Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 05.08.2026 15:19:57
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

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

Факультет химической технологии и биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ
Декан
_____ / А.С. Соколов /
«26» февраля 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Машины и аппараты химических производств»

Направление подготовки
15.04.02 Технологические машины и оборудование

Профиль
Промышленный инжиниринг

Квалификация
Магистр

Формы обучения
Очная

Москва, 2026 г.

Разработчик(и):

доцент каф. «Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств имени профессора М. Б. Генералова»,
к.т.н., доцент /А.С.Жихарев/

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств имени профессора М.Б.Генералова»,

к.т.н. /А.С.Кирсанов/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 4
3. Структура и содержание дисциплины 5
3.1 Виды учебной работы и трудоемкость 5
3.2 Тематический план изучения дисциплины 5
3.3 Содержание дисциплины 6
3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 6
3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ) 6
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 6
4.1 Основная литература 6
4.2 Дополнительная литература 7
4.3 Электронные образовательные ресурсы 7
4.4 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 7
4.5 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 7
5. Материально-техническое обеспечение 7
6. Методические рекомендации 7
6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 7
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 9
7. Фонд оценочных средств 10
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения 10
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения 10
7.3 Оценочные средства 10

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Основные тенденции и перспективы развития промышленности заключаются в создании новейших материалов и высокоэффективного специализированного оборудования, основанного на реализации новейших достижений науки и техники, в частности в области нанотехнологий, оптимальной надежности, высокой степени автоматизации и механизации производств нанотехнологий.

Основная цель освоения дисциплины «Машины и аппараты химических производств» — дать магистрантам необходимые знания основных этапов и принципов технологического проектирования химических нефтехимических и биотехнологических производств; принципов создания безотходных технологий, общих подходов к созданию безотходных производств, дать представление о технологических и организационных принципах и экономическом обосновании создания безотходных технологий. проблем энергосбережения в химической технологии, нефтехимии, биотехнологии: анализа и оценки воздействия проектируемых предприятий на окружающую среду; принципов расчета и конструирования основного и вспомогательного оборудования; научно-методическую базу для дальнейшего изучения прикладных направлений разработки технологических машин и оборудования. воздействия .

Основными задачами освоения дисциплины «Машины и аппараты химических производств» является расширение и систематизация знаний в области проектирования химических, нефтехимических и биотехнологических предприятий, технологических процессов и оборудования с рассмотрением вопросов применения перспективных технологий энергосбережения, создания безотходных технологий, защиты окружающей среды и методов проведения экологического прогнозирования, методов расчета оборудования, применяемого для защиты биосферы от промышленных выбросов.

Обучение по дисциплине «Машины и аппараты химических производств» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1. Способен разрабатывать и адаптировать конструкции машиностроительных изделий с учетом требований к технологичности, ресурсной оптимизации под условия автоматизированного и роботизированного производства	ИПК1.1 Применяет современные методы инженерного анализа для оптимизации конструкций ИПК1.2 Разрабатывает конструкции машиностроительных изделий, отвечающих требованиям технологичности и ресурсосбережению ИПК- 1.3 Использует специализированное программное обеспечение для проектирования и моделирования изделий и технологических процессов ИПК1.4 Анализирует конструкции изделий с целью достижение целевых характеристик, показателей качества, минимизации затрат и повышения функциональной эффективности

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Машины и аппараты химических производств» относится к числу

учебных дисциплин элективной части образовательной программы магистра. «Машины и аппараты химических производств» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ОП:

- Промышленный инжиниринг и реинжиниринг.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы (36 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1. Очная форма обучения

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

3.2 Тематический план изучения дисциплины

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	
1.1	Уравнения баланса потоков технологического процесса	9	4	5			
1.2	Термодинамический анализ химико-технологических производств и химико-технологических систем	9	4	5			
1.3	Основы проектирования оборудования	9	4	5			
1.4	Оборудование очистки газов и сточных вод.	9	6	3			
	Итого	**36**	**18**	**18**			

