

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 17.01.2024 13:21:16
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной
и методической работе
_____ Б.В.Пекаревский
«29» апреля 2022г.

Рабочая программа дисциплины
МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ И ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ ОЧИСТКИ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ

Направление подготовки

15.03.02 Технологические машины и оборудование

Направленность программы бакалавриата

**Технологическое оборудование химических и нефтехимических
производств**

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Заочная

Факультет **механический**

Кафедра **инженерного проектирования**

Санкт-Петербург

2022

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Зав. кафедрой инженерного проектирования		профессор Яблокова М.А.

Рабочая программа дисциплины «Методы контроля загрязнения воздушной среды и оборудование для очистки газовых выбросов» обсуждена на заседании кафедры инженерного проектирования

протокол от 12.04.2022 № 8

Заведующий кафедрой

М.А.Яблокова

Одобрено учебно-методической комиссией механического факультета

протокол от «25» 04 2022 № 9

Председатель

А.Н.Луцко

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Технологические машины и оборудование»		А.Н.Луцко
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		М.З.Труханович
Начальник учебно-методического управления		С.Н. Денисенко

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	05
3. Объем дисциплины	05
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	06
4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций	07
4.3. Занятия лекционного типа.....	07
4.4. Занятия семинарского типа.....	10
4.4.1. Семинары, практические занятия	10
4.5. Самостоятельная работа.....	12
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	13
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	13
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	13
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	14
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	14
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	15
10.2. Программное обеспечение.....	15
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	15
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	15
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	15

Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате для освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
ПК-4 Способен моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования с целью обеспечения технологичности изделий и совершенствования процессов их изготовления	ПК-4.2 Моделирование и проектирование технологических процессов и оборудования для очистки газовых выбросов	Знать: методы контроля загрязнения воздушной среды газовыми выбросами промышленных предприятий (ЗН-1); современные технологии и методы очистки газовых выбросов (ЗН-2); современное оборудование для очистки газовых выбросов и методы его расчета (ЗН-3). Уметь: моделировать и проектировать технологические процессы и оборудование для очистки газовых выбросов (У-1); выбирать типовое оборудование для очистки газовых выбросов различного состава (У-2);. Владеть: методами расчета и проектирования сооружений для очистки газовых выбросов (Н-1).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.03) и изучается на 5 курсе.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Химия», «Физика», «Инженерная экология», «Введение в информационные технологии», «Основы гидромеханики. Насосы, компрессоры, вентиляторы», «Процессы и аппараты химической технологии», «Машины и аппараты для гидромеханических процессов», «Математическое моделирование физико-химических процессов». Полученные в процессе изучения дисциплины «Методы контроля загрязнения воздушной среды и оборудование для очистки газовых выбросов» знания, умения и навыки могут быть использованы при прохождении производственных практик и выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	3/ 108
Контактная работа с преподавателем:	10
занятия лекционного типа	6
занятия семинарского типа, в т.ч.	4
семинары, практические занятия	4
лабораторные работы	-
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	4
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	94
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	2 Кр
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Зачет (4)

4. Содержание дисциплины

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические	Лабораторные работы		
1	Организация контроля качества воздуха в рабочих зонах и цехах промышленных предприятий, городах и населенных пунктах	1	-	-	4	ПК-4
2	Правила отбора и анализа проб воздуха ручными методами. Статистическая обработка результатов периодических наблюдений	1	1	-	18	ПК-4
3	Расчет и эксплуатация оборудования для очистки газовых выбросов сухими методами	1	1	-	18	ПК-4
4	Расчет и эксплуатация оборудования для очистки газовых выбросов мокрыми методами	1	1	-	18	ПК-4
5	Расчет и эксплуатация оборудования для очистки газовых выбросов электрическими методами	1	1	-	18	ПК-4
6	Расчет и эксплуатация оборудования для очистки газовых выбросов абсорбционными, адсорбционными и каталитическими методами	1	-		18	ПК-4

4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1	ПК-4.2	Организация контроля качества воздуха в рабочих зонах и цехах промышленных предприятий, городах и населенных пунктах
2	ПК-4.2	Правила отбора и анализа проб воздуха ручными методами. Статистическая обработка результатов периодических наблюдений
3	ПК-4.2	Расчет и эксплуатация оборудования для очистки газовых выбросов сухими методами
4	ПК-4.2	Расчет и эксплуатация оборудования для очистки газовых выбросов мокрыми методами
5	ПК-4.2	Расчет и эксплуатация оборудования для очистки газовых выбросов электрическими методами
6	ПК-4.2	Расчет и эксплуатация оборудования для очистки газовых выбросов абсорбционными, адсорбционными и каталитическими методами

