Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 18.09.2025 13:57:20
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ
Декан
_____ / А.С. Соколов /
« 27 » февраля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Процессы и аппараты защиты атмосферы

Направление подготовки/специальность
18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

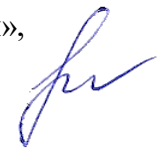
Профиль/специализация
Компьютерное моделирование энерго- и ресурсосберегающих технологий и производств

Квалификация
бакалавр

Формы обучения
очная

Москва, 2025 г.

Разработчик(и):

доцент каф. «Процессы и аппараты химической технологии»,
к.т.н., доцент  /О.В. Пирогова/

Согласовано:
Зав. каф. «Процессы и аппараты химической технологии»,
к.т.н.  /П.С. Громовых/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 5
3. Структура и содержание дисциплины 5
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 10
5. Материально-техническое обеспечение 11
6. Методические рекомендации 11
7. Фонд оценочных средств 13

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К **основным целям** освоения дисциплины «Процессы и аппараты защиты атмосферы» следует отнести:

– формирование у студентов углубленных знаний о процессах, применяемых для защиты атмосферы и ознакомление с аппаратурным оформлением, применяемым для защиты атмосферы;

– подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой по направлению 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Процессы и аппараты защиты атмосферы» следует отнести:

– изучение основных методов очистки газовых выбросов;

– изучение конструктивных особенностей и принципов работы аппаратов для очистки газовых выбросов;

– приобретение теоретических знаний и практических навыков по проектированию и расчёту основных сооружений защиты атмосферы.

Обучение по дисциплине «Процессы и аппараты защиты атмосферы» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
УК-8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	ИУК-8.1. Анализирует и идентифицирует факторы вредного влияния на жизнедеятельность элементов среды обитания (технических средств, технологических процессов, материалов, зданий и сооружений, природных и социальных явлений), а также опасные и вредные факторы в рамках осуществляемой деятельности ИУК-8.2. Понимает важность поддержания безопасных условий труда и жизнедеятельности, сохранения природной среды для обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе возникновения опасных или чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов ИУК-8.3. Разъясняет правила поведения при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения и военных конфликтов, описывает способы участия в восстановительных мероприятиях
ОПК-3. Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом законодательства Российской Федерации, в том числе в области экономики и	ИОПК-3.1. Умеет осуществлять проектную деятельность с учетом требований законодательства Российской Федерации в области экономики и экологии.

экологии	ИОПК-3.2. Умеет понимать важность ресурсосберегающих технологий в химических и биотехнологических технологиях. ИОПК-3.3. Умеет соблюдать принципы, приоритеты, основные направления и меры реализации государственной политики в области энерго и ресурсосберегающих технологий в химических и биотехнологических процессах

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Процессы и аппараты защиты атмосферы» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина «Процессы и аппараты защиты атмосферы» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В обязательной части цикла (Б1):

– физика;
– общая и неорганическая химия;
– органическая химия;
– промышленная экология;
– процессы и аппараты химической технологии;
– механика жидкости и газа;
– общая химическая технология.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы (144 часа).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость
(по формам обучения)

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
				6
1	**Аудиторные занятия**	**72**		**72**
	В том числе:			
1.1	Лекции	36		36
1.2	Семинарские/практические занятия	28		28
1.3	Лабораторные занятия	8		8
2	**Самостоятельная работа**	**72**		**72**
	В том числе:			
2.1	Подготовка к лабораторным работам			
2.2	Обработка экспериментальных данных и подготовка к защите лабораторных работ			
2.3	Подготовка и выполнение			

	промежуточных и итоговых тестов			
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет/диф.зачет/экзамен	**экзамен**		**экзамен**
	Итого	**144**		**144**

3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

3.2.1. Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	**Раздел 1. Введение**						
1.1	Тема 1. Проблемы защиты атмосферы от выбросов промышленных и коммунальных предприятий, энергетических объектов и систем аспирации. Организованные и неорганизованные выбросы. Классификация загрязнителей газов.	24	2	2			4
1.2	Тема 2. Отбор газов от источников выбросов. Требования к узлам отвода газа от источников выбросов. Типы укрытий и их характеристики. Методы определения количества пыли и ею фракционного состава в выбросах.		2	2			4
1.3	Тема 3. Подготовка газов к очистке. Требования к газам, поступающим на очистку. Системы охлаждения выбросов. Методы охлаждения и конструкции оборудования.		2	2			4
2	**Раздел 2. Очистка газов от взвешенных частиц**						
2.1	Тема 1. Источники образования взвешенных частиц. Сухие механические пылеуловители. Циклоны: одиночные, групповые, батарейные. Вихревые и динамические пылеуловители. Методы интенсификации работы аппаратов и особенности их эксплуатации.	60	2	2			4
2.2	Тема 2. Мокрые пылеуловители.		4	4			8

