

«

»

“ ”

“ ”

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Процессы и аппараты защиты атмосферного воздуха**

: 20.03.01

, :

: 4, : 7

		<b>7</b>
<b>1</b>	( )	3
<b>2</b>		108
<b>3</b>	, .	65
<b>4</b>	, .	36
<b>5</b>	, .	18
<b>6</b>	, .	0
<b>7</b>	, .	0
<b>8</b>	, .	2
<b>9</b>	, .	9
<b>10</b>	, .	43
<b>11</b>	( , , )	
<b>12</b>		

( ): 20.03.01

246 21.03.2016 ., : 20.04.2016 .

: 1,

( ): 20.03.01

, 17-04 20.06.2017

, 5 21.06.2017

:

, . . . . . . . .

:

, . . . . . . . .

:

. . .

# 1.

1.1

<b>Компетенция ФГОС: ОПК.5</b> готовность к выполнению профессиональных функций при работе в коллективе; <i>в части следующих результатов обучения:</i>	
12.	
<b>Компетенция ФГОС: ПК.19</b> способность ориентироваться в основных проблемах техносферной безопасности; <i>в части следующих результатов обучения:</i>	
1.	
<b>Компетенция НГТУ: ПК.25.В</b> способность ориентироваться в основных методах и системах обеспечения экологической безопасности организации, обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды; <i>в части следующих результатов обучения:</i>	
1.	,
2.	-
1.	-
<b>Компетенция НГТУ: ПК.26.В</b> способность принимать участие в установке, эксплуатации природоохранных объектов, очистных и защитных сооружений; принимать решения о вводе в эксплуатацию, по замене (регенерации) средств защиты; <i>в части следующих результатов обучения:</i>	
2.	,

# 2.

2.1

	(	
	,	)
<b>.25. . 2</b> -		
1.знать источники образования, состав и свойства основных выбросов промышленности		;
2.знать физико-химическую суть процессов очистки выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду		;
<b>.25. . 1</b> -		
3.уметь рассчитывать параметры физико-химических процессов очистки промышленных выбросов в атмосферу		;
<b>.19. 1</b>		
4.иметь представление об основных направлениях и тенденциях в сфере совершенствования средств очистки выбросов промышленности		;
<b>.25. . 1</b> ,		
5.знать конструкции и принцип действия основных аппаратов, обеспечивающих снижение загрязнения окружающей среды		;
6.владеть методами расчета эффективности и конструкций аппаратов защиты окружающей среды		;
<b>.26. . 2</b> ,		

7.знать правила эксплуатации и порядок регенерации основных средств защиты атмосферного воздуха	;
<b>.5. 12</b>	
8.иметь представление о современном состоянии в сфере снижения негативного воздействия промышленности на окружающую среду	;
9.уметь выбирать эффективные методы для защиты окружающей среды от вредных выбросов в конкретных производственных условиях	;

**3.**

3.1

	,	.	
<b>:7</b>			
<b>:</b>			
1. - , ( ).	0	4	1, 8, 9
2. . , , , - .	0	4	2, 5, 7, 8, 9
3. - , , .	0	2	2, 5, 7, 8, 9
4. . - ( ). , , .	0	4	2, 5, 7, 8, 9
5. , .	0	2	2, 5, 7, 8, 9
6. . .	0	2	4, 8
<b>:</b>			
7. . . .	0	2	1, 4, 8

<p>8.</p> <p>Wellman Lord",</p>	0	4	2, 5, 7, 8, 9
<p>9.</p>	0	4	2, 5, 7, 8, 9
<p>10.</p>	0	2	2, 5, 7, 8, 9
<p>11.</p>	0	4	1, 2, 4, 5, 7, 8
:			
<p>12.</p>	0	2	2, 5, 7, 8, 9

3.2

	,	.		
:7				
:				
1.	0	4	3, 6	
2.	0	4	2, 3, 6	
3.	0	2	3, 6	



[ ]: - / . — . :  
 . — . : - , 2016. — 316 с. — 978-5-9729-0128-9. — :  
<http://www.iprbookshop.ru/51721.html>

**5.**

( . 5.1).

5.1

	-
	e-mail
	e-mail
	e-mail

**6.**

( ),

-  
15-

ECTS.

. 6.1.

