

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.ДВ.02.01
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Системы очистки вентиляционных выбросов

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки
08.03.01 Строительство

направленность (профиль)
Теплогазоснабжение и вентиляция

Форма обучения:

очная

Год набора: 2022

Общая трудоемкость: 4 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	7	Итого
Форма контроля	Экзамен	
Вид занятий		
Лекции	16	16
Лабораторные		
Практические	32	32
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0,35	0,35
Контактная работа	48,35	48,35
Самостоятельная работа	60	60
Контроль	35,65	35,65
Итого	144	144

Рабочую программу составил(и):

Ст. преподаватель ЦИО Одокиенко Е.В.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки

08.03.01 «Строительство»

Срок действия рабочей программы дисциплины до «30» августа 2026 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании центра

Центр инженерного оборудования

(протокол заседания №1 от «10» сентября 2021 г.).

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование у студентов профессиональных знаний, навыков и умений применять мероприятия по очистке вентиляционных выбросов в профессиональной деятельности и проектировать системы и оборудование очистки вентиляционных выбросов предприятий.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Физика», «Механика жидкости и газа», «Насосы, вентиляторы, компрессоры», «Вентиляция».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Основы монтажа и наладки систем теплогазоснабжения и вентиляции», «Вентиляция промышленных зданий», подготовка ВКР.

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-3. Способен организовывать работы по монтажу и наладке элементов систем теплогазоснабжения и вентиляции	ПК-3.1. Выбор нормативно-технических и нормативно-методических документов по строительству, монтажу и наладке систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, холодоснабжения	<p>Знать: Нормативную базу и методические рекомендации в области охраны воздушного бассейна, требования к основным положениям проектирования систем промышленной вентиляции и размещению оборудования пыле- и газоулавливания, к компоновке и монтажу систем очистки вентиляционных выбросов</p> <p>Уметь: Пользоваться нормативной литературой при выборе и обосновании схем очистки и принятии принципиальных решений при проектировании и монтаже вентиляционных и технологических систем</p> <p>Владеть: Навыками выбора нормативно-технических документов, необходимых для проектирования, монтажа, наладке и эксплуатации систем очистки вентиляционного воздуха.</p>

4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1. Системы очистки вентиляционны х выбросов	Лек 1	Предмет и задачи курса. Физические основы пылеулавливания и подготовки	7	2	-	-	
	Пр 1	Состав и свойства газов, подлежащих очистке.	7	2	-	-	
	Пр 2	Дисперсный состав. Определение класса пыли.	7	2	-	--	
	Лек 2	Пылеосадительные камеры и их проектирование.	7	2	-		
	Пр 3	Выбор и обоснование схемы пылеулавливания.	7	2	-	-	
	Ср	Выбор и обоснование схемы пылеулавливания.	7	30	-	-	ИДЗ №1
	Пр 4	Конструкции и расчет гравитационных аппаратов.	7	2	-	-	
	Лек 3	Аппараты сухой инерционной очистки газов.	7	2	-	-	
	Пр 5	Охлаждение газов: разбавление атмосферным воздухом, в поверхностном теплообменнике.	7	2	-	-	
	Пр 6	Подготовка газа к очистке: процесс коагуляции, дожиг оксида углерода.	7	2	-	-	
	Лек 4	Механические фильтры, область применения, подбор и расчет.	7	2	-	-	
	Ср	Аппараты сухой очистки газов.	7	20	-	-	ИДЗ №2

