



Новітні технології захисту атмосферного повітря від забруднення

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Третій (освітньо-науковий)</i>
Галузь знань	<i>10 Природничі науки</i>
Спеціальність	<i>101 Екологія</i>
Освітня програма	<i>Екологія</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/очна(вечірня)/заочна/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 (150)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік</i>
Розклад занять	<i>3 години на тиждень (2 години лекційних та 1 година практичних занять)</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/vizytky/ivanenko-olena-ivanivna.html Практичні /Семінарські: https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/vizytky/ivanenko-olena-ivanivna.html
Розміщення курсу	https://do.ipk.kpi.ua/

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Промислово-індустріальний фактор досить широко чинить вплив на атмосферне повітря, його складові, і необхідним є більш широке впровадження газоочисних технологій та активне застосування їх на промислових підприємствах. Винайдення тенденцій розумного підходу до очищення атмосферного повітря повинно реалізовуватися на новітніх технологіях знешкодження промислових газових викидів за мінімальних витрат ресурсів.

Предмет навчальної дисципліни «Новітні технології захисту атмосферного повітря від забруднення» – реалізація новітніх процесів очищення атмосферного повітря від промислових газових викидів, що забезпечить їх надійне видалення та знизить техногенне навантаження на повітря.

У значній мірі вирішення даної проблеми буде визначатись рівнем підготовки фахівців, які працюють у галузі охорони навколишнього середовища, включаючи установи управління екологічною безпекою держави, наукові установи та організації, підприємства.

Для успішного вирішення завдань захисту та збереження чистоти атмосферного повітря фахівці мають вільно володіти інформацією, вміти вирішувати складні проблеми захисту повітря від забруднення на найвищому науковому рівні.

Метою вивчення даної дисципліни є формування у аспірантів комплексу знань в області сучасних технологій, інноваційних наукових розробок очищення атмосферного повітря, комплексу умінь та навиків, необхідних для проведення наукових досліджень в даному напрямку, для створення сучасних та нових методів і технологій газоочищення для зниження емісії шкідливих компонентів промислових газових викидів для впровадження у виробничий процес концепції чистого виробництва. Відповідно до мети підготовка докторів філософії за даною спеціальністю вимагає посилення сформованих у аспірантів **компетентностей:**

- здатність розробляти та реалізувати проекти, включаючи власні дослідження;
- на основі визначення рівнів екологічних загроз від існуючих виробництв здатність модернізувати систему контролю негативних впливів та розробляти ефективні заходи по захисту навколишнього середовища;
- здатність адаптувати і узагальнювати результати сучасних досліджень в екологічній області для вирішення наукових і практичних проблем.

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни «Новітні технології захисту атмосферного повітря від забруднення», студенти після її засвоєння мають продемонструвати такі програмні **результати навчання**:

- знати пріоритетні державні напрями розвитку науки, техніки і технологій у фаховій і суміжних областях;
- професійно обробляти, аналізувати, узагальнювати і науково обґрунтовувати наукові результати досліджень з продукування новітніх теоретичних положень й інноваційних природоохоронних рішень;
- демонструвати обізнаність щодо сучасних стратегій охорони навколишнього природного середовища, екологічного законодавства, нормативних документів з охорони навколишнього природного середовища.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Вивчення дисципліни «**Новітні технології захисту атмосферного повітря від забруднення**» базується на засадах інтеграції різноманітних знань, отриманих аспірантами протягом бакалавріату та магістратури при вивченні дисциплін природничого та інженерно-технічного спрямування. Дисципліна «**Новітні технології захисту атмосферного повітря від забруднення**» є фундаментальною основою, що має забезпечити розв'язання комплексних проблеми в області захисту атмосфери, мінімізації викидів забруднюючих речовин в повітря та спрямована на глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та професійної практики.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Застосування термічного допалювання технологічних та вентиляційних викидів. Особливості методів прямого спалювання в полум'ї та термічного окислення.

Тема 1. Визначення найбільш доцільних методів та апаратурного оформлення технологічних процесів допалювання в разі знешкодження викидів з різними температурою та складом газової суміші.