6.1

	.	
<b>: 7</b>		
<i>Лекция:</i>	9	18
<i>Практические занятия:</i>	18	36
<i>РГЗ:</i>	13	26
<i>Зачет:</i>	10	20

6.2

6.2

<b>.5</b>	12.		
		+	+
<b>.19</b>	1.		
			+
	.25. 1.		
		+	+
	.25. 2.		
		+	+

	.25. 1.	-	+	+
	.26. 2.	,		+

1

## 7.

1. Ветошкин А.Г. Аппаратурное оформление процессов защиты атмосферы от газовых выбросов [Электронный ресурс] : учебное пособие по проектированию / А.Г. Ветошкин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Инфра-Инженерия, 2016. — 244 с. — 978-5-9729-0126-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/51717.html>
  2. Доценко А. И. Машины и оборудование природообустройства и охраны окружающей среды города : [учебное пособие для вузов] / А. И. Доценко, В. А. Зотов. - М., 2007. - 518, [1] с. : ил.
  3. Ветошкин А. Г. Процессы и аппараты защиты окружающей среды : учебное пособие для вузов / А. Г. Ветошкин. - М., 2008. - 638, [1] с. : ил.
1. Дытнерский Ю. И. Процессы и аппараты химической технологии. В 2 кн. Ч. 2. Массообменные процессы и аппараты : учебник для химико-технологических специальностей вузов. - М., 2002. - 368 с. : ил.
  2. Основные процессы и аппараты химической технологии : пособие по проектированию : [учебное пособие для химико-технологических специальностей вузов] / [Г. С. Борисов и др.] ; под ред. Ю. И. Дытнерского. - М., 2007. - 493 с. : ил.. - Перепечатка с изд. 1991 г..
  3. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие для вузов / [А. А. Захарова, Л. Т. Бахшиева, Б. П. Кондауров и др.] ; под ред. А. А. Захаровой. - М., 2006. - 521, [1] с. : ил., табл.
  4. Промышленный катализ в лекциях. Вып. 4 / под общ. ред. А. С. Носкова. - М., 2006. - 114, [1] с.
  5. Носков А. С. Природоохранные технологии на ТЭС и АЭС. Ч. 1.. Защита атмосферы от вредных выбросов ТЭС и АЭС : учебное пособие для специальности 100500 "Тепловые электрические станции" всех форм обучения / А. С. Носков, З. П. Пай, В. В. Саломатов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 1998. - 203 с. : ил.
  6. Носков А. С. Современные методы очистки отходящих газов промышленных производств : учебное пособие / А. С. Носков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 39 с. : ил.
  7. Справочник по пыле- и золоулавливаю / [М. И. Биргер и др.] ; под общ. ред А. А. Русанова. - М., 1983. - 312 с. : ил., табл.
  8. Вальдберг А. Ю. Технология пылеулавливания / А. Ю. Вальдберг, Л. М. Исянов, Э. Я. Тарат. - Л., 1985. - 191, [1] с. : схемы, табл.
  9. Новый справочник химика и технолога. Общие сведения. Строение вещества. Физические свойства важнейших веществ. Ароматические соединения. Химия фотографических процессов. Номенклатура органических соединений. Техника лабораторных работ. Основы технологии. Интеллектуальная собственность / [Е. Е. Бирик и др. ; ред. А. В. Москвин]. - СПб., 2006. - 1463 с. : ил., табл.. - Авт. указаны на обороте тит. л.
  10. Новый справочник химика и технолога. Основные свойства неорганических, органических и элементоорганических соединений / [Д. А. де Векки и др. ; ред. тома : Н. К. Скворцов и др.]. - СПб., 2007. - 1271 с. : ил.. - Авт. указаны на обороте тит. л.

11. Дытнерский Ю. И. Процессы и аппараты химической технологии. В 2 кн. Ч. 1. Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты : учебник для химико-технологических специальностей вузов. - М., 2002. - 400 с. : ил.
12. Новый справочник химика и технолога. Процессы и аппараты химических технологий. Ч. 1 / [Островский Г. М. и др. ; ред. тома : Островский Г. М.]. - СПб., 2007. - 841 с. : ил. - Авт. указаны на обороте тит. л..
13. Новый справочник химика и технолога. Процессы и аппараты химических технологий. Ч. 2 / [Островский Г. М. и др. ; ред. тома : Островский Г. М.]. - СПб., 2006. - 915 с. : ил. - Авт. указаны на обороте тит. л..

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znanium.com" : <http://znanium.com/>
5. :

## 8.

### 8.1

1. Конструирование и расчет элементов технологического оборудования. Расчет кожухотрубного теплообменника : методические указания к курсовому проектированию по дисциплине "Конструирование и расчет элементов химико-технологического оборудования отрасли" для 4 курса МТФ, специальности 170500 и других специальностей химико-технологического направления дневной и заочной форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. И. Яворский]. - Новосибирск, 2006. - 46, [1] с. : ил. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000053714](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000053714)
2. Ветошкин А.Г. Инженерная защита атмосферы от вредных выбросов [Электронный ресурс] : учебно-практическое пособие / А.Г. Ветошкин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Инфра-Инженерия, 2016. — 316 с. — 978-5-9729-0128-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/51721.html>
3. Островский Ю. В. Каталитическая очистка газовых выбросов : расчет каталитического реактора : методические указания к выбору технологической схемы и расчету аппаратов по дисциплине "Промышленная экология" для 4 курса специальностей 240801, 240802 и других специальностей химико-технологического профиля / Ю. В. Островский, Г. М. Заборцев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 82 с. : ил., табл., схемы. - В рамках проекта "Экологическая инженерия в химических технологиях и биотехнологиях".
4. Расчет насадочного абсорбера : методические указания к выполнению курсовых проектов по дисциплине "Процессы и аппараты химической технологии" для 3 курса, специальностей 240801, 240802 и других специальностей химико-технологического профиля / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Ю. Л. Крутский]. - Новосибирск, 2006. - 38, [1] с. : ил. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000058446](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000058446)
5. Мишаков И. В. Основы технологии пылеулавливания : учебное пособие / И. В. Мишаков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 73, [2] с. : ил. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2010/mishakov.pdf>

