или упрощение структуры органического вещества;
   г) процесс, в результате которого для роста микроорганизмов используется один субстрат и в его присутствии трансформируется неутилизируемое соединение.

7. Преимущество использования ассоциаций микроорганизмов по сравнению с популяциями отдельных видов:
   а) позволяет более полно деградировать ксенобиотик;
   б) способствует закреплению ксенобиотика в профиле почвы;
   в) способствует пониманию роли каждого компонента ассоциации в деградации;
   г) во всех перечисленных случаях.

8. Биоремедиация - это:
   а) очистка почв от загрязнителей с помощью микроорганизмов;
   б) осушение земель;
   в) орошение земель;
   г) нет правильного ответа.

9. Очистка сточных вод в биофильтре происходит при помощи:
   а) активного ила;
   б) иопленки;
   в) сорбентов;
   г) хлорирования.

10. В составе активного ила присутствуют следующие организмы:

а) гетеротрофные бактерии;
б) инфузории;
в) амебы;
г) все перечисленные ответы верны.

11. При анаэробной очистке сточных вод образуется:
а) биомасса микроорганизмов;
б) метан;
в) углекислый газ;
г) нет правильного ответа.

4.1.1 Вопросы к зачету по дисциплине «Биотехнологические методы очистки выбросов и сбросов»

1. Роль экобиотехнологии в защите окружающей среды.
2.Источники загрязнения окружающей среды.
3.Химические вещества загрязнители
4.Промышленные аппараты для сбраживания стоков. Септиктенки. Анаэробный биофильтр. Характеристики биоплёнки и активного ила.
5.Метанотенки и биометаногенез как процесс ликвидации отходов и экологический метод получения энергоносителей.
6.Типы и устройство метанотенков.
7.Принципы и подходы для очистки газо-воздушных выбросов.
8.Типы биокатализаторов и аппаратов для данных процессов.
9.Процессы очистки сточных вод. Качество воды и методы очистки
10.Биоремедиация окружающей среды: биодеградация тяжелых металлов, очистка от нефти и нефтепродуктов, биоремеди-ация атмосферы
11.Биоудоборения: характеристика, принципы получения и применения
12.Количественный биомониторинг техногенного загрязнения окружающей
13.Оценка экологической результативности, основные этапы.
14.Полигидроксиалканоаты - характеристика, субстраты и способы получения, штаммы-продуценты. Принципы биоразру-шения ПГА.
15. Аэробные процессы очистки сточных вод. Качество воды и методы очистки.
16.Особенности биологических методов по сравнению с физико-химическими процесса очистки.
17.Типы аппаратов для аэробной очистки стоков. Гомогенные реакторы и гетерогенные аэробные реакторы. Принцип функ-ционирования, эффективности действия.
18.Анаэробные процессы очистки сточных вод. Теоретические основы процесса.
19.Анаэробный биофильтр. Характеристики биопленки и активного ила.
20.Утилизация и конверсия отходов.
21.Сырой активный ил. Переработка ила.
22.Переработка растительных отходов.
23.Метанотенки и биометаногенез как процесс ликвидации отходов и экологический метод получения энергоносителей. Типы и устройство метанотенков.
24.Типы биокатализаторов и аппаратов. Биофильтры. Биоскрубберы. Биореакторы.
25.Новейшие методы деградации ксенобиотиков.
26.Эрлифтные аппараты и анаэробные биореакторы.
27.Биоремедиация загрязненных почв и грунтов.
28.Биоремедиация окружающей среды: биодеградация тяжелых металлов, очистка от нефти и нефтепродуктов, биоремеди-ация атмосферы.

30.Биоэнергетика. Биометаногенез. Получение биогаза. Получение биоэтанола и других спиртов.