	Классификация скрубберов. Основные типы конструкций скрубберов. Конструкции оросителей. Конструкции сепараторов капель, туманоуловителей. Методы интенсификации работы скрубберов и особенности их эксплуатации. Методика выбора типа скруббера.						
2.3	Тема 3. Технологии очистки газов фильтрованием. Классификация фильтров. Фильтрующие материалы. Волокнистые фильтры. Воздушные фильтры. Мокрые фильтры и туманоуловители. Тканевые фильтры. Способы регенерации. Зернистые фильтры. Керамические и металлокерамические фильтры. Особенности эксплуатации фильтров. Методика выбора типа фильтра.		4	4	4		12
2.4	Тема 4. Электрическая очистка газов. Классификация электрофильтров. Влияние различных факторов на работу электрофильтров. Эксплуатация электрофильтров.		2	2			4
2.5	Тема 5. Методы монтажа и эксплуатации установок и оборудования для сухой очистки выбросов в атмосферу		2				2
3	**Раздел 3. Очистка газов от газо- и парообразных загрязнителей**						
3.1	Тема 1. Технологии абсорбционной очистки газов. Область применения. Конструкции абсорбционных колонн для очистки выбросов от паро- и газообразных загрязнителей.	44	2	2	4		8
3.2	Тема 2. Адсорбционные методы очистки. Область применения. Характеристики промышленных сорбентов. Основные требования, предъявляемые к адсорбентам. Конструкции и методики расчёта аппаратов. Технологии и оборудование для улавливания паров растворителей и осушки газов.		2	2			4
3.3	Тема 3. Каталитические методы очистки газов. Область применения, режимы работы. Конструкции каталитических реакторов с неподвижным и псевдоожиженным слоем. Методы расчёта		2	2			4

	каталитических реакторов такого типа.						
3.4	Тема 4. Методы монтажа, эксплуатация установок и оборудования для очистки выбросов в атмосферу от газо- и парообразных загрязнителей.		2				2
3.5	Тема 5. Термические методы обезвреживания выбросов. Область применения, преимущества и недостатки. Конструкции оборудования. Методы монтажа и эксплуатация установок термического обезвреживания.		2	2			4
4	**Раздел 4. Вспомогательное оборудование для систем очистки газов**						
4.1	Тема 1. Бункера: особенности конструкций и эксплуатации. Устройства для сухого и мокрого пылеудаления. Средства транспортировки пыли. Пневмотранспорт, гидротранспорт.	16	4	2			4
4.2	Тема 2. Конструкции оборудования для подогрева и охлаждения отходящих газов. Методы монтажа и эксплуатации вспомогательного оборудования.		2				4
	Итого	**144**	**36**	**28**	**8**		**72**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. Введение.

Тема 1. Проблемы защиты атмосферы от выбросов промышленных и коммунальных предприятий, энергетических объектов и систем аспирации. Организованные и неорганизованные выбросы. Классификация загрязнителей газов.

Тема 2. Отбор газов от источников выбросов. Требования к узлам отвода газа от источников выбросов. Типы укрытий и их характеристики. Методы определения количества пыли и ею фракционного состава в выбросах.

Тема 3. Подготовка газов к очистке. Требования к газам, поступающим на очистку. Системы охлаждения выбросов. Методы охлаждения и конструкции оборудования.

Раздел 2. Очистка газов от взвешенных частиц.

Тема 1. Источники образования взвешенных частиц. Аэрозоли и их основные свойства. Сухие механические пылеуловители: пылеосадительные камеры, инерционные пылеуловители, жалюзийные пылеуловители. Циклоны: одиночные, групповые, батарейные. Вихревые и динамические пылеуловители. Методы интенсификации работы аппаратов и особенности их эксплуатации. Методики расчетов аппаратов сухой механической очистки.