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Уравнения баланса потоков технологического процесса.
Уравнение балансов потоков масс. Системы уравнений материальных балансов по: общим массовым расходам физических потоков; общим массовым расходам химических компонентов; общим массовым расходам химических элементов. Теоретический и практический материальный баланс.
Тема 2. Термодинамический анализ химико-технологических производств и химико-технологических систем.
Термодинамические расчеты при проектировании технологического процесса, термодинамический выбор оптимальных условий проведения процесса.
Энтальпийный метод анализа химико-технологических производств. Назначение анализа. Обобщенная информационная структура энергетического баланса. Методы расчета и формыпредставления энергетического баланса.
Тема 3. Основы проектирования оборудования.
Основы проектирования оборудования. Машины и аппараты химических производств.
Тема 4. Оборудование очистки газов и сточных вод.
Оборудование очистки отходящих газов на химических и нефтехимиических предприятиях. Оборудование очистки сточныхвод на химических и нефтехимических предприятиях.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Семинарское занятие 1. «Расчёт баланса потоков масс»

Семинарское занятие 2. «Учёт термодинамики при проектировании аппаратов химических производств»

Семинарское занятие 3. «Виды машин и аппаратов химических производств»

Семинарское занятие 4. «Оборудование очистки»

3.4.2. Лабораторные занятия

Не предусмотрены

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрены

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Основная литература

1. Защита окружающей среды : учебник для вузов / А. Л. Шкаровский. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 84 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19740-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/589782
2. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры [Текст] : справочник / А. А. Лащинский, А. Р. Толчинский. — Изд. 4-е, стер. — Москва : Альянс, 2011. — 752 с. : ил., табл. : 27 см.; ISBN 978-5-91872-013-4 (в пер.). https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_005424026/

4.2 Дополнительная литература

1. Теоретические основы процессов защиты среды обитания : учебное пособие / Е. В. Сотникова, В. П. Дмитренко, В. С. Сотников. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 576 с. — ISBN 978-5-8114-1624-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/211763

4.3 Электронные образовательные ресурсы

Электронный образовательный ресурс (ЭОР) не разработан

4.4 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Microsoft Office. Word.

4.5 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Не предусмотрено

5. Материально-техническое обеспечение

Проведение лекций осуществляется в общеуниверситетских аудиториях, где по возможности можно предусмотреть демонстрацию фильмов, слайдовили использовать раздаточные материалы. Лекции с применением мультимедийных средств проводятся в аудитории 4410 или 4408. Практические и семинарские занятия проводятся в лабораториях, в аудиториях 4408 или 4407 с демонстрацией работы лабораторных и научно-исследовательских установок.

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.

Основу учебных занятий по дисциплине составляют лекции. В процессе обучения студентов используются различные виды учебных занятий (аудиторных и внеаудиторных): лекции, семинарские занятия, консультации и т.д. На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения, раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям по курсу «Научные основы

профессиональной деятельности» необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия, определить средства материально-технического обеспечения лекционного занятия и порядок их использования в ходе чтения лекции. Уточнить план проведения практического занятия по теме лекции.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или

иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категорийный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

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, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. 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, а также справочную литературу.

Изучение дисциплины завершается зачетом.

Преподаватель, принимающий экзамен, лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа является одним из видов получения образования обучающимися и направлена на:

- изучение теоретического материала, подготовку к лекционным и семинарским (практическим) занятиям
- выполнение контрольных заданий
- подготовка к тестированию
- написание и защита реферата по предложенной теме.

Самостоятельная работа студентов представляет собой важнейшее звено учебного процесса, без правильной организации которого обучающийся не может быть высококвалифицированным выпускником.

Студент должен помнить, что проводить самостоятельные занятия следует регулярно. Очень важно приложить максимум усилий, воли, чтобы заставить себя работать с полной нагрузкой с первого дня.

Не следует откладывать работу также из-за нерабочего настроения или отсутствия вдохновения. Понимание необходимости выполнения работы, знание цели, осмысление перспективы благоприятно влияют на настроение.

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.

Для плодотворной работы немаловажное значение имеет обстановка, организация рабочего места. Нужно добиться, чтобы место работы по возможности было постоянным. Работа на привычном месте делает ее более плодотворной. Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать перерыв на 10-15 минут. Выходные дни лучше посвятить активному отдыху, занятиям спортом, прогулками на свежем воздухе и т.д. Даже переключение с одного вида умственной работы на другой может служить активным отдыхом.

