



Національний університет
водного господарства
та природокористування

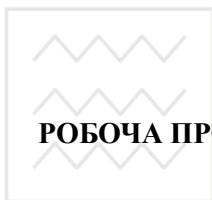
Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Навчально-науковий інститут будівництва та архітектури
Кафедра теплогазопостачання, вентиляції та санітарної техніки

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної,
методичної та виховної роботи

_____ О.А. Лагоднюк

„___” _____ 2019 р.



Національний університет
водного господарства
та природокористування

03-02-29

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ **Program of the Discipline**

ОЧИЩЕННЯ ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ ВИКИДІВ **GAS TREATMENT TECHNOLOGIES**

спеціальність
specialty / major field
of study
спеціалізація
specialization

192 Будівництво та цивільна інженерія
192 Building and civil engineering

Теплогазопостачання і вентиляція
Heat, gas supply and ventilation

Рівне – 2019



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Робоча програма навчальної дисципліни «Очищення вентиляційних викидів» для студентів, які навчаються, за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія (спеціалізація «Теплогазопостачання і вентиляція»). Рівне : НУВГП, 2019. 17 с.

Розробник: Новицька О.С., канд. техн. наук, доцент

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри теплогазопостачання, вентиляції та санітарної техніки

Протокол від 26 березня 2019 року № 3

Завідувач кафедри

Кізеєв М.Д.

Схвалено науково-методичною комісією
за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія”

Протокол від 7 травня 2019 року № __

Голова науково-методичної комісії _____

Бабич Є.М.

© Новицька О.С., 2019 рік
© НУВГП, 2019 рік



ВСТУП

Програма обов'язкової навчальної дисципліни «Очищення вентиляційних викидів» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія» спеціалізації «Теплогазопостачання і вентиляція».

Предметом вивчення навчальної дисципліни є формування теоретичних знань та практичних навичок з основ розрахунку та проектування процесів та обладнання для очищення вентиляційних викидів, їх експлуатації на природоохоронних об'єктах.

Міждисциплінарні зв'язки: дисципліна «Очищення вентиляційних викидів» є складовою частиною циклу фундаментальних дисциплін для підготовки студентів за спеціальністю «Будівництво та цивільна інженерія» спеціалізації «Теплогазопостачання і вентиляція». Вивчення курсу передбачає наявність систематичних та ґрунтовних знань із суміжних курсів – «Математика», «Фізика», «Хімія», «Технічна механіка рідин і газів», цілеспрямовану роботу над вивченням спеціальної літератури, активну роботу на лекціях, практичних заняттях, самостійну роботу та виконання поставлених викладачем задач.

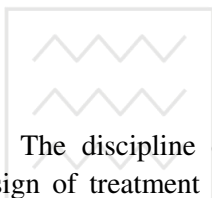
Вимоги до знань та умінь визначаються галузевими стандартами вищої освіти України.



Анотація

Дисципліна розглядає питання з основ розрахунку, процесів, проектування обладнання очищення вентиляційних викидів, їх експлуатації на природоохоронних об'єктах. Студенти вивчають основи класифікації процесів та устаткування технології очищення вентиляційних викидів, характеристику забруднювачів вентиляційних викидів, теоретичні основи знепилювання, теоретичні основи знешкодження газоподібних домішок, устаткування і обладнання для знепилювання, конструктивні особливості обладнання і устаткування для очищення повітря та способи інтенсифікації їхньої роботи.

Ключові слова: пилоподібні домішки, газоподібні домішки, пилоочисне обладнання, газоочисне обладнання, ефективність очищення газових викидів.



Abstract

The discipline considers with the basics of calculation, processes, design of treatment buildings of gas emissions, and their exploitation in environmental protection facilities. Students study the basics of the processes' classification and equipment of the technology of gas emissions' treatment, the characteristics of the pollutants of gas emissions, the theoretical basis of dust removal, the theoretical basis for the elimination of gas pollutants, facilities and equipment of dust removal, design features of facilities and equipment for air treatment and ways to intensify their operation.

