

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
по организации самостоятельной работы по дисциплине  
«Утилизация и рекуперация отходов»**

Донецк  
2021

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**КАФЕДРА «ПРИКЛАДНАЯ ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
по организации самостоятельной работы по дисциплине  
«Утилизация и рекуперация отходов»**

для обучающихся по направлению подготовки  
05.03.06 «Экология и природопользование»  
профиль «Экологическая безопасность»  
всех форм обучения

**РАССМОТРЕНО**  
на заседании кафедры  
прикладной экологии и охраны  
окружающей среды  
Протокол № 6 от 21.01.2021 г.

**УТВЕРЖДЕНО**  
на заседании учебно-издательского  
совета ДОННТУ  
Протокол № 3 от 10.03.2021 г.

Донецк  
2021

УДК 628.477(076)+66-935.4(076)

М54

**Составители:**

Ганнова Юлия Николаевна - кандидат химических наук, доцент кафедры прикладная экология и охрана окружающей среды ГОУВПО «ДОННТУ»;  
Горбатко Сергей Витальевич – кандидат технических наук, доцент кафедры прикладная экология и охрана окружающей среды ГОУВПО «ДОННТУ».

М54      **Методические рекомендации по организации самостоятельной работы по дисциплине «Утилизация и рекуперация отходов»** : для обучающихся по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование» профиль «Экологическая безопасность» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. прикладной экологии и охраны окружающей среды; сост.: Ю.Н. Ганнова, С.В. Горбатко. — Донецк : ДОННТУ, 2021. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана.

Методические рекомендации разработаны с целью оказания помощи обучающимся по дисциплине «Утилизация и рекуперация отходов», которые содержат способы организации самостоятельной работы студентов, позволяющие более эффективно работать с учебной и научной литературой, критически осмысливать прочитанный и изученный материал по курсу.

УДК 628.477(076)+66-935.4(076)

## Содержание

Введение.....	5
1. Объект, цель и задачи освоения дисциплины.....	6
2. Место дисциплины в основной образовательной программе.....	6
3. Тематика и содержание дисциплины.....	7
4. Темы лабораторных работ.....	7
5. Индивидуальное задание.....	8
6. Формы контроля освоения дисциплины.....	8
6.1 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета.....	8
7. Перечень тем для самостоятельного изучения.....	11
Перечень рекомендованной литературы.....	13

## ВВЕДЕНИЕ

На современном рынке труда конкурентоспособным может стать только квалифицированный работник соответствующего уровня и профиля, компетентный, свободно владеющей своей профессией и ориентированный в смежных областях деятельности, способный к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов и готовый к постоянному профессиональному росту. Чтобы подготовить и обучить такого профессионала, высшим учебным заведениям необходимо изменить свой подход к планированию и организации учебно-воспитательной работы. Это в равной степени относится к изменению содержания и характера учебного процесса. В современных реалиях задача преподавателя высшей школы заключается в организации и направлении познавательной деятельности студентов, эффективность которой во многом зависит от их самостоятельной работы. В свою очередь, самостоятельная работа студентов должна представлять собой не просто самоцель, а средство достижения прочных и глубоких знаний, инструмент формирования активности и самостоятельности студентов.

Целью данных методических рекомендаций является организация, управление и обеспечение эффективности самостоятельной работы студентов в процессе обучения.

## **1. ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Дисциплина рассматривает вопросы, связанные с утилизацией и рекуперацией отходов.

Целью дисциплины является: формирование знаний об источниках образования опасных отходов; изучение основных технологических процессов переработки твердых бытовых и промышленных отходов: механические, физические, физико-химические; обучение способам применения технологического оборудования для переработки и утилизации промышленных отходов; раскрытие сущности процессов, происходящих при рекуперации отходов производств и потребления.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать: принципы составления технологических схем и выбора технологического оборудования процессов рекуперации; основы процессов рекуперации различного вида промышленных отходов в объеме, необходимом для решения производственных, проектных, конструкторских и научно-исследовательских задач; вопросы создания основ безотходной и малоотходной технологии.

Уметь: производить необходимые расчеты для конструирования специальной аппаратуры по переработке промышленных отходов.