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Пр 7	Расчет эффективности пылеулавливания инерционных пылеуловителей.	7	2	-	-	
	Пр 8	Подбор циклонов: возвратно-поступательных, батарейных.	7	2	-	-	
	Лек 5	Электрическая очистка газов.	7	2	-	-	
	Пр 9	Расчет рукавных фильтров.	7	2	-	-	
	Пр 10	Подбор аппаратов электроочистки.	7	2	-	-	
	Лек 6,7	Аппараты мокрой очистки газов.	7	4	-	-	
	Пр 11	Охлаждение и увлажнение газов в контактном теплообменнике.	7	2	-	-	
	Пр 12	Расчет полого скруббера. Подбор каплеуловителей.	7	2	-	-	
	Лек 8	Очистка выбросов от газообразных примесей. Рассеивание вредных веществ в атмосфере.	77	2	-	-	
	Пр 13	Расчет скруббера Вентури.	7	2	-	-	
	Пр 14	Энергетический метод расчета					
	Пр 15	Проектирование барботажно-пенных скрубберов.	7	2	-	-	
	Ср	Аппараты пылеочистки	7	10	-	-	Тест
	Пр 16	Компоновка систем аспирации.	7	2	-	-	
	ПА	Промежуточная аттестация	7	0,35	-	-	
	Контроль	Обобщение и анализ изученного материала. Экзамен	7	35,65	-	-	
Итого:				144			

5. Образовательные технологии

При изучении дисциплины «Системы очистки вентиляционных выбросов» используются следующие технологии обучения:
информационные технологии – визуальные лекции;
традиционные технологии – лекции, практические занятия

6. Методические указания по освоению дисциплины

При освоении всех разделов дисциплины необходимо сочетание всех форм учебной деятельности: подготовка лекционного материала, подготовка к практическим занятиям, раздаточных материалов на практические занятия, подготовка контрольных вопросов, тестов, самостоятельная работа с рекомендуемой литературой.

Основными видами аудиторной работы студентов по данной дисциплине являются лекции, практические занятия. В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации и указания на самостоятельную работу. Практические занятия служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков, приобретения опыта по проектированию системы очистки вентиляционных и технологических выбросов, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине. Самостоятельная работа студентов предполагает анализ дополнительной литературы с целью более глубокого освоения изучаемой темы и проведения расчетно-аналитической работы по выполнению ИДЗ. Преподаватель осуществляет текущий контроль и выставляет на его основе промежуточную аттестацию.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
7	ПК-3	ИДЗ №1 ИДЗ №2 Тестовые задания. Вопросы к экзамену №1-60

7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

7.2.1. Индивидуальное домашнее задание

Тема

«Выбор и обоснование схемы пылеулавливания» - ИДЗ №1

«Аппараты сухой инерционной очистки газов» - ИДЗ №2

Комплект заданий формируется по вариантам в зависимости от дисперсного состава, расхода, температуры аэродисперсной смеси и плотности пыли.

Типовой пример задания

Индивидуальное домашнее задание №1

Выбрать и обосновать схему очистки, удовлетворяющую санитарно-гигиеническим требованиям, для предложенного варианта выброса промышленного предприятия

$L_{г(р.у.)}=120\,000\text{ м}^3/\text{ч}$; $t_r=620^\circ\text{C}$; $M_{\text{пыли}}=1,8\text{ кг/ч}$; $V(\%)SO_2=0,4\%$; $\rho_{\text{ч}}=4160\text{ кг/м}^3$.

Дисперсный состав пыли:

d, мкм	1,0	1,6	2,5	4,0
D, %	24	48	84	100

Индивидуальное домашнее задание №2

Газы, содержащие пыль поступают на очистку.

$L_{г.ну} = 15500 \text{ м}^3/\text{ч}$; $C_{п} = 14,5 \text{ г}/\text{м}^3$; $\rho_{п} = 3200 \text{ кг}/\text{м}^3$; ПДК = 2 мг/м³; $t_{г} = 140^{\circ}\text{C}$. Дисперсный состав пыли:

d, мкм	2,5	4,0	6,3	10,0	16,0	25,0	40,0	60,0
D, %	2,3	11,8	28,5	58	63,6	87	95	100

Определить требуемую степень очистки E, подобрать и рассчитать оборудование предложенной схемы очистки, чтобы выброс удовлетворял санитарным нормам.

Критерии оценки

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если работа выполнена в полном объеме и успешно защищена;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если задание не выполнено или выполнено с грубыми ошибками, при этом студент не ориентируется в основах расчета.

