



Силабус освітнього компонента
Програма навчальної дисципліни



Техніка та технології захисту атмосфери

Шифр та назва спеціальності

183-Технології захисту навколишнього середовища

Інститут

ННІ Механічної інженерії і транспорту

Спеціалізація

-

Кафедра

Хімічна техніка та промислова екологія (154)

Освітня програма

Технології захисту навколишнього середовища

Тип дисципліни

Обов'язкова, спеціальна (фахова)

Рівень освіти

Перший (бакалаврський)

Форма навчання

Денна, заочна

Семестр

5

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники



Шестопапов Олексій Валерійович

Oleksii.Shestopalov@khi.edu.ua

К.т.н., доцент, завідувач кафедри хімічної техніки та промислової екології НТУ "ХПІ"

Досвід педагогічної роботи – 15 років. Автор та співавтор понад 200 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Теорія систем в екології», «Технології знешкодження та утилізації компонентів газових викидів».

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Дисципліна спрямована на набуття студентами знань теоретичних основ технології очищення викидів в атмосферу, джерел їх утворення у промисловому виробництві та внаслідок військових дій, оволодіння сучасними технологіями захисту атмосфери газових викидів, принципами вибору очисного устаткування та методиками його розрахунку.

Мета та цілі дисципліни

Сформувані у студентів базові знання щодо теоретичних основ сучасних технологій захисту атмосфери від забруднюючих речовин, а також запропонувати необхідне очисне устаткування і зробити необхідні розрахунки.

Формат занять

Лекції, практичні заняття, консультації. Індивідуальне задання у вигляді курсової роботи.
Підсумковий контроль - екзамен.

Компетентності

ЗК-2. Знання і критичне розуміння предметної області та професійної діяльності.

ЗК-5. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

СК-2. Здатність обґрунтовувати, здійснювати підбір, розраховувати, проектувати, модифікувати, готувати до роботи та використовувати сучасну техніку і обладнання для захисту та раціонального використання повітряного та водного середовищ, земельних ресурсів, поводження з відходами.

СК-6. Здатність до проектування систем і технологій захисту навколишнього середовища та забезпечення їх функціонування.

СК-10. Здатність оцінювати вплив військових дій, використання різних типів конвенційної зброї на стан екосистем у короткочасній та довгостроковій перспективі.

СК-11. Здатність розробляти комплексні проекти з відновлення порушених внаслідок військових дій екосистем та територій, підприємств та об'єктів інфраструктури у відповідності до концепції сталого розвитку.

Результати навчання

РН-4. Обґрунтовувати природозахисні технології, базуючись на розумінні механізмів впливу людини на навколишнє середовище і процесів, що відбуваються у ньому.

РН-5. Вміти розробляти проекти з природоохоронної діяльності та управляти комплексними діями щодо їх реалізації.

РН-6. Обґрунтовувати та застосовувати природні та штучні системи і процеси в основі природозахисних технологій відповідно екологічного імперативу та концепції сталого розвитку.

РН-8. Вміти продемонструвати навички вибору, планування, проектування та обчислення параметрів роботи окремих видів обладнання, техніки і технологій захисту навколишнього середовища, використовуючи знання фізико-хімічних властивостей поллютантів, параметрів технологічних процесів та нормативних показників стану довкілля.

РН-12. Обирати інженерні методи захисту довкілля, здійснювати пошук новітніх техніко-технологічних й організаційних рішень, спрямованих на впровадження у виробництво перспективних природоохоронних розробок і сучасного обладнання, аналізувати напрямки вдосконалення існуючих природоохоронних і природовідновлюваних технологій забезпечення екологічної безпеки.

РН-16. Вміти прогнозувати можливі негативні наслідки активних військових дій для довкілля та розробляти заходи для відновлення порушених екосистем.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни: 180 годин (6 кредити ECTS): лекції – 48 год, практичні заняття – 32 год, самостійна робота – 100 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно успішне оволодіння дисциплінами «Методи контролю шкідливих речовин у зразках повітря, ґрунту, воді та продовольчій сировині», «Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище», «Екологічні засади сталого розвитку країни»



Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться у інтерактивному режимі спілкування зі студентами та з використанням мультимедійних технологій. На практичних заняттях застосовується метод репродуктивного навчання, направлений на узгодження теоретичних аспектів курсу з практичними та передбачає інженерні і екологічні розрахунки. При виконанні індивідуального завдання використовується спонукальний метод навчання з організацією самостійної діяльності студентів щодо здатності аналізувати екологічні системи та використовувати методи системного аналізу в цілому.