4.3. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p><u>Введение. Основные источники загрязнения атмосферного воздуха.</u></p> <p>Предмет курса, его цели и задачи. Особенности современной экологической обстановки. Причины и последствия загрязнения атмосферного воздуха. Направления и тенденции развития оборудования и сооружений для очистки газовых выбросов промышленных предприятий.</p> <p>Состав атмосферного воздуха и классификация источников его загрязнения. Нормирование вредных примесей в атмосферном воздухе и в воздухе рабочих зон, в том числе, в цехах предприятий строительной индустрии.</p>	1	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
2	<p><u>Статистическое обобщение данных о загрязнении атмосферного воздуха городов и крупных населенных пунктов.</u> Статистические характеристики загрязнения атмосферы для конкретной точки отбора проб. Показатели загрязнения атмосферы, осредненные по территории. Показатели, характеризующие изменчивость концентраций загрязнений. Максимальные концентрации примеси по данным наблюдений и максимальные расчетные концентрации. Индексы загрязнения атмосферы одиночной примесью и комплексные индексы. Оценка загрязненности воздуха по комплексному индексу загрязнения атмосферы. Обработка результатов наблюдений за качеством воздуха в цехах и под факелами промышленных предприятий</p>	1	
3	<p><u>Очистка отходящих газов от аэрозолей в сухих пылеуловителях</u> Проектирование гравитационных и инерционных пылеуловителей. Расчет и конструирование циклонов и вихревых аппаратов. Методы проектирования тканевых, зернистых и волокнистых фильтров.</p>	1	Слайд-презентация, групповая дискуссия
4	<p><u>Очистка газов в мокрых пылеуловителях</u> Проектирование мокрых аппаратов газоочистки. Полые газопромыватели. Насадочные скрубберы. Тарельчатые барботажные и пенные аппараты. Газопромыватели с подвижной насадкой. Аппараты ударно-инерционного действия (ротоклоны). Мокрые пылеуловители центробежного действия. Механические скрубберы. Скоростные газопромыватели (скрубберы Вентури, эжекторные скрубберы).</p>	1	Слайд-презентация, групповая дискуссия
5	<p><u>Расчет и конструирование электрофильтров.</u> Принцип действия электрофильтров. Конструктивные особенности трубчатых и пластинчатых аппаратов. Методики расчета и основы выбора электрофильтров.</p>	1	Слайд-презентация, групповая дискуссия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
6	<p>Абсорбционная и адсорбционная очистка газов.</p> <p>Каталитическая деструкция примесей.</p> <p>Проектирование барботажных, капельных и пленочных абсорберов. Проектирование адсорберов и аппаратов каталитической очистки газов с неподвижным и псевдоожиженным слоем сорбента или катализатора.</p>	1	

4.4. Занятия семинарского типа

4.4.1. Практические занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Иновационная форма
		всего	в т.ч. на практическую подготовку	
2	<p>Определение приоритетного перечня веществ, подлежащих контролю в городах и населенных пунктах.</p> <p>Статистическое обобщение данных о загрязнении атмосферного воздуха.</p> <p>Расчет потенциала загрязнения атмосферы.</p> <p>Расчет комплексного индекса загрязнения воздушной среды.</p> <p>Расчетный метод определения концентрации загрязнений в приземном слое воздуха селитебной зоны.</p> <p>Обработка и обобщение результатов подфакельных наблюдений за состоянием загрязнения атмосферного воздуха</p>	1	1	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в т.ч. на практичес- кую подготовку	
3	<p>Расчеты оборудования для очистки отходящих газов сухими методами</p> <p>Расчет полой емкостной пылеосадительной камеры.</p> <p>Расчет многополочной пылеосадительной камеры.</p> <p>Расчет инерционного пылеуловителя.</p> <p>Расчет одиночного циклона.</p> <p>Расчет батареи циклонов.</p> <p>Расчет вихревого пылеуловителя.</p> <p>Расчет тканевого рукавного фильтра.</p>	1	1	Занятия в компьютерном классе с использованием пакета прикладных программ MathCad 14
4	<p>Расчеты оборудования для очистки отходящих газов мокрыми методами</p> <p>Расчет полого форсуночного скруббера.</p> <p>Расчет пенного тарельчатого газопромывателя.</p> <p>Расчет скруббера Вентури с замкнутым водооборотом</p>	1	1	КтСм
5	<p>Расчет электрофильтра</p> <p>Подбор и проверочный расчет трубчатых и пластинчатых электрофильтров для очистки отходящих газов от аэрозолей</p>	1	1	КтСм

4.5. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Составление списков веществ, подлежащих контролю в воздухе населенного пункта	4	Кр 1
2	Статистическая обработка результатов периодических наблюдений	18	Кр 1
3	Расчет и эксплуатация оборудования для очистки газовых выбросов сухими методами	18	Кр 2
4	Расчет и эксплуатация оборудования для очистки газовых выбросов мокрыми методами	18	Кр 2
5	Расчет и эксплуатация оборудования для очистки газовых выбросов электрическими методами	18	Кр 2
6	Расчет и эксплуатация оборудования для очистки газовых выбросов абсорбционными, адсорбционными и каталитическими методами	18	Кр 2

4.5.1 Темы индивидуальных заданий в контрольных работах

Контрольная работа 1

1. Составление приоритетного списка загрязняющих веществ, подлежащих контролю в воздухе конкретного населенного пункта.
2. Расчет индексов загрязнения воздуха различными веществами и комплексного индекса загрязнения атмосферы в данном населенном пункте.
3. Расчет потенциала загрязнения атмосферы в конкретном населенном пункте.
4. Расчет концентрации загрязняющих веществ в приземном слое жилой зоны.
5. Обработка результатов наблюдений за загрязнением воздуха под факелом промышленного предприятия.

Контрольная работа 2

6. Расчет группы циклонов прямоугольной и кольцевой компоновки.
7. Расчет тканевого рукавного фильтра.
8. Расчет электрофильтра.
9. Расчет скруббера Вентури с замкнутым водооборотом.
10. Расчет пленочного абсорбера для очистки воздуха от аммиака.

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

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <http://media.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета в десятом семестре.

Зачет предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуется теоретическими вопросами для проверки знаний.

При сдаче зачета, студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 45 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

Вариант № 1

1. Оценка загрязненности воздуха по комплексному индексу загрязнения атмосферы.
2. Принципы расчета и проектирования рукавных тканевых фильтров.
3. Принцип действия, методика расчета и проектирования полых форсуночных скрубберов.

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно».

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.

а) печатные издания:

1. Техника и технология защиты воздушной среды : Учебное пособие для вузов по направлениям подготовки и специальностям в области техники и технологии / В. В. Юшин, В. Л. Лапин, В. М. Попов и др. - 2-е изд., доп. - М. : Высш. шк., 2008. - 399 с. - ISBN 978-5-06-005953-3.
2. Кривошеин, Д.А. Основы экологической безопасности производств: учебное пособие для вузов по направлению "Техносферная безопасность" (квалификация (степень) "бакалавр", "магистр") / Д. А. Кривошеин, В. П. Дмитренко, Н. В. Федотова. - СПб. ; М.; Краснодар: Лань, 2015. - 336 с. ISBN 978-5-8114-1816-9 .
3. Акинин, Н. И. Промышленная экология: принципы, подходы, технические решения: учебное пособие для вузов / Н. И. Акинин ; РХТУ им. Д. И. Менделеева. - М. : РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2010. - 292 с. ISBN 978-5-7237-0819-8.
4. Баннов, П. Г. Основные методы контроля загрязнения окружающей среды на НПЗ: Учебно-методическое пособие / П. Г. Баннов; Произв. объединение "Киришинефтеоргсинтез". - СПб.: Химиздат, 2006. - 303 с. ISBN 5-93808-122-Х.

