

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

**СОГЛАСОВАНО**

Директор ИнБиоХим  
Ю.С. Лазуткина

## **Рабочая программа дисциплины**

**Код и наименование дисциплины: Б1.В.8 «Технологии очистки газовых выбросов»**

**Код и наименование направления подготовки (специальности): 18.03.02  
Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,  
нефтехимии и биотехнологии**

**Направленность (профиль, специализация): Инженерная экология**

**Статус дисциплины: часть, формируемая участниками образовательных  
отношений**

**Форма обучения: очная**

| <b>Статус</b> | <b>Должность</b>                                   | <b>И.О. Фамилия</b> |
|---------------|--|---------------------|
| Разработал    | доцент   | Л.А. Кормина        |
| Согласовал    | Зав. кафедрой «ХТиИЭ»                              | В.А. Сомин          |
|               | руководитель направленности<br>(профиля) программы | Ю.С. Лазуткина      |

г. Барнаул

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

| Компетенция | Содержание компетенции  | Индикатор | Содержание индикатора   |
|-------------|---|-----------|---|
| ПК-1        | Способен участвовать в совершенствовании технологических процессов и технических средств с позиций энерго- и ресурсосбережения                            | ПК-1.2    | Проводит конструкторскую проработку технических средств, направленных на создание энерго- и ресурсосберегающих технологий                             |
| ПК-2        | Способен проводить эколого-экономический анализ действующих производств, а также создаваемых новых технологий   | ПК-2.2    | Проводит расчеты для обоснования проектов расширения и реконструкции действующих производств, а также планируемых объектов хозяйственной деятельности |
| ПК-5        | Способен к разработке проектных решений по инженерной защите компонентов окружающей среды в соответствии с требованиями природоохранного законодательства | ПК-5.1    | Определяет и анализирует основные направления повышения экологической безопасности предприятия с учетом специфики производства                        |

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

|   |  |
|---|--|
| Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.                 | Промышленная экология, Процессы и аппараты химической технологии   |
| Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения. | Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы, Курсовое проектирование по спецтехнологии, Основы проектирования технологических процессов, Преддипломная практика |

**3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося**

**Общий объем дисциплины в з.е. /час: 11 / 396**

| Форма обучения | Виды занятий, их трудоемкость (час.) |                     |                      |                        | Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час) |
|----------------|--------------------------------------|---------------------|----------------------|------------------------|---|
|                | Лекции                               | Лабораторные работы | Практические занятия | Самостоятельная работа |   |
| очная          | 64                                   | 32                  | 48                   | 252                    | 171   |

**4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**Форма обучения: очная**

**Семестр: 6**

**Объем дисциплины в семестре з.е. /час: 6 / 216**

**Форма промежуточной аттестации: Экзамен**

| Виды занятий, их трудоемкость (час.) |                     |                      |                        | Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час) |
|--------------------------------------|---------------------|----------------------|------------------------|---|
| Лекции                               | Лабораторные работы | Практические занятия | Самостоятельная работа |   |
| 32                                   | 32                  | 16                   | 136                    | 95  |

**Лекционные занятия (32ч.)**

**1. Источники образования газообразных загрязнителей. {беседа} (6ч.)[8,12] Состав, свойства и характеристики загрязнителей.**

Источники выбросов загрязняющих веществ, классификация. Рассеивание выбросов в атмосфере. Основные направления повышения экологической безопасности предприятий путем снижения выбросов в атмосфере. Технологические решения, архитектурно-планировочные мероприятия. Организация санитарно-защитной зоны. Нормирование выбросов загрязняющих веществ.

**2. Основные задачи и стадии технологии очистки газов. {беседа} (2ч.)[8,9] Стадии технологии газоочистки. Отбор газов от источников выбросов. Охлаждение пылегазовых потоков.**

**3. Очистка газов от аэрозолей. {беседа} (4ч.)[8,12] Свойства аэрозолей. Основные механизмы осаждения аэрозолей.**

**4. Методы улавливания аэрозолей. {беседа} (6ч.)[8,12] Классификация пылеуловителей. Осаждение в гравитационном, инерционном и центробежном полях. Фильтрация аэрозолей. Осаждение в электрическом поле. "Мокрая" очистка газов. Основы расчета пылесадительного оборудования.**

**5. Основы процессов очистки выбросов от газообразных загрязнителей. {беседа} (10ч.)[8,9] Абсорбционные методы. Физико-химические закономерности. Аппаратурное оформление.**

Адсорбционная очистка газов. Виды адсорбции. Равновесие, кинетика и динамика адсорбции. Способы осуществления процессов.

Каталитическая очистка газов. Методы осуществления каталитических процессов.

Термическое дожигание газовых выбросов. Системы термического обезвреживания.

Химические методы очистки.

Биохимические методы газоочистки.

