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

«Рециклинг промышленных отходов»

Направление подготовки/специальность
20.04.01 «Техносферная безопасность»

Профиль/специализация
Профиль «Экологическая безопасность в промышленности»

Квалификация
Магистр

Формы обучения
Очная

Москва 2024 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 «Рециклинг промышленных отходов» являются:

- ознакомить с основами организации безотходного производства;
- научить принятию управленческих решений в области возвращения в круговорот промышленных отходов в виде вторичных материальных ресурсов (ВМР) химических, нефтехимических, горнодобывающих и металлургических и других производств;

Задачей дисциплины является научить студента современным методам повторного или многократного использования ресурсов и техногенного сырья.

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-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	ИУК-2.1. Разрабатывает концепцию управления проектом на всех этапах его жизненного цикла в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель и пути достижения, задачи и способы их решения, обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения. ИУК-2.2. Разрабатывает план реализации проекта в соответствии с существующими условиями, необходимыми ресурсами, возможными рисками и распределением зон ответственности участников проекта. ИУК-2.3. Осуществляет мониторинг реализации проекта на всех этапах его жизненного цикла, вносит необходимые изменения в план реализации проекта с учетом количественных и качественных параметров достигнутых промежуточных результатов.
УК-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	ИУК-5.1. Анализирует важнейшие идеологические и ценностные системы, сформировавшиеся в

		ходе исторического развития, и обосновывает актуальность их использования при социальном и профессиональном взаимодействии. ИУК-5.2. Выстраивает социальное и профессиональное взаимодействие с учетом общих и специфических черт различных культур и религий, особенностей основных форм научного и религиозного сознания, деловой и общей культуры представителей других наций и конфессий, различных социальных групп. ИУК-5.3. Обеспечивает создание недискриминационной среды взаимодействия при выполнении профессиональных задач, демонстрируя понимание особенностей различных культур и наций.
ПК-2	Способенпроводить экологическое обеспечение производства новой продукциив организации	ИПК-2.1. Знает нормативные правовые акты в области охраны окружающей среды; методические материалы по охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности ИПК-2.2. Определяет и анализирует основные загрязнения окружающей среды, превышающие нормативные значения, в соответствии с требованиями нормативных правовых актов по охране окружающей среды ИПК-2.3. Выявляет основные источники опасностей для потребителей при эксплуатации продукции

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части блока дисциплин Б1 ООП магистратуры.

Дисциплина «Рециклинг промышленных отходов» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками:

Экологическое законодательство;

Оценка опасности промышленных отходов, выбросов и сбросов;

Экологический аудит;

Экспертиза безопасности.

3. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет **5** зачетных единиц, т.е. **180** академических часов, 18 часов лекций, 54 часа семинарских и практических занятий, 108 часов самостоятельной работы.

3.1. Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			3	
1	**Аудиторные занятия**	**36**	**36**	
	В том числе:			
1.1	Лекции	18	18	
1.2	Семинарские/практические занятия	54	54	
1.3	Лабораторные занятия			
2	**Самостоятельная работа**	**108**	**108**	
	В том числе:			
2.1	Подготовка и написание курсовой работы		3	
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет/диф.зачет/экзамен	**Экзамен**	**Экзамен**	
	Итого	**180**	**180**	

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. Основные понятия характеристик отходов и ВМР** Виды деятельности. Организация	20	2	6			12