Студент должен помнить, что в процессе обучения важнейшую роль играет самостоятельная работа с книгой. Научиться работать с книгой – важнейшая задача студента. Без этого навыка будет чрезвычайно трудно изучать программный материал, и много времени будет потрачено нерационально. Работа с книгой складывается из умения подобрать необходимые книги, разобраться в них, законспектировать, выбрать главное, усвоить и применить на практике.

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 «Машины и аппараты химических производств»

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Реферат	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

7.2.1 Шкала оценивания реферата

Шкала оценивания	Описание
Неудовлетворительно	Не выполнил реферат в полном объеме, не знает значительной части программного материала, допускает серьёзные ошибки.
Удовлетворительно	Выполнил реферат в полном объеме, но освоил только основной материал программы, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки.
Хорошо	Выполнил реферат в полном объеме, твёрдо знает программный материал, грамотно и по существу его излагает, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос.
Отлично	Выполнил реферат в полном объеме, глубоко и прочно освоил весь материал программы обучения, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при изменении задания.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

7.3.1.1 Темы докладов по дисциплине «Машины и аппараты химических производств

1. Обезвреживание твердых бытовых отходов.
2. Принципы создания безотходных технологий.
3. Общие подходы к созданию безотходных производств.
4. Методологические, химические, технологические и

организационные принципы. Экономическое обоснование безотходных технологий .

4. Проблемы энергои ресурсосбережения в химической технологии,нефтехимии, биотехнологии: показатели ресурсосбережения промышленных химических производств

Пути энергои ресурсосбережения на различных уровнях; роль термодинамического подхода в решении задач энергои ресурсосбережения в химическом производстве.

5. Уравнение балансов потоков масс. Теоретический и практический материальный баланс.

6. Термодинамические расчеты при проектировании технологического процесса, термодинамический выбор оптимальных условий проведения процесса.

7. Энтальпийный метод анализа химико-технологических производств. Назначение анализа. Обобщенная энтальпийный баланс как частный случай энергетического баланса.

8. Использование вторичных энергоресурсов в химических производств. Использования горючих, высокопотенциальных и низкопотенциальных вторичных энергоресурсов в химических производствах.

9. Разработка прогноза загрязнения воздуха.

10. Прогнозирование состояния поверхностных и подземных вод.

12.Технологический процесс как основа промышленного проектирования.

13.Трубопроводный транспорт в системах канализирования промышленных отходов.

14. Оборудование механической очистки сточных вод-усреднители, решетки, барабанные сетки, микрофильтры.

15. Гидравлический расчет канализационных трубопроводов.

16.Оборудование для осаждения примесей из сточных вод-песколовки, отстойники. Конструкции и расчет.

18. Фильтрационные установки для очистки сточных вод. Конструкции и расчет.

19. Основы инженерного расчета параметров гидрои-пневмотранспорта.

20.Оборудование для нейтрализации сточных вод, фильтры-нейтрализаторы.

21. Транспортирующие агрегаты трубопроводного транспорта промышленных отходов.

22. Применение гидроциклонов для очистки сточных вод. Конструкции и расчет.

23. Оборудование для коагуляции загрязнений сточных вод.

24.Аппараты для очистки газов от пыли-осадительные камеры

25.Флотационные установки для очистки сточных вод.

26. Аппараты для очистки газов от пыли-полые скрубберы, мокрые

пылеуловители с подвижной насадкой.

27. Экстракционное оборудование для очистки сточных вод. Конструкции ,основы расчета.

28. Аппараты для очистки газов от пыли тарельчатые пылеуловители,

29.Аппараты для адсорбционной очистки сточных вод. Конструкции и расчет.

30.Пористые фильтры для очистки газов от пыли. Электрофильтры.31.Аппараты для мембранных процессов очистки сточных вод.

32.Абсорбционные методы для очистки отходящих газов. Основы расчета.33.Оборудование для электрохимической очистки сточных вод-электролизеры, электро-флотационные установки, электрокоагуляторы.

34. Расчет насадочных, тарельчатых абсорберов для очистки отходящих газов.

35. Оборудование для термического обезвреживания газообразных отходов.

36. Расчет распылительных абсорберов для очистки отходящих газов.

37. Установки для обезвреживания жидких отходов концентрированием растворов. Кристаллизация.

38. Адсорбционные методы очистки отходящих газов. Виды адсорберов.

