

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.11 «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 (вариативная)**

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 планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции из УП и этап её формирования	Содержание компетенции	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
		знать	уметь	владеть
ПК-2	способностью участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду	-общие принципы создания энерго- и ресурсосберегающих технологий, в т.ч. технологий и оборудования основных технологических процессов очистки газовых выбросов; - основные способы оптимизации режимов работы технологического оборудования; - источники негативного воздействия на окружающую среду	анализировать существующие технологии, в т.ч. технологии очистки газовых выбросов с позиций энерго- и ресурсосбережения.	- способами определения источников негативного воздействия технологического процесса на окружающую среду; - приемами минимизации негативного воздействия на окружающую среду с позиций энерго- и ресурсосбережения
ПК-5	готовностью обосновывать конкретные технические решения при разработке технологических процессов; выбирать технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду	- способы организации технологического процесса очистки газовых выбросов; технологию и оборудование основных технологических процессов, в т.ч. по очистке газовых выбросов; - способы, технические средства и технологии минимизации негативного воздействия на окружающую среду	- анализировать воздействие технологических процессов на окружающую среду; - предлагать технические решения для минимизации воздействия технологических процессов очистки газовых выбросов на ОС.	-навыками применения технических средств и технологий, в т.ч. по очистке газовых выбросов, направленных на минимизацию воздействия на окружающую среду

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	Процессы и аппараты химической технологии
---	---

Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	Выпускная квалификационная работа, Основы проектирования технологических процессов
---	--

**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: 8 / 288

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
очная	51	34	34	169	135

**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: 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	
34	34	17	95	94

**Лекционные занятия (34ч.)**

**1. Источники образования газообразных загрязнителей. {беседа} (4ч.)[7,12]**

Состав, свойства и характеристики загрязнителей.

Источники выбросов загрязняющих веществ, классификация. Рассеивание выбросов в атмосфере. Пути снижения выбросов в атмосфере. Нормирование выбросов загрязняющих веществ.

**2. Основные задачи и стадии технологии очистки газов. {беседа} (2ч.)[7,9]**

Стадии технологии газоочистки. Отбор газов от источников выбросов. Охлаждение пылегазовых потоков.

**3. Очистка газов от аэрозолей. {беседа} (4ч.)[7,12]** Свойства аэрозолей.

Основные механизмы осаждения аэрозолей.

**4. Методы улавливания аэрозолей. {беседа} (4ч.)[7,12]** Классификация пылеуловителей. Осаждение в гравитационном, инерционном и центробежном полях. Фильтрация аэрозолей. Осаждение в электрическом поле. "Мокрая" очистка газов.

**5. Основы процессов очистки выбросов от газообразных загрязнителей. {беседа} (8ч.)[7,8]** 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} (4ч.)[7,11,12]** 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.)[11,12]** Каталитическая очистка газов от ОУ.

Адсорбционная очистка газов от ОУ

**9. Очистка газов от сероводорода (СВ) и сероорганических соединений (СОС). {беседа} (6ч.)[7,11]** 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.

### **Практические занятия (17ч.)**

**1. Расчеты выделений загрязняющих веществ {творческое задание} (3ч.)[4,16]** Расчеты выделений загрязняющих веществ, образующихся в различных производственных процессах

**2. Расчет рассеивания загрязняющих веществ {творческое задание} (4ч.)[9,15]** Расчет рассеивания загрязняющих веществ по МРР-2018

**3. Определение СЗЗ {разработка проекта} (4ч.)[14]** Расчет размеров санитарно-защитной зоны предприятия

**4. Подбор и расчет центробежных пылеуловителей(2ч.)[13]** Расчет центробежных пылеуловителей на примере циклона НИИОГаз

**5. Расчет гравитационных пылеуловителей(2ч.)[7,13]** Определение эффективности гравитационных пылеуловителей на примере пылесадительной

камеры.

**6. Энергетический метод расчета "мокрых" пылеуловителей(2ч.)[7,13]** Расчет "мокрого" пылеуловителя на примере скруббера Вентури

### **Лабораторные работы (34ч.)**

**1. Испытание промышленных пылеуловителей на примере циклона ЦН-15(4ч.)[6]** Испытание промышленных пылеуловителей на примере циклона ЦН-15

**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.)[4]** 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(6ч.)[2]** Изучение работы мокрых пылеуловителей на примере скруббера

### **Самостоятельная работа (95ч.)**

**1. Подготовка к коллоквиумам(29ч.)[7,10]**

**2. Подготовка к защите лабораторных работ(30ч.)[1,2,4,5,6]**

**3. Подготовка к экзамену(36ч.)[7,8,11]**

### **Семестр: 7**

Объем дисциплины в семестре з.е. /час: 3 / 108

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
17	0	17	74	41

### **Лекционные занятия (17ч.)**

**1. Очистка газов от оксидов азота (ОА). {беседа} (2ч.)[7,11]** Очистка газов от оксидов азота (ОА).

Окислительные методы очистки газов от ОА.

Каталитическое восстановление ОА при производстве разбавленной азотной кислоты.

**2. Очистка газов от ОА {беседа} (2ч.)[7,11,12]** Термические методы разложения ОА. Поглощение ОА щелочными и селективными сорбентами. Абсорбционные методы очистки газов с высокой концентрацией ОА. Адсорбционные методы очистки газов от ОА.

**3. Очистка газов от диоксида серы (ДС) {беседа} (2ч.)[7,11]** 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.)[7,11]** Известковые методы: процесс "Баттерси", "Жессо". Магnezитовые методы: циклический "кристалльный" и магнезитовый "бескристалльный".