7.2.2. Тест

Тестирование сотрудниками кафедры на тему «Аппараты пылеочистки»

Комплект заданий

Сформирован из банка тестовых заданий из 50 вопросов. Тип заданий - задание с выбором одного правильного ответа. Количество заданий, предъявляемых студенту – 10.

Типовой пример задания

ВАРИАНТ 1

1. Какой из циклонов обеспечивает более эффективную очистку от пыли?

- ЦН-24; $d_{50}^T = 8,5 \text{ мкм}$
- СК-ЦН-33; $d_{50}^T = 1,13 \text{ мкм}$
- ЦН-15У; $d_{50}^T = 6,5 \text{ мкм}$.

2. Вентвыброс содержит твердые частицы следующего дисперсного состава:

d, мкм	<2,5	2,5-4,0	4,0-6,3	6,3-10	>10
Φ, %	15,3	13,0	14,7	18,9	ост.

Какую \approx эффективность пылеулавливания можно обеспечить в циклоне ЦН-11 ($d_{50}^T = 3,65 \text{ мкм}$)?

- 99%;
- 75%;
- 65%;
- другая (назвать).

3. Определите d_m для частиц, дисперсный состав которых указан в п.2.

- $\approx 5,0 \text{ мкм}$;
- $\approx 8,0 \text{ мкм}$;
- $\approx 6,3 \text{ мкм}$;
- другие значения (назвать).

4. По какой формуле можно определить гидравлическое сопротивление циклона?

- $\frac{\rho_z \cdot \omega_z^2}{2}$;
- $\xi \cdot \frac{\rho_z \cdot \omega_z^2}{2}$;
- $\xi_{u500}^{c(n)} \cdot K_1 \cdot K_2 + K_3$;
- другой (назвать).

5. Укажите наиболее приемлемую зависимость энергозатрат на очистку 1000 м^3 газа от сопротивления аппарата для вихревого пылеуловителя.

- а) $K_q = \Delta P_{ann}$;
- б) $K_q = \Delta P_{ann} + m \cdot P_{ж}$;
- в) $K_q = [(L_I + L_{II}) \cdot \Delta P_{ann} + L_{II} \cdot \Delta P_{II}] \cdot \frac{1}{L_I}$;
- г) другая (назвать).
6. Какой из аппаратов может быть применен для улавливания 3-го класса пылей?
- а) пылеосадительная камера; б) прямоточный циклон;
- в) циклон ЦН-11; г) другой (назвать).
7. Какое из перечисленных свойств не относится к свойствам пыли?
- а) плотность; б) дисперсность;
- в) сжимаемость; г) слипаемость.
8. На работу какого аппарата влияет омическое сопротивление слоя пыли?
- а) вихревого пылеуловителя; б) возвратно-поточного циклона;
- в) электрофильтра; г) другого (назвать).
9. К какому типу аппаратов относится пылеосадительная камера?
- а) центробежные; б) инерционные;
- в) мокрые; г) гравитационные.
10. Определите требуемую степень очистки газов, $L_T^{ну}=25000 \text{ м}^3/\text{ч}$, $c_H=18,5 \text{ г/м}^3$, $\text{ПДК}=2 \text{ мг/м}^3$?
- а) 99,8%; б) 95%;
- в) не требуется очистки; г) другая (назвать).

Критерии оценки:

«зачтено» - правильный ответ не менее, чем на 7 вопросов теста из 10

«не зачтено» - правильный ответ менее, чем на 7 вопросов теста из 10

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 7

№ п/п	Вопросы к экзамену
1	Требования, предъявляемые к очистке выбрасываемого воздуха. Определение требуемой эффективности пыле- и газоулавливания
2	Виды промышленных выбросов. Характеристики выбросов и загрязнителей
3	Классификация пылеуловителей. Оценка эффективности систем пыле- и золоулавливания
4	Определение полных и фракционных коэффициентов очистки
5	Мероприятия по предупреждению загрязнения атмосферы
6	Основные характеристики пылеулавливающего оборудования
7	Мероприятия по предупреждению загрязнения атмосферы
8	Коагуляция взвешенных частиц
9	Теоретические основы мокрого пылеулавливания
10	Физические основы электрической очистки газов
11	Критерии оценки качества воздушной среды
12	Конструктивные факторы, влияющие на работу циклонов
13	Способы регенерации фильтровальных тканей

