

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»  
Інженерно-хімічний факультет**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Декан інженерно-хімічного факультету  
(назва інституту/факультету)

\_\_\_\_\_ Панов Є.М. \_\_\_\_\_  
(підпис) (ініціали, прізвище)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 р.

**"ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОБЛАДНАННЯ ЗАХИСТУ АТМОСФЕРИ"**

**ПРОГРАМА  
навчальної дисципліни**

освітній ступінь \_\_\_\_\_ бакалавр \_\_\_\_\_  
(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)

за спеціальністю 101 Екологія  
(шифр і назва)

за спеціалізацією Екологічна безпека  
(шифр і назва)

Ухвалено методичною комісією  
інженерно-хімічного  
факультету  
(назва інституту/факультету)

Протокол від 18.05.2017 р. № 9

Голова методичної комісії

\_\_\_\_\_ Д.Е.Сідоров \_\_\_\_\_  
(підпис) (ініціали, прізвище)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 р.

Розробник програми:

доцент, к.т.н. Іваненко Олена Іванівна  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Програму затверджено на засіданні кафедри екології та технології  
рослинних полімерів

(повна назва кафедри)

Протокол №10 від «18» травня 2017 року

Завідувач кафедри

М.Д. Гомеля  
(підпис) (ініціали, прізвище)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 р.

Програму навчальної дисципліни «Технологія та обладнання захисту атмосфери» складено відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів спеціальності 101 Екологія спеціалізації Екологічна безпека.

Навчальна дисципліна належить до дисциплін вибору студентів професійної та практичної підготовки.

Предметом навчальної дисципліни є дослідження основних методів і технологій очистки газових викидів, утилізації відходів та основного обладнання, що використовується в технологічних процесах очистки забруднених технологічних газів.

Міждисциплінарні зв'язки: вивчення навчальної дисципліни «Технологія та обладнання захисту атмосфери» базується на засадах інтеграції різноманітних знань та навичок, отриманих студентами при вивченні дисциплін природничого, гуманітарного та інженерно-технічного спрямування. «Технологія та обладнання захисту атмосфери» безпосередньо спирається щонайменш на наступні дисципліни, що належать до структурно-логічної схеми підготовки бакалавра: «Вступ до фаху», «Загальна екологія», «Спеціальні розділи біогеохімії», «Хімія з основами біогеохімії». Набуті знання і уміння використовуються при вивченні таких дисциплін: «Моніторинг довкілля», «Моделювання і прогнозування стану довкілля», «Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище», «Екологічна експертиза», «Екологічна безпека», «Інженерна екологія», «Техноекотологія».

## **1. Мета та завдання навчальної дисципліни**

### **1.1. Мета навчальної дисципліни.**

Метою вивчення навчальної дисципліни є формування у студентів комплексу знань, умінь, навичок, необхідних для кваліфікованого управління природоохоронною діяльністю на рівні промислових підприємств, установ, організацій, на рівні підрозділів Мінекології України. Відповідно до мети підготовка бакалаврів вимагає формування наступних здатностей:

- проведення відбору зразків (проб) атмосферного повітря і робота з приладами оцінки стану атмосферного повітря;
- вдосконалення технологій захисту атмосфери для запобігання негативних наслідків господарської діяльності людини і покращення стану атмосферного повітря.

### **1.2. Основні завдання навчальної дисципліни.**

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни «Технологія та обладнання захисту атмосфери» мають продемонструвати такі результати навчання:

#### **знання:**

- методи очистки газових викидів та механічна очистка газів від аерозолів;
- абсорбційні методи очистки відпрацьованих газів;
- адсорбційні і хемосорбційні методи очистки газових викидів.

#### **уміння:**

- застосовуючи відповідні методики, використовуючи лабораторне обладнання та реактиви, контролювати стан атмосферного повітря в робочій зоні, санітарно-захисній;

- користуючись нормативними документами та експериментальними даними щодо забруднення атмосферного повітря, проводити оцінку його стану та робити висновки щодо запобігання екологічно негативних наслідків господарської діяльності людини;

- на підставі існуючих технологічних розробок вибирати заходи та підбирати засоби обмеження надходження шкідливих речовин зі стаціонарних джерел в атмосферне повітря;

- з метою здійснення своєчасних та ефективних заходів щодо зменшення впливу забруднень на атмосферу забезпечувати дотримання показників встановлених нормативів;

- користуючись уявленнями дії фізичних сил на аерозольні частки, розробляти технології, які спрямовані на зменшення забруднення атмосферного повітря;

- на підставі закономірностей процесів поглинання газів рідкими речовинами, розробляти технології очищення відпрацьованих газів промислових підприємств;

- на підставі аналізу процесів поглинання газів твердими речовинами, розробляти технології очищення газових викидів у промислових зонах.

