

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

Институт архитектуры, строительства и энергетики  
Кафедра химических технологий

Пикалов Евгений Сергеевич

**УТИЛИЗАЦИЯ И РЕКУПЕРАЦИЯ ОТХОДОВ**

Методические рекомендации по самостоятельной работе студентов  
по дисциплине «Утилизация и рекуперация отходов» для студентов ВлГУ,  
обучающихся по направлению 18.03.01 – Химическая технология

---

Владимир – 2016 г.

Данные методические указания включают рекомендации по содержанию и выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Утилизация и рекуперация отходов» для студентов направления 18.03.01. «Химическая технология» ВлГУ.

Методические указания составлены на основе требований ФГОС ВО и ОПОП направления 18.03.01. «Химическая технология», рабочей программы дисциплины «Утилизация и рекуперация отходов».

Рассмотрены и одобрены на  
заседании УМК направления  
18.03.01 «Химическая технология»  
Протокол №1 от 05.09.2016 г.  
**Рукописный фонд кафедры ХТ ВлГУ**

### **Общая схема самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студентов заключается в повторении и более углубленном изучении вопросов, рассматриваемых на лекционных занятиях, в самостоятельном изучении тем,

предусмотренных рабочей программой по курсу, подготовке к рейтинг-контролю знаний и сдаче экзамена, обработке экспериментальных данных, полученных при выполнении лабораторных занятий, составлении отчетов по лабораторным работам и подготовке к защите отчетов по ним, а также выполнении заданий на практических занятиях. Кроме того, студент в течении семестра выполняет курсовую работу по заданной теме, большая часть работы над которой и подготовка к ее защите предусматривают самостоятельную работу.

**Рекомендации по использованию материалов учебно-методического комплекса дисциплины.** Для эффективного использования материалов УМКД следует изучать их последовательно и параллельно с тематикой проводимых аудиторных занятий. План изучения дисциплины и тематика занятий соответствуют, представленным в рабочей программе данного УМКД структуре и содержанию дисциплины.

По мере изучения теоретических вопросов на лекционных занятиях рекомендуется дополнительно изучать их по конспекту лекций для лучшего запоминания и усвоения. Изучать темы для самостоятельного изучения рекомендуется сразу после изучения сопутствующего им материала на лекциях с использованием литературных источников из рекомендуемого в данном УМКД списка основной и дополнительной литературы, которые есть в наличии в библиотеке и электронном зале ВлГУ.

Перед проведением каждой лабораторной работы рекомендуется повторить теоретический материал по тематике работы и изучить методику выполнения работы по рекомендациям, представленным в данном УМКД. Проводить обработку экспериментальных данных и оформлять отчет следует в соответствии с указаниями в этих рекомендациях. В них же указаны контрольные вопросы, по которым рекомендуется готовиться к защите отчетов по лабораторным работам.

Перед проведением каждого практического занятия также рекомендуется повторить теоретический материал по тематике занятия по литературным источникам, указанным в методических указаниях к практическим занятиям, в которых представлены страницы, необходимые для изучения, и контрольные вопросы для обсуждения. Также рекомендуется приносить эти литературные источники с собой на занятия, так как сведения из них могут оказаться полезны при выполнении заданий.

Курсовую работу также рекомендуется выполнять по разделам по мере прохождения соответствующих тем на лекционных занятиях и руководствоваться методическими рекомендациями по выполнению курсовых работ данного УМКД и литературными источниками из рекомендуемого списка.

Готовится к текущему контролю знаний рекомендуется по спискам вопросов для рейтинг-контролей, представленных в рабочей программе, и по заданиям для контроля, приведенным в фонде оценочных средств данного УМКД. Подготовку к экзамену также рекомендуется проводить по списку вопросов, представленному в данном УМКД.

Кроме конспекта лекций, основной и дополнительной литературы при подготовке к текущему контролю знаний и защитам отчетов по лабораторным работам будет полезным изучать актуальную информацию, которая представляется в рекомендуемых в рабочей программе данного курса периодических изданиях и интернет-ресурсах.

**Рекомендации по планированию и организации времени, отведенного на изучение дисциплины.** Содержание курса представляет собой набор тематических разделов, рекомендуемое время на изучение которых указано в рабочей программе данного УМКД. Самостоятельное изучение теоретического материала рекомендуется проводить после изучения сопутствующих вопросов на аудиторных занятиях, разбив необходимые для рассмотрения вопросы на группы таким образом, чтобы изучать равное их количество каждый день с момента последнего аудиторного занятия и до времени проведения следующего. Также рекомендуется совмещать изучение теоретических вопросов с подготовкой к лабораторным и практическим занятиям, а также выполнением курсовой работы, так как это позволит получить навыки применения теоретических знаний на практике. Предпочтительно, если студент будет совмещать самостоятельное изучение смежных тем разных дисциплин, изучаемых параллельно. На основании этих рекомендаций каждому студенту будет полезно спланировать самостоятельное изучение дисциплины и выполнение заданий, предусмотренных рабочей программой курса, с учетом своего свободного времени и индивидуальных особенностей при необходимости согласовав его с преподавателем и стараться придерживаться его для своевременного и успешного изучения дисциплины.