Владеть: методами расчета основных показателей работы оборудования для переработки отходов.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ**

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Дисциплина базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин:

Техноэкология;

Технология обращения с твердыми бытовыми отходами.

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при прохождении преддипломной практики и прохождении государственной итоговой аттестации.

### 3. ТЕМАТИКА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### **Тема 1. Методы утилизации и ликвидации промышленных отходов.**

Содержание темы 2: Классификация методов утилизации и ликвидация химических отходов.

Литература к теме 2: [[1](#), [2](#), [3](#)].

#### **Тема 2. Термическая переработка промышленных отходов.**

Содержание темы 2: Метод жидкофазного окисления. Метод гетерогенного катализа. Метод газификации. Метод пиролиза. Плазменный метод. Огневой метод. Практическая реализация методов термической переработки промышленных отходов. Рекуперация паров летучих растворителей. Переработка отходов резинотехнических изделий.

Литература к теме 2 [[1](#), [2](#), [3](#)].

#### **Тема 3. Переработка твердых отходов.**

Содержание темы 3: Источники и классификация твердых отходов. Механическая, механотермическая и термическая переработка. Обогащение твердых отходов. Физико-химическое выделение компонентов при участии жидкой фазы.

Литература к теме 3: [[1](#), [2](#), [3](#)].

#### **Тема 4. Рекуперация отходов различных производств.**

Содержание темы 4: Рекуперация отходов сернокислотного производства. Утилизация отходов производства фосфорной кислоты. Рекуперация отходов производства содопродуктов. Рекуперация отходов нефтепереработки и нефтехимии. Утилизация отходов производства пластических масс. Получение биогаза из органических отходов. Использование отходов производств в промышленности строительных материалов.

Литература к теме 4: [[1](#), [2](#), [3](#)].

### 4. ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

№ п/п	Тема работы
1	Получение хлорида натрия из отходов производства калиевой селитры
2	Получение нитрата калия из отходов производства солей
3	Переработка пиритных огарков с использованием хлорирующего обжига
4	Переработка фосфогипса в оксид серы и оксид кальция

## 5. ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

Для студентов заочной формы обучения в 7 семестре предусмотрено выполнение контрольной работы по форме **индивидуального задания**.

Тематика индивидуального задания (контрольной работы для заочной формы обучения) связана с самостоятельным рассмотрением одной из тем, связанных рассмотрением вопроса переработки и утилизации отходов промышленного производства.

Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию – не более 15 страниц формата А4 (210×297 мм).

## 6. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета

#### Вопросы к экзамену:

1. Дайте определение понятию «шламонакопитель» и опишите принципы строительства данного вида промышленного хранилища.
2. Дайте характеристику классификации отходов (отходы производства, отходы потребления).
3. Охарактеризуйте источники образования отходов.
4. Охарактеризуйте виды загрязнений и способы их утилизации и обезвреживания.
5. Дайте характеристику основным промышленным загрязнителям атмосферы и водоемов.
6. Опишите классификацию методов утилизации и ликвидации химических отходов (схема методов).
7. Дайте характеристику классификации отходов (отходы производства, отходы потребления).
8. Дайте характеристику методам ликвидации химических отходов (отверждение, закачка отходов в глубинные горизонты).
9. Охарактеризуйте термическую переработку промышленных отходов. Метод жидкофазного окисления.
10. Характеристика методов ликвидации химических отходов (санитарное захоронение, шламохранилища, сжигание, подземное захоронение, спуск в водоемы).
11. Охарактеризуйте термическую переработку промышленных отходов. Метод пиролиза.
12. Охарактеризуйте термическую переработку промышленных отходов. Метод газификации.
13. Охарактеризуйте термическую переработку промышленных отходов. Плазменный метод.
14. Охарактеризуйте термическую переработку промышленных отходов. Огневой метод.

15. Опишите технологическую схему получения соляной кислоты при огневой переработке хлорорганических отходов.

16. Опишите технологическую схему регенерации солянокислотного травильного раствора.

17. Опишите технологическую схему установки получения фосфорной кислоты при переработке фосфорсодержащего шлама.

18. Получение серной кислоты при переработке кислых гудронов.