Конденсационные методы газоочистки.

6. Очистка газов от диоксида углерода (ДУ). {беседа} (2ч.)[8,11,12] Источники выделение ДУ в промышленности. Методы физической абсорбции ДУ. Механизм этаноламиновой очистки, выбор рабочего раствора, варианты технологических схем, регенерация моноэтаноламина. Адсорбционная очистка газов от ДУ.

7. Очистка газов от оксида углерода (ОУ). {беседа} (2ч.)[8,11,12] Каталитическая очистка газов от ОУ.  
Адсорбционная очистка газов от ОУ

#### Практические занятия (16ч.)

1. Расчеты выделений загрязняющих веществ {творческое задание} (2ч.)[4,16] Расчеты выделений загрязняющих веществ, образующихся в различных производственных процессах. Виды производственного оборудования, обеспечивающего энерго- и ресурсосбережение на предприятии.

2. Расчет рассеивания загрязняющих веществ {творческое задание} (4ч.)[7,15] Расчет рассеивания загрязняющих веществ по МРР-2018

3. Определение СЗЗ {разработка проекта} (4ч.)[14] Расчет размеров санитарно-защитной зоны предприятия, обеспечивающих повышение экологической безопасности предприятия.

4. Подбор и расчет центробежных пылеуловителей {творческое задание} (2ч.)[8,9] Расчет центробежных пылеуловителей на примере циклона НИИОГаз

5. Расчет гравитационных пылеуловителей {творческое задание} (2ч.)[8,9] Определение эффективности гравитационных пылеуловителей на примере пылеосадительной камеры.

6. Энергетический метод расчета "мокрых" пылеуловителей {творческое задание} (2ч.)[8,9] Расчет "мокрого" пылеуловителя на примере скруббера Вентури

#### Лабораторные работы (32ч.)

1. Испытание промышленных пылеуловителей на примере циклона ЦН-15(4ч.)[6] Испытание промышленных пылеуловителей на примере циклона ЦН-15. Конструкторская проработка циклона, направленная на создание энерго- и ресурсосберегающих технологий.

2. Изучение свойств промышленных сорбентов(4ч.)[5] Изучение свойств промышленных сорбентов: пористости кажущейся, истинной и насыпной, прочности

3. Каталитическая очистка газов(4ч.)[1] Каталитическая очистка газов от сероводорода

4. Экспрессный анализ газовых смесей(4ч.)[2] Изучение работы газоанализаторов УГ-2, ГХ-4

5. Расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферу по действующим методикам для различных отраслей промышленности(4ч.)[4,16] Расчет

выделений загрязняющих веществ от котельных установок, сварочных производств, металлообрабатывающих участков и др.

6. Расчет концентраций загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы на ЭВМ(4ч.)[4,15] Расчет концентраций загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы на ЭВМ с целью оценки воздействия источников выбросов на воздушный бассейн с использованием ПК «Атмосфера» и «ЭРА»

7. Разработка проекта нормативов ПДВ(4ч.)[4,16] Разработка нормативов предельно-допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосфере с использованием ПК "Атмосфера" и "ЭРА".

8. Изучение работы мокрых пылеуловителей(4ч.)[3] Изучение работы мокрых пылеуловителей на примере скруббера

#### Самостоятельная работа (136ч.)

1. Подготовка к коллоквиуму(20ч.)[8]
2. Подготовка к защите лабораторных работ(40ч.)[1,2,4,5,6]
3. Проработка теоретического материала(40ч.)[8,11]
4. Подготовка к экзамену(36ч.)[8,9,11,12]

#### Семестр: 7

Объем дисциплины в семестре з.е. /час: 5 / 180

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

| Виды занятий, их трудоемкость (час.) |                     |                      |                        | Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час) |
|--------------------------------------|---------------------|----------------------|------------------------|---|
| Лекции                               | Лабораторные работы | Практические занятия | Самостоятельная работа |   |
| 32                                   | 0                   | 32                   | 116                    | 76  |

#### Лекционные занятия (32ч.)

1. Очитска газов от сероводорода и сероорганических соединений {беседа} (6ч.)[8,11,12] Классификация отходящих газов, содержащих СВ и СОС. Классификация методов удаления СВ из газов. Методы физической абсорбции СВ. Жидкостные окислительные методы. Адсорбционные методы поглощения СВ. Каталитическая переработка СВ в элементную серу (метод Клауса). Каталитическое гидрирование СОС. Адсорбция СОС на активированном угле. Щелочная очистка газов от меркаптанов. Комбинированный метод очистки вентвыбросов производства химволокна от СВ и сероуглерода. Конструкционные особенности оборудования.

2. Очистка газов от оксидов азота (ОА) {беседа} (2ч.)[8,11] Очистка газов от оксидов азота (ОА).