Програма навчальної дисципліни

Навчальні заняття

Лекції

Теми лекцій	Кількість годин
Тема 1. Засоби очищення газових викидів сухими пиловловлювачами. Пилоосаджуючі камери. Інерційні пиловловлювачі. Циклони. Вихрові та динамічні пиловловлювачі.	4
Тема 2. Засоби сухого очищення газових викидів від пилу фільтруванням. Тканинні фільтри. Волокнисті фільтри. Зернисті фільтри. Фільтри для очищення радіоактивних викидів.	6
Тема 3. Засоби мокрого очищення газових викидів від пилу. Класифікація обладнання для мокрого пиловловлювання. Порожністі газопромивачі. Насадкові газопромивачі. Пінні пиловловлювачі. Ударно-інерційні газопромивачі. Газопромивачі відцентрової дії. Швидкісні газопромивачі.	6
Тема 4. Засоби для абсорбційного очищення газових викидів від газо- й пароподібних речовин. Класифікація технологічного обладнання для абсорбційного очищення газових викидів. Поверхневі насадкові абсорбери. Барботажні абсорбери. Розпилювальні абсорбери. Механічні розпилювальні газопромивачі.	6
Тема 5. Засоби для адсорбційного очищення газових викидів від газо- й пароподібних речовин. Класифікація технологічного обладнання для адсорбційного очищення газових викидів. Адсорбери з нерухомим шаром адсорбенту. Адсорбери з рухомим шаром адсорбенту. Адсорбери з киплячим шаром адсорбенту. Адсорбери з віброкиплячим шаром адсорбенту.	3
Тема 6. Засоби для каталітичного очищення газових викидів. Класифікація апаратів для каталітичного очищення газів. Апарати з фільтруючим шаром. Термокatalітичні реактори з фільтруючим шаром. Апарати з киплячим шаром каталізатора. Реактор з пилевидним каталізатором.	4
Тема 7. Засоби термічного знешкодження газових викидів. Класифікація пристроїв для термічного знешкодження газових викидів. Камерні печі. Регенеративні установки термічного знешкодження промислових газових викидів. Комбіновані установки знешкодження газових викидів. Факельні установки.	4
Тема 8. Засоби електричного та магнітного очищення газових викидів. Особливості абсорбції оксидів азоту у викидах. Очистка нітрозних газів сорбцією та високотемпературним знезараженням. Каталітична очистка	4



викидів від оксидів азоту. Установа очистки газів від оксидів азоту та сірки з одержанням сульфату амонію

Тема 9. Джерела забруднення атмосфери під час військових дій. 5
Активна фаза військового конфлікту та забруднення атмосфери. Нетипові джерела забруднення атмосфери, які з'являються внаслідок військових дій. Забруднення атмосфери в процесі післявоєнної відбудови.

Тема 10. Технології захисту атмосфери під час та після активних військових дій. 6
Оцінка ступеню забруднення атмосфери на територіях, постраждалих від військових дій. Заходи та технології захисту атмосфери в умовах військового конфлікту.

Загальна кількість годин 48

Практичні заняття

Теми практичних занять

Кількість годин

Вагові коефіцієнти b

Тема 1. Техніка і технології захисту атмосфери та їх застосування.

2

0,1

Ознайомлення з базовими аспектами призначення і застосування технічних засобів і технологій у охороні атмосфери.

Тема 2. Розрахунок пилоосадових камер.

4

0,1

Ознайомлення з методикою та проведенням розрахунку пилоосадових камер, що використовуються для очистки промислових викидів.

Тема 3. Розрахунок одиночного (групового) циклону.

4

0,1

Ознайомлення з методикою розрахунку одиночного (групового) циклону та проведення розрахунку циклонів.

Тема 4. Батарейні циклони та їх розрахунок.

4

0,1

Ознайомлення з принципами роботи батарейних циклонів, їх конструкцією, а також методами розрахунку основних характеристик циклонів.

Тема 5. Розрахунок рукавного фільтру з імпульсною регенерацією.

6

0,2

Вивчення методики розрахунку рукавного фільтру з імпульсною регенерацією та визначення основних характеристик фільтрів.

Тема 6. Електрофільтри та їх застосування.

6

0,2

Ознайомлення з методикою розрахунку електрофільтрів, розрахунок характеристик очисного апарату.

Тема 7. Розрахунок скрубера Вентурі.

6

0,2

Ознайомлення з методикою розрахунку скрубера Вентурі, визначення основних характеристик апарату.