б) электронные учебные издания:

5. Яблокова, М. А. Экологические аспекты строительства: учебное пособие / М. А. Яблокова ; СПбГТИ(ТУ). Каф. инженер. проектирования. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2019. - 128 с. (ЭБ).
6. Волков, В.А. Теоретические основы охраны окружающей среды: учебное пособие для бакалавров и магистров / В. А. Волков. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2015. - 256 с (ЭБС).
7. Яблокова, М. А. Расчет и проектирование скоростных газопромывателей с замкнутым водооборотом : учебное пособие / М. А. Яблокова ; СПбГТИ(ТУ). Каф. инженер. проектирования. - СПб. : [б. и.], 2019. - 21 с. (ЭБ).
8. Яблокова, М.А. Составление приоритетного списка загрязняющих веществ, подлежащих контролю в воздухе городов и крупных населенных пунктов: метод. указания/ М.А.Яблокова, С.И.Петров. - СПб.: СПбГТИ (ТУ), 2009. – 24 с. (ЭБ).
9. Яблокова, М.А. Статистическое обобщение данных о загрязнениях атмосферного воздуха городов и крупных населенных пунктов: метод. указания/ М.А.Яблокова, С.И.Петров. - СПб.: СПбГТИ (ТУ), 2010. – 20 с. (ЭБ).
10. Яблокова, М.А. Расчетный метод определения концентрации загрязнений в приземном слое воздуха селитебной зоны: метод. указания / М.А.Яблокова, С.И.Петров. - СПб.: СПбГТИ (ТУ), 2009. – 18 с. (ЭБ).
11. Яблокова, М.А. Обработка и обобщение результатов подфакельных наблюдений за состоянием загрязнения атмосферы: метод. указания/ М.А.Яблокова, С.И.Петров - СПб.: СПбГТИ (ТУ), 2010. – 13 с. (ЭБ).
12. Яблокова, М.А. Оборудование для очистки газовых выбросов промышленных предприятий. Часть 1. Аппараты для сухой очистки газов от пылей: учебное пособие/ М.А.Яблокова, С.И.Петров. - СПб: СПбГТИ (ТУ), 2006. - 69 с. (ЭБ).
13. Яблокова, М.А. Петров С.И. Оборудование для очистки газовых выбросов промышленных предприятий. Часть 2. Аппараты для мокрой очистки газов от пылей: учебное пособие / М.А.Яблокова, С.И.Петров. - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2006. - 29 с.(ЭБ).
14. Яблокова, М.А. Оборудование для очистки газовых выбросов промышленных предприятий. Часть 3. Электрофильтры: учебное пособие/ М.А.Яблокова, А.Ю.Иваненко, С.И.Петров. - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2009. - 24 с.(ЭБ).

8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.

учебный план, РПД и учебно-методические материалы: <http://media.technolog.edu.ru>
электронно-библиотечные системы: «Электронный читальный зал – БиблиоТех»
<https://technolog.bibliotech.ru/>; «Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Методы контроля загрязнения воздушной среды и оборудование для очистки газовых выбросов» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение

пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходиться, имея знания по уже изученному материалу.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

10.1. Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
- взаимодействие с обучающимися посредством электронной информационно-образовательной среды.

10.2. Программное обеспечение.

Microsoft Office (Microsoft Excel); MathCAD 14.

10.3. Базы данных и информационные справочные системы.

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс».

11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.

Для ведения лекционных занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники, на тридцать посадочных мест.

Для проведения практических занятий используется компьютерный класс, оборудованный пятнадцатью персональными компьютерами, объединенными в сеть.

12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебный процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации
по дисциплине «Методы контроля загрязнения воздушной среды и оборудование для
очистки газовых выбросов»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования

Индекс компетенции	Содержание ¹	Этап формирования ²
ПК-4	Способен моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования с целью обеспечения технологичности изделий и совершенствования процессов их изготовления	промежуточный

¹ **Жирным шрифтом** выделяется та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты не выделяются).

² Этап формирования компетенции выбирается по п. 2 РПД и учебному плану (начальный – если нет предшествующих дисциплин, итоговый – если нет последующих дисциплин (или компетенция не формируется в ходе практики или ГИА), промежуточный - все другие)*

2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-4.2 Моделирование и проектирование технологических процессов и оборудования для очистки газовых выбросов	Перечисляет и поясняет методы контроля загрязнения воздушной среды газовыми выбросами промышленных предприятий (ЗН-1)	Ответы на вопросы № 1-30 к зачету	Перечисляет и поясняет методы контроля загрязнения воздушной среды газовыми выбросами с ошибками	Перечисляет и поясняет методы контроля загрязнения воздушной среды газовыми выбросами с небольшими ошибками, неточностями	Правильно перечисляет и поясняет методы контроля загрязнения воздушной среды газовыми выбросами промышленных предприятий
	Называет и описывает современные технологии и методы очистки газовых выбросов (ЗН-2)	Ответы на вопросы № 31-53 к зачету	Называет и описывает современные технологии и методы очистки газовых выбросов с ошибками	Называет и описывает современные технологии и методы очистки газовых выбросов с некоторыми неточностями	Правильно называет и описывает современные технологии и методы очистки газовых выбросов
	Описывает современное оборудование для очистки газовых выбросов и поясняет методы его расчета (ЗН-3)	Ответы на вопросы № 31-53 к зачету	Описывает современное оборудование для очистки газовых выбросов и поясняет методы его расчета с ошибками	Описывает современное оборудование для очистки газовых выбросов и поясняет методы его расчета с неточностями	Правильно описывает современное оборудование для очистки газовых выбросов и методы его расчета