**Описание последовательности действий студента, или «сценарий изучения дисциплины».** Для успешного изучения дисциплины студентам рекомендуется придерживаться следующего плана изучения дисциплины:

- для получения базовых знаний, выполнения экспериментальной части лабораторных работ и заданий на практических занятиях необходимо посещать аудиторные занятия в соответствии с расписанием и дополнять полученные на них знания самостоятельным углубленным изучением. А результаты самостоятельного изучения применять при дальнейшем изучении теории и для эффективного выполнения лабораторных работ;

- для успешного выполнения курсовой работы следует выполнять ее поэтапно и в соответствии с методическими рекомендациями по выполнению курсовых работ данного УМКД;

- в соответствии со своими возможностями заранее готовится к проведению текущего контроля знаний и защите отчетов по лабораторным работам, которые проводятся в установленные сроки;

- в соответствии со своими возможностями заранее готовится к сдаче экзамена.

**Рекомендации по работе с литературой.** В первую очередь рекомендуется ознакомиться со списком литературных источников, представленным в рабочей программе данного УМКД и изучить содержание каждого из них, чтобы в дальнейшем облегчить поиск источников, необходимых для изучения или разъяснения тех или иных вопросов. Особое внимание следует обратить на источники, указанные как основные. Изучение курса по литературным источникам рекомендуется только как дополнительное и следует проводить его в соответствии с планом и содержанием данного курса. Эти источники рекомендуются для изучения вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение. Использовать литературные источники вне рекомендуемого списка следует только по согласованию с преподавателем, так как возможно сильное различие точек зрения, изложенных в них. Не рекомендуется изучать темы заранее, а только параллельно с их изучением на аудиторных занятиях.

**Разъяснения по поводу работы с тестовой системой курса, по выполнению домашних заданий.** Тестовая система курса позволяет оперативно оценить текущий контроль знаний студентов и представляет собой часть рейтинг-контроля, проводимого в установленные в ВЛГУ сроки. Вопросы для подготовки к рейтинг-контролю, примеры тестовых заданий и ключи к ним представлены в фонде оценочных средств данного УМКД. Тестовые задания представляют собой набор вопросов по темам, изученным на аудиторных занятиях или самостоятельно. Вопрос может быть напрямую рассмотрен при изучении курса или предполагать размышления на основе полученных знаний и навыков. К каждому вопросу дается четыре варианта ответов, один или несколько из которых могут являться правильными и должны быть отмечены любым удобным студенту образом.

Домашние задания представляют собой самостоятельное углубленное изучение теоретического материала, выполнение подготовительной части лабораторных работ и практических занятий, расчетной и графической частей курсовой работы. Подготовка к лабораторной работе проводится в два этапа. На первом этапе следует изучить теоретические вопросы по тематике работы, методику ее проведения и подготовить черновик отчета. На втором этапе проводится обработка результатов эксперимента, оформляется чистовой вариант отчета и проводится подготовка к защите отчетов по лабораторной работе по контрольным вопросам. Рекомендуется подготовительную часть лабораторных работ проводить совместно со студентами, с которыми они выполняются. Подготовка к практическим занятиям заключается в изу-

чении материала из рекомендуемых литературных источников по вопросам, предусмотренным для обсуждения. Курсовую работу рекомендуется выполнять поэтапно, после выполнения каждого этапа проверять результаты с руководителем и согласовывать с ним дальнейшие действия.

**Рекомендации по подготовке к экзамену.** Начальным этапом подготовки к экзамену является успешное изучение теоретического курса, своевременное выполнение лабораторных работ и защита отчетов по ним. Это позволит получить высокие баллы при проведении рейтинг-контроля знаний и является условием допуска к сдаче экзамена. А суммарный балл, набранный за три рейтинг-контроля учитывается при выставлении оценки на экзамене. Подготовку рекомендуется проводить по списку вопросов и экзаменационным билетам, которые приведены в данном УМКД. Каждый студент, исходя из своих возможностей, должен выбрать время необходимое ему для подготовки к экзамену до дня, в который будет проводится консультация. На эти дни рекомендуется распределить материал, который следует повторить при подготовке. Причем каждый раз перед изучением последующего материала рекомендуется повторить материал, изученный ранее. Будет полезна и совместная с другими студентами группы подготовка, особенно по вопросам, представляющими наибольшую трудность.

**Разъяснения основных трудностей самостоятельной работы студента и пути их преодоления.** Для снижения трудности самостоятельного изучения теоретических вопросов они рассматриваются отдельно по каждому разделу лекционного курса и подобраны таким образом, чтобы тематика лекции была близкой к этим вопросам и обеспечивала студентам необходимые для их освоения основные знания. Результат самостоятельного освоения и преодоление возникших трудностей обеспечиваются на каждом лекционном занятии при проведении устного диалога с группой студентов для закрепления знаний, полученных на лекциях и самостоятельно, и для разъяснения сложных для восприятия вопросов. Трудности, возникающие при подготовке к выполнению лабораторных работ, преодолеваются при получении допуска к их выполнению, на котором детально разбирается план выполнения работы, устройство и принцип действия установки. Трудности, возникающие при обработке экспериментальных данных и при подготовке к защите отчетов по работам, преодолеваются непосредственно перед защитой при проверке отчетов, проводимой в форме устного диалога. Для снижения трудности выполнения практических заданий предусмотрены подготовка к ним по рекомендуемым литературным источникам и вводная беседа, проводимая в начале каждого практического занятия. Трудности, возникающие при выполнении практических заданий, преодолеваются путем обсуждения их с преподавателем и при проведении на занятиях общегрупповых диалогов. Трудности при выполнении курсовой работы решаются совместно с руководителем

работы и при необходимости с ведущим преподавателем на консультациях. Трудности при подготовке к экзамену рассматриваются и разбираются при проведении консультации.