№ п/п	Вопросы к экзамену
14	Дымовые трубы. Оптимальная скорость истечения
15	Сухая очистка газовых выбросов. Физические основы пылеулавливания. Преимущества, недостатки
16	Пылеосадительные камеры. Характеристика и расчет
17	Простейшие инерционные пылеуловители. Параметр Стокса. Изменение дисперсного состава после очистки
18	Центробежные пылеуловители. Определение эффективности очистки в центробежных пылеуловителях
19	Циклоны. Классификация циклонов. Подбор и расчет циклонов
20	Прямоточные циклоны. Вихревые пылеуловители. Классификация. Достоинства и недостатки
21	Батарейные циклоны. Конструкции и область применения
22	Подбор и расчет вихревых пылеуловителей. Энергетический метод оценки эффективности пылеулавливания
23	Центробежные ротационные пылеуловители. Устройство и принцип расчета
24	Механические пылеуловители. Пылеулавливание в механических фильтрах. Классификация фильтров
25	Промышленные фильтры. Классификация промышленных фильтров
26	Рукавные фильтры. Подбор и расчет рукавных фильтров
27	Тканевые фильтры. Типы и область применения
28	Волокнистые и зернистые фильтры. Конструкции и область применения
29	Удаление уловленной пыли. Конструкции бункеров и затворов
30	Устройство пылегазопроводов
31	Электрофильтры. Классификация. Факторы, влияющие на эффективность работы электрофильтра
32	Ионизация газов. Характеристики коронного разряда
33	Способы зарядки частиц аэрозоля в электрофильтрах. Движение заряженных частиц в электрическом поле.
34	Классификация форсунок. Подбор и расчет форсунок
35	Охлаждение газов перед системой очистки. Расчет поверхностного теплообменника
36	Мокрая очистка газов. Основные положения, достоинства и недостатки. Классификация мокрых пылеуловителей.
37	Физические основы обеспыливания газов в мокрых пылеуловителях.
38	Мокрые способы пылегазоочистки. Смачиваемость твердых частиц
39	Испарительное охлаждение газов. Охлаждение и увлажнение газов в полном скруббере
40	Мокрые пылеуловители распыливающего действия. Классификация. Полые скрубберы. Подбор и расчет
41	Скоростные газопромыватели. Скрубберы Вентури
42	Мокрые пылеуловители барботажного типа. Пенные пылеуловители.
43	Пылеулавливающее оборудование инерционное циклонное с водяной пленкой
44	Ротационные мокрые пылеуловители. Принцип работы, основные типы
45	Энергетический метод расчета мокрых пылеуловителей. Основные категории аппаратов по принципу подвода энергии
46	Мокрые пылеуловители ударного принципа действия. Основные положения пылеулавливания и подбора
47	Центробежные каплеуловители. Конструкция и расчет. Вероятностно-энергетический метод оценки эффективности пыле- и каплеулавливания
48	Химические методы очистки вент.выбросов от газообразных примесей. Абсорбционная очистка газов. Регенерация абсорбента

№ п/п	Вопросы к экзамену
49	Промышленные адсорбенты
50	Промышленные абсорберы. Классификация. Конструкция и область применения поверхностных абсорберов
51	Механизм процесса рассеивания загрязняющих веществ
52	Промышленные адсорберы. Конструкция и условия эксплуатации
53	Нейтрализация вредных примесей каталитическим и термическим методами
54	Конструкции горелочных и топочных устройств установок термообезвреживания
55	Факельный выброс воздуха
56	Расчет загрязнения атмосферы выбросами одиночного источника
57	Санитарно-защитная зона. Определение ее границ
58	Классификация аэрозолей. Основные физико-химические свойства твердых частиц: плотность, дисперсность
59	Основные физико-химические свойства твердых частиц: слипаемость, омическое сопротивление, смачиваемость, абразивность, угол естественного откоса
60	Понятие температурной инверсии атмосферы