	Моделирует и проектирует технологические процессы и оборудование для очистки газовых выбросов (У-1)	Ответы на вопросы № 31-53 к зачету	Составляет математические модели процессов газоочистки с ошибками; допускает ошибки при проектировании газоочистного оборудования	Составляет математические модели процессов газоочистки с неточностями допускает недочеты при проектировании газоочистного оборудования	Правильно составляет математические модели процессов газоочистки и умело его проектирует
	Выбирает оборудование для очистки газовых выбросов различного состава (У-2)	Ответы на вопросы № 31-53 к зачету	Выбирает оборудование для очистки газовых выбросов различного состава с ошибками, без достаточного обоснования	Выбирает оборудование для очистки газовых выбросов различного состава с небольшими ошибками, с неточностями	Правильно выбирает оборудование для очистки газовых выбросов различного состава; может четко обосновать выбор
	Имеет навыки расчета и проектирования сооружений для очистки газовых выбросов (Н-1).	Ответы на вопросы № 31-53 к зачету	Рассчитывает и проектирует элементы очистных сооружений с ошибками	Рассчитывает и проектирует элементы очистных сооружений с неточностями	Рассчитывает и проектирует элементы очистных сооружений без ошибок

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

При проведении промежуточной аттестации в форме зачета (8 семестр) шкала оценивания – «зачтено», «не зачтено».

3 Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

3.1 Контрольные работы

Контрольная работа № 1

Задание 1.1

Составить приоритетный список примесей, подлежащих контролю в одном из городов России, если известны данные инвентаризации промышленных выбросов (M , тыс.т/год); потенциал загрязнения атмосферы (ПЗА) и коэффициент ее стратификации (A); условный радиус города (L , км) или его площадь (S , км²); средняя высота труб промышленных предприятий (H , м); ориентировочный расход выбрасываемых в атмосферу газов (V , м³/с); превышение их температуры над температурой окружающей среды (ΔT , °C). Значения ПДК и классов опасности выбрасываемых в атмосферу примесей приведены в приложении.

Вариант №1

$$A=160; \text{ПЗА}=3,2; L=10 \text{ км}; H=20 \text{ м}; \Delta T < 50^\circ; V=1 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

№п/п	Загрязняющие воздух примеси	M , тыс.т/год
1	Азота оксид (NO)	20,0
2	Азота диоксид (NO ₂)	12,2
3	Углерода оксид (CO)	40,0
4	Серы диоксид (SO ₂)	25,0
5	Бензол	0,25
6	Сероуглерод	3,0
7	Стирол	0,60
8	Фенол	0,9

Вариант №2

$$A=120; \text{ПЗА}=2,8; L=4 \text{ км}; H=50 \text{ м}; \Delta T > 50^\circ; V=50 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

№п/п	Загрязняющие воздух примеси	M , тыс.т/год
1	Азота оксид (NO)	40
2	Азота диоксид (NO ₂)	12
3	Углерода оксид (CO)	80
4	Серы диоксид (SO ₂)	15
5	Анилин	4,0
6	Аммофос	50
7	Хлористый водород	80
8	Диэтиламин	5,0

Вариант №3

$$A=120; \text{ПЗА}=2,6; L=8 \text{ км}; H=50 \text{ м}; \Delta T < 50^\circ; V=10 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

№п/п	Загрязняющие воздух примеси	M , тыс.т/год
1	Азота оксид (NO)	42
2	Азота диоксид (NO ₂)	13
3	Углерода оксид (CO)	16
4	Серы диоксид (SO ₂)	30
5	Азотная кислота	100
6	Магния оксид	12
7	Железа хлорид	2,5
8	Озон	16

Вариант №4

$$A=200; \text{ПЗА}=3,1; L=6 \text{ км}; H=20 \text{ м}; \Delta T < 50^\circ; V=10 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

№п/п	Загрязняющие воздух примеси	М, тыс.т/год
1	Азота оксид (NO)	23
2	Азота диоксид (NO ₂)	8,5
3	Углерода оксид (CO)	8,0
4	Серы диоксид (SO ₂)	11
5	Ацетофенон	0,2
6	Водород цианистый	4,0
7	Гексафторбензол	30
8	Капролактам	20

Вариант №5

$$A=120; \text{ПЗА}=2,5; L=8 \text{ км}; H=50 \text{ м}; \Delta T \geq 50^\circ; V=50 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

№п/п	Загрязняющие воздух примеси	М, тыс.т/год
1	Азота оксид (NO)	28,0
2	Азота диоксид (NO ₂)	20,5
3	Углерода оксид (CO)	13,5
4	Серы диоксид (SO ₂)	16
5	Спирт метиловый	20
6	Трихлорэтилен	4,8
7	Формальдегид	1,8
8	Йод	6,0

Вариант №6

$$A=160; \text{ПЗА}=2,9; L=12 \text{ км}; H=100 \text{ м}; \Delta T \geq 50^\circ; V=1200 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

№п/п	Загрязняющие воздух примеси	М, тыс.т/год
1	Азота оксид (NO)	53
2	Азота диоксид (NO ₂)	49
3	Углерода оксид (CO)	30
4	Серы диоксид (SO ₂)	100
5	Ангидрид фталевый	8,0
6	Аммония нитрат	80
7	Диэтилртуть	0,12
8	Трикрезол	4,0

Вариант №7

$$A=120; \text{ПЗА}=3,3; L=6 \text{ км}; H=50 \text{ м}; \Delta T < 50^\circ; V=10 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

№п/п	Загрязняющие воздух примеси	М, тыс.т /год
1	Азота оксид (NO)	37
2	Азота диоксид (NO ₂)	35
3	Углерода оксид (CO)	21
4	Серы диоксид (SO ₂)	48
5	Белок пыли БВК	0,6
6	Бензин	400
7	Диэтиламин	3,6
8	Кадмия оксид	0,06