Загальна кількість годин

32

$$\sum_{i=1}^n b_i = 1$$



Лабораторні заняття

Лабораторні роботи в рамках дисципліни не передбачені

Контрольні роботи

Одна підсумкова контрольна робота, яка охоплює теоретичні та практичні питання курсу та проходить у формі тестування за допомогою ресурсу Forms на платформі Office 365

Теми контрольних робіт

Вагові
коефіцієнти a

Контрольна робота	1
Загальна кількість годин	$\sum_{i=1}^n a_i = 1$

Самостійна робота

Курс передбачає самостійне опрацювання теоретичного матеріалу та виконання індивідуального завдання у вигляді курсової роботи, яке полягає у техніко-екологічному обґрунтуванні вибору засобів або технологій очищення викидів в атмосферу залежно від джерела забруднення, складу газових викидів та умов експлуатації. Завдання включає виконання інженерних розрахунків, оцінку ефективності газоочисного обладнання, аналіз впливу на навколишнє середовище, а також розробку рекомендацій щодо зменшення викидів та запобігання забрудненню повітря. Результати оформлюються у вигляді письмового звіту та обговорюються під час практичних занять.

Опрацювання теоретичного матеріалу

Теми для самостійного вивчення

Кількість годин

Тема 1. Нормативно-правове забезпечення охорони атмосферного повітря в Україні та ЄС. Основні закони України про охорону атмосферного повітря, екологічне законодавство ЄС, Директива 2008/50/ЄС про якість атмосферного повітря, принципи контролю і регулювання викидів забруднюючих речовин.	10
Тема 2. Класифікація джерел забруднення атмосфери. Розподіл джерел на стаціонарні та пересувні, первинні та вторинні забруднювачі, характеристика основних галузей-промислових забруднювачів атмосфери, особливості їх викидів.	6
Тема 3. Основні забруднюючі речовини повітря та їх вплив на довкілля та здоров'я людини. Характеристика пилу, оксидів азоту, сірки, вуглецю, летких органічних сполук, важких металів; механізми токсичної дії, фотохімічний смог, кислотні дощі, парниковий ефект.	6
Тема 4. Методи контролю та моніторингу якості атмосферного повітря. Засоби відбору проб, методи лабораторного та автоматизованого аналізу, системи екологічного моніторингу, дистанційний контроль, національні та європейські вимоги до моніторингу.	10
Тема 5. Аеродинаміка та дисперсія забруднень в атмосфері. Основи руху повітряних мас, вплив метеорологічних факторів на поширення викидів, моделі розсіювання забруднень, інверсії температури, побудова розрахункових сценаріїв.	10



Тема 6. Зменшення викидів від автотранспорту: технології та підходи. Сучасні системи каталізаторів, стандарти викидів (Євро 4–6), альтернативні види палива, електромобілі, гібридні двигуни, стратегії міського управління транспортними викидами.	6
Тема 7. Технології зменшення викидів парникових газів. Основні джерела CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O; технології уловлювання та зберігання вуглецю, перехід до відновлюваної енергетики, підвищення енергоефективності, впровадження екологічного менеджменту.	8
Тема 8. Інтегровані підходи до зменшення промислового забруднення атмосфери. Найкращі доступні технології, інтегрований дозвіл на викиди, принципи сталого розвитку, приклади ефективного впровадження в ЄС та Україні.	4
Загальна кількість годин	60

Тематика індивідуальних завдань

Індивідуальне завдання з курсу виконується у письмовій формі у вигляді курсової роботи, яке передбачає обґрунтування актуальності обраної теми, аналіз вихідних даних, виконання технічного розрахунку відповідної очисної споруди або технологічної ланки, а також оцінку екологічної ефективності запропонованого рішення.

Завдання оформлюється у вигляді звіту, що має включати титульну сторінку, зміст, основну частину (з розрахунками, схемами або графіками), висновки та список використаних джерел. Орієнтовний обсяг роботи – 20–35 сторінок друкованого тексту (формат А4, шрифт Times New Roman 14, міжрядковий інтервал 1,5). Робота подається в електронному вигляді, за потреби додаються розрахункові файли (Excel, Mathcad тощо).

Строк виконання передбачено протягом семестру.

Теми індивідуального завдання

Тема 1. Розробка технологічної схеми очищення газоподібних викидів котельної установки від оксидів азоту та сірки.

Проаналізувати склад газоподібних викидів, зокрема концентрації NO_x і SO₂, розглянути можливі методи їх очищення (вологе, напівсухе, сухе очищення, каталітичне відновлення), обґрунтувати вибір оптимального поєднання газоочисних технологій з урахуванням типу палива, режиму роботи установки та екологічних вимог. Виконати необхідні інженерні розрахунки ефективності системи та передбачити заходи зменшення негативного впливу на атмосферне повітря.