Тема 2. Мокрые пылеуловители (скрубберы). Классификация скрубберов. Основные типы конструкций скрубберов: полые, насадочные, тарельчатые, ударно-инерционного дей-

ствия, центробежные механические, скоростные (скрубберы Вентури). Конструкции оросителей. Конструкции сепараторов капель, туманоуловителей. Методы интенсификации работы скрубберов и особенности их эксплуатации. Методика выбора типа скруббера.

Тема 3. Технологии очистки газов фильтрованием. Классификация фильтров. Фильтрующие материалы. Волокнистые фильтры: высокоскоростные и низкоскоростные. Воздушные фильтры. Мокрые фильтры и туманоуловители. Тканевые фильтры: рукавные, кассетные, патронные. Способы регенерации. Зернистые фильтры. Керамические и металлокерамические фильтры. Особенности эксплуатации фильтров. Методика выбора типа фильтра.

Тема 4. Электрическая очистка газов. Коронный разряд, вольтамперные характеристики электрофильтров, унос пыли с осадительных электродов. Классификация электрофильтров: однозонные и двухзонные; сухие и мокрые; полимерные. Коронирующий и осадительные электроды, системы регенерации. Электрическое оборудование электрофильтров. Влияние различных факторов на работу электрофильтров. Эксплуатация электрофильтров.

Тема 5. Методы монтажа и эксплуатации установок и оборудования для сухой очистки выбросов в атмосферу.

Раздел 3. Очистка газов от газо- и парообразных загрязнителей.

Тема 1. Технологии абсорбционной очистки газов. Область применения. Конструкции абсорбционных колонн для очистки выбросов от паро- и газообразных загрязнителей.

Тема 2. Адсорбционные методы очистки. Область применения. Характеристики промышленных сорбентов: активные угли, силикагели, полимерные сорбенты. Основные требования, предъявляемые к адсорбентам. Конструкции и методики расчёта аппаратов. Технологии и оборудование для улавливания паров растворителей и осушки газов.

Тема 3. Каталитические методы очистки газов. Область применения, режимы работы. Конструкции каталитических реакторов с неподвижным и псевдоожиженным слоем. Методы расчёта каталитических реакторов такого типа.

Тема 4. Методы монтажа, эксплуатация установок и оборудования для очистки выбросов в атмосферу от газо- и парообразных загрязнителей.

Тема 5. Термические методы обезвреживания выбросов. Область применения, преимущества и недостатки. Конструкции оборудования. Методы монтажа и эксплуатация установок термического обезвреживания.

Раздел 4. Вспомогательное оборудование для систем очистки газов.

Тема 1. Бункера: особенности конструкций и эксплуатации. Устройства для сухого и мокрого пылеудаления. Средства транспортировки пыли. Пневмотранспорт, гидротранспорт.

Тема 2. Конструкции оборудования для подогрева и охлаждения отходящих газов. Методы монтажа и эксплуатации вспомогательного оборудования.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Тема 1. Основные свойства газов. Основные газовые законы.

Тема 2. Охлаждение газов в контактных теплообменниках. Аппараты испарительного и конденсационного охлаждения.

Тема 3. Основные свойства взвешенных частиц. Метод определения содержания пыли в воздухе.

Тема 4. Выбор, расчет и обслуживание пылеосадительных камер.

Тема 5. Выбор, расчет и обслуживание центробежных пылеуловителей (циклонов).

Тема 6. Выбор, расчет и обслуживание мокрых пылеуловителей (скрубберов).

Тема 7. Выбор, расчет и обслуживание высокоскоростных и низкоскоростных туманоуловителей.

Тема 8. Выбор, расчет и обслуживание рукавных фильтров.

Тема 9. Выбор, расчет и обслуживание электрофильтров.

Тема 10. Выбор, расчет и обслуживание аппаратов мокрой очистки выбросов.

Тема 11. Выбор, расчет и обслуживание аппаратов адсорбционной очистки газовых выбросов.

Тема 12. Выбор, расчет и обслуживание реакторов каталитической очистки выбросов от оксидов азота.

Тема 13. Выбор, расчет и обслуживание реакторов каталитической очистки выбросов от оксидов и серы.

Тема 14. Расчет эффективности отделения очистки газов.