Вариант №8

$$A=160; \text{ПЗА}=2,5; L=8 \text{ км}; H=50 \text{ м}; \Delta T > 50; V=50 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

№п/п	Загрязняющие воздух примеси	М, тыс.т /год
1	Азота оксид (NO)	40
2	Азота диоксид (NO ₂)	12
3	Углерода оксид (CO)	80
4	Серы диоксид (SO ₂)	50
5	Натрия сульфат	4,0
6	Никель	0,4
7	Пентафторбензол	25
8	Сероводород	10,0

Вариант №9

$$A=200; \text{ПЗА}=3,2; S=314 \text{ км}^2; H=100 \text{ м}; \Delta T < 50^\circ; V=10 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

№п/п	Загрязняющие воздух примеси	М, тыс.т/год
1	Азота оксид (NO)	26
2	Азота диоксид (NO ₂)	29
3	Углерода оксид (CO)	80
4	Серы диоксид (SO ₂)	102
5	Барий углекислый	0,4
6	Бензол	0,5
7	Водород хлористый	1,0
8	Фенол сланцевый	2,5

Вариант №10

$$A=120; \text{ПЗА}=3,0; S=78,5 \text{ км}^2; H=20 \text{ м}; \Delta T < 50^\circ; V=1 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

№п/п	Загрязняющие воздух примеси	М, тыс. т/год
1	Азота оксид (NO)	41,0
2	Азота диоксид (NO ₂)	21,0
3	Углерода оксид (CO)	50,0
4	Серы диоксид (SO ₂)	49,0
5	Водород мышьяковистый	0,09
6	Диэтилкетон	2,0
7	Зола сланцевая	30,0
8	Изобутилацетат	4,5

Вариант №11

$$A=160; \text{ПЗА}=3,8; S=452 \text{ км}^2; H=250 \text{ м}; \Delta T > 50^\circ; V=1200 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

№п/п	Загрязняющие воздух примеси	М, тыс.т /год
1	Азота оксид (NO)	36
2	Азота диоксид (NO ₂)	55
3	Углерода оксид (CO)	100
4	Серы диоксид (SO ₂)	74
5	Сульфат цинка	0,5
6	Фурфурол	2,5
7	Трикрезол	20,0
8	Серная кислота	11

Вариант №12

$$A=200; ПЗА=2,9; S=254 \text{ км}^2; H=100 \text{ м}; \Delta T > 50^\circ; V=50 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

№п/п	Загрязняющие воздух примеси	М, тыс. т/год
1	Азота оксид (NO)	48
2	Азота диоксид (NO ₂)	33
3	Углерода оксид (CO)	130
4	Серы диоксид (SO ₂)	88
5	Железа хлорид	0,25
6	Хлористый этил	7,0
7	Ксилол	42
8	Спирт метиловый	21

Вариант №13

$$A=120; ПЗА=3,3; S=201 \text{ км}^2; H=50 \text{ м}; \Delta T > 50^\circ; V=50 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

№п/п	Загрязняющие воздух примеси	М, тыс.т/год
1	Азота оксид (NO)	31
2	Азота диоксид (NO ₂)	12
3	Углерода оксид (CO)	60,5
4	Серы диоксид (SO ₂)	60
5	Акрилонитрил	5,7
6	Алкилсульфат натрия	0,95
7	Аммония нитрат	13,6
8	Диэтилртуть	0,15

Вариант №14

$$A=160; ПЗА=2,5; S=380 \text{ км}^2; H=100 \text{ м}; \Delta T < 50^\circ; V=10 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

№п/п	Загрязняющие воздух примеси	М, тыс.т /год
1	Азота оксид (NO)	55
2	Азота диоксид (NO ₂)	68
3	Углерода оксид (CO)	120
4	Серы диоксид (SO ₂)	105
5	Водород фосфористый	0,96
6	Дихлорэтан	40
7	Бутилацетат	14
8	Стирол	0,8

Вариант №15

$$A=200; ПЗА=2,7; S=113 \text{ км}^2; H=20 \text{ м}; \Delta T < 50^\circ; V=1 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

№п/п	Загрязняющие воздух примеси	М, тыс.т/год
1	Азота оксид (NO)	43
2	Азота диоксид (NO ₂)	24
3	Углерода оксид (CO)	37
4	Серы диоксид (SO ₂)	115
5	Оксид меди	2,0
6	Оксид кадмия	0,3
7	Этилацетат	5
8	Кобальта сульфат	0,1

Вариант №16

$$A=120; \text{ПЗА}=2,8; S=78,5 \text{ км}^2; H=20 \text{ м}; \Delta T < 50^\circ; V=10 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

№п/п	Загрязняющие воздух примеси	М, тыс.т/год
1	Азота оксид (NO)	36
2	Азота диоксид (NO ₂)	19
3	Углерода оксид (CO)	100
4	Серы диоксид (SO ₂)	93
5	Бутил хлористый	1,15
6	Ванадия оксид	0,48
7	Хлористый водород	2,7
8	Диэтилкетон	30

Вариант №17

$$A=160; \text{ПЗА}=3,0; S=154 \text{ км}^2; H=50 \text{ м}; \Delta T > 50^\circ; V=50 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

№п/п	Загрязняющие воздух примеси	М, тыс.т/год
1	Азота оксид (NO)	70
2	Азота диоксид (NO ₂)	80
3	Углерода оксид (CO)	90
4	Серы диоксид (SO ₂)	154
5	Бромистый водород	35
6	Кальция борат	8,0
7	Ацетофенон	0,25
8	Спирт бутиловый	2,6

Вариант №18

$$A=240; \text{ПЗА}=3,1; S=314 \text{ км}^2; H=100 \text{ м}; \Delta T < 50^\circ; V=10 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