Окислительные методы очистки газов от ОА.

Каталитическое восстановление ОА при производстве разбавленной азотной кислоты.

3. Очистка газов от ОА {беседа} (2ч.)[8,11,12] Термические методы разложения ОА. Поглощение ОА щелочными и селективными сорбентами. Абсорбционные

методы очистки газов с высокой концентрацией ОА. Адсорбционные методы очистки газов от ОА.

4. Очистка газов от диоксида серы (ДС) {беседа} (4ч.)[8,11] Масштабы выделения ДС в атмосферу по основным отраслям промышленности. Общая характеристика методов очистки газов от ДС. Аммиачные методы: аммиачный циклический, аммиачно-кислотный, аммиачный автоклавный, аммиачный известковый.

4. Очистка газов от ДС {беседа} (2ч.)[8,11] Известковые методы: процесс "Баттерси", "Жессо". Магnezитовые методы: циклический "кристалльный" и магнезитовый "бескристалльный".

5. Очистка газов от ДС {беседа} (6ч.)[8,11] Адсорбционные процессы очистки газов от ДС на активированном угле. Марганцевый метод. Окисление ДС в растворах. Окисление ДС на ванадиевом катализаторе. Восстановление ДС твердыми углеродсодержащими сорбентами. Восстановление ДС до элементной серы газообразными восстановителями. Восстановление ДС с получением сероуглерода

6. Образование загрязнений в различных отраслях промышленности и методы ограничения их выбросов. {беседа} (10ч.)[8,9] Основы образования твердых, жидких и газообразных загрязнителей. Производство тепловой, электрической энергии и пара. Черная и цветная металлургия. Рекуперация ЛОР в производстве РТИ и АТИ. Определение видов производственного оборудования, не отвечающего требованиям энерго- и ресурсосбережения.

### **Практические занятия (32ч.)**

1. Анализ источников загрязнения атмосферы {творческое задание} (4ч.)[7] Определение приоритетных веществ, загрязняющих приземный слой атмосферы

2. Определение категории предприятия. {творческое задание} (4ч.)[7] Определение категории предприятия по воздействию его выбросов на атмосферный воздух. Определение зоны влияния источника

3. Расчет нормативов ПДВ {разработка проекта} (4ч.)[7] Расчет нормативов предельно-допустимых выбросов загрязняющих веществ на основе расчета рассеивания для повышения экологической безопасности предприятия.

4. Определение размеров СЗЗ предприятия {дерево решений} (4ч.)[14,15,16] Расчет размеров санитарно-защитной зоны предприятия, обеспечивающих повышение экологической безопасности предприятия.

5. Расчет адсорбционных процессов газоочистки {дерево решений} (8ч.)[8] Расчет адсорбционных процессов газоочистки

Расчет изотермы адсорбции и определение времени защитного действия слоя. Материальный баланс процесса адсорбции

5. Расчет адсорбционных процессов очистки газов {дерево решений} (8ч.)[8] Расчет адсорбционных процессов очистки газов. Конструкторская

проработка абсорбера для создания энерго- и ресурсосберегающей технологии. Определение оптимального количества поглотителя, движущей силы процесса абсорбции, скорости и диаметра абсорбера. Расчет коэффициентов массопередачи, определение поверхности массопередачи и высоты абсорбера

#### Самостоятельная работа (116ч.)

1. Подготовка к практическим занятиям(26ч.)[7,16]
2. Проработка учебников и учебных пособий(26ч.)[8,9,11]
3. Подготовка к коллоквиуму(18ч.)[8,9,11]
4. Подготовка к экзамену(46ч.)[8,11,12]

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронной информационно-образовательной среде АлтГТУ:

1. Лазуткина Ю.С., Кормина Л.А. Каталитическая очистка газов [Электронный ресурс]: Методические указания.– Электрон. дан.– Барнаул: АлтГТУ, 2020.– Режим доступа: [http://elib.altstu.ru/eum/download/htie/Kormina\\_KatOchGas\\_lr\\_mu.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/htie/Kormina_KatOchGas_lr_mu.pdf), авторизованный

2. Лазуткина Ю.С., Кормина Л.А. Методы и средства контроля вредных веществ в газовых потоках [Электронный ресурс]: Методические указания.– Электрон. дан.– Барнаул: АлтГТУ, 2020.– Режим доступа: [http://elib.altstu.ru/eum/download/htie/Kormina\\_MSKVVG\\_P\\_lr\\_mu.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/htie/Kormina_MSKVVG_P_lr_mu.pdf), авторизованный

3. Лазуткина Ю.С., Кормина Л.А. Изучение работы мокрых пылеуловителей [Электронный ресурс]: Методические указания.– Электрон. дан.– Барнаул: АлтГТУ, 2020.– Режим доступа: [http://elib.altstu.ru/eum/download/htie/Kormina\\_MokrPyl\\_lr\\_mu.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/htie/Kormina_MokrPyl_lr_mu.pdf), авторизованный