Key words: dust pollutants, gaseous pollutants, dust treatment equipment, gas treatment equipment, efficiency of gas emissions' treatment



1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма	заочна форма
Кількість кредитів — 3	Галузь знань 19 "Архітектура та будівництво"	Нормативна	
	Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»		
Модулів – 1	Спеціалізація — Теплогазопостачання і вентиляція	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		4-ий	5-ий
Індивідуальне науково-дослідне завдання -		Семестр	
		7-ий	8-ий
Загальна кількість годин – 90		Лекції	
		16 год.	2 год.
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 самостійної роботи студента – 4		Рівень вищої освіти: 1-ий бакалаврський	Практичні, семінарські
	14 год.		8 год.
	Лабораторні		
	-		-
	Самостійна робота		
	60 год.		80 год.
	Індивідуальні завдання		
	-		-
		Вид контролю:	
		залік	залік

Примітка. Співвідношення кількості аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить:

- денна форма навчання - 40 % до 60 %;
- заочна форма навчання - 10 % до 90 %.



2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання дисципліни "Очищення вентиляційних викидів" є формування у майбутніх фахівців умінь і знань з основ розрахунку та проектування процесів та обладнання для очищення вентиляційних викидів, їх експлуатації на природоохоронних об'єктах.

Основними завданнями, що мають бути вирішені в процесі вивчення дисципліни, є теоретична і практична підготовка студентів з питань: основи класифікації процесів та устаткування технології очищення вентиляційних викидів, характеристика забруднювачів вентиляційних викидів, теоретичні основи знепилювання, теоретичні основи знешкодження газоподібних домішок, устаткування і обладнання для знепилювання, устаткування і обладнання для знешкодження газоподібних домішок

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен **знати:**

- класифікацію процесів очищення вентиляційних викидів;
- теоретичні основи розрахунку та проектування процесів очищення повітря від дисперсних та газоподібних домішок;
- механізм дії процесів газоочищення;
- особливості реалізації процесів в технології очищення повітря;
- конструктивні особливості обладнання і устаткування для очищення повітря та способи інтенсифікації його роботи.

вміти:

- застосовувати на практиці отримані теоретичні знання і навички;
- підбирати обладнання для очищення від пилу та газоподібних домішок;
- виконувати інженерні розрахунки елементів систем очищення вентиляційних викидів, використовуючи типові рішення і проекти, чинні нормативні і методичні документи;
- приймати принципові і конструктивні рішення щодо проектування споруд очищення від пилу;
- приймати принципові і конструктивні рішення щодо проектування споруд очищення від пароподібних та газоподібних домішок.



3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Характеристики забруднювачів вентиляційних викидів. Методи та обладнання пилловловлювання

Тема 1. Основи класифікації забруднень та газоочисних процесів.

Законодавство України про захист навколишнього середовища. Фізико-хімічні властивості забруднень як підстава для їх ідентифікації, кількісного визначення та вибору технології вловлювання і знешкодження.

Тема 2. Властивості та механізми вловлювання аерозолів.

Класифікація методів та обладнання пилловловлювання. Характеристика частинок пилових забруднень. Фізико-хімічні властивості аерозолів. Класифікація аерозолів за дисперсним складом. Методи дисперсного аналізу. Функція розподілення часток, медіанний діаметр. Запиленість газу, методи визначення. Ступінь очищення, фракційний коефіцієнт очищення. Класифікація методів та обладнання пилловловлювання.

Тема 3. Методи та устаткування для знепилення у полі гравітаційних сил.

Опір повітря руху частинок в прямолінійному потоці. Число Рейнольдса, ламінарний, перехідний та турбулентний режим руху. Осаджування часточки в нерухомому середовищі. Формула Стокса. Швидкість витання. Осідання в ламінарних потоках, в турбулентних горизонтальних потоках. Повна ефективність при осіданні часток. Пилоосаджувальні камери. Типи камер, розрахунки ефективності та підбір розмірів камер.

Тема 4. Методи і обладнання для осаджування пилу в інерційних пилловловлювачах.

Інерційне осаджування в прямолінійних потоках при обминанні перешкод. Інерційні пилловловлювачі. Жалюзійні пило- та газовловлювачі сухого типу. Осадження під дією відцентрових сил. Принцип дії циклонів. Ефективність, опір циклонів. Групові та батарейні циклони. Особливості конструкцій залежно від виду пилу: абразивного, волокнистого, такого, що злежується. Циклони з водяною плівкою, промивачі. Методика вибору та інженерні розрахунки. Розрахунок повної ефективності за даними фракційного складу пилу і фракційної ефективності з використанням графічного, аналітичного, графоаналітичного методів.