#### **досвід:**

- розробка технологій очищення відпрацьованих газів промислових підприємств;

- організація природоохоронної діяльності;

- керування природоохоронними заходами щодо запобігання забруднення природного середовища;

- контроль стану навколишнього середовища.

## **2. Структура навчальної дисципліни**

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 210 години / 7 кредитів ECTS.

1) Технологія та обладнання захисту атмосфери-1. Технологія та обладнання захисту атмосфери.

2) Технологія та обладнання захисту атмосфери-2. Курсовий проект.  
(назва кредитного модуля)

#### Рекомендований розподіл навчального часу

Форма навчання	Кредитні модулі	Всього		Розподіл навчального часу за видами занять				Семестрова атестація
		кредитів	годин	Лекції	Практичні (семінарські) заняття	Лабораторні роботи (комп'ютерні практики)	СРС	
<i>Денна</i>	<i>Всього</i>	<i>7</i>	<i>210</i>	<i>27</i>	<i>27</i>	<i>36</i>	<i>120</i>	<i>екзамен, КП</i>
	<i>1</i>	<i>5,5</i>	<i>165</i>	<i>27</i>	<i>27</i>	<i>36</i>	<i>75</i>	<i>екзамен</i>
	<i>2</i>	<i>1,5</i>	<i>45</i>				<i>45</i>	<i>КП</i>

### **3. Зміст навчальної дисципліни**

#### **Розділ 1. Атмосферне повітря України.**

**Тема 1.** Основні забруднюючі агенти атмосфери. Викиди шкідливих речовин від стаціонарних та пересувних джерел.

**Тема 2.** Транскордонний перенос забруднюючих речовин. Зміни в стані навколишнього середовища за даними спостережень по Україні.

**Тема 3.** Галузева структура викидів шкідливих речовин в атмосферу України. Розподіл забруднень по джерелах утворення.

#### **Розділ 2. Класифікація методів для очистки газових викидів та очистка газів від аерозолів.**

**Тема1.** Класифікація методів знешкодження газових викидів. Основні властивості пилу. Очистка газів в сухих механічних пилоуловлювачах.

**Тема 2.** Очистка газів в фільтрах.

**Тема 3.** Очистка газів в мокрих пилоуловлювачах.

**Тема.4.** Очистка газів в електрофільтрах.

**Тема 5.** Уловлювання туманів.

**Тема 6.** Рекуперація пилу уловленого при очистці газових викидів.

#### **Розділ 3. Абсорбційні методи очистки відпрацьованих газів.**

**Тема 1.** Рівновага в системах газ-рідина. Кінетичні закономірності.

**Тема 2.** Основи процесу абсорбції та абсорбційне обладнання.

**Тема 3.** Очистка газів від діоксиду сірки.

**Тема 4.** Очистка газів від сірководню.

**Тема 5.** Очистка газових сумішей від сірковуглецю та меркаптанів.

**Тема 6.** Очистка газів від оксидів азоту.

**Тема 7.** Очистка газів від фторвміщуючих з'єднань.

#### **Розділ 4.Адсорбційні та хемосорбційні методи очистки газових викидів.**

**Тема 1.** Кінетичні закономірності адсорбції.

**Тема 2.** Десорбція поглинених речовин.

**Тема 3.** Основи процесу адсорбційних та хемосорбційних методів. Адсорбційне обладнання.

**Тема 4.** Адсорбція парів летючих розчинників.

**Тема 5.**Каталічне очищення газів. Сутність і види каталізу.

**Тема 6.** Промислові каталізатори. Конструкції контактних апаратів.

**Тема 7.** Очищення каталітичним методом від органічних сполук.

#### **4. Рекомендована тематика практичних (семінарських) занять.**

В рамках викладання навчальної дисципліни «Технологія та обладнання захисту атмосфери» передбачено проведення практичних занять, які займають ~30% аудиторного навантаження. На практичні заняття виносяться теми, які охоплюють широке коло питань. Вони дозволяють краще зрозуміти лекційний матеріал.

Зміст цих занять і методика їх проведення сприяють забезпеченню розвитку творчої активності особистості. Вони розвивають наукове мислення і здатність користуватися спеціальною термінологією, дозволяють перевірити знання, у зв'язку з чим даний вид роботи виступає важливим засобом оперативного зворотного зв'язку.