### 8.2

## 2 Windows

9. -

1	( - , , )	

1	( Internet )	, .

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра инженерных проблем экологии

“УТВЕРЖДАЮ”  
ДЕКАН ФЛА  
д.т.н., профессор С.Д. Саленко  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ \_\_\_\_ г.

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**Процессы и аппараты защиты атмосферного воздуха**  
Образовательная программа: 20.03.01 Техносферная безопасность,  
профиль: Инженерная защита окружающей среды

### 1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине «Процессы и аппараты защиты атмосферного воздуха» приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.5 готовность к выполнению профессиональных функций при работе в коллективе	у12. уметь идентифицировать экологические проблемы и выбирать эффективные инструменты для их устранения	Абсорбционная очистка газов. Технологии абсорбционной очистки промышленных выбросов. Десорбция загрязнителей из абсорбентов. Регенерационные и нерегенерационные абсорбционные методы десульфуризации газов (процессы двойной щелочной очистки, известняковый и известковый методы, аммиачной абсорбции, магнезитовый циклический процесс, сульфит-бисульфит натриевый процесс - "Wellman Lord", аммиачный циклический процесс, процессы "Коносок", "Соксал", "Сульф-Икс"). Нерегенеративные методы очистки от оксидов азота окислительно-абсорбционного и абсорбционно-восстановительного типа. Методы совместной очистки промышленных газов от оксидов серы и азота. Совмещенные технологии и совместная очистка газов от токсичных примесей. Карбамидный метод. Методы с применением комплексов железа. Метод СОЖ-ТЭЦ. Абсорбционно-окислительные методы очистки сероводородных газов (Стредфорд, Фумакс-родакс). Конструкции и принцип действия абсорберов (насадочные, тарельчатые, распыливающие абсорберы). Расчет эффективности и основных размеров абс Адсорбционная очистка газов. Технологии адсорбционной очистки промышленных выбросов. Характеристика сорбентов и их виды. Хемосорбция. Десорбция адсорбированных продуктов. Адсорбционные методы десульфуризации и денитрификации газов. Устройство и принцип действия адсорберов (адсорберы периодического и непрерывного действия). Адсорберы с псевдооживленным слоем. Основы расчета адсорберов. Источники загрязнения атмосферы аэрозолями. Характеристики аэрозольных выбросов в атмосферу. Взрыво- и пожаробезопасность пыли. Классификация методов и аппаратов для очистки от аэрозолей. Основные характеристики аппаратов для очистки от аэрозолей. Оценка эффективности пылеулавливания (одиночный аппарат, последовательное соединение). Фракционная эффективность. Источники загрязнения атмосферы вредными газовыми выбросами. Основные характеристики соединений, загрязняющих атмосферный воздух. Первичные и вторичные мероприятия защиты атмосферы. Классификация процессов и аппаратов газоочистки. Оценка эффективности устройств газоочистки. Выбор вариантов газоочистки. Методы подавления выделений токсичных газов в источниках их образования. Механическое пылеулавливание. Пылеосадительные камеры и простейшие инерционные пылеосадители. Циклонные осадители. Батарейные циклоны. Вихревые пылеуловители. Устройство, принцип	РГЗ, разделы 3, 6	Зачет, вопросы 1-6, 8, 15, 16, 22