№п/п	Загрязняющие воздух примеси	М, тыс. т/год
1	Азота оксид (NO)	12
2	Азота диоксид (NO ₂)	20
3	Углерода оксид (CO)	55
4	Серы диоксид (SO ₂)	68
5	Диметилэтаноламин	0,5
6	Бромфенол	0,2
7	Альдегид кротоновый	0,15
8	Сероуглерод	2,1

Вариант №19

$$A=120; \text{ПЗА}=2,6; S=314 \text{ км}^2; H=100 \text{ м}; \Delta T > 50^\circ; V=50 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

№п/п	Загрязняющие воздух примеси	М, тыс.т/год
1	Азота оксид (NO)	50
2	Азота диоксид (NO ₂)	105
3	Углерода оксид (CO)	120
4	Серы диоксид (SO ₂)	98
5	Аммиак	12
6	Бромбензол	1,2
7	Бензойный альдегид	0,3
8	Хлор	0,12

Вариант №20

$$A=160; ПЗА=2,9; S=50,24 \text{ км}^2; H= 20\text{м}; \Delta T < 50^\circ; V=10 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

№ п/п	Загрязняющие воздух примеси	М, тыс.т/год
1	Азота оксид (NO)	2,0
2	Азота диоксид (NO ₂)	12,0
3	Углерода оксид (CO)	40
4	Серы диоксид (SO ₂)	42
5	Аллил хлористый	4,0
6	Альдегид бензойный	0,01
7	Аммофос	2,5
8	Феррит бариевый	0,8

Вариант №21

$$A=200; ПЗА=3,3; S=452 \text{ км}^2; H=250 \text{ м}; \Delta T > 50^\circ; V=1200 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

№ п/п	Загрязняющие воздух примеси	М, тыс.т/год
1	Азота оксид (NO)	45
2	Азота диоксид (NO ₂)	90
3	Углерода оксид (CO)	78
4	Серы диоксид (SO ₂)	60
5	Гексаметилендиамин	2,0
6	Гексафторбензол	0,09
7	Гексилацетат	5,6
8	Свинец	0,06

Вариант №22

$$A=200; ПЗА=3,3; S=452 \text{ км}^2; H=250 \text{ м}; \Delta T > 50^\circ; V=1200 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

№ п/п	Загрязняющие воздух примеси	М, тыс.т/год
1	Азота оксид (NO)	19
2	Азота диоксид (NO ₂)	90
3	Углерода оксид (CO)	105
4	Серы диоксид (SO ₂)	84
5	Ртуть	0,25
6	Пентафторфенол	4,0
7	Марганец	1,0
8	Аммония нитрат	6,5

Задание 1.2

Оцените уровень загрязнения воздуха города по комплексному индексу загрязнения атмосферы пятью приоритетными веществами и сравните его со средним уровнем загрязнения атмосферы в городах Российской Федерации, если среднегодовые концентрации загрязнений в городе составили (смотри таблицу к заданию 1.2):

Таблица к заданию 1.2

№ вар-та	Среднегодовая концентрация примеси, мг/м ³							
	NO ₂	NO	SO ₂	CO	NH ₃	Cl ₂	Co(мет.)	Фенол
1	0,03	0,02	0,10	3,1	0,05	0,01	0,0001	0,004
2	0,04	0,03	0,11	3,2	0,06	0,02	0,0002	0,008
3	0,05	0,04	0,12	3,3	0,07	0,04	0,0003	0,012
4	0,06	0,05	0,01	3,4	0,08	0,05	0,0004	0,001
5	0,07	0,06	0,02	3,5	0,09	0,06	0,0005	0,002
6	0,08	0,07	0,03	3,6	0,10	0,07	0,0006	0,004
7	0,02	0,08	0,04	3,7	0,11	0,08	0,0007	0,005
8	0,03	0,09	0,05	3,8	0,12	0,09	0,0008	0,006
9	0,04	0,10	0,06	3,9	0,11	0,08	0,0009	0,007
10	0,05	0,11	0,07	4,0	0,10	0,07	0,0011	0,008
11	0,06	0,12	0,08	4,1	0,09	0,06	0,0012	0,009
12	0,07	0,01	0,09	4,2	0,08	0,05	0,0013	0,008
13	0,08	0,02	0,10	4,3	0,07	0,04	0,0014	0,007
14	0,09	0,03	0,11	4,4	0,06	0,02	0,0015	0,006
15	0,10	0,04	0,12	4,5	0,05	0,01	0,0016	0,005
16	0,01	0,05	0,13	4,6	0,04	0,02	0,0017	0,004
17	0,02	0,06	0,14	4,7	0,03	0,04	0,0018	0,002
18	0,03	0,07	0,15	4,8	0,02	0,05	0,0019	0,004
19	0,04	0,08	0,12	4,9	0,01	0,06	0,0020	0,006
20	0,05	0,09	0,09	5,0	0,02	0,07	0,0021	0,009
21	0,06	0,10	0,07	5,1	0,03	0,08	0,0022	0,010
22	0,07	0,11	0,05	5,2	0,05	0,09	0,0023	0,011
23	0,08	0,12	0,03	5,3	0,06	0,10	0,0024	0,001
24	0,09	0,14	0,02	5,4	0,07	0,11	0,0025	0,002

Задание 1.3

Рассчитать возможную максимальную концентрацию загрязнения в приземном слое воздуха и расстояние от источника до места, где она ожидается. Определить концентрацию загрязнения на расстоянии 0,5 км от источника и на расстоянии в км, равном номеру варианта. Оценить предельно допустимый выброс (ПДВ) загрязнения источником и максимально допустимую концентрацию вредного вещества в газовой смеси, выбрасываемой в атмосферу из очистных сооружений предприятия.