## **Методические рекомендации по изучению теоретического материала курса**

### **Раздел 1. Основы переработки и характеристика отходов**

#### **Лекция 1. Отходы и их переработка**

**Основные вопросы темы:** Общая характеристика и классификация отходов. Классификация отходов по фазовому составу и агрегатному состоянию. Общие принципы обработки и переработки отходов.

**Цель и задачи изучения темы:** получить общее представление об отходах, принципах их рециклинга и организации оборотных систем; изучить различные классификации отходов.

**Требования к уровню подготовленности студента:** основные знания курсов процессы и аппараты химической технологии, общая химическая технология и экология.

**Характеристика основного понятийно–терминологического аппарата:** Основные понятия данной темы: отходы производства и потребления, используемые и неиспользуемые отходы; выбросы в атмосферу, сточные воды, твердые отходы, очистка промышленных выбросов, утилизация, рекуперация, обезвреживание, захоронение и рассеяние. К важным понятиям данной темы относятся загрязнение, аэрозоли, суспензии, эмульсии, рециркуляция и регенерация. Сведения по данной теме помогут студенты определить основные цели и задачи данного курса, получить общее представление о различных типах отходов и их систематизации. На основе этих знаний студент может схемы малоотходных технологий, определять принадлежность отходов к той или иной категории, решать какие стадии нужны для его очистки, переработки и обезвреживания. Эти сведения широко освещены в литературных источниках. Для самостоятельного изучения рекомендуются:

1. Пикалов Е.С. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. Механические и физические методы очистки промышленных выбросов в атмосферу и гидросферу: учеб. пособие – Владимир: изд-во ВлГУ, 2015. – 79 с. (наличие в библиотеке ВлГУ доступ по интернет-ссылке <http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/4205/1/01415.pdf>);

2. Бобович Б.Б. Управление отходами: учеб. пособие / Б.Б. Бобович. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 88 с (доступ по интернет-ссылке <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=411496>);

3. Шубов Л.Я., Ставровский М.Е., Олейник А.В. Технология отходов: учебник - М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2011. - 352 с (доступ по интернет-ссылке <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=231907>);

4. Шубов Л.Я., Ставровский М.Е., Олейник А.В. Технология твердых бытовых отходов: учебник; НП "Уником Сервис". - М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2011. - 400 с (доступ по интернет-ссылке <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=229168>);

5. Винокуров В.Д. и др. Утилизация отходов производства: учеб. пособие; под ред. В.Д. Винокурова. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. - 60 с (доступ по интернет-ссылке <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703831397.html>).

**Обзор по рекомендуемой литературе:** Особое внимание при изучении литературы по тематике данной лекции стоит обратить на критерии классификации отходов, основные виды неоднородных систем, а также типовые схемы обработки и переработки отходов. Разные авторы не расходятся во мнениях, однако зачастую освещают совершенно разные стороны вопросов данной тематики, применяют разные подходы к классификации отходов, наличию, последовательности и описания стадий обработки и переработки отходов. Студент, рассмотрев данную тему под разными углами зрения разных авторов смогут составить полную картину состояния изученности вопросов и выбрать наиболее интересные и удобные варианты изложения. Тема имеет практическое значение, так как на ее основе составляются и выбираются схемы обработки и переработки отходов. Сведения по данной теме являются основой для всех знаний и умений, получаемых при изучении данного курса.

**Краткие выводы по итогам изучения темы:** Студенту следует понять цели и задачи рециклинга и организации оборотных систем, знать классификации отходов по различным критериям, а также знать общие принципы и последовательность обработки и переработки отходов.

**Контрольные вопросы для самопроверки знаний студента:**

1. Что называют отходами и к чему приводит их накопление в окружающей среде?
2. На какие две группы по источнику образования делят антропогенные отходы? Дайте определения.
3. По каким признакам классифицируют отходы?
4. Приведите классификацию отходов по агрегатному и фазовому составу.
5. Что называют утилизацией и рекуперацией? В чем отличие?
6. Назовите последовательность стадий при обработке и переработке отходов.

**Лекция 2. Источники и характеристика газообразных отходов**

**Основные вопросы темы:** Источники загрязнений атмосферы. Основные пылегазовые загрязнители.



**Цель и задачи изучения темы:** изучить причины и источники образования газовых выбросов в атмосферу; изучить основные пылегазовые загрязнители.

**Требования к уровню подготовленности студента:** основные знания курсов процессы и аппараты химической технологии и экология; общие закономерности физики и химии.