	эффективных процессов переработки. Целевые продукты на основе ВМР. Технические, технологические, организационно и управленческие мероприятия						
2	**Факторы, препятствующие внедрению новых технологических процессов** Основные экономические факторы: недостаток собственных денежных средств, недостаток финансовой поддержки со стороны государства, высокая стоимость нововведений, высокий экономический риск, длительный срок окупаемости нововведений. Производственные факторы: низкий научный потенциал предприятия, недостаток квалифицированного персонала, отсутствие информации о новых технологиях. Недостаток законодательных и нормативных материалов	30	3	9			18
3	**Повторное или многократное использование ресурсов** Рентабельная переработка сырья. Утилизация отходов - национальная задача для Правительства Российской Федерации. Использование вторсырья в других странах	30	3	9			18
4	**Экономическая составляющая рециклинга** Экологическая значимость рециклинга. Показатель относительного объема предполагаемого рециклинга	30	3	9			18
5	**Экономические аспекты при переработке отходов** Классификация отходов, исходя из их потребительских свойств в качестве вторичного сырья. Высококачественное вторсырье. Сырье среднего качества. Трудно утилизируемые отходы. Неутилизируемые отходы. Государственная программа «Отходы»	30	3	9			18
6	**Переработка и использование отходов** Использование вторсырья в качестве новой ресурсной базы. Использование вторичных	40	4	12			24

	материальных и энергетических ресурсов. Совершенствование существующих и разработка принципиально новых технологических процессов с целью снижения или ликвидации отходов						
	Итого	**180**	**18**	**54**	**0**	**0**	**108**

3.3. Содержание дисциплины

3.3.1. Введение. Основные понятия характеристик отходов и ВМР
Виды деятельности. Организация эффективных процессов переработки. Целевые продукты на основе ВМР. Технические, технологические, организационно и управленческие мероприятия.
3.3.2. Факторы, препятствующие внедрению новых технологических процессов
Основные экономические факторы: недостаток собственных денежных средств, недостаток финансовой поддержки со стороны государства, высокая стоимость нововведений, высокий экономический риск, длительный срок окупаемости нововведений. Производственные факторы: низкий научный потенциал предприятия, недостаток квалифицированного персонала, отсутствие информации о новых технологиях. Недостаток законодательных и нормативных материалов.
3.3.3. Повторное или многократное использование ресурсов
Рентабельная переработка сырья. Утилизация отходов - национальная задача для Правительства Российской Федерации. Использование вторсырья в других странах.
3.3.4. Экономическая составляющая рециклинга
Экологическая значимость рециклинга. Показатель относительного объема предполагаемого рециклинга.
3.3.5. Экономические аспекты при переработке отходов
Классификация отходов, исходя из их потребительских свойств в качестве вторичного сырья. Высококачественное вторсырье. Сырье среднего качества. Трудно утилизируемые отходы. Неутилизируемые отходы. Государственная программа «Отходы».
3.3.6. Переработка и использование отходов
Использование вторсырья в качестве новой ресурсной базы. Использование вторичных материальных и энергетических ресурсов. Совершенствование существующих и разработка принципиально новых технологических процессов с целью снижения или ликвидации отходов.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Практическое занятие 1 на тему Основные понятия рециклинга и оценка его эффективности
Практическое занятие 2 на тему Отходы как источник вторичных материальных ресурсов
Практическое занятие 3 на тему Использование вторсырья в качестве новой ресурсной базы
Практическое занятие 4 на тему Организация эффективных процессов переработки отходов
Практическое занятие 5 на тему Экономические факторы, препятствующие внедрению новых технологических процессов

Практическое занятие 6 на тему Повторное или многократное использование ресурсов
Практическое занятие 7 на тему Экономическая составляющая рециклинга
Практическое занятие 8 на тему Классификация отходов, исходя из их потребительских свойств в качестве вторичного сырья
Практическое занятие 9 на тему Классификация процессов и методов переработки отходов
Практическое занятие 10 на тему Основы технологических процессов переработки промышленных отходов
Практическое занятие 11 на тему Совершенствование существующих и разработка принципиально новых технологических процессов переработки отходов
Практическое занятие 12 на тему Переработка трудно утилизируемых и неутилизируемых отходов.