Загальна кількість годин	40
---------------------------------	-----------

Неформальна освіта

Рекомендовані в силабусі елементи неформальної освіти можуть бути зараховані за спрощеною процедурою без додаткової валідації результатів (створення предметної комісії). Успішне проходження вебінарів ВООЗ серії "Air quality, energy and health" може бути зараховано як виконання практичної роботи №1, за умови підготовки короткого аналітичного звіту на основі прослуханого матеріалу (2–3 сторінки). Перегляд та аналітичне опрацювання OECD Webinar "The Future of Best Available Techniques in Industrial Pollution Prevention" може бути зараховано як виконання практичної роботи №7, з виставленням максимальної оцінки, якщо студент підготує презентацію з аналізом підходів до впровадження ВАТ в Україні та ЄС.



Публікація (тези доповідей на конференції, стаття у фаховому виданні, монографія тощо), тематика якої безпосередньо відповідає змісту практичної роботи, може бути зарахована як виконання відповідного виду навчальної діяльності з виставленням максимальної оцінки.

Рекомендовані курси, тренінги, стажування

1. Air quality, energy and health. https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/air-quality-energy-and-health/outreach-advocacy/webinar-series---clean-air-and-energy-for-health?utm_source=chatgpt.com
2. OECD Webinar. The Future of Best Available Techniques in Industrial Pollution Prevention. https://www.youtube.com/watch?v=vGxzeZN7F_w

Література, навчальні матеріали та інформаційні ресурси

Основна література

1. Захист довкілля: навч. посіб. / [М. Є. Даус та ін.]; – Одеса: ОНМУ, 2024. – 352 с
<http://rp.onmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/3752/1%20Посібник%20захист%20довкілля.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
2. Madani M. (2023). Protection of the atmosphere of urbanized areas from dust emissions during the manufacturing of aerated concrete structures. Technogenic and ecological safety, 13(1/2023), 11–19. doi: 10.52363/2522-1892.2023.1.2
3. Маляренко, О., Горський, В., Іваненко, Н., Євтухова, Т., & Матушкін, Д. (2025). Комплексна оцінка заходів зі зниження викидів забруднюючих речовин в атмосферу. Системні дослідження в енергетиці, (1 (81)), 100-110. <https://doi.org/10.15407/srenergy2025.01.100>
4. Сучасні технології захисту атмосфери : навч. посіб. : для студентів вищих навчальних закладів екологічного профілю / [уклад. С. А. Мартиненко] ; М-во освіти та науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. екології та ОНС. - Кропивницький : ЦНТУ, 2019. - 155 с. <https://dspace.kntu.kr.ua/handle/123456789/10853>
5. Зацеркляний М.М. Столевич Т.Б., Зацеркляний О.М. Процеси захисту навколишнього середовища: підручник. Одеса. Фенікс. 2017. 453 с.
https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2019/Zatser_2017_454.pdf
6. Василенко І.А., Скиба М.І., Півоваров О.А., Воробйова В.І. Теоретичні основи охорони навколишнього середовища. Дніпро: Акцент ПП, 2017. 204 с. URL: <https://surl.li/wvlope>
7. Пилипчук О.Я., Висоцька Т.І., Пічкур Т.В., Савчук М.В., Сальникова А.В., Соловійова Л.М., Сорочинська О.Л. Захист атмосферного повітря від забруднень залізничним транспортом. Екологічні науки. 2022. №4(43). С. 23-26. <http://eco.j.dea.kiev.ua/archives/2022/4/4.pdf>

Додаткова література

1. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни "Техніка та технології захисту атмосфери" [Електронний ресурс] : для студентів спец. G2 "Технології захисту навколишнього середовища" та E2 "Екологія" усіх форм навчання / уклад. Шестопапов О. В., Самойленко Н. М., Босюк А. С. ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Електрон. текст. дані. – Харків : НТУ "ХПІ", 2025. – 66 с. – URI: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/87322>
2. Методичні вказівки до практичних робіт з дисциплін "Технології знешкодження та утилізації компонентів газових викидів" та "Техніка та технології захисту атмосфери" [Електронний ресурс] : для студентів спец. 101 "Екологія" / уклад.: О. В. Шестопапов, Т. Б. Новожилова, Н. М. Самойленко, А. О. Сакур ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Електрон. текст. дані. – Харків : НТУ "ХПІ", 2024. – 67 с. – URI: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/76780>
3. Основи екологічної безпеки військ : підручник / С. Р. Артем'єв, О-75 О. М. Блекот, В. В. Марущенко [та ін.] ; за ред. С. Р. Артем'єва. – Харків : Підручник НТУ «ХПІ», 2012. – 308 с.
<http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/5007/1/EBV.pdf>
4. Методичні вказівки до практичних робіт «Розрахунок індексів забруднення навколишнього середовища» курсів «Моніторинг довкілля», «Гідрологія», «Загальна екологія» для студентів спеціальності 101 «Екологія» всіх форм навчання та курсів «Техніка та технологія захисту



атмосфери», «Техніка та технологія захисту водних ресурсів», «Моделювання та прогнозування стану довкілля» для студентів спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» всіх форм навчання / Укладач: Т. С. Тихомирова, О.В. Шестопапов, О.М. Філенко, В. Ю. Стадник – Харків : НТУ «ХПІ», 2021 р. – 14 с.