39.Установки для обезвреживания жидких отходов концентрированием растворов. Сушка.

40. Расчет адсорберов. Регенерация адсорбентов.

41. Оборудование для сжигания жидких отходов.

42. Применение каталитических методов для очистки отходящих газов.

43 Флотационные установки для очистки сточных вод.

7.3.1.2 Темы лабораторных работ по дисциплине «Машины и аппараты химических производств

Не предусмотрено

7.3.2. Промежуточная аттестация

7.3.2.1. Вопросы к зачету по дисциплине «Машины и аппараты химических производств»

1. Основные понятия и определения: ресурсосбережение, энергосбережение, безотходное химическое производство и малоотходное химическое производство, ресурсосберегающее химическое производство.
2. Принципы создания безотходных технологий.
3. Общие подходы к созданию безотходных производств. Методологические, химические, технологические и

организационныепринципы. Экономическое обоснование безотходных технологий 4.Проблемы энергои ресурсосбережения в химической технологии, нефтехимии, биотехнологии:

показатели ресурсосбережения промышленных химических производств

5. Пути энергои ресурсосбережения на различных уровнях; роль термодинамического подхода в решении задач энергои ресурсосбережения в химическом производстве.
6. Уравнение балансов потоков масс. Теоретический и практический материальный баланс.
7. Термодинамические расчеты при проектировании технологического процесса, термодинамический выбор оптимальных условий проведения процесса.
8. Энтальпийный метод анализа химико-технологических производств. Назначение анализа. Обобщенная энтальпийный баланс как частный случай энергетического баланса.
9. Использование вторичных энергоресурсов в химических производств. Использования горючих, высокопотенциальных и низкопотенциальных вторичных энергоресурсов в химических производствах.
10. Разработка прогноза загрязнения воздуха.
11. Прогнозирование состояния поверхностных и подземных вод.
12. Технологический процесс как основа промышленного проектирования.
13. Трубопроводный транспорт в системах канализирования промышленных отходов.
14. Оборудование механической очистки сточных вод-усреднители, решетки, барабанные сетки, микрофильтры.
15. Гидравлический расчет канализационных трубопроводов.
16. Оборудование для осаждения примесей из сточных водпесколовки, отстойники. Конструкции и расчет.
18. Фильтрационные установки для очистки сточных вод. Конструкции и расчет.
19. Основы инженерного расчета параметров гидрои пневмотранспорта.
20. Оборудование для нейтрализации сточных вод, фильтрынейтрализаторы.
21. Транспортирующие агрегаты трубопроводного транспорта промышленных отходов.
22. Применение гидроциклонов для очистки сточных вод. Конструкции и расчет.
23. Оборудование для коагуляции загрязнений сточных вод.
24. Аппараты для очистки газов от пылеосадительные камеры
25. Флотационные установки для очистки сточных вод.
26. Аппараты для очистки газов от пыли-полые скрубберы, мокрые пылеуловители с подвижной насадкой.

27. Экстракционное оборудование для очистки сточных вод. Конструкции, основы расчета.

28. Аппараты для очистки газов от пылитарельчатые пылеуловители,

29.Аппараты для адсорбционной очистки сточных вод. Конструкции и расчет.

30.Пористые фильтры для очистки газов от пыли. Электрофильтры.31.Аппараты для мембранных процессов очистки сточных вод.

32.Абсорбционные методы для очистки отходящих газов. Основы расчета.33.Оборудование для электрохимической очистки сточных вод-электролизеры, электрофлотационные установки, электрокоагуляторы.

34. Расчет насадочных, тарельчатых абсорберов для очистки отходящих газов.

35. Оборудование для термического обезвреживания газообразных отходов.

36. Расчет распылительных абсорберов для очистки отходящих газов.

37. Установки для обезвреживания жидких отходов концентрированием растворов. Кристаллизация.

38. Адсорбционные методы очистки отходящих газов. Виды адсорберов.

39.Установки для обезвреживания жидких отходов концентрированием растворов. Сушка.

40. Расчет адсорберов. Регенерация адсорбентов.

41. Оборудование для сжигания жидких отходов.

42. Применение каталитических методов для очистки отходящих газов.

43. Флотационные установки для очистки сточных вод.

44. Обезвреживание твердых бытовых отходов.