**Характеристика основного понятийно–терминологического аппарата:** Основные понятия данной темы: организованные и неорганизованные выбросы, виды пылевидного материала и газовые загрязнители. К важным понятиям данной темы относятся источники образования газообразных отходов. Сведения по данной теме необходимы для анализа экологической безопасности химико-технологических производств и поиска путей по снижению их воздействия на окружающую среду. Знание состава газовых выбросов также необходимо при выборе путей их рециклинга. Эти сведения широко освещены в литературных источниках. Для самостоятельного изучения рекомендуются:

1. Пикалов Е.С. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. Механические и физические методы очистки промышленных выбросов в атмосферу и гидросферу: учеб. пособие – Владимир: изд-во ВлГУ, 2015. – 79 с. (наличие в библиотеке ВлГУ доступ по интернет-ссылке <http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/4205/1/01415.pdf>);

2. Другов Ю.С. Родин А.А. Анализ загрязненной почвы и опасных отходов: практическое руководство - 4-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ, 2015. - 472 с (доступ по интернет-ссылке <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996329311.html>);

3. Винокуров В.Д. и др. Утилизация отходов производства: учеб. пособие; под ред. В.Д. Винокурова. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. - 60 с (доступ по интернет-ссылке <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703831397.html>).

**Обзор по рекомендуемой литературе:** Особое внимание при изучении литературы по тематике данной лекции стоит обратить на количественный и качественный состав аэрозолей и других газовых выбросов различных производств, источники образования газовых выбросов, свойства и влияние на окружающую среду пылегазовых загрязнителей. Разные авторы не противоречат друг другу, но редко представляют одинаковые сведения (например, перечисляемые ими пылегазовые загрязнители зачастую разные). Это позволит студенту при изучении всех рекомендованных источников получить широкий обзор сведений по тематике данной лекции. Тема имеет большое практическое значение, так как знание источников образования отходов позволит предусмотреть мероприятия по снижению количества образующихся отходов, а знание свойств и степени опасности компонентов отходов позволят выбрать пути их рециклинга и понять важность очистки от них выбросов и обезвреживания. Также часть методов обработки и переработки специфичны и эффективно применяются лишь для некоторых видов компонентов в отходах.

**Краткие выводы по итогам изучения темы:** Студенту следует знать источники образования, краткую характеристику и степень опасности основных пылегазовых загрязнителей, содержащихся в выбросах в атмосферу.

**Контрольные вопросы для самопроверки знаний студента:**

1. Назовите основные источники образования газовых выбросов в атмосферу.
2. Перечислите причины антропогенного загрязнения атмосферы.
3. Какие виды пылей Вы знаете? В чем их особенности?
4. Перечислите основные газовые загрязнители.
5. Какие производства являются источниками газовых загрязнителей атмосферы?
6. Какие естественные источники образования загрязнений атмосферы Вы знаете?

### **Лекция 3. Источники и характеристика жидких отходов**

**Основные вопросы темы:** Источники загрязнений гидросферы. Классификация сточных вод. Основные загрязнители сточных вод.

**Цель и задачи изучения темы:** изучить причины и источники образования сточных вод; изучить основные загрязнители сточных вод.

**Требования к уровню подготовленности студента:** основные знания курсов процессы и аппараты химической технологии, общая химическая технология и экология; общие закономерности физики и химии.

**Характеристика основного понятийно–терминологического аппарата:** Основные понятия данной темы: круговорот воды в природе, сточные воды, взвешенный материал, растворенные и однородные примеси. К важным понятиям данной темы относятся источники образования и классификация сточных вод. Сведения по данной теме необходимы для анализа экологической безопасности химико-технологических производств и поиска путей по снижению их воздействия на окружающую среду. Знание состава сточных вод также необходимо при выборе путей их рециклинга. Эти сведения широко освещены в литературных источниках. Для самостоятельного изучения рекомендуются:

1. Пикалов Е.С. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. Механические и физические методы очистки промышленных выбросов в атмосферу и гидросферу: учеб. пособие – Владимир: изд-во ВлГУ, 2015. – 79 с. (наличие в библиотеке ВлГУ доступ по интернет-ссылке <http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/4205/1/01415.pdf>);

2. Другов Ю.С. Родин А.А. Анализ загрязненной почвы и опасных отходов: практическое руководство - 4-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ, 2015. - 472 с (доступ по интернет-ссылке <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996329311.html>);

3. Винокуров В.Д. и др. Утилизация отходов производства: учеб. пособие; под ред. В.Д. Винокурова. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. - 60 с (доступ по интернет-ссылке <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703831397.html>).

**Обзор по рекомендуемой литературе:** Особое внимание при изучении литературы по тематике данной лекции стоит обратить на количественный и качественный состав сточных вод различных производств, источники образования жидких отходов, свойства и влияние на окружающую среду загрязнителей сточных вод. Как и в случае с газовыми выбросами авторы редко повторяют друг друга, но противоречия между ними отсутствуют. Поэтому изучение всех рекомендованных источников позволит собрать всю полноту сведений по данной тематике. Тема имеет большое практическое значение, так как знание источников образования отходов позволит предусмотреть мероприятия по снижению количества образующихся отходов, а знание свойств и степени опасности компонентов отходов позволят выбрать пути их рециклинга и понять важность очистки от них сточных вод и обезвреживания. Также часть методов обработки и переработки специфичны и эффективно применяются лишь для некоторых видов компонентов в отходах.

**Краткие выводы по итогам изучения темы:** Студенту следует знать источники образования, краткую характеристику и степень опасности основных загрязнителей жидких отходов, содержащихся в сточных водах.

**Контрольные вопросы для самопроверки знаний студента:**

1. Назовите основные источники образования сточных вод.
2. Дайте классификацию сточных вод. Какие из них могут считаться условно чистыми?
3. Какие виды взвешенного материала Вы знаете? В чем их особенности?
4. Перечислите основные загрязнители, находящиеся в сточных водах в виде растворов и эмульсий.
5. Какие производства являются источниками сточных вод?
6. Какие естественные источники образования загрязнений гидросферы Вы знаете?