3.4.2. Лабораторные работы

1. Определение коэффициентов массопередачи при контакте воздуха и воды на барботажной тарелке.
2. Изучение гидродинамических характеристик насадочной колонны.

3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовой проект не предусмотрен.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. Федеральный закон "Об охране окружающей среды" от 10.01.2002 №7-ФЗ http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/

2. Федеральный закон "Об охране атмосферного воздуха" от 04.05.1999 N 96-ФЗ http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22971/

3. Федеральный закон "Об отходах производства и потребления" от 24.06.1998 N 89-ФЗ http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/

5. Указ президента РФ от 19.04.2017 №176 «О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года». 2 http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_216629/

4.2 Основная литература

1. Ветошкин А.Г. Инженерная зашита окружающей среды от вредных выбросов: В 2-х частях / А.Г.Ветошкин. – 2-е изд. испр. и доп. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. – 416 с.

2. Ветошкин А.Г. Инженерная защита атмосферы от вредных выбросов / А.Г.Ветошкин. – 2-е изд. Испр., доп. и перераб. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. – 316 с.

3. Ветошкин А.Г. Аппаратурное оформление процессов защиты атмосферы от газовых выбросов / А.Г.Ветошкин. – 2-е изд. испр. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. – 244 с.

4.3 Дополнительная литература

1. Вальдберг А.Ю., Николайкина Н.Е. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. Защита атмосферы: Учебное пособие. - М.: Дрофа, 2008. - 239с. - 30 экз.
2. Вальдберг А.Ю., Александров В.П. Фильтры для очистки промышленных газов: Учебное пособие / М.: МГУИЭ, 2009. - 204 с. - 20 экз.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

В стадии разработки.

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Не предусмотрено.

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. ИСС Гарант https://www.garant.ru/

5. Материально-техническое обеспечение

Проведение лекций осуществляется в общеуниверситетских аудиториях, где предусмотрена демонстрация фильмов, слайдов или использование раздаточных материалов.

Лабораторные работы проводятся в специализированной аудитории (Ав-4108), где расположены лабораторные установки и оборудование.

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Основным требованием к преподаванию дисциплины является творческий, проблемно-диалоговый подход, позволяющий повысить интерес студентов к содержанию учебного материала.

Основная форма изучения и закрепления знаний по этой дисциплине – лекционная, лабораторная и практическая. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Основу учебных занятий по дисциплине составляют лекции. В процессе обучения студентов используются различные виды учебных занятий (аудиторных и внеаудиторных): лекции, семинарские занятия, лабораторные работы консультации и т.д. На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения,

раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям по курсу необходимо продумать план его проведения, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия, определить средства материально-технического обеспечения лекционного занятия и порядок их использования в ходе чтения лекции. Уточнить план проведения практического занятия по теме лекции.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены. В основной части лекции следует раскрыть содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам по вопросам обсуждаемой темы.

Цель практических и лабораторных занятий – обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного, лабораторного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

Оценка выставляется преподавателем и объявляется после ответа.

Преподаватель, принимающий зачёт или экзамен, лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Работа студента направлена на:

- изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям, лабораторных занятиям и выполнение практических работ и лабораторных работ.
- подготовка и выполнение тестирования с использованием общеобразовательного портала.

Самостоятельная работа студентов представляет собой важнейшее звено учебного процесса, без правильной организации которого обучающийся не может быть высококвалифицированным выпускником.

Студент должен помнить, что начинать самостоятельные занятия следует с первого семестра и проводить их регулярно. Очень важно приложить максимум усилий, воли, чтобы заставить себя работать с полной нагрузкой с первого дня.

Не следует откладывать работу из-за нерабочего настроения или отсутствия вдохновения. Настроение нужно создавать самому. Понимание необходимости выполнения работы, знание цели, осмысление перспективы благоприятно влияют на настроение.

Каждый студент должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала.

Важно полнее учесть обстоятельства своей работы, уяснить, что является главным на данном этапе, какую последовательность работы выбрать, чтобы выполнить ее лучше и с наименьшими затратами времени и энергии.

Для плодотворной работы немаловажное значение имеет обстановка, организация рабочего места. Нужно добиться, чтобы место работы по возможности было постоянным. Работа на привычном месте делает ее более плодотворной. Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать перерыв на 10-15 минут. Выходные дни лучше посвятить активному отдыху, занятиям спортом, прогулками на свежем воздухе и т.д. Даже переключение с одного вида умственной работы на другой может служить активным отдыхом.