Тема 2. Оцінка ефективності очищення викидів від органічних сполук різного походження.

Розділ 2. Застосування термокаталітичного методу очищення газоподібних промислових викидів. Особливості методів здійснення процесу газоочищення в стаціонарному і в штучно створюваному нестаціонарному режимах.

Тема 3. Застосування термокаталітичних методів знешкодження відхідних промислових газів в нерухомому шарі каталізатора.

Тема 4. Переваги застосування реверс-процесу при знешкодженні токсичних газових компонентів.

Розділ 3. Застосування озонного методу для знешкодження димових газів та дезодорації газових викидів промислових підприємств.

Тема 5. Переваги та області застосування озонних методів очищення токсичних газових викидів.

Тема 6. Визначення енерговитрат при використанні апаратного оформлення процесів озонування газових викидів.

Розділ 4. Застосування плазмокаталітичного методу для нейтралізації газоподібних забруднювачів.

Тема 7. Переваги та області застосування сумісного використання плазмохімічного та термокаталітичного методів.

Тема 8. Визначення можливості використання фотокаталітичного методу з використанням ультрафіолету для окислення органічних сполук.

Розділ 5. Застосування біохімічних методів для руйнування шкідливих домішок газових викидів.

Тема 9. Переваги та області застосування біохімічної деструкції токсичних компонентів технологічних викидів.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Крусір Г. В., Мадані М. М., Гаркович О. Л. Техніка та технології очищення газових викидів. Одеса: ОНАХТ-Одеса, 2017. 207 с.
2. Сарапіна М. В. Процеси та апарати пилогазоочищення: курс лекцій. Харків: НУЦЗУ, 2018. 125 с.
3. Бекетов В. Є., Євтухова Г. П. Джерела та процеси забруднення атмосфери. Харків : ХНУМГ ім. О. Н. Бекетова, 2019. 113 с. <https://core.ac.uk/download/pdf/228030186.pdf>
4. Методы расчета систем комплексной пыле- и газоочистки. Монография / М.И. Шиляев, Е.М. Хромова. М.: Издательство АСВ, 2018. 196 с.

Додаткова література

5. Промислові технології та очищення технологічних і вентиляційних викидів: навч. посіб. / Ю. С. Юркевич, О. Т. Возняк, В. М. Желих ; МОНМС України, НУ "Львівська Політехніка". 2012. 120 с.
6. Кричковська Л. В., Шестопалов О. В., Бахарева Г. Ю., Слісь К. В. Процеси та апарати біологічної очистки та дезодорації газоповітряних викидів. Монографія. Харків: НТУ «ХПІ», 2013. 200 с.
7. Северин Л. І., Петрук В. Г., Безвозюк І. І., Васильківський І. В. Природоохоронні технології (захист атмосфери) / Ч.І: Навчальний посібник. Вінниця : УНІВЕРСУМ–Вінниця, 2010. https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/iebmpd/severin_priodoohoronni_tehnologii/dop-m.html
8. Ратушняк Г.С., Лялюк О. Г. Засоби очищення газових викидів. Навчальний посібник. Вінниця : УНІВЕРСУМ–Вінниця, 2008. 207 с.
9. Джигирей В. С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: навчальний посібник. Київ : Знання, 2007. 422 с.
10. Кузнецов И. Е., Шмат К. И., Кузнецов С. И. Оборудование для санитарной очистки газов. Справочник. Київ: Техніка, 1989. 204 с.
11. Охрана окружающей природной среды. Под ред. Дуганова Г. В. Київ : Вища школа, 1991. 320 с.