Тема 5. Фільтрація аерозолів через пористі шари. Фільтри для вловлювання пилу. Ситовий ефект. Коефіцієнт проскоку, стала фільтрування. Ефективність і опір фільтра, пиломісткість. Волоконні сухі фільтри 1 і 2 класу, пористі фільтри 3 класу: коміркові, панельні, рулонні. Повітряні фільтри для очищення припливного повітря: волокнисті, губчаті. Тканинні фільтри – пиловловлювачі: сіткові, рукавні фільтри. Рукавні фільтри з імпульсною регенерацією. Масляні фільтри коміркові, шторкові. Зернисті фільтри.

Тема 6. Осадження в полі дії електричних сил. Електрофільтри. Виникнення електричних сил взаємодії: в полі коронного розряду, під впливом зовнішнього електричного поля, внаслідок виникнення сили електричного відображення, внаслідок виникнення надлишкового заряду завдяки абсорбції однополярних іонів, при взаємодії з заземленим електродом. Уловлювання аерозолів електрофільтрами. Принцип дії, процес іонізації газу і зарядженого аерозолю. Конструкції електрофільтрів. Розрахунки продуктивності і ефективності.

Тема 7. Мокрі механічні пиловловлювачі – скрубери. Класифікація установок. Відцентрові скрубери. Пиловловлювачі вентиляторні, ударно-інерційної дії, коріолісові, імпелерні. Пінні пило- і тумановловлювачі. Барботажні, струменеві пиловловлювачі. Сепаратори. Інженерні розрахунки ефективності мокрих пиловловлювачів. Інтенсифікація процесів в скруберах.

Змістовий модуль 2.

Методи та обладнання для знешкодження газоподібних забруднювачів

Тема 8. Класифікація, характеристика та властивості газоподібних забруднень. Класифікація та характеристика, механізми утворення газоподібних забруднювачів: сполук сірки, азоту, аміаку, вуглецю тощо.

Тема 9. Методи та обладнання очищення від газоподібних забруднювачів. Класифікація методів газоочищення: сорбційні (фізична і хімічна абсорбція, адсорбція), окислювальні (каталітичні, термічні), фізичні (стискування, охолодження), хімічні. Основи масопереносу. Способи вираження складу фаз. Умови фазової рівноваги при масопередачі, закон Генрі. Правило фаз. Фазова рівновага, константа фазової рівноваги, константа Генрі. Рушійна сила. Число одиниць перенесення в газовій і



Тема 10. Абсорбція. Обладнання для абсорбційного очищення газів. Аналітичні параметри процесу розчинення газу. Визначення концентрації компонентів. Рушійна сила процесу, суть фізичної та хемосорбції. Регенерація розчинника. Кінетика процесу абсорбції. Конструкції абсорберів насадкових, розбризкувальних, барботажних та типи насадок. Розпилювальні абсорбери, типи форсунок. Барботажні абсорбери, їхні режими роботи. Конструкції тарілок. Механічні абсорбери з розпилювальним ротором, вертикальні і горизонтальні. Інженерні розрахунки абсорберів.

Тема 11. Адсорбція. Обладнання для адсорбційного очищення газів. Фізична суть адсорбції, діючі компоненти. Адсорбенти. Структура адсорбенту, макро-, мезо- і мікропори. Види та характеристика сорбентів. Ізотерми адсорбції. Рівняння адсорбції. Кінетика адсорбції, коефіцієнт масопередачі. Адсорбери. Основні типи конструкцій адсорберів з горизонтальним і вертикальним шаром. Адсорбери з нерухомим шаром сорбенту. Адсорбери неперервної дії з рухомим шаром. Адсорбери з киплячим та віброкиплячим шаром. Інженерні розрахунки.