4. Кормина Л.А., Лазуткина Ю.С. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Очистка газовых выбросов» для бакалавров направления 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии». Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. - Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2017 г. - 36 с. Режим доступа - [http://elib.altstu.ru/eum/download/htie/KormLaz\\_0chGazVibr\\_met.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/htie/KormLaz_0chGazVibr_met.pdf)

5. Лазуткина Ю.С., Кормина Л.А. Изучение свойств промышленных сорбентов [Электронный ресурс]: Методические указания.– Электрон. дан.– Барнаул: АлтГТУ, 2020.– Режим доступа:

[http://elib.altstu.ru/eum/download/htie/Kormina\\_Sorbents\\_lr\\_mu.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/htie/Kormina_Sorbents_lr_mu.pdf),  
авторизованный

6. Лазуткина Ю.С., Кормина Л.А. Испытание работы пылеулавливающих установок [Электронный ресурс]: Методические указания.– Электрон. дан.– Барнаул: АлтГТУ, 2020.– Режим доступа: [http://elib.altstu.ru/eum/download/htie/Kormina\\_IRPUCykl\\_lr\\_mu.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/htie/Kormina_IRPUCykl_lr_mu.pdf), авторизованный

7. Лазуткина Ю.С., Кормина Л.А. Расчет рассеивания выбросов загрязняющих веществ [Электронный ресурс]: Методические указания.– Электрон. дан.– Барнаул: АлтГТУ, 2020.– Режим доступа: [http://elib.altstu.ru/eum/download/htie/Kormina\\_RRVZV\\_pz\\_mu.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/htie/Kormina_RRVZV_pz_mu.pdf), авторизованный

## 6. Перечень учебной литературы

### 6.1. Основная литература

8. Кормина Л.А. Технологии очистки газовых выбросов: Учебное пособие/ Л.А. Кормина, Ю.С. Лазуткина, Барнаул.- 2019.-263с.  
[http://elib.altstu.ru/eum/download/htie/Kormina\\_Teh0chGazVyb\\_up.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/htie/Kormina_Teh0chGazVyb_up.pdf)

### 6.2. Дополнительная литература

9. Ветошкин, А. Г. Инженерная защита атмосферы от вредных выбросов : учебное пособие / А. Г. Ветошкин. – 2-е изд. – Москва : Инфра-Инженерия, 2019. – 316 с. – ISBN 978-5-9729-0248-4. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/86588.html> (дата обращения: 25.03.2023). – Режим доступа: для авторизир. пользователей

11. Кормина Л.А. Очистка газовых выбросов: Учебное пособие/ Л.А. Кормина, Ю.С. Лазуткина – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2009.- 80 с. Режим доступа: <http://new.elib.altstu.ru/eum/download/htie/kormina-ogv.pdf>

12. Комарова Л.Ф. Инженерные методы защиты окружающей среды. Техника защиты атмосферы и гидросферы от промышленных загрязнений :Учебное пособие/Л.Ф.Комарова, Л.А. Кормина - Барнаул, ГИПП "Алтай", 2000. -391 с. <http://elib.altstu.ru/eum/download/htie/injener-metod-komar.pdf>

## 7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

14. Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека <https://www.rospotrebнадзор.ru/>

15. Министерство природных ресурсов и экологии РФ <https://www.mnr.gov.ru/>

16. Министерство природных ресурсов и экологии Алтайского края

<https://minprirody.alregn.ru/>

## **8. Фонд оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Содержание промежуточной аттестации раскрывается в комплекте контролирующих материалов, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

## **9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Для успешного освоения дисциплины используются ресурсы электронной информационно-образовательной среды, образовательные интернет-порталы, глобальная компьютерная сеть Интернет. В процессе изучения дисциплины происходит интерактивное взаимодействие обучающегося с преподавателем через личный кабинет студента.

| <b>№пп</b> | <b>Используемое программное обеспечение</b> |
|------------|---|
| 1          | LibreOffice                                 |
| 2          | Windows                                     |
| 3          | Антивирус Kaspersky                         |

| <b>№пп</b> | <b>Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы</b>   |
|------------|--|
| 1          | Национальная электронная библиотека (НЭБ) – свободный доступ читателей к фондам российских библиотек. Содержит коллекции оцифрованных документов (как открытого доступа, так и ограниченных авторским правом), а также каталог изданий, хранящихся в библиотеках России. ( <a href="http://нэб.рф/">http://нэб.рф/</a> ) |

## **10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

| <b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b> |
|--|
| учебные аудитории для проведения учебных занятий                                 |
| помещения для самостоятельной работы   |

Материально-техническое обеспечение и организация образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с «Положением об обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья».