

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 25.10.2023 11:50:04  
Уникальный программный ключ:  
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП  
«Инженерная защита окружающей среды»



**СПбГЭТУ «ЛЭТИ»**  
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет  
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)»**  
**(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)**

---

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ОЧИСТКА ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ»**

для подготовки бакалавров

по направлению

20.03.01 «Техносферная безопасность»

по профилю

**«Инженерная защита окружающей среды»**

Санкт-Петербург

2022

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

профессор, д.х.н. Куранов Г.Л.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ИЗОС  
28.04.2022, протокол № 7

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией  
ФИБС, 18.05.2022, протокол № 8

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

## 1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФИБС
Обеспечивающая кафедра	ИЗОС
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	2
Курс	4
Семестр	8
<b>Виды занятий</b>	
Лекции (академ. часов)	16
Практические занятия (академ. часов)	24
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	41
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	31
Всего (академ. часов)	72
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	
Дифф. зачет (курс)	4

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«ОЧИСТКА ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ»**

В дисциплине подробно рассматриваются общие теоретические сведения о типах и источниках поступления вредных веществ в атмосферу, а также практические примеры различных методов очистки газовых выбросов.

### **SUBJECT SUMMARY**

### **«PURIFICATION OF GAS EMISSIONS TO THE ATMOSPHERE»**

The discipline discusses in detail the general theoretical information about the types and sources of harmful substances entering the atmosphere, as well as practical examples of various methods for cleaning gas emissions.

## **3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

### **3.1 Цели и задачи дисциплины**

1. При освоении дисциплины обучающиеся получают теоретические знания в области очистки газовых выбросов промышленных предприятий в атмосферу и выработка практических навыков применения этих знаний.

2. Задачи дисциплины:

Получение знаний об основных положениях и методах очистки газовых выбросов.

Формирование умений анализировать и применять знания и опыт в сфере применения методов очистки газовых выбросов для решения задач техносферной безопасности.

Освоение навыков применения методов очистки газовых выбросов при решении конкретных задач.

3. В результате изучения дисциплины студент получает знания методов очистки газовых выбросов, что позволяет формулировать и решать практические задачи.

4. В результате изучения дисциплины у студента формируются умения анализировать и применять знания и опыт в сфере применения методов очистки газовых выбросов для решения задач в профессиональной деятельности.

5. В результате изучения дисциплины студенты осваивает навыки применения методов очистки газовых выбросов при решении конкретных задач.

### **3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Алгебра и геометрия»

2. «Математический анализ»

3. «Физика»

4. «Химия»

5. «Охрана водных объектов»

6. «Теплофизика»

и обеспечивает подготовку выпускной квалификационной работы.

### 3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

<b>Код компетенции/ индикатора компетенции</b>	<b>Наименование компетенции/индикатора компетенции</b>
ОПК-3	Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом государственных требований в области обеспечения безопасности.
<i>ОПК-3.1</i>	<i>Применяет на практике действующую систему нормативно-правовых актов в области техносферной безопасности</i>
<i>ОПК-3.2</i>	<i>Знает методы построения математических моделей типовых задач техносферной безопасности</i>

## 4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Содержание разделов дисциплины

#### 4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лек, ач	Пр, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение. Общие понятия.	1			1
2	Тема 1. Методы очистки пылевоздушных выбросов.	1	2		4
3	Тема 2. Основные процессы, используемые для удаления газообразных примесей.	2	2		4
4	Тема 3. Вода как абсорбент газовых примесей.	2	2		4
5	Тема 4. Удаление сероводорода и диоксида углерода с помощью растворов алканолламинов	2	2		2
6	Тема 5. Удаление и использование аммиака при очистке газов.	2	4		4
7	Тема 6. Удаление диоксида серы	2	4		4
8	Тема 7. Осушение и очистка газов адсорбцией.	2	4		4
9	Тема 8. Термическое и каталитическое превращение газовых примесей.	1	4		4
10	Заключение	1		1	
	Итого, ач	16	24	1	31
	Из них ач на контроль	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	72/2			

#### 4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение. Общие понятия.	Предмет дисциплины, ее актуальность и задачи. Структура и содержание лекций и практических занятий. Основные понятия в дисциплине.
2	Тема 1. Методы очистки пылевоздушных выбросов.	Пыль и ее свойства. Сухие, мокрые, электрические методы очистки пылевоздушных выбросов.
3	Тема 2. Основные процессы, используемые для удаления газообразных примесей.	Абсорбция в жидкой фазе. Адсорбция на твердом веществе. Мембранная фильтрация. Химическое превращение в другое вещество. Конденсация.
4	Тема 3. Вода как абсорбент газовых примесей.	Оборудование для промывки водой. Абсорбция диоксида углерода в воде. Удаление сероводорода абсорбцией в воде. Абсорбция фторидов. Абсорбция хлористого водорода. Абсорбция хлора в воде.



№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
5	Тема 4. Удаление сероводорода и диоксида углерода с помощью растворов алканоломинов	Химические основы. Выбор раствора. Системы потоков. Подходы к проектированию процесса. Удаление серосодержащих органических соединений растворами аминов. Удаление COS из сжиженного природного газа растворами аминов.
6	Тема 5. Удаление и использование аммиака при очистке газов.	Типы каменноугольных газов. Источники аммиака. Удаление аммиака из газов. Производство аммонийных солей. Использование аммиака для удаления кислых газов.
7	Тема 6. Удаление диоксида серы	Образование диоксида и триоксида серы при сгорании топлива. «Щелочноземельные» процессы. Процессы со щелочными металлами. Аммиачные процессы. Процессы на основе физических растворителей. Процессы на основе адсорбции. Процессы на основе каталитического окисления.
8	Тема 7. Осушение и очистка газов адсорбцией.	Адсорбционные циклы. Адсорбция водяного пара. Использование молекулярных сит для очистки газов. Адсорбция паров органических веществ активированным углем. Биофильтры для пахнущих и летучих органических соединений.
9	Тема 8. Термическое и каталитическое превращение газовых примесей.	Термическое окисление пахнущих и летучих органических соединений. Каталитическое окисление пахнущих и летучих органических соединений. Превращение оксидов углерода в метан.
10	Заключение	Области применения материалов дисциплины в профессиональной деятельности.

## 4.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

## 4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Методы очистки пылевоздушных выбросов.	3
2. Основные процессы, используемые для удаления газообразных примесей.	3
3. Вода как абсорбент газовых примесей.	3
4. Хемосорбция – метод удаления сероводорода и диоксида углерода.	3
5. Удаление и использование аммиака при очистке газов.	3
6. Удаление диоксида серы.	3
7. Осушение и очистка газов адсорбцией.	3

<b>Наименование практических занятий</b>	<b>Количество ауд. часов</b>
8. Термическое и каталитическое превращение газовых примесей.	3
Итого	24

#### **4.4 Курсовое проектирование**

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

#### **4.5 Реферат**

Реферат не предусмотрен.

#### **4.6 Индивидуальное домашнее задание**

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

#### **4.7 Доклад**

Доклад не предусмотрен.

#### **4.8 Кейс**

Кейс не предусмотрен.

#### **4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет.

Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Обучающимся, в рамках внеаудиторной самостоятельной работы, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников

материал, законспектированный на лекциях. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной дисциплины.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем и студентами, при этом предполагается, что консультант либо знает готовое решение, которое он может предписать консультируемому, либо он владеет способами деятельности, которые указывают путь решения проблемы.

Самостоятельное изучение студентами теоретических основ дисциплины обеспечено необходимыми учебно-методическими материалами (учебники, учебные пособия, конспект лекций и т.п.), выполненными в печатном или электронном виде.

По каждой теме содержания рабочей программы могут быть предусмотрены индивидуальные домашние задания (расчетно-графические работы, рефераты, конспекты изученного материала, доклады и т.п.).

Изучение студентами дисциплины сопровождается проведением регулярных консультаций преподавателей, обеспечивающих практические занятия по дисциплине, за счет бюджета времени, отводимого на консультации (внеаудиторные занятия, относящиеся к разделу «Самостоятельные часы для изучения дисциплины»).

<b>Текущая СРС</b>	<b>Примерная трудоемкость, ач</b>
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	5
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	3
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	3

<b>Текущая СРС</b>	<b>Примерная трудоемкость, ач</b>
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	3
Выполнение расчетно-графических работ	2
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	2
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	2
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	6
<b>ИТОГО СРС</b>	<b>31</b>

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библи.
Основная литература		
1	Ветошкин А. Г. Технологии защиты окружающей среды от отходов производства и потребления [Электронный ресурс], 2021. -304 с.	неогр.
2	Панкратова, Мария Юрьевна. Теоретические основы и технологии защиты окружающей среды [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / М. Ю. Панкратова, Л. Н. Соловьев, 2019. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.
Дополнительная литература		
1	Каракеян, Валерий Иванович. Процессы и аппараты защиты окружающей среды в 2 ч. Часть 2. [Электронный ресурс] : Учебник и практикум для вузов / Кольцов В. Б., Кондратьева О. В. ; под общ. ред. Каракеяна В.И., 2020. -311 с	неогр.
2	Каракеян, Валерий Иванович. Процессы и аппараты защиты окружающей среды в 2 ч. Часть 1. [Электронный ресурс] : Учебник и практикум для вузов / Каракеян В. И., Кольцов В. Б., Кондратьева О. В. ; под общ. ред. Каракеяна В.И., 2020. -277 с	неогр.

### 5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

№ п/п	Электронный адрес
1	Ветошкин А. Г. Основы инженерной экологии: учебное пособие для вузов <a href="https://e.lanbook.com/book/152483">https://e.lanbook.com/book/152483</a>
2	Зиганшин М. Г., Колесник А. А., Зиганшин А. М. Проектирование аппаратов пылегазоочистки <a href="https://e.lanbook.com/book/211772">https://e.lanbook.com/book/211772</a>
3	Мухутдинов А.А., Сольяшинова О.А. Технология очистки газов <a href="https://e.lanbook.com/book/13343">https://e.lanbook.com/book/13343</a>

### 5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=13037>

## 6 Критерии оценивания и оценочные материалы

### 6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Очистка газовых выбросов в атмосферу» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: зачет с оценкой.

#### Зачет с оценкой

<b>Оценка</b>	<b>Описание</b>
Неудовлетворительно	Курс не освоен. Студент испытывает серьезные трудности при ответе на ключевые вопросы дисциплины
Удовлетворительно	Студент в целом овладел курсом, но некоторые разделы освоены на уровне определений и формулировок теорем
Хорошо	Студент овладел курсом, но в отдельных вопросах испытывает затруднения. Умеет решать задачи
Отлично	Студент демонстрирует полное овладение курсом, способен применять полученные знания при решении конкретных задач.

## Особенности допуска

Допуск к дифференцированному зачету обучающие получают при:

1. Посещении не менее 75 % занятий
2. Получении положительных оценок по результатам работы на 2 коллоквиумах.

На дифференцированном зачете, который проводится в форме собеседования, обучающиеся получают билет с 2 теоретическими вопросами. При подготовке к ответу обучающийся может вести записи в листе устного ответа, который по окончании зачета сдается преподавателю. В процессе сдачи зачета преподаватель может задавать студенту вопросы, сверх указанных в билете по программе курса.