Тема 12. Каталітичне та термічне очищення газів. Обладнання для каталітичного та термічного очищення газів. Каталітично активні речовини, носії, активатори. Гетерогенний каталіз, активність каталізатора. Стадії каталітичного перетворення, швидкість каталітичної реакції. Високотемпературне знешкодження газів. Пряме спалювання легкоокислюваних домішок. Організація процесів залежно від вмісту вуглеводнів у викидних газах. Конструкції контактних апаратів: з фільтрувальним шаром каталізатора, з киплячим шаром, з розпиленим каталізатором. Каталітичні і термокаталітичні реактори. Обладнання для термічного та термокаталітичного знешкодження домішок. Спеціальні топки, пальники промислових установок. Факельне устаткування висотне і наземне, конструкція факельних труб і пальників. Камерні печі, печі циклонного типу, печі із струменевим перемішуванням газу. Регенеративні теплообмінники. Інженерні розрахунки реакторів.



4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Денна форма навчання					
	всього -го	в тому числі				
		л.	п.	Ла б.	інд .	с.р.
Модуль 1						
Змістовий модуль 1						
1	2	3	3	5	6	7
Тема 1. Основи класифікації забруднень та газоочисних процесів	5	1				4
Тема 2. Властивості та механізми вловлювання аерозолів. Класифікація методів та обладнання пиловловлювання	6	1	1			6
Тема 3. Методи та устаткування для знепилення у полі гравітаційних сил	7	2	2			6
Тема 4. Методи і обладнання для осаджування пилу в інерційних пиловловлювачах	10	2	2			6
Тема 5. Фільтрація аерозолів через пористі шари. Фільтри для вловлювання пилу	8	1	1			6
Тема 6. Осадження в полі дії електричних сил. Електрофільтри	7	1	2			4
Тема 7. Мокрі механічні пиловловлювачі – скрубери	6	2				4
Разом за змістовим модулем 1	54	10	8			36
Змістовий модуль 2						
Тема 8. Класифікація, характеристика та властивості газоподібних забруднень	7	1	2			4
Тема 9. Методи та обладнання очищення від газоподібних забруднювачів	5	1				4



	2	3	4	5	6	7
Тема 10. Абсорбція. Обладнання для абсорбційного очищення газів	8	2	2			4
Тема 11. Адсорбція. Обладнання для адсорбційного очищення газів	7	1	2			4
Тема 12. Каталітичне та термічне очищення газів. Обладнання для каталітичного та термічного очищення газів.	9	1				8
Разом за змістовим модулем 3	36	6	6			24
Всього годин	90	16	14			60

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Заочна форма навчання					
	всьо -го	в тому числі				
л.		п.	Ла б.	інд .	с.р.	
Модуль 1						
Змістовий модуль 1						
Тема 1. Основи класифікації забруднень та газоочисних процесів	6					6
Тема 2. Властивості та механізми вловлювання аерозолів. Класифікація методів та обладнання пиловловлювання	9,5	0,5	1			8
Тема 3. Методи та устаткування для знепилення у полі гравітаційних сил	7,5	0,5	1			6
Тема 4. Методи і обладнання для осаджування пилу в інерційних пиловловлювачах	9		1			8
Тема 5. Фільтрація аерозолів через пористі шари. Фільтри для вловлювання пилу	7		1			6
Тема 6. Осадження в полі дії електричних сил. Електрофільтри	7		1			6
Тема 7. Мокрі механічні пиловловлювачі – скрубери	8					8
Разом за змістовим модулем 1	54	1	5			48

Тема 8. Класифікація, характеристика та властивості газоподібних забруднень	7,5	0,5	1			6
Тема 9. Методи та обладнання очищення від газоподібних забруднювачів	6,5	0,5				6
Тема 10. Абсорбція. Обладнання для абсорбційного очищення газів	7		1			6
Тема 11. Адсорбція. Обладнання для адсорбційного очищення газів	7		1			6
Тема 12. Каталітичне та термічне очищення газів. Обладнання для каталітичного та термічного очищення газів.	8					8
Разом за змістовим модулем 3	36	1	3			32
Всього годин	90	2	8			80

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Визначення дисперсних характеристик та класифікаційних груп пилу	1	1
2	Розрахунок пилоосаджувальної камери	2	1
3	Розрахунок циклонів	2	1
4	Розрахунок рукавного фільтра, електрофільтра	3	2
5	Визначення константи фазової рівноваги, коефіцієнту масопередачі, рушійної сили абсорбції та числа одиниць переносу	2	1
6	Розрахунок абсорберів насадкових, барботажних, розпилювальних	2	1
7	Розрахунок адсорберів періодичної дії, з рухомим, киплячим шаром, з віброкиплячим шаром	2	1
	Разом	14	8