Основні завдання циклу практичних занять:

- 1) допомогти студентам систематизувати, закріпити і поглибити знання теоретичного характеру;
- 2) навчити студентів прийомам вирішення практичних завдань, сприяти оволодінню навичками та вміннями виконання розрахунків та інших видів завдань;
- 3) навчити їх працювати з науковою та довідковою літературою, документацією, таблицями та схемами;
- 4) формувати вміння вчитися самостійно, тобто опанувати методами, способами та прийомами самонавчання, саморозвитку і самоконтролю.

Приблизна тематика практичних занять:

**Тема 1.** Розрахунок матеріального балансу.

**Тема 2.** Розрахунок сухого пилоуловлювача гравітаційного типу.

**Тема 3.** Розрахунок сухого пилоуловлювача інерційного типу.

**Тема 4.** Розрахунок сухого пилоуловлювача відцентрового типу.

**Тема 5.** Розрахунок батарейного циклону.

**Тема 6.** Розрахунок безнасадкового скрубера.

**Тема 7.** Розрахунок скрубера Вентурі.

**Тема 8.** Розрахунок скрубера з насадкою.

**Тема 9.** Розрахунок електрофільтру.

**Тема 10.** Розрахунок волокнистого фільтру.

**Тема 11.** Розрахунок тканинного рукавного фільтру.

**Тема 12.** Розрахунок абсорбера.

**Тема 13.** Розрахунок відцентрового скрубера.

## **5. Рекомендований перелік лабораторних робіт (комп'ютерних практикумів).**

У системі професійної підготовки студентів лабораторні заняття займають 40% аудиторного навантаження. Будучи доповненням до лекційного курсу, вони закладають і формують основи кваліфікації організатора природокористування. Метою лабораторно-практичних занять є розвиток у студентів експериментальних навичок, дослідницького підходу до вивчення предмету, закріплення теоретичного матеріалу. З метою допомоги студентам у виконанні лабораторних робіт з курсу «Технологія та обладнання захисту атмосфери» видані відповідні методичні вказівки [6].

Приблизна тематика лабораторних занять:

**Тема 1.** Визначення окремих забруднюючих домішок в повітрі з використанням газоаналізатора УГ-2.

**Тема 2.** Виготовлення індикатора та визначення парів хлористого водню в повітряному середовищі.

**Тема 3.** Аналіз газових сумішей, що вміщують аміак з використанням газоаналізатора сенсорного типу.

**Тема 4.** Вимірювання радіоактивного фону твердих часток в атмосферному середовищі  $\beta$ -радіометром.

**Тема 5.** Визначення вмісту вуглекислого газу в повітрі лабораторії.

**Тема 6.** Вивчення шкідливого впливу двигунів внутрішнього спалювання на довкілля.

## **6. Рекомендовані індивідуальні завдання.**

Згідно навчального плану студент повинен виконати індивідуальне завдання у вигляді курсового проекту (КП). Темати курсових проектів наведено в Додатку А. З метою допомоги студентів з виконання курсового проекту видані методичні вказівки до виконання курсових проектів з курсу „Технологія та обладнання захисту атмосфери” [7]. КП виконується через самостійне та поглиблене опрацювання окремих питань еколого-економічних розрахунків. Її представлення та захист відбувається під час практичних занять.

## **7. Рекомендована література**

### **7.1. Базова**

1. Національна доповідь України, Конференція ООН Навколишнє середовище і розвиток – Київ.: Час. - 1992. - 44с.
2. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні.- Київ.- 1994.- 86с.
3. Родионов А.И., Клушин В.Н., Торочешников Н.С. Техника защиты окружающей среды.- М.: Химия. - 1989. - 512 с.
4. Бретшнайдер В., Курфюрст И. Охрана воздушного бассейна от загрязнений : Пер. с англ. / Под ред. А.Ф. Туболкина. -Л.: Химия, -1989. - 238 с.
5. Экология города. Под ред. Ф.В. Стольберга. -К. : Лібра, -2000. - 464 с.
6. Гомеля М.Д., Нестеренко С.А., Іваненко О.І., Отрох О.А. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Технологія та обладнання захисту атмосфери» для студентів спеціальності 7.070801 «Екологія та охорона навколишнього середовища». -К.: НТУУ «КПІ», -2007. -30 с.
7. Іваненко О.І. Методичні вказівки до виконання курсових проектів з курсу «Технологія та обладнання захисту атмосфери» для студентів напряму підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування». -К.: ТОВ «Інфодрук», -2012. -107 с.