## 6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### Вопросы к дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Пыль и ее свойства
2	Методы очистки пылевоздушных выбросов
3	Абсорбция в жидкой фазе
4	Адсорбция на твердом веществе
5	Мембранная фильтрация
6	Химическое превращение в другое вещество
7	Оборудование для промывки водой
8	Абсорбция диоксида углерода в воде
9	Удаление сероводорода абсорбцией в воде. Абсорбция фторидов
10	Абсорбция хлористого водорода
11	Абсорбция хлора в воде
12	Хемосорбция
13	Подходы к проектированию процесса
14	Удаление серосодержащих органических соединений растворами аминов
15	Типы каменноугольных газов
16	Источники аммиака. Удаление аммиака из газов
17	Образование диоксида и триоксида серы при сгорании топлива
18	«Щелочноземельные» процессы
19	Аммиачные процессы

20	Процессы на основе физических растворителей
21	Процессы на основе адсорбции
22	Процессы на основе каталитического окисления
23	Адсорбционные циклы
24	Использование молекулярных сит для очистки газов
25	Адсорбция паров органических веществ активированным углем
26	Биофильтры для пахнущих и летучих органических соединений
27	Термическое окисление пахнущих и летучих органических соединений
28	Каталитическое окисление пахнущих и летучих органических соединений
29	Превращение оксидов углерода в метан

### **Форма билета**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический  
 университет «ЛЭТИ» имени В.И. Ульянова (Ленина)»

---

#### **БИЛЕТ ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ЗАЧЕТА № 1**

Дисциплина **Очистка газовых выбросов в атмосферу** ФИБС

1. Методы очистки пылевоздушных выбросов.
2. Каталитическое окисление пахнущих и летучих органических соединений.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ИЗСОС

Т.В. Кустов

#### **Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ**

##### **Примерные темы для коллоквиума №1:**

1. Методы пылеулавливания.
2. Растворимость газов. Абсорбция.
3. Хемосорбция.



4. Адсорбция на твердом веществе.
5. Мембранная фильтрация.
6. Подходы к проектированию процессов очистки газовых выбросов.
7. Удаление кислых газов.

**Примерные темы для коллоквиума №2:**

1. Источники аммиака. Удаление аммиака из газов.
2. Образование диоксида и триоксида серы при сгорании топлива.
3. Типы процессов поглощения окислов серы.
4. Адсорбционные циклы.
5. Термическое окисление пахнущих и летучих органических соединений.
6. Каталитическое окисление пахнущих и летучих органических соединений.

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3

### 6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
5	Тема 1. Методы очистки пылевоздушных выбросов.	
6	Тема 2. Основные процессы, используемые для удаления газообразных примесей. Тема 3. Вода как абсорбент газовых примесей. Тема 4. Удаление сероводорода и диоксида углерода с помощью растворов алканоломинов	Коллоквиум
11	Тема 7. Осушение и очистка газов адсорбцией.	
12	Тема 8. Термическое и каталитическое превращение газовых примесей. Тема 6. Удаление диоксида серы Тема 5. Удаление и использование аммиака при очистке газов.	Коллоквиум

### 6.4 Методика текущего контроля

#### Методика текущего контроля на лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя:

- контроль посещаемости (не менее 75 % занятий).

#### Методика текущего контроля на практических занятиях

Текущий контроль включает в себя:

1. контроль посещаемости (не менее 75 % занятий);
2. участие в 2 коллоквиумах:
  - «отлично» активное участие в обсуждениях, умение высказать и аргументированно отстоять свою точку зрения, умение дать ответы на дополнительные вопросы (студент участвовал в дискуссии на более чем 80 % занятий);
  - «хорошо» активное участие в большинстве случаев (более 50 % занятий) или в ответах содержатся неточности, не во всех случаях студент может обосновать ответ;
  - «удовлетворительно» активность студента низкая (студент высказывается по теме занятия не более чем на 50 % занятий), не может обосновать высказанные позиции;

- «неудовлетворительно» активность студента очень низкая, участвует в дискуссиях на менее чем 20 % занятий.

## 7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

<b>Тип занятий</b>	<b>Тип помещения</b>	<b>Требования к помещению</b>	<b>Требования к программному обеспечению</b>
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, меловая или маркерная доска, компьютер или ноутбук, проектор и экран	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, меловая или маркерная доска, компьютер или ноутбук, проектор и экран	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше

## **8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ**

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

<b>№ п/п</b>	<b>Дата</b>	<b>Изменение</b>	<b>Дата и номер протокола заседания УМК</b>	<b>Автор</b>	<b>Начальник ОМОЛА</b>