6. Завдання для самостійної роботи

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання:

- підготовка до аудиторних занять (0,5 год. на 1 год.) – 15 год.;
- підготовка до контрольних заходів (6 год. на 1 кредит ЄКТС) – 18 год.;
- опрацювання окремих тем програми або їх частин, які не викладаються на лекціях – 27 год.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Тема 1. Основи класифікації забруднень та газоочисних процесів	4	6
2	Тема 2. Властивості та механізми вловлювання аерозолів. Класифікація методів та обладнання пиловловлювання	6	8
3	Тема 3. Методи та устаткування для знепилення у полі гравітаційних сил.	6	6
4	Тема 4. Обладнання для осаджування пилу в інерційних пиловловлювачах	6	8
5	Тема 5. Фільтрація аерозолів через пористі шари. Фільтри для вловлювання пилу	6	6
6	Тема 6. Осадження в полі дії електричних сил. Електрофільтри	4	6
7	Тема 7. Мокрі механічні пиловловлювачі – скрубери	4	8
8	Тема 8. Класифікація, характеристика та властивості газоподібних забруднень	4	6
9	Тема 9. Методи та обладнання очищення від газоподібних забруднювачів	4	6
10	Тема 10. Абсорбція. Обладнання для абсорбційного очищення газів	4	6
11	Тема 11. Адсорбція. Обладнання для адсорбційного очищення газів	4	6
12	Тема 12. Каталітичне та термічне очищення газів.	8	8
	Разом	60	80



7. Методи навчання

1. Лекційний курс проводять із використанням мультимедійних презентацій та дискусійним обговоренням проблемних питань.
2. Практичні заняття проводять із застосуванням необхідних роздаткових матеріалів, електронних та паперових версій навчальних, методичних та довідкових літературних джерел у форматах PDF, DOC.
3. Методи активного навчання передбачають розгляд та аналіз проблемних ситуацій, вирішення яких пов'язане з вибором оптимальних рішень з кількох альтернативних варіантів, а також розв'язання задач з їх обговоренням.
4. Консультації.
5. Самостійна робота студентів.

8. Методи контролю

Оцінювання здійснюють за 100-бальною шкалою.

Поточний контроль знань студентів передбачає оцінку систематичності та активності роботи на лекціях і практичних заняттях та тестування за двома змістовими модулями. Підсумковий контроль знань - тестування.

Контроль роботи студентів проводять за такими видами робіт:

- наявність лекційного матеріалу – шляхом перегляду конспектів;
- робота на практичних заняттях – шляхом усного опитування і перевірки виконаних практичних завдань;
- підготовка та презентація міні-лекції;
- тестування.

Критерії оцінювання результатів поточної роботи (завдань, що виконують на практичних заняттях, результати самостійної роботи студентів) проводять у % від кількості балів, виділених на завдання, із заокругленням до цілого числа:

0% – завдання не виконано;

40% – завдання виконано частково та містить суттєві помилки методичного або розрахункового характеру;

60% – завдання виконано повністю, але містить суттєві помилки у розрахунках або в методиці;

80% – завдання виконано повністю і вчасно, проте містить окремі несуттєві недоліки (розмірності, висновки, оформлення тощо);

100% – завдання виконано правильно, вчасно і без зауважень.



9. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота												Сума
Змістовий модуль 1							Змістовий модуль 2					
T.1	T.2	T.3	T.4	T.5	T.6	T.7	T.8	T.9	T.10	T.11	T.12	100
6	6	10	10	8	10	10	5	5	10	10	10	

T1, T2... T12 — теми змістових модулів.

10. Шкала оцінювання

Кількість набраних балів	Оцінки за національною шкалою (залік)
90...100	зараховано
82...89	
74...81	
64...73	
60...63	
35...59	не зараховано з можливістю повторного складання
0...34	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

11. Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки до виконання практичних занять і самостійної роботи з дисципліни "Очищення вентиляційних викидів" для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського рівня) за спеціальністю 192 "Будівництво та цивільна інженерія" спеціалізації "Теплогазопостачання і вентиляція" денної та заочної форм навчання. Частина 1 (03-02-383) / Вижевська Т.В., Новицька О.С. Рівне : НУВГП, 2019.