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
7	Экзамен (устно)	«отлично»	Студент полно раскрыл содержание материала в объеме, предусмотренном программой, изложил материал грамотным языком в определенной логической последовательности, точно используя терминологию и символику; правильно выполнил рисунки, графики, сопутствующие ответу; показал умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами; отвечал самостоятельно без наводящих вопросов экзаменатора. Возможны одна - две неточности при освещении второстепенных вопросов или в выкладках, которые студент легко исправил по замечанию экзаменатора.
		«хорошо»	в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа; допущены недочеты при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию экзаменатора; допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов или в выкладках, легко исправленные по замечанию экзаменатора.
		«удовлетворительно»	неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
			<p>умения, достаточные для дальнейшего применения знаний;</p> <p>имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, выкладках, исправленные после нескольких наводящих вопросов экзаменатора;</p> <p>при изложении теоретического материала выявлена недостаточная сформированность основных умений и навыков.</p>
		«неудовлетворительно»	<p>не раскрыто основное содержание учебного материала;</p> <p>обнаружено незнание или непонимание студентом большей или наиболее важной части учебного материала;</p> <p>допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, в рисунках, или графиках; экзаменатор обнаружил у студента полное незнание и непонимание изучаемого учебного материала или студент не смог ответить ни на один из поставленных вопросов по изучаемому материалу.</p>

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Луканин А. В.	Инженерная экология: процессы и аппараты очистки газовоздушных выбросов	Учебное пособие	2019	ЭБС «Znanium.com»
2	Ветошкин А. Г.	Аппаратурное оформление процессов защиты атмосферы от газовых выбросов	Учебное пособие	2019	ЭБС «Znanium.com»
3	Клюшенкова М. И	Защита окружающей среды от промышленных газовых выбросов	Учебное пособие	2019	ЭБС «Znanium.com»

8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Тюрин Н. П.	Высокоэффективные устройства очистки вентиляционных выбросов от мелкодисперсных частиц	монография	2015	ЭБС «Лань»
2	Клюшенков М.И., Кузнецова Н.А., Макаренков, Д.А.	Техника мокрого пылеулавливания выбросных газов (с примерами расчета аппаратов) и контроль качества очистки	Учебное пособие	2017	ЭБС «Znanium.com»
3	Скаков С.В	Практикум по инженерной экологии. Расчет загрязнения атмосферы выбросами от точечного источника	Практикум	2014	ЭБС «IPRbooks»
4	Самсонов В.Т.	Обеспыливание воздуха в промышленности: методы и средства:	Монография	2019	ЭБС «Znanium.com»

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- Информационная система «ТЕХНОРМАТИВ» - <https://www.technormativ.ru/>
- Справочная правовая система «Консультант Плюс» - <http://www.consultant.ru>
- «Техэксперт» - профессиональные справочные системы – <http://техэксперт.рус/>
- База открытых данных Росинмониторинга – <http://www.fedsfm.ru/opendata>
- Elibrary [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000– . – Режим доступа : elibrary.ru. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- Scopus [Электронный ресурс] : реферативная база данных. – N etherlands : Elsevier, 2004– . – Режим доступа : scopus.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно
2	OfficeStandart	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно; Договор № 727 от 20.07.2016г., срок действия - бессрочно
3	Консультант +	Договор №1522 от 25.12.2015 бессрочный

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

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Лаборатория "Очистка вентиляционных выбросов. Теплогенерирующие установки". Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. С-604	Шкафы, шкаф книжный, стол, доска аудиторная, Столы ученические, Столы лабораторные, шкафы вытяжной , термостат. Столы преподавательские, стулья, дистиллятор.
2	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных	Столы ученические двухместные (моноблок), стол преподавательский, доска аудиторная, кресло преподавателя, тумбочка для проектора, проектор, ноутбук, экран для проектора, жалюзи.

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
	консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. С-601	