### Пример экзаменационного билета

#### ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»

Уровень высшего профессионального образования:

бакалавриат

Направление подготовки (специальность):

(бакалавриат, специалитет, магистратура)  
05.03.06 «Экология и природопользование»  
(код, название)

Профиль (магистерская программа, специализация):

«Экологическая безопасность»  
(название)

Семестр:

7

Учебная дисциплина:

Утилизация и рекуперация отходов

#### БИЛЕТ №4

1. Охарактеризуйте источники образования отходов.
2. Охарактеризуйте термическую переработку промышленных отходов. Метод гетерогенного катализа.
3. Получение серной кислоты при переработке кислых гудронов.

Утверждено кафедрой

на заседании Прикладная экология и охрана окружающей среды

(наименование кафедры полностью)

Протокол

№

Зав. кафедрой

(подпись)

(Ф.И.О.)

Экзаменатор

(подпись)

(Ф.И.О.)

#### КРИТЕРИИ

##### оценивания экзаменационной работы

по дисциплине «Утилизация и рекуперация отходов»

для обучающихся по программа 05.03.06 «Экология и природопользование»  
(профиль – Экологическая безопасность)

Экзамен проводится письменно по билетам. Билет содержит 3 вопроса, каждый из которых требует конкретного ответа. При необходимости отвечающий должен сопроводить написанное поясняющей схемой (рисунком)

Вопросы охватывают знания студентов, полученные в ходе лекционных и практических занятий.

Правильный ответ на вопрос оценивается в двадцать баллов. Если ответ не полный, то он оценивается в десять баллов. При отсутствии правильного ответа на поставленный вопрос обучающийся получает ноль баллов.

Утверждено на заседании кафедры прикладной экологии и охраны окружающей среды, протокол № \_\_\_ от \_\_. \_\_. 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Шаповалов

Оценивание уровня освоения обучающимися учебного материала дисциплины «Утилизация и рекуперация отходов» производится в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации (семестрового контроля).

**Текущий контроль** знаний обучающихся очной формы обучения осуществляется по результатам лабораторных работ; обучающихся заочной формы обучения – по результатам контрольной работы.

Выполнение индивидуального задания для обучающихся заочной формы обучения, предусмотренных рабочей программой дисциплины, является необходимым условием допуска студента к экзамену.

Распределение баллов текущего контроля работы обучающихся на протяжении семестра приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение баллов текущего контроля

Форма контроля	Возможное количество баллов	Примечание
Для обучающихся очной формы обучения		
Отчёт о выполнении задания на лабораторном занятии.	10	Задание выполнено правильно, приведен анализ полученного результата
	5	Задание выполнено в целом правильно, возникли трудности в объяснении полученных результатов
<b>Итого по лабораторном занятии (максимально возможное)</b>	<b>40</b>	Из расчёта 4 лабораторных работы.
<b>ИТОГО:</b>	<b>40</b>	Максимально возможное
Для обучающихся заочной формы обучения		
Выполнение индивидуального задания	<b>40</b>	Изложение материала аргументированное, последовательное, работа оформлена без замечаний
	<b>30</b>	Задание выполнено в целом правильно, имеются замечания по оформлению.
<b>ИТОГО:</b>	<b>40</b>	Максимально возможное

**Промежуточная аттестация** по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового экзамена. Форма проведения экзамена – письменная. Экзаменационный билет включает в себя 3 теоретических вопроса.

При оценивании студента на экзамене преподаватель руководствуется критериями, приведенными в таблице 2.

Максимальное количество баллов за ответ на вопрос экзаменационного билета засчитывается студенту в случае, если ответ подтверждает владение студентом знаниями в полном объеме учебной программы, материал изложен в логической последовательности с выделением главного, содержит точные формулировки, сопровождается иллюстрирующими схемами и рисунками (при необходимости).

В случае, если ответ на вопрос не в полной мере отвечает приведенным требованиям, студенту засчитывается количество баллов, равное 20. При отсутствии правильного ответа на поставленный вопрос студент получает 0 баллов.