<https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/56102>

5. Закон України "Про охорону атмосферного повітря" <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2707-12#Text>

6. Аналіз результатів очищення та зневоднення шламів мокрої газоочистки викидів металургійного підприємства / А. О. Шкоп, О. В. Шестопапов, Н. Г. Пономарьова [та ін.] // Інтегровані технології та енергозбереження. – 2025. – № 2. – С. 76-88.

<https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/94313>

7. Regularities of cleaning and dewatering of gas cleaning sludge from coal dust at thermal power plants / Andrii Shkop, Oleksii Shestopalov, Alona Bosiuk [et al.] // Eastern-European journal of enterprise technologies– 2025. – Vol. 3, No. 10 (135) : Ecology. – P. 6-15.

<https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/90977>

8. Природоохоронні технології. Частина 1. Захист атмосфери : навчальний посібник / Северин Л. І., Петрук В. Г., Безвозюк І. І., Васильківський І. В. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 388 с.

<https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/download/213/389/428-1?inline=1>

Інформаційні ресурси

1. ЕкоЗагроза. Офіційний ресурс Міндовкілля. <https://ecozagroza.gov.ua/>

2. SaveEcoBot. <https://www.saveecobot.com/maps>

3. Забруднення повітря у світі. Індекс якості повітря в реальному часі. <https://waqi.info/uk/>

4. Забруднення повітря в Україні: візуальна карта індексу якості повітря в реальному часі. <https://aqicn.org/map/ukraine/uk/>

5. IQAir Map. <https://www.iqair.com/air-quality-map>

Система оцінювання

Підсумкова оцінка з освітнього компонента визначається відповідальним лектором за темами, видами занять, тощо у відповідності до силабусу і є інтегральною оцінкою результатів усіх вид навчальної діяльності здобувача вищої освіти. Підсумкова оцінка повинна відображати всі оцінки за складовими навчального процесу з урахуванням їх вагових показників k :

Поточний контроль (практичні, семінарські, лабораторні заняття), k_1	Контрольні роботи (за наявності), k_2	Індивідуальне завдання (за наявності), k_3	Підсумковий контроль (для ОК з іспитом), k_4
0,25	0,35	0,3	0,1

Сума коефіцієнтів повинна складати одиницю: $k_1 + k_2 + k_3 + k_4 = 1$. Підбір вагових коефіцієнтів підсумкової оцінки здійснює розробник курсу.

Розрахунок підсумкової оцінки проводиться за формулою:

$$O = П \cdot k_1 + K \cdot k_2 + I \cdot k_3 + Пк \cdot k_4$$

де: П – середньозважена середня оцінка за поточний контроль

I – оцінка за виконання індивідуального завдання

K – середньозважена оцінка за контрольні роботи

Пк – оцінка за підсумковий контроль

$$K = \frac{K_1 \cdot a_1 + \dots + K_n \cdot a_n}{\sum_{i=1}^n a_i}$$



де: a_i - ваговий коефіцієнт за кожну контрольну роботу.

$$\Pi = \frac{\Pi_1 \cdot b_1 + \Pi_2 \cdot b_2 + \dots + \Pi_n \cdot b_n}{\sum_{i=1}^n b_i}$$

де: b_i - ваговий коефіцієнт за кожне практичне (семінарське) або лабораторне заняття.

Поточні оцінки за кожну складову (Π, K, I, \dots) виставляються за 100-бальною шкалою згідно з [положенням «Про критерії та систему оцінювання знань та вмінь і про рейтинг здобувачів вищої освіти» НТУ «ХП»](#).

Підсумкова оцінка виставляється відповідно до розрахованої O з округленням до найближчого цілого числа в більшу сторону.

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Здобувач вищої освіти повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХП»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту.

Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХП» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус перезатверджено

30.08.2025



Завідувач кафедри

Олексій ШЕСТОПАЛОВ

30.08.2025



Гарант ОП

Тетяна ТИХОМИРОВА