**5. Очистка газов от ДС. {беседа} (4ч.)[7,11]** 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} (5ч.)[7,10]** Основы образования твердых, жидких и газообразных загрязнителей. Производство тепловой, электрической энергии и пара. Черная и цветная металлургия. Рекуперация ЛОР в производстве РТИ и АТИ.

### **Практические занятия (17ч.)**

**1. Анализ источников загрязнения атмосферы(2ч.)[3]** Определение приоритетных веществ, загрязняющих приземный слой атмосферы

**2. Определение категории предприятия.(2ч.)[3]** Определение категории предприятия по воздействию его выбросов на атмосферный воздух. Определение зоны влияния источника

**3. Расчет нормативов ПДВ(2ч.)[3]** Расчет нормативов предельно-допустимых выбросов загрязняющих веществ на основе расчета рассеивания

**4. Расчет абсорбционных процессов очистки газов.(5ч.)[10]** Расчет абсорбционных процессов очистки газов. 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(6ч.)[10]** Расчет

адсорбционных процессов газоочистки

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

### **Самостоятельная работа (74ч.)**

- 1. Подготовка к практическим занятиям(30ч.)[3,16]**
- 2. Проработка учебников и учебных пособий(17ч.)[7,8,9,11]**
- 3. Подготовка к экзамену(27ч.)[7,11]**

### **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. Кормина Л.А. Каталитическая очистка газов. Метод. указания к лаб. работам по курсу "Технология газоочистки" - Барнаул :АлтГТУ, 2014. - 18 с. <http://new.elib.altstu.ru/eum/download/htie/Kormina-ko.pdf>

2. Кормина Л.А. Изучение работы мокрых пылеуловителей. Метод. указ. к лаб. работам по курсу «Технология газоочистки» для студентов направления «ЭРПХ» - Барнаул. :АлтГТУ, 2014. - 26 с. [http://elib.altstu.ru/eum/download/htie/Kormina\\_py1.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/htie/Kormina_py1.pdf)

3. Кормина Л.А., Лазуткина Ю.С. Методические указания к практическим занятиям по курсам «Технология газоочистки» и «Экологическое нормирование и основы токсикологии» для студентов направления «ЭРПХ».- Барнаул :АлтГТУ, 2014.-16 с. <http://new.elib.altstu.ru/eum/download/htie/Kormina-Laz.pdf>

4. Кормина Л.А., Лазуткина Ю.С. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Технология очистки газовых выбросов» для бакалавров направления 18.04.02 «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. [http://elib.altstu.ru/eum/download/htie/KormLaz\\_OchGazVibr\\_met.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/htie/KormLaz_OchGazVibr_met.pdf)

5. Кормина Л.А. Изучение свойств промышленных сорбентов [Электронный ресурс]: Методические указания.— Электрон. дан.— Барнаул: АлтГТУ, 2001.— Режим доступа: <http://elib.altstu.ru/eum/download/htie/izuch-sv.pdf>

6. Кормина Л.А. Испытание работы пылеулавливающих установок [Электронный ресурс]: Методические указания.— Электрон. дан.— Барнаул: АлтГТУ, 2001.— Режим доступа: <http://elib.altstu.ru/eum/download/htie/ispyt-rab.pdf>

## 6. Перечень учебной литературы

### 6.1. Основная литература

7. 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)

8. Ветошкин, А.Г. Аппаратурное оформление процессов защиты атмосферы от газовых выбросов : Учебное пособие по проектированию. / А.Г. Ветошкин. - 2-е изд. испр. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2017. - 244 с. : ил., табл., схем. - ISBN 978-5-9729-0126-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444178> (21.02.2019).

### 6.2. Дополнительная литература

9. Сотникова, Елена Васильевна. Теоретические основы процессов защиты среды обитания [Электронный ресурс] : [учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению «Техносферная безопасность» (квалификация/степень — бакалавр)] / Е. В. Сотникова, В. П. Дмитренко, В. С. Сотников. - Электрон. текстовые дан. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2014. - 574 с. - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=53691](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=53691)

10. Ветошкин, Александр Григорьевич. Основы процессов инженерной экологии. Теория, примеры, задачи [Электронный ресурс] : [учебное пособие для вузов по направлениям подготовки "Техносферная безопасность" и "Защита окружающей среды"] / А. Г. Ветошкин. - Электрон. текстовые дан. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2014. - 512 с. : ил. + 1 эл. опт. диск (CD-ROM). - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=45924](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=45924). - Библиогр.: с. 501-506. - 1000 экз. - ISBN 978-5-8114-1525-0 : Б. ц.

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>

13. Зиганшин М.Г. Проектирование аппаратов пылегазоочистки / М.Г. Зиганшин, А.А. Колесник, А.М. Зиганшин. - СПб.: «Лань», 2014.- 554с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=53696](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=53696)

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

14. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная

классификация предприятий, сооружений и иных объектов. Новая редакция.- М.:2007- 31с. <http://docs.cntd.ru/document/902065388>

15. Методы расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе, Л:Гидрометеиздат, 2018. <http://docs.cntd.ru/document/456074826>

16. База нормативно-технической документации "Техэксперт" <https://cntd.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.

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	Acrobat Reader
2	OpenOffice
3	WinRar
4	LibreOffice
5	Windows
6	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 занятий лекционного типа
учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа
учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций
лаборатории
учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации
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».