Студент должен помнить, что в процессе обучения важнейшую роль играет самостоятельная работа с книгой. Научиться работать с книгой – важнейшая задача студента. Без этого навыка будет чрезвычайно трудно изучать программный материал, и много времени будет потрачено нерационально. Работа с книгой складывается из умения подобрать необходимые книги, разобраться в них, законспектировать, выбрать главное, усвоить и применить на практике.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины. Перечень обязательных работ и форма отчетности представлены в таблице.

Перечень обязательных работ, выполняемых в течение семестра по дисциплине «Процессы и аппараты защиты атмосферы»

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Самостоятельные и контрольные работы	Оценка в соответствии со шкалой в пункте 7.2.1.
Лабораторные работы	Перед лабораторными работами: проверка журнала лабораторных работ на предмет подготовки к лабораторной работе, устный опрос о предмете и порядке исследования. После лабораторной работы: оформленный отчет (журнал) лабораторных работ, защита лабораторной работы с оценкой

Тестирование (промежуточное и итоговое)	Оценка в соответствии со шкалой в пункте 7.2.2.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

7.2.1. Шкала оценивания самостоятельных и контрольных работ

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Задача правильно решена и оформлена.
Хорошо	Задача решена правильно, но допущены незначительные ошибки в расчетах.
Удовлетворительно	Имеются ошибки в расчетах, но частично задача решена.
Неудовлетворительно	Задача решена неправильно.

7.2.2. Шкала оценивания лабораторных работ

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все требования по оформлению журнала лабораторных работ: название работы, краткая запись элементов теории, цель работы, схема установки, таблица экспериментальных и расчетных величин, графики зависимостей с нанесенными экспериментальными данными. Студент правильно отвечает на вопросы для самоконтроля, приведенные в каждой лабораторной работе. На дополнительные вопросы студент дает правильные ответы.
Хорошо	Выполнены все требования по оформлению журнала лабораторных работ, но допущены незначительные недочеты. Студент правильно отвечает на вопросы для самоконтроля. При ответах на дополнительные вопросы студент допускает незначительные ошибки или неполные ответы.
Удовлетворительно	Имеются недочеты в оформлении журнала лабораторных работ. Студент допускает незначительные ошибки при ответах на вопросы для самоконтроля и затрудняется ответить на дополнительные вопросы.
Неудовлетворительно	Имеются существенные недочеты в оформлении журнала лабораторных работ. Студент допускает ошибки при ответах на вопросы для самоконтроля и не может ответить на дополнительные вопросы.

7.2.3. Шкала оценивания тестирования

Результат тестирования оценивается по процентной шкале оценки.

Оценка	Количество правильных ответов
отлично	от 86% до 100%
хорошо	от 73% до 85%
удовлетворительно	от 60% до 72%
неудовлетворительно	59% и менее правильных ответов

7.2.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации (экзамен)

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Студент демонстрирует знания, умения, навыки, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднениярпри аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков, либо им допущены 2-3 несущественные ошибки.
Удовлетворительно	Студент демонстрирует знания, в которых освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков, допускаются значительные ошибки,проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

7.3.1.1. Вопросы для подготовки к электронному тестированию (экзамену)

1. Проблемы защиты атмосферы от выбросов промышленных и коммунальных предприятий, энергетических объектов и систем аспирации.
2. Организованные и неорганизованные выбросы.
3. Классификация загрязнителей газов.
4. Отбор газов от источников выбросов.
5. Требования к узлам отвода газа от источников выбросов.
6. Типы укрытий и их характеристики.
7. Методы определения количества пыли и ею фракционного состава в выбросах.
8. Подготовка газов к очистке.
9. Требования к газам, поступающим на очистку.
10. Системы охлаждения выбросов.
11. Методы охлаждения и конструкции оборудования.
12. Очистка газов от взвешенных частиц.
13. Источники образования взвешенных частиц.
14. Аэрозоли и их основные свойства.
15. Сухие механические пылеуловители: пылеосадительные камеры, инерционные пылеуловители, жалюзийные пылеуловители.
16. Циклоны: одиночные, групповые, батарейные.
17. Вихревые и динамические пылеуловители.
18. Методы интенсификации работы аппаратов и особенности их эксплуатации.
19. Мокрые пылеуловители (скрубберы). Классификация скрубберов.
20. Полые, насадочные, тарельчатые скрубберы.