Таблица к заданию 1.3

№ вар.	Вид загрязнения	A	M, г/с	H, м	V, м ³ /с	D, м	ΔT, °C
1	Аммиак	120	20	20	0,5	0.5	50
2	Сажа	160	10	30	2	0.7	60
3	СО	200	150	40	3	0.85	70
4	Бензин	240	200	50	4	1.0	80
5	Бензол	120	250	60	5	1.5	100
6	Дихлорэтан	160	300	70	1	0.5	50
7	Трихлорэтилен	200	50	80	2	0.7	60
8	Аммиак	240	25	90	3	0.9	70
9	Сажа	120	15	100	4	1.1	80
10	СО	160	100	20	5	1.5	90
11	Бензин	200	150	30	1	0.5	100
12	Дихлорэтан	240	200	40	2	0.6	50
13	Бензол	120	225	50	3	0.7	60
14	Трихлорэтилен	160	250	60	4	0.8	70
15	Аммиак	200	18	70	5	1.0	80
16	Сажа	240	20	80	1	0.4	90
17	СО	120	200	90	2	0.6	100
18	Бензин	160	250	100	3	0.8	50
19	Бензол	200	150	20	4	1.0	60
20	Дихлорэтан	240	125	30	5	1.2	70
21	Трихлорэтилен	120	115	40	1	0.4	80
22	Аммиак	160	23	50	2	0.6	90
23	Сажа	200	21	60	3	0.8	100
24	СО	240	50	75	4	1.0	50

Контрольная работа № 2

Задание 2.1

Рассчитать и выбрать нормализованный циклон или группу нормализованных циклонов для очистки газа от пыли, если известны:

$V_{0г}$ – объемный расход газа при нормальных условиях (0°C ; $p = 1 \text{ атм}$);

$t_{г}$ – температура газа на входе в циклон;

$x_{н}$ – начальная концентрация пыли в газе;

$\rho_{ч}$ – плотность пыли;

η – требуемая степень очистки;

d_m – медианный размер частиц пыли.

Таблица к заданию 2.1

№ варианта	$V_{0г} \cdot 10^{-3}$, м ³ /ч	$t_{г}$, ⁰ С	$x_{н}$, г/м ³	$\rho_{ч}$, кг/м ³	η ,%	d_m , мкм
1	1	400	25	2300	80	23
2	17	300	30	2500	85	10
3	15	250	9	2800	82	14
4	3	350	28	3200	90	8
5	2	240	19	1800	83	11
6	9	100	40	2100	84	56
7	10	150	1050	2500	80	16
8	16	200	10	3100	92	17
9	4	300	150	1800	80	15
10	13	380	20	2300	85	20
11	5	250	100	1900	86	23
12	18	150	110	2600	87	20
13	15	200	120	2700	90	43
14	7	120	35	1700	80	28
15	6	370	45	3300	85	80
16	19	400	4	2500	90	35
17	8	350	14	1800	87	22
18	12	300	3	2200	86	55
19	14	450	5	2300	84	48
20	11	280	12	3500	82	78

Примечание. Расход газа необходимо привести к рабочим условиям по формуле

$$V_{г} = V_{0г} \cdot (273 + t_{г}) / 273.$$

Задание 2.2

Найти конечную концентрацию пыли на выходе из циклона x_k , рассчитанного в контрольной работе № 1. Рассчитать и подобрать по каталогу стандартный тканевый рукавный фильтр для доочистки газового потока V_r после первой ступени очистки (циклона), считая, что температура газа при прохождении через циклонную установку снизилась незначительно.

Задание 2.3

Рассчитать мокрый пылеуловитель с трубой Вентури, если заданы:

- расход запыленного воздуха V_r , м³/час;
- начальная температура воздуха t_1 , °С;
- начальное влагосодержание воздуха x_1 , кг/кг;
- начальная запыленность воздуха y_1 , г/м³;
- температура воды на входе в трубу Вентури $\theta_1 = 25^\circ\text{C}$;
- температура воды на выходе из трубы Вентури $\theta_2 = 40^\circ\text{C}$;
- температура воздуха на выходе из установки $t_2 = \theta_2 + 5 = 45^\circ\text{C}$.
- требуемая эффективность улавливания пыли $\eta = 98\%$.
- допустимая концентрация твердой фазы в циркулирующей воде - 0,3 кг/м³.

Расчетами определить:

1. Расход воды, подаваемой в форсунки трубы Вентури.
2. Расход загрязненной воды, выводимой из установки.
3. Размеры и гидравлическое сопротивление трубы Вентури.
4. Количество пыли, выносимой в атмосферу за год.

№ варианта	V_r , м ³ /час	t_1 , °С	x_1 , кг/кг	y_1 , г/м ³
1	90000	90	0,11	0,15
2	80000	95	0,12	0,16
3	75000	100	0,13	0,17
4	70000	105	0,14	0,18
5	65000	110	0,15	0,19
6	60000	90	0,16	0,20
7	56000	95	0,17	0,21
8	50000	100	0,115	0,22
9	45000	105	0,125	0,23
10	40000	110	0,135	0,24
11	90000	90	0,145	0,25
12	85000	95	0,155	0,24
13	82000	100	0,165	0,23
14	78000	105	0,17	0,22
15	74000	110	0,16	0,21
16	70000	90	0,15	0,20
17	66000	95	0,14	0,19
18	62000	100	0,13	0,18
19	57000	105	0,12	0,17
20	54000	110	0,11	0,16
21	51000	90	0,115	0,15
22	48000	95	0,125	0,175
23	44000	100	0,135	0,225
24	40000	110	0,15	0,24

Задание 2.4.

Рассчитать кожухотрубчатый противоточный пленочный абсорбер для очистки воздуха от аммиака, если известны:

$V_{г0}$ – расход загрязненного воздуха, приведенный к нормальным условиям, м³/час;

начальная концентрация аммиака в воздухе $у_n$, кмоль/кмоль;

требуемая конечная концентрация аммиака в воздухе $у_k$, кмоль/кмоль;

начальная концентрация аммиака в абсорбенте $х_n$, кмоль/кмоль;

конечная концентрация аммиака в абсорбенте $х_k$, кмоль/кмоль;

число единиц переноса N ;

средняя температура воздуха $t_r = 30^{\circ}\text{C}$;

средняя температура абсорбента (воды) $t_{ж} = 40^{\circ}\text{C}$.