		<p>работы, применение, эффективность, основы расчета. Наиболее распространенные капле- и туманоуловители. Мокрое пылеулавливание. Полюе газопромыватели. Орошаемые циклоны с водяной пленкой. Тарельчатые и насадочные газопромыватели. Ударно-инерционные пылеуловители. Скоростные пылеуловители (скрубберы Вентури). Устройство, принцип работы, применение, эффективность, основы расчета. Охлаждение газовых выбросов. Поверхностные и смесительные теплообменники. Рекуперативные и регенеративные теплообменные аппараты. Конструкции теплообменников, назначение, основы расчета. Охлаждение газов разбавлением. Очистка газовых выбросов транспорта. Характеристика выбросов двигателей внутреннего сгорания. Снижение и нейтрализация выбросов ДВС. Улавливание аэрозолей, выбрасываемых дизельным двигателем. РГЗ Совершенствование процессов и аппаратов для пылегазоочистки. Предварительная обработка аэрозолей. Режимная интенсификация. Многоступенчатая очистка. Термическая обработка газовых выбросов. Установки термообезвреживания газовых выбросов. Принципы расчета установок. Фильтрация аэрозолей. Волокнистые фильтры. Тканевые фильтры. Зернистые фильтры. Фильтры-туманоуловители. Устройство, принцип работы, применение, эффективность, основы расчета и выбор газовых фильтров. Электрическая очистка газов. Принцип действия, конструкции, основы расчета и выбор электрофильтров.</p>		
ПК.19/НИ способность ориентироваться в основных проблемах техносферной безопасности	з1. иметь представление об основных направлениях и тенденциях в сфере совершенствования средств защиты	<p>Источники загрязнения атмосферы вредными газовыми выбросами. Основные характеристики соединений, загрязняющих атмосферный воздух. Первичные и вторичные мероприятия защиты атмосферы. Классификация процессов и аппаратов газоочистки. Оценка эффективности устройств газоочистки. Выбор вариантов газоочистки. Методы подавления выделений токсичных газов в источниках их образования. Очистка газовых выбросов транспорта. Характеристика выбросов двигателей внутреннего сгорания. Снижение и нейтрализация выбросов ДВС. Улавливание аэрозолей, выбрасываемых дизельным двигателем.</p>	-	Зачет, вопросы 2, 6, 11-20, 21, 23, 26, 29, 33, 37-40
ПК.25.В способность ориентироваться в основных методах и системах обеспечения экологической безопасности организации, обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей	з1. знать конструкции, принцип действия и технические характеристики основных разрабатываемых и используемых технических экозащитных средств	<p>Абсорбционная очистка газов. Технологии абсорбционной очистки промышленных выбросов. Десорбция загрязнителей из сорбентов. Регенерационные и нерегенерационные абсорбционные методы десульфуризации газов (процессы двойной щелочной очистки, известняковый и известковый методы, аммиачной абсорбции, магнетитовый циклический процесс, сульфит-бисульфит натриевый процесс - "Wellman Lord", аммиачный циклический процесс, процессы "Коносоке", "Соксал", "Сульф-Икс"). Нерегенеративные методы очистки от оксидов азота окислительно-абсорбционного и абсорбционно-восстановительного типа. Методы совместной очистки промышленных газов от оксидов серы и азота. Совмещенные технологии и совместная очистка газов от токсичных примесей. Карбамидный метод. Методы с применением комплексов железа. Метод СОЖ-ТЭЦ. Абсорбционно-окислительные методы очистки сероводородных газов (Стредфорд, Фумакс-родакс). Конструкции и принцип действия абсорберов (насадочные, та-</p>	РГЗ, раздел 3	Зачет, вопросы 7, 9, 11-14, 17-20, 21, 23, 30-32, 35, 37, 38

среды		<p>рельчатые, распыливающие абсорберы). Расчет эффективности и основных размеров. Адсорбционная очистка газов. Технологии адсорбционной очистки промышленных выбросов. Характеристика сорбентов и их виды. Хемосорбция. Десорбция адсорбированных продуктов. Адсорбционные методы десульфуризации и денитрификации газов. Устройство и принцип действия абсорберов (абсорберы периодического и непрерывного действия). Абсорберы с псевдоожиженным слоем. Основы расчета абсорберов. Механическое пылеулавливание. Пылеосадительные камеры и простейшие инерционные пылеосадители. Циклонные осадители. Батарейные циклоны. Вихревые пылеуловители. Устройство, принцип работы, применение, эффективность, основы расчета. Наиболее распространенные капле- и туманоуловители. Мокрое пылеулавливание. Полые газопромыватели. Орошаемые циклоны с водяной пленкой. Тарельчатые и насадочные газопромыватели. Ударно-инерционные пылеуловители. Скоростные пылеуловители (скрубберы Вентури). Устройство, принцип работы, применение, эффективность, основы расчета. Осаждение под действием силы тяжести Охлаждение газовых выбросов. Поверхностные и смешительные теплообменники. Рекуперативные и регенеративные теплообменные аппараты. Конструкции теплообменников, назначение, основы расчета. Охлаждение газов разбавлением. Расчет геометрии массообменных аппаратов. Абсорбционная очистка газов. Расчет пористых металлических фильтров для очистки выбросов от пыли Расчет эффективности и геометрии электрофильтра РГЗ Термическая обработка газовых выбросов. Установки термообезвреживания газовых выбросов. Принципы расчета установок. Фильтрование аэрозолей. Волокнистые фильтры. Тканевые фильтры. Зернистые фильтры. Фильтры-туманоуловители. Устройство, принцип работы, применение, эффективность, основы расчета и выбор газовых фильтров. Электрическая очистка газов. Принцип действия, конструкции, основы расчета и выбор электрофильтров.</p>		
ПК.25.В	з2. знать физико-химическую суть процессов очистки выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду	<p>Адсорбционная очистка газов. Технологии адсорбционной очистки промышленных выбросов. Десорбция загрязнителей из сорбентов. Регенерационные и нерегенерационные адсорбционные методы десульфуризации газов (процессы двойной щелочной очистки, известняковый и известковый методы, аммиачной абсорбции, магнетитовый циклический процесс, сульфит-бисульфит натриевый процесс - "Wellman Lord", аммиачный циклический процесс, процессы "Коносок", "Соксал", "Сульф-Икс"). Нерегенеративные методы очистки от оксидов азота окислительно-абсорбционного и абсорбционно-восстановительного типа. Методы совместной очистки промышленных газов от оксидов серы и азота. Совмещенные технологии и совместная очистка газов от токсичных примесей. Карбамидный метод. Методы с применением комплексов железа. Метод СОЖ-ТЭЦ. Абсорбционно-окислительные методы очистки сероводородных газов (Стредфорд, Фумакс-родакс). Конструкции и принцип действия абсорберов (насадочные, тарельчатые, распыливающие абсорберы). Расчет эффективности и основных размеров абс Адсорб-</p>	РГЗ, раздел 3	Зачет, вопросы 9, 11, 14, 17-20, 21, 23, 25, 26, 29-34, 36-40