**Лекция 4. Источники и характеристика твердых отходов**

**Основные вопросы темы:** Источники образования твердых отходов. Твердые промышленные отходы. Твердые бытовые отходы. Осадки сточных и природных вод.

**Цель и задачи изучения темы:** изучить причины и источники образования твердых отходов; классифицировать твердые отходы по источникам образования и составу.

**Требования к уровню подготовленности студента:** основные знания курсов процессы и аппараты химической технологии и экология; основные закономерности физики и химии.

**Характеристика основного понятийно–терминологического аппарата:** Основные понятия данной темы: производственная деятельность, жилищно-бытовая деятельность и осадки сточных вод. К важным понятиям данной темы относятся отрасли промышленности и типы твердых отходов, образующиеся в результате деятельности предприятий этих отраслей. Сведения по данной теме необходимы для анализа экологической безопасности химико-технологических производств и поиска путей по снижению их воздействия на окружающую среду. Знание состава твердых отходов также необходимо при выборе путей их рециклинга. Эти сведения широко освещены в литературных источниках. Для самостоятельного изучения рекомендуются:

1. Пикалов Е.С. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. Механические и физические методы очистки промышленных выбросов в атмосферу и гидросферу: учеб. пособие – Владимир: изд-во ВлГУ, 2015. – 79 с. (наличие в библиотеке ВлГУ доступ по интернет-ссылке <http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/4205/1/01415.pdf>);

2. Винокуров В.Д. и др. Утилизация отходов производства: учеб. пособие; под ред. В.Д. Винокурова. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. - 60 с (доступ по интернет-ссылке <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703831397.html>).

3. Назаров В.И. и др. Переработка и утилизация дисперсных материалов и твер. отходов: Учеб. пособие - М.: Альфа-М: НИЦ ИНФРА-М, 2014 - 464с (доступ по интернет-ссылке <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=358007>);

4. Пугачев Е.А. Процессы и аппараты обработки осадков сточных вод: монография. - М.: Издательство АСВ, 2015. - 208 с (доступ по интернет-ссылке <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930937923.html>).

**Обзор по рекомендуемой литературе:** Особое внимание при изучении литературы по тематике данной лекции стоит обратить на источники образования твердых отходов, количественный и качественный состав твердых отходов различного происхождения. Также, как и при описании других видов отходов, разные авторы находят разные подходы к изложению, а представленный материал относится к разным сторонам вопроса. Особенно сложно найти единую или хотя бы близкую систему классификации твердых отходов, поэтому студенту рекомендуется придерживаться классификации данной автором данного УМКД и на ее основе изучать и систематизировать материал из литературных источников. Тема имеет большое практическое значение, так как знание источников образования отходов позволит предусмотреть мероприятия по снижению количества образующихся отходов, а знание состава отходов необходимо для выбора пути их рециклинга. Также часть методов обработки и переработки специфичны и эффективно применяются лишь для некоторых видов компонентов в отходах.

**Краткие выводы по итогам изучения темы:** Студенту следует знать источники образования, состав и классификацию твердых промышленных и бытовых отходов, а также осадков сточных вод.

**Контрольные вопросы для самопроверки знаний студента:**

1. Назовите основные источники образования твердых отходов.
2. Перечислите причины образования твердых отходов и их накопления.
3. Дайте классификацию твердым промышленным отходам.
4. Дайте классификацию твердым бытовым отходам.
5. Дайте классификацию осадкам сточных вод.
6. Охарактеризуйте взаимосвязь источников образования и характера воздействия на окружающую среду, газообразных, жидких и твердых отходов.

## **Раздел 2. Переработка газовых выбросов и сточных вод**

### **Лекция 5. Регенерация и оборотные системы**

**Основные вопросы темы:** Регенерация веществ. Рециклинг теплоты технологических процессов.

**Цель и задачи изучения темы:** изучить основные принципы и способы регенерации и рециркуляции веществ и рециклинга теплоты технологических процессов.

**Требования к уровню подготовленности студента:** основные знания курсов процессы и аппараты химической технологии и общая химическая технология; общие закономерности физики и химии.

**Характеристика основного понятийно–терминологического аппарата:** Основные понятия данной темы: реагенты, технологические жидкости, рекуперативные и регенерационные печи. К важным понятиям данной темы относятся схемы регенерации реагентов. Сведения по данной теме необходимы для понимания целей и задач, а также общих принципов организации замкнутых частей технологических процессов, направленных на энерго- и ресурсосбережение, создание малоотходных технологий, снижение затрат на производство. Эти сведения широко освещены в источниках, но отдельных разделов по тематике данной лекции в них нет. Для самостоятельного изучения рекомендуются:

1. Пикалов Е.С. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. Физико-химические методы очистки промышленных выбросов в атмосферу и гидросферу: учеб. пособие – Владимир: изд-во ВлГУ, 2016. – 87 с. (наличие в библиотеке ВлГУ);

2. Бобович Б.Б. Управление отходами: учеб. пособие / Б.Б. Бобович. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 88 с (доступ по интернет-ссылке <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=411496>).