21. Скрубберы ударно-инерционного действия.
22. Центробежные механические скрубберы.
23. Скрубберы Вентури.
24. Конструкции оросителей.
25. Конструкции сепараторов капель, туманоуловителей.
26. Методы интенсификации работы скрубберов и особенности их эксплуатации.
27. Методика выбора типа скруббера.
28. Технологии очистки газов фильтрованием.
29. Классификация фильтров. Фильтрующие материалы.
30. Волокнистые фильтры: высокоскоростные и низкоскоростные. Воздушные фильтры.
31. Мокрые фильтры и туманоуловители.
32. Тканевые фильтры: рукавные, кассетные, патронные. Способы регенерации.
33. Зернистые фильтры.
34. Керамические и металлокерамические фильтры.
35. Особенности эксплуатации фильтров.
36. Методика выбора типа фильтра.
37. Электрическая очистка газов. Коронный разряд, вольтамперные характеристики электрофильтров, унос пыли с осадительных электродов.
38. Классификация электрофильтров: однозонные и двухзонные; сухие и мокрые; полимерные.
39. Коронирующий и осадительные электроды, системы регенерации.
40. Электрическое оборудование электрофильтров.
41. Влияние различных факторов на работу электрофильтров.
42. Эксплуатация электрофильтров.
43. Методы монтажа и эксплуатации установок и оборудования для сухой очистки выбросов в атмосферу.
44. Очистка газов от газо- и парообразных загрязнителей.
45. Технологии абсорбционной очистки газов. Область применения.
46. Конструкции абсорбционных колонн для очистки выбросов от паро- и газообразных загрязнителей.
47. Адсорбционные методы очистки. Область применения.
48. Характеристики промышленных сорбентов: активные угли, силикагели, полимерные сорбенты. Основные требования, предъявляемые к адсорбентам.
49. Конструкции и методики расчёта аппаратов.
50. Технологии и оборудование для улавливания паров растворителей и осушки газов.
51. Каталитические методы очистки газов. Область применения, режимы работы.
52. Конструкции каталитических реакторов с неподвижным и псевдоожиженным слоем.
53. Термические методы обезвреживания выбросов. Область применения, преимущества и недостатки.
54. Конструкции оборудования. Методы монтажа и эксплуатация установок термического обезвреживания.
55. Вспомогательное оборудование для систем очистки газов.
56. Бункера: особенности конструкций и эксплуатации.
57. Устройства для сухого и мокрого пылеудаления.
58. Средства транспортировки пыли. Пневмотранспорт, гидротранспорт.
59. Конструкции оборудования для подогрева и охлаждения отходящих газов.

7.3.1.2. Примеры тестовых заданий

1. Чем обусловливается трудность решения проблемы очистки атмосферных выбросов?
а) высокой стоимостью аппаратов
б) сложностью обслуживания аппаратов
в) недостаточной надёжностью функционирования аппаратов
г) многофакторностью содержащихся в выбросах вредных веществ

2. Как оценивается эффективность счистки воздуха от пыли?
а) визуально
б) методом экспертных оценок
в) расчётным путём
г) органолептически

3. По какому признаку производится классификация устройств очистки воздуха от вредных примесей?
а) по эффективности
б) по принципу действия
в) по производительности по воздуху
г) по энергозатратам

4. На каком принципе основана работа гравитационных пылеуловителей?
а) пыль осаждается под действием естественного электростатического заряда поверхности камеры
б) пыль осаждается под действием ультрафиолетового облучения
в) пыль осаждается под действием ультразвукового воздействия
г) пыль осаждается под действием силы тяжести её частиц

5. Какова предельная эффективность гравитационных пылеуловителей?
а) 60 % для пыли I и П групп дисперсности
б) 90 % для пыли I группы дисперсности
в) 80 % для пыли П группы дисперсности
г) 79 % для пыли Ш группы дисперсности

6. На каком принципе основана работа инерционных пылеотделителей?
а) используется сила инерции частиц только при поступательном движении воздуха
б) используется сила инерции частиц только при вращательном движении воздуха
в) используется сила инерции частиц, как при поступательном, так и при вращательном движении воздуха
г) используется сила инерции при соответствующем движении элементов самого аппарата

7. Как соотносятся по эффективности конический и цилиндрический циклоны при равной производительности?
а) их эффективность одинакова
б) эффективность цилиндрического выше
в) эффективность конического выше
г) различны в начальный период работы и выравниваются в конце по мере заполнения бункера пылью

8. Как соотносятся по аэродинамическому сопротивлению конический и цилиндрический

циклоны при равной производительности?

