

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

**СОГЛАСОВАНО**

Директор ИнБиоХим  
Лазуткина

Ю.С.

## **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 (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 пылеосадительного 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.  
Абсорбционная 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. Очистка 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. Адсорбционные 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 абсорбционных процессов очистки газов {дерево решений} (8ч.)[8]** Расчет абсорбционных 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

**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

### **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 электронно-библиотечным системам: Лань, Университетская библиотека он-лайн, электронной библиотеке АлтГТУ и к электронной информационно-образовательной среде:

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\\_MSKVVGP\\_lr\\_mu.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/htie/Kormina_MSKVVGP_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\\_OchGazVibr\\_met.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/htie/KormLaz_OchGazVibr_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\\_TehOchGazVyb\\_up.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/htie/Kormina_TehOchGazVyb_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.rospotrebnadzor.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 контролируемых материалов, предназначенных для проверки соответствия



уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) по дисциплине представлен в приложении А.

## **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	Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам" для студентов и преподавателей; каталог ссылок на образовательные интернет-ресурсы ( <a href="http://Window.edu.ru">http://Window.edu.ru</a> )
2	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».