2. Методичні вказівки до виконання практичних занять і самостійної роботи з дисципліни "Очищення вентиляційних викидів" для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського рівня) за спеціальністю 192 "Будівництво та цивільна інженерія" спеціалізації



"Теплогазопостачання і вентиляція" денної та заочної форм навчання.
Частина 2 (03-02-384) / Вижевська Т.В., Новицька О.С. Рівне : НУВГП, 2019.

3. Опорний конспект лекцій (*у електронному і паперовому носіїві*) по всіх темах курсу, у тому числі і для самостійного вивчення.
4. Тестові завдання по кожній темі і в цілому по всьому курсу дисципліни.

12. Рекомендована література

Базова

1. Штокман Е.А. Очистка воздуха. М : изд.АСВ, 1998. 320с.
2. Пирумов А.И. Обеспыливание воздуха. 2-е изд., перераб. и доп. М : Стройиздат, 1981. 296 с.
3. Ратушняк Г.С. Теоретичні основи технології очищення газових викидів. / Навчальний посібник. Вінниця : ВДТУ, 2002. 96 с.
4. Ратушняк Г.С., Лялюк О.Г. Технічні засоби очищення газових викидів / Навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2005. 158 с.

Допоміжна

1. Ветошкин А.Г. Процессы и аппараты газоочистки. Учебное пособие. Пенза : Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2006. 201 с.
2. Ветошкин А.Г. Процессы и аппараты пылеочистки. Учебное пособие. Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2005. 210 с.
3. Ветошкин А.Г. Процессы инженерной защиты окружающей среды (теоретические основы). Учебное пособие. Пенза : Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2004. 325с.
4. Лаптев А.Г., Фарахов М.И., Миндубаев Р.Ф. Очистка газов от аэрозольных частиц сепараторами с насадками. Казань : издательство «Печатный двор», 2003. 120с.
5. Мацнев А.І., Проценко С.Б., Саблій Л.А. Моніторинг та інженерні методи охорони довкілля.: Навч. посібник. Рівне : ВАТ «Рівненська друкарня», 2000. 504 с.
6. Мацнев А.І., Проценко С.Б., Саблій Л.А. Практикум з моніторингу та інженерних методів охорони довкілля. Рівне : ВАТ «Рівненська друкарня», 2002. 464 с.
7. Полина И.Н. Технология рекуперации газовых выбросов: учебное пособие. Сыкт. лесн. ин-т. Электрон. дан. Сыктывкар : СЛИ, 2013. 94с.

8. Пономарев В.Б., Замураев А.Е. Аспирация и очистка промышленных выбросов и сборов: методические указания по курсу «Машины и агрегаты предприятий строительных материалов». Екатеринбург : ГОУ ВПО УГТУ. УПИ, 2007. 44с.
9. Flagan, Richard C., Seinfeld, John N. Fundamentals of air pollution engineering. California Institute of technology, Prentice-Hall, 1988. 542p.
10. Air pollution control engineering / edited by Lawrence K. Wang, Norman C. Pereira, Yung-Tse Hung; consulting editor, Kathleen Hung Li. (Handbook of environmental engineering; v. 1), 2004, Humana Press Inc., New Jersey, 523 p.
10. R.K. Sinnott. Coulson & Richardson's. Chemical Engineering Design, Volume 6, Fourth Edition, Elsevier Butterworth-Heinemann, 2005. 1038 p.

12. Інформаційні ресурси

1. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України/[Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.minregion.gov.ua/>
2. Міністерство екології та природних ресурсів / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://menr.gov.ua/>
3. Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського/[Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/>
4. Наукова бібліотека НУВГП (м. Рівне, вул. Олекси Новака, 75)/[Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://nuwm.edu.ua/naukova-biblioteka> (http://nuwm.edu.ua/MySQL/page_lib.php).
5. Рівненська централізована бібліотечна система (м. Рівне, вул. Київська, 44) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.cbs.rv.ua/>
6. Обласна наукова бібліотека (м. Рівне, майдан Короленка, 6) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.lib.rv.ua/>

Розробник:

Новицька О.С.