		<p>ционная очистка газов. Технологии адсорбционной очистки промышленных выбросов. Характеристика сорбентов и их виды. Хемосорбция. Десорбция адсорбированных продуктов. Адсорбционные методы десульфуризации и денитрификации газов. Устройство и принцип действия адсорберов (адсорберы периодического и непрерывного действия). Адсорберы с псевдоожиженным слоем. Основы расчета адсорберов. Источники загрязнения атмосферы аэрозолями. Характеристики аэрозольных выбросов в атмосферу. Взрыво- и пожаробезопасность пыли. Классификация методов и аппаратов для очистки от аэрозолей. Основные характеристики аппаратов для очистки от аэрозолей. Оценка эффективности пылеулавливания (одиночный аппарат, последовательное соединение). Фракционная эффективность. Источники загрязнения атмосферы вредными газовыми выбросами. Основные характеристики соединений, загрязняющих атмосферный воздух. Первичные и вторичные мероприятия защиты атмосферы. Классификация процессов и аппаратов газоочистки. Оценка эффективности устройств газоочистки. Выбор вариантов газоочистки. Методы подавления выделений токсичных газов в источниках их образования. Механическое пылеулавливание. Пылеосадительные камеры и простейшие инерционные пылеосадители. Циклонные осадители. Батарейные циклоны. Вихревые пылеуловители. Устройство, принцип работы, применение, эффективность, основы расчета. Наиболее распространенные капле- и туманоуловители. Мокрое пылеулавливание. Полые газопромыватели. Орошаемые циклоны с водяной пленкой. Тарельчатые и насадочные газопромыватели. Ударно-инерционные пылеуловители. Скоростные пылеуловители (скрубберы Вентури). Устройство, принцип работы, применение, эффективность, основы расчета. Охлаждение газовых выбросов. Поверхностные и смешительные теплообменники. Рекуперативные и регенеративные теплообменные аппараты. Конструкции теплообменников, назначение, основы расчета. Охлаждение газов разбавлением. Очистка газовых выбросов транспорта. Характеристика выбросов двигателей внутреннего сгорания. Снижение и нейтрализация выбросов ДВС. Улавливание аэрозолей, выбрасываемых дизельным двигателем. РГЗ Термическая обработка газовых выбросов. Установки термообезвреживания газовых выбросов. Принципы расчета установок. Фильтрация аэрозолей. Волокнистые фильтры. Тканевые фильтры. Зернистые фильтры. Фильтры-туманоуловители. Устройство, принцип работы, применение, эффективность, основы расчета и выбор газовых фильтров. Электрическая очистка газов. Принцип действия, конструкции, основы расчета и выбор электрофильтров.</p>		
ПК.25.В	у1. уметь рассчитывать параметры физико-химических процессов очистки промышленных выбросов в атмосферу и стоков в гидросферу	<p>Мокрая очистка газов. Расчет скруббера и форсунок. Осаждение под действием силы тяжести. Расчет геометрии массообменных аппаратов. Адсорбционная очистка газов. Расчет пористых металлических фильтров для очистки выбросов от пыли. Расчет эффективности и геометрии электрофильтра РГЗ</p>	РГЗ, разделы 4, 5	Зачет, вопросы 10, 24, 27, 28,