а) оно выше у конического циклона

б) оно выше у цилиндрического циклона

в) аэродинамическое сопротивление одинаково

г) различно в начальный период работы и выравнивается в конце по мере заполнения бункера пылью

9. При прочих равных условиях как зависит эффективность от диаметра циклона?

а) не зависит вообще

б) возрастает при уменьшении диаметра

в) возрастает при увеличении диаметра

г) зависит слабо

10. При прочих равных условиях как зависит аэродинамическое сопротивление от диаметра циклона?

а) не зависит вообще

б) возрастает при увеличении диаметра

в) возрастает при уменьшении диаметра

г) зависит слабо

11. В каких случаях используют групповые и батарейные циклоны?

а) когда необходимо повысить надёжность устройства путём увеличения числа циклонов

б) когда необходимо повысить производительность устройства путём увеличения числа циклонов

в) когда необходимо уменьшить аэродинамическое сопротивление устройства путём увеличения числа циклонов

г) когда при увеличении производительности устройства необходимо обеспечить высокую эффективность очистки воздуха

12. Почему при создании батарейных циклонов на основе аппаратов НИИОГАЗа отдают предпочтение цилиндрическим циклонам?

а) цилиндрические циклоны конструктивно наиболее отработаны

б) цилиндрические циклоны при равной производительности с коническими обладают меньшими габаритными размерами

в) при прочих равных условиях цилиндрические циклоны дешевле

г) цилиндрические циклоны легче обслуживаются

13. На каком принципе основана работа мокрых пылеуловителей?

а) на взаимодействии частиц пыли и капель воды

б) на взаимодействии частиц пыли и воды, стекающей в виде плёнки

в) на взаимодействии частиц пыли с плёнкой поверхностного натяжения воды

г) на взаимодействии частиц пыли и смоченных поверхностей аппарата

14. Чем обусловлена высокая эффективность очистки воздуха в аппарате Вентури?

а) резким перепадом скорости воздуха от конфузорной части сопла к его узкому сечению

б) равномерным распределением воды по сечению конфузорной части сопла

в) наличием дополнительного центробежного каплеуловителя

г) значительной относительной скоростью частиц воды к пыли в конфузорной части сопла и его узком сечении

15. Каков механизм действия барботажно-пенных пылеуловителей?
а) осаждение частиц пыли на внутренней поверхности воздушных пузырей пены
б) осаждение частиц пыли на внешней поверхности воздушных пузырей пены
в) осаждение частиц пыли в толще слоя воды
г) осаждение частиц пыли в толще пены

16. Какой основной механизм действия мокрых пылеуловителей ударно-инерционного типа?
а) очистка осуществляется за счёт удара потока воздуха в перфорированные перегородки
б) очистка осуществляется за счёт удара потока воздуха о поверхность воды
в) очистка осуществляется за счёт удара потока воздуха о стенки камеры
г) очистка осуществляется за счёт удара потока воздуха о перфорированные стенки направляющего механизма

17. Чем обусловлена эффективность действия мокрого пылеуловителя с подвижным слоем насадки?
а) рациональной организацией структурного слоя
б) удлинением пути вихрей воздуха и струй воды
в) увеличением длительности контакта фаз
г) повышением турбулентности потоков и дополнительным развитием межфазовой поверхности

18. На каком принципе работают контактные пылеуловители?
а) на контакте частиц пыли друг с другом при прохождении пор и разветвлений фильтрующего материала
б) частицы пыли задерживаются в порах и разветвлениях материала фильтра механически
в) частицы пыли задерживаются в порах и разветвлениях материала под действием электростатических сил
г) частицы пыли задерживаются в порах и разветвлениях материала под действием ультразвука