3.4.2. Лабораторные занятия

Не предусмотрены

3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Тема курсовой работы: «Анализ работы предприятия по переработке отходов».
Задание включает в себя исходные данные и конкретно сформулированные отдельные результаты анализа экономической эффективности предприятия:

Темы курсовых работ:
1. Анализ работы предприятия по переработке твердых коммунальных отходов методом аэробного биокомпостирования.
2. Анализ работы предприятия по переработке крупногабаритных бытовых отходов.
3. Анализ работы предприятия по переработке отходов микроэлектроники и отработавшей свой срок бытовой техники.
4. Анализ работы предприятия по переработке шламов промышленных производств
5. Анализ работы предприятия по переработке металлургических шлаков.
6. Анализ работы предприятия по переработке отходов древесины.
8. Анализ работы предприятия по переработке биотехнологических отходов.
9. Анализ работы предприятия по переработке полимерных отходов.
10. Анализ работы предприятия по переработке металлолома.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1. Нормативные документы и ГОСТы

1. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления».
2. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».
3. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».
3. ГОСТ 30772-2001 Межгосударственный стандарт ресурсосбережение обращение с отходами. Термины и определения.
4. ГОСТР 57702- 2017 Ресурсосбережение Обращение с отходами. Требования к малоотходным технологиям.
5. ГОСТ Р 56828.22-2017 Ресурсосбережение. Стратегии, принципы и методы экологически ориентированного обращения с отходами.

4.2. Основная литература

1. Соколов, Л.И. Управление отходами (waste management) / Л.И. Соколов. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2018. – 209 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493887
2. Бобович Б.Б. Процессы и аппараты переработки промышленных отходов. Учебное пособие. – М.: МГТУ «МАМИ», 2008. – 110 с. 63. Эл.рес.
3. Ветошкин, А. Техника и технология обращения с отходами жизнедеятельно-сти / А. Ветошкин. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. – Ч. 2. Пе-реработка и утилизация промышленных отходов. – 381 с. : ил. – Режим до-ступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493898
4. Новосёлов, А.С. Управление отходами: учебное пособие / А.С. Новосёлов. – Вологда: ВоГУ, 2013. – 224 с.

4.3. Дополнительная литература

1.Шипилин, Н.Н. Комплексное управление проблемой утилизации мусора на региональном уровне / Н.Н. Шипилин ; Новосибирский государственный аграрный университет, Институт заочного образования и повышения квалификации. – Новосибирск : ИЦ «Золотой колос», 2014. – 128 с. : схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=278195

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

7.2.3. Шкала оценивания промежуточной аттестации (экзамен)

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Студент демонстрирует знания, умения, навыки, 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	Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков, либо им допущены 2-3 несущественные ошибки.

Удовлетворительно	Студент демонстрирует знания, в которых 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, 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. 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 «Рециклинг промышленных отходов»

1. Низкий уровень использования вторичных материальных ресурсов в России является следствием:
   а) отсутствия технологий переработки отходов;
   б) неразвитости нормативно-правовой базы;
   в) недостаточности энергетических мощностей.
2. Высокая ресурсоемкость производства в России является результатом:
   а) низкого технологического уровня производства;
   б) плохой организации производственного процесса;
   в) низкой квалификации персонала.
3. Видовая классификация отходов производится согласно:
   а) постановлению правительства;
   б) федеральному закону «Об отходах производства и потребления №89-ФЗ;
   в) Федеральному классификационному каталогу отходов.
4. Паспорт отхода разрабатывается:
   а) на все виды отходов;
   б) только на опасные отходы;
   в) только на токсичные отходы.
5. Норматив образования отхода:
   а) устанавливается на основе рекомендаций Министерства природных ресурсов;
   б) определяется на основе нормативно-технической документации предприятия;
   в) определяется предприятием с учетом рентабельности производства.
6. Лимит на размещение отхода – это:
   а) экономически целесообразное количество образующихся отходов при выпуске единицы продукции;
   б) количество отходов, которое предприятие может реализовать на рынке;
   в) предельно допустимое количество отхода, которое разрешается складировать на объектах размещения отходов.
7. Размеры платежей за размещение неиспользуемых отходов в окружающей среде зависят от:
   а) класса опасности отходов;
   б) экономического положения предприятия;
   в) стоимости транспортировки отходов к месту их размещения.