<p>ПК.26.В  способность  принимать  участие в  установке,  эксплуата-  ции приро-  доохранных  объектов,  очистных и  защитных  сооружений;  принимать  решения о  вводе в экс-  плуатацию,  по замене  (регенера-  ции) средств  защиты</p>	<p>з2. знать правила  эксплуатации,  обслуживания и  порядок регене-  рации основных  средств защиты</p>	<p>Абсорбционная очистка газов. Технологии абсорбционной очистки промышленных выбросов. Десорбция загрязнителей из абсорбентов. Регенерационные и нерегенерационные абсорбционные методы десульфуризации газов (процессы двойной щелочной очистки, известняковый и известковый методы, аммиачной абсорбции, магнезитовый циклический процесс, сульфит-бисульфит натриевый процесс - "Wellman Lord", аммиачный циклический процесс, процессы "Коносокс", "Соксал", "Сульф-Икс"). Нерегенеративные методы очистки от оксидов азота окислительно-абсорбционного и абсорбционно-восстановительного типа. Методы совместной очистки промышленных газов от оксидов серы и азота. Совмещенные технологии и совместная очистка газов от токсичных примесей. Карбамидный метод. Методы с применением комплексов железа. Метод СОЖ-ТЭЦ. Абсорбционно-окислительные методы очистки сероводородных газов (Стредфорд, Фумакс-родакс). Конструкции и принцип действия абсорберов (насадочные, тарельчатые, распыливающие абсорберы). Расчет эффективности и основных размеров абс Адсорбционная очистка газов. Технологии адсорбционной очистки промышленных выбросов. Характеристика сорбентов и их виды. Хемосорбция. Десорбция адсорбированных продуктов. Адсорбционные методы десульфуризации и денитрификации газов. Устройство и принцип действия адсорберов (адсорберы периодического и непрерывного действия). Адсорберы с псевдооживленным слоем. Основы расчета адсорберов. Механическое пылеулавливание. Пылеосадительные камеры и простейшие инерционные пылеосадители. Циклонные осадители. Батарейные циклоны. Вихревые пылеуловители. Устройство, принцип работы, применение, эффективность, основы расчета. Наиболее распространенные капле- и туманоуловители. Мокрое пылеулавливание. Полые газопромыватели. Орошаемые циклоны с водяной пленкой. Тарельчатые и насадочные газопромыватели. Ударно-инерционные пылеуловители. Скоростные пылеуловители (скрубберы Вентури). Устройство, принцип работы, применение, эффективность, основы расчета. Охлаждение газовых выбросов. Поверхностные и смешительные теплообменники. Рекуперативные и регенеративные теплообменные аппараты. Конструкции теплообменников, назначение, основы расчета. Охлаждение газов разбавлением. Очистка газовых выбросов транспорта. Характеристика выбросов двигателей внутреннего сгорания. Снижение и нейтрализация выбросов ДВС. Улавливание аэрозолей, выбрасываемых дизельным двигателем. Термическая обработка газовых выбросов. Установки термообезвреживания газовых выбросов. Принципы расчета установок. Фильтрование аэрозолей. Волокнистые фильтры. Тканевые фильтры. Зернистые фильтры. Фильтры-туманоуловители. Устройство, принцип работы, применение, эффективность, основы расчета и выбор газовых фильтров. Электрическая очистка газов. Принцип действия, конструкции, основы расчета и выбор электрофильтров.</p>	<p>-</p>	<p>Зачет, вопросы  7, 9, 11-13, 17-  20, 21, 23, 30-32,  37</p>
--	--	---	----------	---

## 2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 7 семестре - в форме зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.5, ПК.19/НИ, ПК.25.В, ПК.26.В.

Зачет проводится в устной форме с составлением тезисов ответов, по билетам.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 7 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (РГЗ). Требования к выполнению РГЗ, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.5, ПК.19/НИ, ПК.25.В, ПК.26.В, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

### Общая характеристика уровней освоения компетенций:

- **Ниже порогового.** Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.
- **Пороговый.** Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.
- **Базовый.** Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.
- **Продвинутый.** Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

## Паспорт зачета

по дисциплине «Процессы и аппараты защиты атмосферного воздуха»

### 1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме с составлением тезисов ответов, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос билета выбирается из диапазона вопросов раздела 1, второй вопрос - из диапазона вопросов раздела 2. В ходе зачета преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

### Форма билета

Министерство образования и науки РФ

НОВОСИБИРСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

Факультет летательных аппаратов  
Кафедра инженерных проблем экологии

**Билет №.....**  
по дисциплине «Процессы и аппараты защиты  
атмосферного воздуха»

- 
- 1) Вопрос (раздел 1)
  - 2) Вопрос (раздел 2)

Утверждаю: зав. кафедрой ИПЭ \_\_\_\_\_ В.В. Ларичкин  
(подпись, дата)

### 2. Критерии оценки

- Ответ на билет считается **неудовлетворительным**, если студент не дает определений основных понятий, не отвечает ни на один вопрос билета, оценка составляет *0 баллов*.
- Ответ на билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент в целом дает определение основных понятий, но недостаточно развернуто, не может дать ответы на дополнительные вопросы, уточняющие суть, знания не структурированы и поверхностны; оценка составляет *10-13 баллов*.
- Ответ на билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент правильно отвечает на все вопросы, но недостаточно развернуто или отвечает на один вопрос билета абсолютно правильно и достаточно развернуто, поясняет суть проблемы при ответе на дополнительный вопрос, чем показывает глубокие знания в данной области, оценка составляет *14-17 баллов*.
- Ответ на билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент правильно и полностью отвечает на все вопросы билета, а также на дополнительные вопросы, приводит конкретные примеры из практики, оценка составляет *18-20*

*баллов.*

### **3. Шкала оценки**

Зачет считается сданным, если студент при ответе на теоретические вопросы набирает не менее 10 баллов (из 20 возможных).