19. Область использования пористых к волокнистых пылеуловителей?
а) относятся к I, П и Ш классам очистителей от пыли всех групп дисперсности
б) относятся к I классу очистителей от пыли V группы дисперсности
в) относятся ко П классу очистителей от пыли IV группы дисперсности
г) относятся к Ш классу очистителей от пыли V группы дисперсности

20. Чем отличаются друг от друга однозонные и двухзонные электрофильтры?
а) отличий в конструкции нет
б) различным размещением ионизатора и осадителя в аппаратах
в) различным размещением коронирующих электродов в ионизаторе
г) различными конструкциями осадительных электродов

21. На чём основано действие контактных туманоуловителей?
а) на использовании явления конденсации туманов при температуре точки росы воздуха
б) на использовании явления коагуляции туманов при изменении направления движения смеси
в) на механическом осаждении капель тумана на поверхности материала насадки
г) на механическом осаждении капель тумана на поверхности пластинчатого сепаратора

22. Каков механизм действия низкоскоростных туманоуловителей?
а) диффузионное осаждение капель
б) осаждение капель за счёт инерционных сил
в) осаждение капель засчёт электростатических сил
г) осаждение капель засчёт гравитации

23. Каков механизм действия высокоскоростных туманоуловителей?
а) диффузионное осаждение капель
б) осаждение капель за счёт инерционных сил
в) осаждение капель за счёт электростатических сил
г) осаждение капель за счёт сил гравитации

24. На чём основано действие абсорберов?
а) на разделении газовоздушной смеси путём поглощения газов жидким компонентом
б) на разделении газовоздушной смеси путём фильтрации через влажный материал
в) на разделении газовоздушной смеси путём динамического воздействия жидкости на газ
г) на разделении газовоздушной смеси за счёт перепада температуры жидкости

25.Что является одним из важнейших условий интенсификации процесса абсорбции в аппарате, орошаемом водой?
а) турбулизация фазы "воздух"
б) турбулизация фазы "вода"
в) развитие поверхности раздела фаз
г) развитая поверхность раздела фаз и турбулизация потоков

26. На чём основано действие адсорберов?
а) на способности тел с ультрамикроскопической структурой извлекать компоненты из газовой смеси
б) на способности тел с микроскопической структурой извлекать компоненты из газовой смеси
в) на способности тел с макроскопической структурой извлекать компоненты из газовой смеси
г) на способности капиллярно-пористых тел извлекать компоненты из газовой смеси

7.3.2. Промежуточная аттестация

Примеры экзаменационных билетов

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Институт/факультет **ХТиБ**, кафедра\центр **ПАХТ**
Дисциплина *Процессы и аппараты защиты атмосферы*
Образовательная программа ***18.03.02***
Курс **3**, семестр **6**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Аэрозоли и их классификация.
2. Гравитационное осаждение частиц. Пылеосадительные камеры.

Утверждено на заседании кафедры « » 20 г., протокол № .

Зав. кафедрой (директор центра) _____ / П.С. Громовых /

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Институт/факультет **ХТиБ**, кафедра\центр **ПАХТ**
Дисциплина *Процессы и аппараты защиты атмосферы*
Образовательная программа ***18.03.02***
Курс **3**, семестр **6**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

1. Основные свойства аэрозольных частиц.
2. Сухие инерционные пылеуловители. Жалюзийные пылеуловители.

Утверждено на заседании кафедры « » 20 г., протокол № .

Зав. кафедрой (директор центра) _____ / П.С. Громовых/

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Институт/факультет **ХТиБ**, кафедра\центр **ПАХТ**
Дисциплина ***Процессы и аппараты защиты атмосферы***
Образовательная программа ***18.03.02***
Курс **3**, семестр **6**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3

1. Дисперсность и плотность дисперсных частиц.
2. Центробежные пылеуловители. Одиночные, групповые, батарейные циклоны.

Утверждено на заседании кафедры « » 20 г., протокол № .

Зав. кафедрой (директор центра) _____ / П.С. Громовых /

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Институт/факультет **ХТиБ**, кафедра\центр **ПАХТ**
Дисциплина ***Процессы и аппараты защиты атмосферы***
Образовательная программа ***18.03.02***
Курс **3**, семестр **6**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4

1. Классификация пылеуловителей.
2. Основы расчёта мокрых пылеуловителей.

Утверждено на заседании кафедры « » 20 г., протокол № .

Зав. кафедрой (директор центра) _____ / П.С. Громовых /