

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**

Статус	Должность	И.О. Фамилия
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} (4ч.)[8,12]

Состав, свойства и характеристики загрязнителей. Виды производственного оборудования, не отвечающие требованиям энерго- и ресурсосбережения.

Источники выбросов загрязняющих веществ, классификация. Рассеивание выбросов в атмосфере. Основные направления повышения экологической безопасности предприятий путем снижения выбросов в атмосфере. 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} (4ч.)[8,12] 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.)[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

9. Очистка газов от сероводорода (СВ) и сероорганических соединений (СОС). {беседа} (6ч.)[8,11] 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. Конструкционные особенности оборудования.

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.)[13] Расчет центробежных пылеуловителей на примере циклона НИИОГаз

5. Расчет гравитационных пылеуловителей {творческое задание} (2ч.)[13]
Определение эффективности гравитационных пылеуловителей на примере пылесадительной камеры.

6. Энергетический метод расчета "мокрых" пылеуловителей {творческое задание} (2ч.)[13] 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 (100ч.)

- 1. Подготовка к коллоквиуму(8ч.)[8,10]**
- 2. Подготовка к защите лабораторных работ(28ч.)[1,2,4,5,6]**
- 3. Проработка теоретического материала(28ч.)[8,10,11,13]**
- 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 (16ч.)

- 1. 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.
- 2. 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.
- 3. Очистка газов от диоксида серы (ДС) {беседа} (2ч.)[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". Магнетитовые методы: циклический "кристальный" и магнетитовый "бескристальный".

5. Очистка газов от ДС {беседа} (4ч.)[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} (4ч.)[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. Определение видов производственного оборудования, не отвечающего требованиям энерго- и ресурсосбережения.

Практические занятия (16ч.)

1. Анализ источников загрязнения атмосферы {творческое задание} (2ч.)[7] Определение приоритетных веществ, загрязняющих приземный слой атмосферы

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

3. Расчет нормативов ПДВ {разработка проекта} (2ч.)[7] Расчет нормативов предельно-допустимых выбросов загрязняющих веществ на основе расчета рассеивания для повышения экологической безопасности предприятия.

4. Расчет абсорбционных процессов очистки газов {дерево решений} (4ч.)[10,13] Расчет абсорбционных процессов очистки газов. Конструкторская проработка адсорбера для создания энерго- и ресурсосберегающей технологии. Определение оптимального количества поглотителя, движущей силы процесса абсорбции, скорости и диаметра адсорбера.

Расчет коэффициентов массопередачи, определение поверхности массопередачи и высоты адсорбера

5. Расчет адсорбционных процессов газоочистки {дерево решений} (6ч.)[10,13] Расчет адсорбционных процессов газоочистки

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

Самостоятельная работа (76ч.)

1. Подготовка к практическим занятиям(16ч.)[7,16]
2. Проработка учебников и учебных пособий(16ч.)[8,9,11]
3. Подготовка к коллоквиуму(8ч.)[8,9,11,13]
4. Подготовка к экзамену(36ч.)[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, 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, 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, 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

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, 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, 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, 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

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

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. - 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

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 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.

№пп	Используемое программное обеспечение
1	LibreOffice
2	Windows
3	Антивирус Kaspersky

№пп	Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы
1	Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам" для студентов и преподавателей; каталог ссылок на образовательные интернет-ресурсы (http://Window.edu.ru)
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. (http://нэб.рф/)

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

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
помещения для самостоятельной работы
учебные аудитории для проведения учебных занятий

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».