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

### **4. Примерные вопросы к зачету по дисциплине**

#### **Раздел 1**

1. Дайте определения основным загрязнителям атмосферы.
2. Дайте классификацию методов и аппаратов для обезвреживания газовых выбросов от различных примесей.
3. Опишите основные физико-химические свойства взвешенных частиц.
4. Представьте классификацию пыли в зависимости от дисперсности.
5. Назовите методы для определения дисперсности пыли.
6. Перечислите основные характеристики пылеуловителей.
7. Что представляют собой пылеосадительные камеры. Назначение. Устройство. Эффективность очистки.
8. Охарактеризуйте инерционные пылеуловители.
9. Дайте определение центробежным пылеуловителям. Циклоны: назначение, устройство, эффективность очистки. Достоинства и недостатки.
10. Выбор и расчет циклонов.
11. Групповые и батарейные циклоны: назначение, устройство, эффективность очистки. Достоинства и недостатки.
12. Что представляют собой вихревые и динамические пылеуловители. Назначение. Устройство. Эффективность очистки. Достоинства и недостатки.
13. Перечислите преимущества и недостатки фильтров. Назовите требования, предъявляемые к тканям, используемым в качестве фильтрующих материалов.
14. Устройство и схема работы нутч-фильтра, фильтра-пресса и ленточного вакуумного фильтра.
15. Классификация фильтрационных аппаратов пылеулавливания а) по типам; б) в зависимости от способа подвода запылённого воздуха; в) по числу секций.
16. Классификация фильтрационных аппаратов пылеулавливания а) по условиям работы фильтра; б) по способам регенерации.
17. Рукавные фильтры: устройство, принцип работы, области применения. Достоинства и недостатки.
18. Зернистые фильтры. Конструкции подвижных зернистых фильтров.
19. Керамические и металлокерамические фильтры. Устройство. Применение. Достоинства и недостатки.
20. Мокрые пылеуловители (скрубберы). Их преимущества перед аппаратами других типов.

#### **Раздел 2**

21. Электрофильтры: устройство, принцип работы, области применения. Достоинства и недостатки.
22. Дайте характеристику газообразных загрязняющих веществ.
23. Абсорбционная очистка газов. Перечислите требования к абсорбентам. Назовите основные абсорбенты, применяемые для очистки газов.
24. Перечислите этапы технологического расчета абсорбционной установки.

25. Абсорбционная очистка газов от диоксида серы. Известняковые и известковые методы.
26. Абсорбционные методы очистки газов от оксидов азота.
27. Расчет аппаратов для процессов физической абсорбции.
28. Расчет аппаратов для процессов хемосорбции.
29. Адсорбционная очистка газов. Перечислите требования к адсорбентам. Назовите основные адсорбенты, применяемые для очистки газов. Понятие регенерации адсорбента.
30. Адсорберы периодического действия с неподвижным слоем адсорбента: устройство, принцип работы, области применения. Достоинства и недостатки.
31. Адсорберы непрерывного действия с движущимся слоем адсорбента: устройство, принцип работы, области применения. Достоинства и недостатки.
32. Адсорберы с кипящим слоем адсорбента: устройство, принцип работы, области применения. Достоинства и недостатки.
33. Каталитическая очистка газов. Достоинства метода. Требования к катализаторам.
34. Что представляет собой катализатор. Основные материалы, используемые в качестве каталитических активных веществ, активаторов, носителей.
35. Конструкция каталитических реакторов.
36. Высокотемпературное каталитическое восстановление оксидов азота
37. Термическое обезвреживание газов. Достоинства и недостатки метода. Требования к оборудованию. Сжигание в печах. Факельные установки.
38. Комплексная технология очистки дымовых газов от  $\text{NO}_x$  и  $\text{SO}_x$  активированным коксом.
39. Озонные методы очистки дымовых газов от  $\text{NO}_x$  и  $\text{SO}_x$ .
40. ЭДТА-технология очистки дымовых газов от  $\text{NO}_x$  и  $\text{SO}_x$ .

## Паспорт расчетно-графического задания

по дисциплине «Процессы и аппараты защиты атмосферного воздуха»

### 1. Методика оценки

Целью выполнения расчетно-графического задания (РГЗ) является закрепление практических навыков самостоятельного решения конкретной задачи, выбранной в рамках учебной дисциплины и умение пользоваться технической, нормативной и справочной литературой.