### **7.2. Допоміжна**

8. Беккер А.А., Агаев Т.Б. Охрана и контроль загрязнения природной среды. -Л.: Гидрометиздат, -1989. -288 с.
9. Сытник К.М., Брайон А.В., Гордецкий А.В., Брайон А.П. Словарь-справочник по экологии. - К.: Наукова думка, -1994. -668 с.
10. Реймерс Н.Ф. Природопользование. -М.: Мысль, -1990. - 640 с.
11. Запольський А.К., Салюк А.І. Основи екології. -К.: Вища школа, -2001. - 358 с.
12. Очистка и рекуперация промышленных выбросов / Под ред. В.Ф. Максимова, И.В. Вольфа.
13. Макаров В.В. Основы защиты воздушного бассейна. – Севастополь: Изд-во СевНТУ. – 282 с.

14. Товжнянский Л.Л., Моисеев В.Ф., Байрачный В.Б., Шапарев В.П. Интенсивные аппараты со стабилизированным слоем пены для очистки отходящих газов. – НТУУ «ХПИ», 2003. – 228 с.
15. Ратушняк Г.С., Джеджула В.В. Интенсифікація біоконверсії коливальним перемішуванням субстрату.- Вінниця: Універсум, 2008.- 117 с.
16. Ратушняк Г.С. Теоретичні основи технології очищення газових викидів. – Вінниця: ВДГУ, 2002. – 96 с.
17. Білогуров Ю.М., Булавін О.В., Мнускіна Ю.В. Технологія очищення газових викидів. – Донецьк: ДонНТУ, 2010. – 123 с.
18. Михайленко Г.Г. Новые распыливающие устройства в системах промышленной пылегазоочистки. – Одесса: Астропринт, 2008. – 116 с.
19. Панасенко А.И. Технология очистки от аэрозолев. – Донецк: ДонНТУ, 2008. – 119 с.



## **8. Засоби діагностики успішності навчання**

Практико-орієнтовані завдання у вигляді екзаменаційних білетів.

## **9. Методичні рекомендації**

Аудиторні лекційні, практичні та лабораторні заняття проводяться в навчальних групах чисельністю 20-35 студентів. Методика вивчення матеріалу курсу „Технологія та обладнання захисту атмосфери” традиційна:

- слухати лекції по основним темам і паралельно самостійно працювати з літературою ;
- в процесі читання лекції практикуються дискусії по вивченню окремих матеріалів ;
- на практичних заняттях виконують розрахункові та інші види завдань, які сприяють оволодінню практичними навичками та вміннями;
- до лабораторних занять повинні бути підготовлені протоколи з методиками робіт, включаючи і теоретичні питання ;
- лабораторні роботи проводяться таким чином, що вони носять елементи НДРС ;
- результати лабораторних робіт узагальнюються у вигляді таблиць, графіків та обговорюються .

Для цього студенти використовують методичні вказівки [6, 7] та додаткові матеріали лекцій. Для оцінювання рівня підготовки студентів розроблено рейтингову систему оцінки успішності, а також рейтингову систему оцінювання курсового проекту.

### Перелік тем курсових проектів

1. Система очищення вихідних газів виробництва суперфосфату.
2. Система очищення викидів енергетичної установки.
3. Цех очищення газів виробництва аміаку.
4. Система очищення газів агломераційного цеху металургійного виробництва.
5. Система очищення газів коксохімічного виробництва.
6. Система очищення газів виробництва чавуну в доменних печах.
7. Система очищення газів виробництва сталі в кисневих конверторах.
8. Система очищення газів виробництва сталі в мартенівських печах.
9. Очищення газів виробництва віскозного волокна.
10. Очищення газів виробництва сірчаної кислоти.
11. Система очищення газів виробництва фосфорної кислоти.
12. Система очищення газів виробництва соляної кислоти.
13. Система очищення газів виробництва азотної кислоти.
14. Очищення газів мусороспалювального заводу.
15. Очищення газів вугільнодобувної промисловості.
16. Система очищення газів виробництв чорної металургії.
17. Система очищення газів виробництв кольорової металургії.
18. Очищення газів нафтодобувної промисловості.
19. Система очищення газів нафтопереробного виробництва.
20. Система очищення газів міських котельних установок.
21. Очищення газів цементного виробництва.
22. Система очищення газів виробництва скла.
23. Система очищення газів цегляного виробництва.
24. Технологія очищення газів виробництва гіпсу.
25. Технологія очищення газів обпалювання вапняку.
26. Система очищення газів виробництва бітуму та асфальтенів.