Таблица 2 – Распределение баллов по семестровому экзамену

Форма контроля		Максимально возможное количество баллов
Ответ на вопросы экзаменационного билета	вопрос 1	20
	вопрос 2	20
	вопрос 3	20
<b>ИТОГО:</b>		<b>60</b>

**Итоговая оценка** определяется путем суммирования количества баллов по результатам текущего контроля и количества баллов по результатам семестрового экзамена. **Максимально возможное количество баллов – 100.**

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ

- 1) Регенерация отработанных травильных растворов.
- 2) Получение серной кислоты из твердых отходов производств.
- 3) Рекуперация паров летучих растворителей.
- 4) Рекуперация отходов сернокислотного промышленности.
- 5) Рекуперация отходов производства фосфорной кислоты.
- 6) Рекуперация отходов производства содопродуктов.
- 7) Утилизация отходов нефтепереработки.
- 8) Утилизация отходов производства пластических масс.
- 9) Утилизация отходов резиновых изделий.
- 10) Вторичное использование металлов и сплавов.
- 11) Утилизация отходов гальваническим производств.
- 12) Утилизация отходов коксохимического производства.
- 13) Извлечение драгоценных металлов из отходов производств.
- 14) Утилизация отходов углеобогащения.
- 15) Извлечение серебра из отработанных фотохимических растворов.
- 16) Утилизация осадков и шламов сточных вод.
- 17) Переработка твердых отходов черной металлургии.

- 18) Использование твердых отходов тепловых электростанций.
- 19) Получение селена из отходов производств.
- 20) Получение серной кислоты из газовых отходов производств.
- 21) Использование отходов лесохимических и гидролизных производств.
- 22) Регенерация отработанных минеральных масел.
- 23) Утилизация галитовых отходов.
- 24) Общие методы складирования и захоронения промышленных отходов.
- 25) Захоронение токсичных и радиоактивных отходов.
- 26) Переработка твердых отходов цветной металлургии.
- 27) Огневые и плазменные методы утилизации токсичных отходов.
- 28) Утилизация «энергоотходов».
- 29) Утилизация вторичного сырья.
- 30) Жидкофазной окисления, как способ термической переработки отходов.
- 31) Гетерогенный катализ, как способ термической переработки отходов.
- 32) Газификация, как способ термической переработки отходов.
- 33) Пиролиз, как способ термической переработки отходов.
- 34) Плазменный метод, как способ термической переработки отходов.
- 35) Способы ликвидации промышленных отходов.
- 36) Методы переработки твердых отходов. Классификация и сортировка.
- 37) Методы переработки твердых отходов. Уменьшение долей и увеличения размеров кусков твердых отходов.
- 38) Методы переработки твердых отходов. Обогащение твердых отходов.
- 39) Методы переработки твердых отходов. Физико-химическое выделение компонентов при участии жидкой фазы.

## ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ветошкин А.Г. Техника и технология обращения с отходами жизнедеятельности. Часть 2. Переработка и утилизация промышленных отходов: учебное пособие / Ветошкин А.Г. — Москва: Инфра-Инженерия, 2019. — 380 с. — ISBN 978-5-9729-0234-7. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/78238.html>
2. Утилизация отходов производства: учебное пособие / В.Д. Винокуров [и др.]. — Москва: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2008. — 60 с. — ISBN 978-5-7038-3139-7. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/31580.html>
3. Мелконян Р.Г. Утилизация опасных отходов. Технология использования и утилизации опасных отходов : учебное пособие / Мелконян Р.Г., Панихин Г.И.. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2018. — 105 с. — ISBN 978-5-906953-06-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/78531.html>
4. Утилизация отходов производства : учебное пособие / Ю.Ф. Абакумов [и др.]. — Москва : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2018. — 110 с. — ISBN 978-5-7038-4793-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/93953.html>.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**  
**по организации самостоятельной работы по дисциплине**  
**«Утилизация и рекуперация отходов»**

**Составители:**

Ганнова Юлия Николаевна - кандидат химических наук, доцент кафедры прикладная экология и охрана окружающей среды ГОУВПО «ДОННТУ»;  
Горбатко Сергей Витальевич – кандидат технических наук, доцент кафедры прикладная экология и охрана окружающей среды ГОУВПО «ДОННТУ».

**Ответственный за выпуск:**

Шаповалов Валерий Васильевич – доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой «Прикладная экология и охрана окружающей среды» ГОУВПО «ДОННТУ».