№ вар-та	$V_{г0}$, м ³ /час	$у_n$, кмоль/кмоль	$у_k$, кмоль/кмоль	$х_n$, кмоль/кмоль	$х_k$, кмоль/кмоль	N
1	1,5	0,05	0,0027	0	0,0048	4,6
2	2,5	0,06	0,0030	0,0005	0,0052	9,5
3	4	0,05	0,0027	0	0,0122	5,6
4	6	0,06	0,0030	0,001	0,0135	5,7
5	8	0,05	0,0027	0	0,0155	5,8
6	10	0,06	0,0030	0,0005	0,0180	6,0
7	12	0,05	0,0027	0	0,0215	6,1
8	3	0,06	0,0030	0,001	0,0055	4,7
9	5	0,05	0,0027	0	0,0130	5,7
10	7	0,06	0,0030	0,0005	0,0150	6,7
11	9	0,05	0,0027	0	0,0170	7,7
12	11	0,06	0,0030	0,001	0,0190	8,7
13	2	0,05	0,0027	0	0,006	6,3
14	3,5	0,06	0,0030	0,0005	0,012	6,5
15	5,4	0,05	0,0027	0	0,014	6,7
16	4,4	0,06	0,0030	0,001	0,015	6,9
17	6,5	0,05	0,0027	0	0,016	7,1
18	8,5	0,06	0,0030	0,0005	0,017	7,3
19	10,5	0,05	0,0027	0	0,0185	7,5
20	12,5	0,06	0,0030	0,001	0,022	7,7

3.2 Вопросы к зачету для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-4:

1. Понятие о биосфере, ноосфере, экологии.
2. Особенности современной экологической обстановки.
3. Проблема глобального потепления климата. Причины возникновения и пути решения.
4. Проблема истощения озонового слоя Земли. Причины возникновения и пути решения.
5. Кислотные дожди. Наносимый вред, причины возникновения и пути предотвращения.
6. Особенности экологической обстановки в Санкт-Петербурге.
7. Состав атмосферного воздуха и характеристика основных его загрязнений.
8. Классификация источников загрязнения атмосферы.
9. Нормирование вредных примесей в атмосферном воздухе.
10. Классы опасности загрязняющих веществ, ПДК, ПДВ.
11. Понятие о потенциале загрязнения атмосферы.

12. Организация контроля качества атмосферного воздуха в стране и в глобальном масштабе.
13. Влияние метеорологических факторов на состояние окружающей воздушной среды.
14. Мониторинг окружающей среды. Виды мониторинга атмосферы. Информация, получаемая при мониторинге.
15. Методы контроля загрязнения атмосферы в городах и населенных пунктах. Категории постов наблюдений.
16. Размещение постов наблюдений за загрязнением атмосферы в городах и населенных пунктах.
17. Программы и сроки наблюдений за состоянием загрязнения атмосферы в городах и населенных пунктах.
18. Определение перечня веществ, подлежащих контролю.
19. Методы и режимы отбора проб атмосферного воздуха для лабораторного анализа.
20. Методы отбора проб воздуха с целью определения содержания взвешенных частиц.
21. Способы и устройства для отбора проб воздуха с целью определения содержания газообразных загрязнений.
22. Порядок отбора разовых проб и определения содержания основных газообразных загрязняющих веществ: SO₂, NO₂, NO, CO.
23. Фотометрический метод анализа газообразных загрязнений атмосферного воздуха.
24. Газоанализаторы как средства контроля качества атмосферного воздуха.
25. Основные статистические характеристики загрязнения атмосферы в конкретной точке отбора проб.
26. Основные статистические характеристики загрязнения атмосферы, осредненные по территории.
27. Индексы загрязнения атмосферы (ИЗА, КИЗА, ПЗА и другие).
28. Расчетный метод определения концентрации загрязнений в приземном слое воздуха селитебной зоны.
29. Наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха под факелами промышленных предприятий. Методы обработки результатов подфакельных наблюдений
30. Санитарно-защитные зоны промышленных объектов.
31. Методы снижения загрязненности атмосферы. Классификация способов обезвреживания газовых выбросов.
32. Классификация промышленных пылеуловителей и методы оценки их эффективности.
33. Пылеосадительные камеры. Область применения, конструкции и методы расчета.
34. Инерционные пылеуловители. Конструкции и область применения.
35. Циклонные пылеуловители. Ориентировочный расчет диаметра осаждающихся частиц и эффективности циклона.
36. Расчет диаметра циклонов-пылеуловителей и их гидравлического сопротивления. Компоновка циклонов в группы. Батарейные мультициклоны.
37. Вихревые пылеуловители. Конструкции аппаратов и варианты создания в них вспомогательного газового потока.
38. Тканевые фильтры для очистки запыленных газовых потоков.
39. Волокнистые фильтры для очистки газов от пыли.
40. Зернистые фильтры для пылеулавливания.
41. Аппараты для мокрой очистки газов. Классификация, область применения, достоинства и недостатки.
42. Полые газопромыватели. Конструкции и ориентировочный расчет эффективности.
43. Газопромыватели с неподвижным слоем насадки.
44. Газопромыватели с подвижной насадкой.
45. Барботажные и пенные тарельчатые газопромыватели.
46. Газопромыватели ударно-инерционного действия.
47. Газопромыватели центробежного действия.

48. Скоростные газопромыватели. Расчет гидравлического сопротивления труб Вентури. Принципы расчета газоочистных установок со скрубберами Вентури.
49. Принцип действия электрофильтров.
50. Конструктивные особенности трубчатых и пластинчатых аппаратов.
51. Методики расчета и основы выбора электрофильтров.
52. Барботажные, капельные и пленочные абсорберы газообразных и парообразных примесей.
53. Адсорберы и аппараты каталитической очистки газов с неподвижным и псевдоожиженным слоем сорбента или катализатора.

К зачету допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче зачета студент получает три вопроса из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы –45 мин.

4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб ГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.