4.1.1 Вопросы к экзамену по дисциплине «Рециклинг промышленных отходов»

1. Понятие отходы производства, потребления и коммунальные отходы.
2. Источники образования промышленных отходов. Отрасли промышленности, загрязняющие атмосферу гидросферу и почву.
3. Характеристика и проблемы особо опасных промышленных отходов.
Отрасли промышленности, производящие токсичные отходы.
4. Принципы классификации отходов. Паспорт опасных отходов. Понятие вторичные материальные ресурсы (ВМР).
5. Принципы обращения с отходами. Размещение и хранение отходов. Утилизация и обезвреживание отходов.
6. Система экологического менеджмента (СЭМ).
7. Жизненный цикл продуктов (ЖЦП): стадии жизненного цикла продуктов.
8. Понятие технологические потери и отходы производственного потребления.
9. Неиспользуемые отходы. Отходы, используемые как вторичное сырье.
10. Переработка отходов на своей отрасли и на предприятиях других отраслей.
11. Законодательство РФ в области обращения с отходами. Нормы международного права.
12. Законы и нормативные правовые акты субъектов Федерации, нормативные правовые акты министерств и ведомств, органов местного самоуправления и т.д.
13. Продукты химической промышленности, загрязняющие атмосферу и гидросферу.
14. Продукты пищевой промышленности, загрязняющие гидросферу и атмосферу.
15. Продукты легкой и деревообрабатывающей промышленности, загрязняющие атмосферу и гидросферу.
16. Потребительские свойства отходов для использования в качестве вторичного сырья. Принципы классификации отходов по потребительским свойствам.
17. Удельные показатели образования отходов, оценка их в различных областях деятельности человека.
18. Характеристика отходов как вторичного сырья. Отходы как источник вторичных материальных ресурсов (ВМР).
19. Использование отходов в хозяйственных целях без переработки.
Перспективы использования отходов в качестве энергетических ресурсов.
20. Трудно утилизируемые отходы: проблемы и перспективы их использования.
21. Неутилизируемые отходы: характеристика и проблемы их утилизации.
22. Маркировка отходов: коды маркировки. Цифровые коды и буквенное обозначение (аббревиатура) отходов. Коды, указанные решением Европейской комиссии 97/129/ЕС.
23. Сбор и утилизация отходов: критерии целесообразности и объемов использования отходов. Возможности и пределы утилизации отходов: проблемы и пути решения.
24. Пути ликвидации отходов производства. Новейшие технологии утилизации отходов: роль химико-биотехнологических процессов в утилизации отходов.
25. Ресурсосберегающие технологические процессы в промышленности: основные показатели ресурсосберегающих технологий.
26. Понятие вторичных энергетических ресурсов (ВЭР). Альтернативная замена исходного сырья на более совершенное.
27. Ресурсосберегающие технологические процессы: изменение конечного продукта промышленности без ухудшения его потребительских свойств.
28. Усовершенствование эксплуатации и обслуживания оборудования как фактор ресурсосбережения в промышленности.
29. Комплексное использование сырья и материалов в условиях территориально-промышленных зон.
30. Подготовка отходов к переработке: дробление, укрупнение, сепарация и разделение.