3. Шубов Л.Я., Ставровский М.Е., Олейник А.В. Технология отходов: учебник - М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2011. - 352 с (доступ по интернет-ссылке <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=231907>);

4. Винокуров В.Д. и др. Утилизация отходов производства: учеб. пособие; под ред. В.Д. Винокурова. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. - 60 с (доступ по интернет-ссылке <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703831397.html>).

**Обзор по рекомендуемой литературе:** Особое внимание при изучении литературы по тематике данной лекции стоит обратить на способы рециркуляции компонентов и сред в химико-технологических процессах, на способы теплообмена, направленные на возврат тепловой энергии в химико-технологический процесс. Разные авторы не противоречат друг другу, но по мнению автора данного УМКД не уделяют достаточно внимания вопросу рассмотрения организации замкнутых систем при решении проблем рециклинга отходов. В связи с этим рекомендуется придерживаться сведений, изложенных на данной лекции и на их основе отбирать информацию из литературных источников. Тема имеет большое практическое значение, поскольку ее знание необходимо при составлении технологических схем химико-технологических процессов и проведения материальных и тепловых расчетов по ним. Знание данной темы позволит обеспечить энерго- и ресурсосбережение при проведении химико-технологических процессов.

**Краткие выводы по итогам изучения темы:** Студенту следует знать промышленные реагенты, которые можно регенерировать и схемы их регенерации, знать основные способы рециклинга теплоты технологических процессов.

**Контрольные вопросы для самопроверки знаний студента:**

1. Назовите основные промышленные реагенты. Какие из них можно регенерировать?
2. Назовите способы регенерации реагентов.
3. Опишите процесс регенерации жидких реагентов.
4. Опишите процесс регенерации твердых реагентов.
5. Какие способы рециклинга теплоты технологических процессов Вы знаете?
6. Опишите схемы рекуперации и регенерации теплоты.

**Лекция 6. Рециклинг сточных вод**

**Основные вопросы темы:** Оборотные системы водоснабжения. Физическая сущность анаэробной утилизации. Сооружения анаэробной утилизации.

**Цель и задачи изучения темы:** изучить основные принципы и способы организации оборотных систем водоснабжения; изучить закономерности и способ проведения анаэробного сбраживания отходов.

**Требования к уровню подготовленности студента:** основные знания курсов процессы и аппараты химической технологии и экология; общие закономерности физики и химии.

**Характеристика основного понятийно–терминологического аппарата:** Основные понятия данной темы: градирня, чиллер, анаэробная обработка, метановое брожение, метантенк. К важным понятиям данной темы относятся продувка, хладагент, метаногены и биогаз. Сведения по данной теме необходимы для понимания целей и задач, а также общих принципов организации систем оборотного водоснабжения, применяемых в большинстве химико-технологических процессов для охлаждения или поддержания температурного режима и позволяющих экономить расход воды. Кроме того, в данной лекции изучаются вопросы анаэробной утилизации отходов с получением биогаза, которые актуальны в настоящее время. Эти сведения широко освещены в литературных источниках, хотя принципы организации систем оборотного водоснабжения не рассматриваются отдельным разделом. Для самостоятельного изучения рекомендуются:

1. Пикалов Е.С. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. Физико-химические методы очистки промышленных выбросов в атмосферу и гидросферу: учеб. пособие – Владимир: изд-во ВлГУ, 2016. – 87 с. (наличие в библиотеке ВлГУ);

2. Бобович Б.Б. Управление отходами: учеб. пособие / Б.Б. Бобович. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 88 с (доступ по интернет-ссылке <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=411496>).

3. Шубов Л.Я., Ставровский М.Е., Олейник А.В. Технология отходов: учебник - М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2011. - 352 с (доступ по интернет-ссылке <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=231907>);

4. Винокуров В.Д. и др. Утилизация отходов производства: учеб. пособие; под ред. В.Д. Винокурова. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. - 60 с (доступ по интернет-ссылке <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703831397.html>);

5. Пугачев Е.А. Процессы и аппараты обработки осадков сточных вод: монография. - М.: Издательство АСВ, 2015. - 208 с (доступ по интернет-ссылке <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930937923.html>).

**Обзор по рекомендуемой литературе:** Особое внимание при изучении литературы по тематике данной лекции стоит обратить на классификацию и схему работы градирен и чиллеров, основные закономерности анаэробной обработки отходов, конструкцию и принцип дей-

ствия метантенка. Разные авторы не противоречат, а лишь дополняют друг друга. Однако организация оборотных систем водоснабжения не рассматривается как отдельный раздел в системе рециклинга. Также сложно найти подробные и единые схемы градирен и чиллеров. Однако изучение литературных источников станет хорошим дополнением к материалу, изложенному на лекциях. Тема имеет большое практическое значение, поскольку ее знание необходимо при составлении технологических схем химико-технологических процессов и проведения материальных и тепловых расчетов по ним. Знание данной темы позволит обеспечить энерго- и ресурсосбережение при проведении химико-технологических процессов. Кроме того, получение биогаза при метановом брожении является одним из самых распространенных и актуальных путей утилизации шламов и осадков сточных вод, а потому его изучение несомненно будет полезно.

**Краткие выводы по итогам изучения темы:** Студенту следует знать схемы оборотного водоснабжения и применимость различных холодильного оборудования в них; знать область применения, основные закономерности, условия проведения и применяемое оборудование для анаэробной обработки отходов.