Студенту предлагается выполнить РГЗ в рамках тематики «Расчет кожухотрубного теплообменника». Методические указания по выполнению работы приведены в пособии «Яворский А.И. Конструирование и расчет элементов технологического оборудования. Расчет кожухотрубного теплообменника». Номер варианта выбирается студентом в соответствии с порядковым номером в списке группы. На выполнение работы выделяется два месяца в течение учебного семестра. Срок сдачи и защиты определяется в начале последнего месяца семестра. Работа оформляется в соответствии с ГОСТ 7.32-2001, ГОСТ 7.1-2003, ГОСТ 7.82-2001, ГОСТ Р 7.0.5-2008 и указаниями преподавателя. Образец оформления титульного листа приведен в Приложении 1.

### Структура РГЗ:

- 1) титульный лист,
- 2) содержание,
- 3) введение (общие сведения о кожухотрубных теплообменниках),
- 4) выбор схемы и основных размеров теплообменника,
- 5) тепловой расчет,
- 6) выводы,
- 7) список использованных источников.

### 2. Критерии оценки

Работа считается **невыполненной**, если РГЗ студентом не представлена или текст работы имеет существенные отступления от требований к оформлению, работа не соответствует минимальным требованиям к пороговому уровню. Оценка составляет *0 баллов*.

Работа выполнена на **пороговом** уровне, если студент представил текст РГЗ, отсутствуют замечания по структуре текста; конструкция выбранного аппарата отвечает требованиям, изложенным в Методических указаниях; верно выполнен расчет геометрии аппарата; верно выполнен расчет коэффициента теплопередачи, скорректирована площадь теплообмена, количество и геометрия теплопередающих труб; текст может иметь несущественные замечания по оформлению. Оценка составляет *13–17 баллов* в зависимости от качества оформления и времени сдачи.

Работа выполнена на **базовом** уровне, если выполнены все требования к пороговому уровню, текст РГЗ оформлен в соответствии с требованиями нормативных документов, работа сдана не позже установленного преподавателем срока. Оценка составляет *18–22 баллов* в зависимости от времени сдачи и глубины проработки выводов по работе.

Работа выполнена на **продвинутом** уровне, если выполнены все требования к базовому

уровню, работа не имеет замечаний по оформлению; в процессе защиты работы продемонстрировано знание сути процесса теплообмена, физической сущности критериев подобия, рассчитанных при выполнении работы; студент демонстрирует способности применять навыки, полученные при изучении других профессиональных дисциплин. Оценка составляет 23–26 баллов в зависимости от времени сдачи, глубины проработки выводов по работе и процедуры защиты.

### 3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

### 4. Пример расчетно-графического задания

Методические указания по выполнению РГЗ и полный комплект индивидуальных заданий приведены в учебном пособии: Конструирование и расчет элементов технологического оборудования. Расчет кожухотрубного теплообменника : методические указания к курсовому проектированию по дисциплине "Конструирование и расчет элементов химико-технологического оборудования отрасли" для 4 курса МТФ, специальности 170500 и других специальностей химико-технологического направления дневной и заочной форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. И. Яворский]. - Новосибирск, 2006. - 46, [1] с. : ил.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000053714](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000053714)

### Пример исходных данных для расчета

Таблица 1

**Исходные данные для расчёта**

Тип	Вариант	Греющая среда (водяной пар)		Нагреваемая среда (вода)			
		$P_p$ , Бар	$G_p$ , Т/час	$G_{ж}$ , Т/час	$P_{ж}$ , Бар	$t_1$ , °С	$t_2$ , °С
I	1	1.0		10	4.0	60	90
	2	1.2		10	4.0	60	90
	3	2.0		20	4.0	60	90
	4	2.7		25	4.0	60	100
	5	3.2		30	6.0	70	120
	6	3.8		40	6.0	70	120
	7	4.0		50	8.0	70	120
	8	3.6		40	8.0	70	120
	9	5.0		35	8.0	70	140
	10	6.0		30	10	80	140
	11	7.0		25	10	80	140
	12	7.5		20	10	80	140
	13	8.0		15	10	80	150
	14	9.0		10	10	80	150
	15	10.0		5.0	10	80	150

Образец титульного листа РГЗ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА ИНЖЕНЕРНЫХ ПРОБЛЕМ ЭКОЛОГИИ



РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ  
по дисциплине «Процессы и аппараты защиты атмосферного воздуха»

Тема: «.....».  
Вариант.....

Выполнил:  
студент ФЛА группы \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

ф.и.о.

\_\_\_\_\_

подпись

«\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_ г.

Проверил:

«\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_»  
балл      зачтено/незачтено

\_\_\_\_\_

подпись

«\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_ г.

Новосибирск  
2017