31. Виды переработки промышленных и бытовых отходов: сочетание механических, гидродинамических, тепловых, диффузионных, химических, биохимических процессов.
32. Характеристика методов подготовки твердых отходов к переработке: физические критерии рассортировки.
33. Дробление как главный способ подготовки отходов. Стадии дробления твердых отходов.
34. Оборудование для измельчения отходов: дробилки, копровые механизмы, механические ножницы, дисковые пилы, ленточно-пильные станки. Принцип работы оборудования. Использование помола для измельчения отходов.
35. Механические методы обработки отходов: грохочение. Принцип гравитационно-инерционных и гравитационно-центробежных сил.
36. Показатели процесса грохочения: объемная производительность Q и удельная производительность грохочения.
37. Методы агрегирования, гранулирования, таблетирования и прессования порошков.
38. Брикетирование продуктов переработки отходов. Показатели состав, влажность, крупность материала, температура, удельное давление и продолжительность прессования.
39. Физические методы сепарации отходов: магнитные. Свойства отходов, используемые для сепарации.
40. Физические методы сепарации отходов: электрические сепараторы: принцип действия.
41. Гидродинамические процессы переработка отходов, химические и биохимические (биотехнологические) методы.
42. Гравитационное отстаивание: технологические комплексы и принципы работы: центрифугирование, пенная сепарация.
43. Фильтрационные методы переработки отходов: вакуум-фильтрация, фильтр-прессование.
44. Химические процессы в ресурсосберегающих технологиях: методы выщелачивания (экстрагирования), простое растворение, кристаллизация.
45. Химические процессы в очистке сточных вод. Методы флокулляции отходов в сточных водах, методы сорбции компонентов в сточных водах: ионообменные смолы для сорбции.
46. Дезинфекции сточных вод; озонирование как метод дезинфекции сточных вод и окисления.
47. Использование рециркуляции для повышения эффективности химических процессов.
48. Биохимические процессы очистки сточных вод. Популяционные процессы в биологической очистке: понятие «активный ил» и «биопленки».
49. Микробиологические процессы: популяции микроорганизмов в очистке сточных вод (утилизация компонентов, окисление, сбраживание).
50. Анаэробная очистка сточных вод. Двухступенчатая очистка сточных вод: отстойники и аэротенки.
51. Технологии переработки промышленных отходов и загрязнений: рециклинг отходов: утилизация и ликвидация пластмассовых отходов.
52. Технологии регенерации отходов пластмасс и полиэтилена. Использование отходов пластмасс в качестве готового материала.
53. Основные способы переработки отходов резины: химические, физико-химические и физические. Классификация резиновых отходов и способов их переработки.
54. Технологии регенерации резиносодержащих отходов: подготовка, измельчение, переработка.

55. Переработка отходов биотехнологических производств. Особенности биотехнологических процессов в сравнении с химическими.
56. Переработка твердых отходов биотехнологических бродильных производств, производств вакцин и антибиотиков.
57. Технологии переработки промышленных отходов металлов.
58. Эффективность получения полезных продуктов из отходов металлов в сравнении с выплавкой первичного металла из руды. Кругооборот металла в экономике. Коэффициент использования металла.
59. Оборудование и технологии для сортировки металлического лома и отходов. Методы подготовки лома металлов для переплава.
60. Технологии переработки отходов цветных металлов: магнитная сепарацяя. электродинамическая сепарация, пневматическая сепарация, сепарация в тяжелых суспензиях.
61. Определение металлургического шлака, его состав и роль в металлургических процессах. Основные направления использования металлургических шлаков.
62. Особенности и технологические схемы припечной и контактной грануляции доменного шлака. Способы производства щебня и минеральной ваты из доменного шлака.
63. Особенности утилизации шлаков черной и цветной металлургии. Основные направления утилизации золы и топливных шлаков.
64. Образование, классификация и направления использования древесных отходов. Технология получения строительных материалов из технологической щепы: древесноволокнистых, древесностружечных, цементостружечных плит.
65. Химическая технология переработки древесных отходов.
66. Переработка жидких и пастообразных отходов: нефтесодержащих, нефтесодержащих сточных вод.
66. Способы механического, химического, биохимического обезвреживания и обезвоживания нефтесодержащих отходов. Методы регенерации отработанных масел.
67. Характеристика отходов гальванического производства. Определение шламов, методы их обезвреживания и переработки. Утилизация гальванических шламов.
68. Регенерация моющих растворов. Методы рекуперации растворителей.
69. Регенерация лакокрасочных материалов и обезвреживание смазывающеохлаждающих жидкостей.
70. Транспортирование промышленных отходов. Использование трубопроводного транспорта для перемещения отходов. Виды транспортирующих машин, применяющихся в установках трубопроводного транспорта отходов.
71. Оборудование для отработки отвалов отходов, шламонакопителей и для формировании полигонов отходов. Использование автомобильного, железнодорожного и водного транспорта для перевозки отходов.