**Контрольные вопросы для самопроверки знаний студента:**

1. Что называют градирней? Как классифицируются градирни?
2. Опишите конструкцию и принцип действия башенной градирни.
3. Опишите конструкцию и принцип действия вентиляторной градирни.
4. Опишите конструкцию и принцип действия чиллера.
5. В чем заключается анаэробная обработка отходов?
6. Опишите конструкцию и принцип действия метантенка.

## **Лекция 7. Обработка осадков сточных вод**

**Основные вопросы темы:** Кондиционирование и уплотнение. Механическое обезвоживание. Вакуум-фильтры. Фильтр-прессы.

**Цель и задачи изучения темы:** изучить последовательность и назначение стадий обработки осадков сточных вод; изучить конструкцию и принцип действия оборудования для механического обезвоживания осадков сточных вод.

**Требования к уровню подготовленности студента:** основные знания курсов процессы и аппараты химической технологии; общие закономерности физики и химии.

**Характеристика основного понятийно–терминологического аппарата:** Основные понятия данной темы: кондиционирование, уплотнение и механическое обезвоживание. К важным понятиям данной темы относятся коагуляция, флокуляция, флотация, а также кон-



струкция и принцип действия барабанного вакуум-фильтра и фильтр прессы ФПАКМ. Эти сведения необходимы для обработки осадков сточных вод для их рециклинга или для дальнейшей переработки методами, предназначенными для твердых отходов. Сведения широко освещены в литературных источниках. Для самостоятельного изучения рекомендуются:

1. Пугачев Е.А. Процессы и аппараты обработки осадков сточных вод: монография. - М.: Издательство АСВ, 2015. - 208 с (доступ по интернет-ссылке <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930937923.html>);

2. Винокуров В.Д. и др. Утилизация отходов производства: учеб. пособие; под ред. В.Д. Винокурова. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. - 60 с (доступ по интернет-ссылке <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703831397.html>);

3. Бобович Б.Б. Управление отходами: учеб. пособие / Б.Б. Бобович. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 88 с (доступ по интернет-ссылке <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=411496>);

4. Шубов Л.Я., Ставровский М.Е., Олейник А.В. Технология отходов: учебник - М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2011. - 352 с (доступ по интернет-ссылке <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=231907>).

**Обзор по рекомендуемой литературе:** Особое внимание при изучении литературы по тематике данной лекции стоит обратить на способы реализации стадий обработки осадков сточных вод и применяемое оборудование (сооружения). Сведения из различных источников позволят студенту получить полную картину современного состояния вопроса обработки осадков сточных вод. Разные авторы не противоречат друг другу, но уделяют внимание совершенно разным вопросам данной лекции, нередко вовсе не освещая другие вопросы. Тема имеет практическое значение, поскольку ее знание необходимо при составлении технологических схем переработки и рециклинга отходов.

**Краткие выводы по итогам изучения темы:** Студенту следует знать основные способы, методы и оборудование для обработки осадков сточных вод перед рекуперацией или перед дальнейшей обработкой для утилизации.

**Контрольные вопросы для самопроверки знаний студента:**

1. Для каких целей и какими методами проводят стабилизацию осадков?
2. В чем заключается и для чего проводится кондиционирование осадков?
3. Какие методы применяют для уплотнения осадков?
4. Какие методы применяют для обезвоживания осадков? В чем они заключаются?
5. Опишите конструкцию и принцип действия барабанного вакуум-фильтра.
6. Опишите конструкцию и принцип действия фильтр-пресса ФПАКМ.

### Раздел 3. Переработка твердых отходов

#### Лекция 8. Механическая обработка твердых отходов

**Основные вопросы темы:** Дробление и измельчение. Грохочение и классификация. Обогащение. Компактирование.

**Цель и задачи изучения темы:** изучить основные стадии переработки твердых отходов во вторичные ресурсы; изучить применяемое на этих стадиях оборудование.

**Требования к уровню подготовленности студента:** основные знания курсов процессы и аппараты химической технологии; общие закономерности физики и химии.

**Характеристика основного понятийно–терминологического аппарата:** Основные понятия данной темы: дробление, измельчение, классификация, обогащение, сепарация и прессование. К важным понятиям данной темы относятся классификация и конструкция дробилок, грохочение, брикетирование, пакетирование и шликерное литье. Сведения по данной теме необходимы для разработки и расчета схем переработки твердых отходов, выбора путей их рециклинга и снижения их накопления в окружающей среде. Эти сведения широко освещены в литературных источниках. Для самостоятельного изучения рекомендуются:

1. Назаров В.И. и др. Переработка и утилизация дисперсных материалов и твер. отходов: Учеб. пособие - М.: Альфа-М: НИЦ ИНФРА-М, 2014 - 464с (доступ по интернет-ссылке <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=358007>);

2. Шубов Л.Я., Ставровский М.Е., Олейник А.В. Технология твердых бытовых отходов: учебник; НП "Уником Сервис". - М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2011. - 400 с (доступ по интернет-ссылке <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=229168>);

3. Винокуров В.Д. и др. Утилизация отходов производства: учеб. пособие; под ред. В.Д. Винокурова. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. - 60 с (доступ по интернет-ссылке <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703831397.html>);

4. Бобович Б.Б. Управление отходами: учеб. пособие / Б.Б. Бобович. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 88 с (доступ по интернет-ссылке <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=411496>);

5. Шубов Л.Я., Ставровский М.Е., Олейник А.В. Технология отходов: учебник - М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2011. - 352 с (доступ по интернет-ссылке <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=231907>).

**Обзор по рекомендуемой литературе:** Особое внимание при изучении литературы по тематике данной лекции стоит обратить на применимость тех или иных методов при проведении процессов переработке разного рода твердых отходов (например, для твердых отходов применяется дробление, а для древесных и металлоотходов – рубка). Также следует обратить

внимание на методы и оборудование, применяемое для реализации процессов переработки твердых отходов, изложенные различными авторами. Авторы не противоречат друг другу, но дополняют друг друга при изложении вопросов по тематике данной лекции. Тема имеет практическое значение, поскольку ее знание необходимо при составлении технологических схем переработки и рециклинга отходов.

**Краткие выводы по итогам изучения темы:** Студенту следует знать основные процессы, методы, оборудование и технологию переработки твердых отходов во вторичные ресурсы; знать основные закономерности процессов переработки твердых отходов.

**Контрольные вопросы для самопроверки знаний студента:**

1. В чем отличие дробления от измельчения? Для каких целей они проводятся?
2. Перечислите основные виды дробилок и назовите их особенности.
3. Для каких целей проводят классификацию отходов? На чем она основана?
4. Перечислите основные методы обогащения отходов и дайте им краткую характеристику.
5. Для каких целей проводят компактирование отходов? Какими методами оно проводится?
6. Какие методы прессования отходов Вы знаете? Дайте им краткую характеристику.

## **Лекция 9. Термохимическая обработка твердых отходов**

**Основные вопросы темы:** Сжигание отходов. Пиролиз и газификация.

**Цель и задачи изучения темы:** изучить общие принципы и области применения термохимической обработки; изучить конструкции печей и установок для термохимической обработки.

**Требования к уровню подготовленности студента:** основные знания курсов процессы и аппараты химической технологии, общая химическая технология; общие закономерности физики и химии.

**Характеристика основного понятийно–терминологического аппарата:** Основные понятия данной темы: сжигание отходов, печь, топка, слоевые топки, вращающиеся барабанные печи, пиролиз, газификация. К важным понятиям данной темы относятся печи с кипящим слоем, шлак, дымовые газы, зола, кокс, а также виды пиролиза. Сведения по данной теме необходимы для понимания сути термохимических методов обработки твердых отходов, разработки технологических схем и расчетов процессов с применением этих методов и будут полезны для углубленного изучения термохимических методов. Эти сведения достаточно широко освещены в литературных источниках, так как метод сжигания по-прежнему остается

одним из самых распространенных методов переработки твердых бытовых и некоторых видов промышленных отходов. Для самостоятельного изучения рекомендуются:

1. Назаров В.И. и др. Переработка и утилизация дисперсных материалов и твер. отходов: Учеб. пособие - М.: Альфа-М: НИЦ ИНФРА-М, 2014 - 464с (доступ по интернет-ссылке <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=358007>);

2. Шубов Л.Я., Ставровский М.Е., Олейник А.В. Технология твердых бытовых отходов: учебник; НП "Уником Сервис". - М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2011. - 400 с (доступ по интернет-ссылке <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=229168>);

3. Винокуров В.Д. и др. Утилизация отходов производства: учеб. пособие; под ред. В.Д. Винокурова. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. - 60 с (доступ по интернет-ссылке <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703831397.html>);

4. Бобович Б.Б. Управление отходами: учеб. пособие / Б.Б. Бобович. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 88 с (доступ по интернет-ссылке <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=411496>);

5. Шубов Л.Я., Ставровский М.Е., Олейник А.В. Технология отходов: учебник - М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2011. - 352 с (доступ по интернет-ссылке <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=231907>).

**Обзор по рекомендуемой литературе:** Особое внимание при изучении литературы по тематике данной лекции стоит обратить на схемы мусоросжигающих установок и их описание, а также на виды и особенности пиролиза и газификации. Кроме того, стоит внимательно изучить пути применения или обезвреживания продуктов термохимической обработки. Разные авторы не противоречат друг другу, однако схемы мусоросжигающих заводов довольно сложны, а описание топок и печей, особенно для пиролиза и газификации недостаточно подробно и удобны для восприятия. Поэтому рекомендуется использовать литературные источники только как дополнение к изложенному на лекции материалу. В виду большой распространенности термохимических методов тема имеет практическое значение, так как будет основой для эксплуатации установок для сжигания, пиролиза или газификации, а также знание этой темы необходимо для проектирования и расчета этих процессов.

**Краткие выводы по итогам изучения темы:** Студенту следует знать области применения и оборудование для сжигания, пиролиза и газификации твердых отходов; понимать суть процессов термохимической обработки твердых отходов.

**Контрольные вопросы для самопроверки знаний студента:**

1. Изобразите схему и опишите процесс сжигания отходов в слоевой топке.
2. Изобразите схему и опишите процесс сжигания отходов во вращающейся барабанной печи.

3. Изобразите схему и опишите процесс сжигания отходов в печи с кипящим слоем.
4. В чем суть и особенности процессов пиролиза и газификации твердых отходов.
5. В чем принципиальные отличия низко- и высокотемпературного пиролизом?
6. Изобразите схему и опишите процесс пиролиза твердых отходов.