12. Кундро Н. В., Давыденко Н. В. Очистка вентвыбросов. <http://elib.psu.by:8080/handle/123456789/3181>
13. Сенькевич Э. В., Курпан М. И. Термическая очистка газовых выбросов сушильных установок. Минск.: Вышэйшая школа, 1980. 127 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

17. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. <https://mepr.gov.ua/>
18. Промислова екологія. Спільнота фахівців-екологів. <http://www.eco.com.ua/>
19. Професійна Асоціація Екологів України. <https://paeu.com.ua/>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних, цілісних, взаємозалежних знань з дисципліни «Сучасні технології кондиціонування та очищення води», рівень яких визначається цільовою установкою до кожної конкретної теми;
- забезпечення в процесі лекції творчої роботи аспірантів спільно з викладачем;
- виховання у аспірантів професійно-ділових якостей і розвиток у них самостійного творчого мислення;
- формування у аспірантів необхідного інтересу та надання напрямку для самостійної роботи;
- визначення на сучасному рівні розвитку науки в області сучасних методів та процесів кондиціонування, прогнозування розвитку на найближчі роки;
- відображення методичної обробки матеріалу (виділення головних положень, висновків, рекомендацій, чітке і адекватне їх формулювання);
- використання для демонстрації наочних матеріалів, поєднання, по можливості їх з демонстрацією результатів і зразків;
- викладання матеріалів досліджень чіткою і якісною мовою з дотриманням структурно-логічних зв'язків, роз'яснення всіх нововведених термінів і понять;
- доступність для сприйняття даною аудиторією.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
1	Визначення найбільш доцільних методів та апаратного оформлення технологічних процесів допалювання в разі знешкодження викидів з різними температурою та складом газової суміші. Завдання на СРС. Переваги застосування термічної нейтралізації горючих токсичних компонентів технологічних та вентиляційних викидів.	4
2	Оцінка ефективності очищення викидів від органічних сполук різного походження. Завдання на СРС. Переваги застосування термічної нейтралізації горючих токсичних компонентів технологічних та вентиляційних викидів.	4

3	Застосування термокаталітичних методів знешкодження відхідних промислових газів в нерухомому шарі каталізатора. Завдання на СРС. Визначити особливості та обмеження використання каталітичного устаткування в стаціонарному режимі.	4
4	Переваги застосування реверс-процесу при знешкодженні токсичних газових компонентів. Завдання на СРС. Визначити особливості та обмеження використання каталітичного устаткування в нестаціонарному режимі.	4
5	Переваги та області застосування озонних методів очищення токсичних газових викидів. Завдання на СРС. Визначити енерговитрати при використанні апаратурного оформлення процесів при введенні озону безпосередньо в гази, що очищуються.	4
6	Визначення енерговитрат при використанні апаратурного оформлення процесів озонування газових викидів. Завдання на СРС. Визначити енерговитрати при використанні апаратурного оформлення процесів при введенні озону безпосередньо в гази, що очищуються; при промиванні газів заздалегідь озонованою водою.	4
7	Переваги та області застосування сумісного використання плазмохімічного та термокаталітичного методів. Завдання на СРС. Переваги та області застосування використання плазмохімічного методу.	4
8	Визначення можливість використання фотокаталітичного методу з використанням ультрафіолету для окислення органічних сполук. Завдання на СРС. Переваги та області застосування використання термокаталітичного методу.	4
9	Переваг та області застосування біохімічної деструкції токсичних компонентів технологічних викидів. Завдання на СРС. Визначити особливості та обмеження використання біохімічних систем.	4
	Всього	36

Практичні заняття

У системі професійної підготовки аспірантів по даній дисципліні практичні заняття займають 50 % аудиторного навантаження. Будучи доповненням до лекційного курсу, вони закладають і формують основи кваліфікації доктора філософії в галузі екології, а саме захисту водойм від антропогенного впливу. Зміст цих занять і методика їх проведення повинні забезпечувати розвиток творчої активності особистості. Вони розвивають наукове мислення і здатність користуватися спеціальною термінологією, дозволяють перевірити знання, Тому даний вид роботи виступає важливим засобом оперативного зворотного зв'язку. Практичні заняття повинні виконувати не тільки пізнавальну і виховну функції, але й сприяти зростанню аспірантів як творчих працівників в області охорони навколишнього природного середовища.

Основні завдання циклу практичних занять:

- допомогти аспірантам систематизувати, закріпити і поглибити знання теоретичного характеру в області сучасних методів та технологій кондиціонування та очищення води;
- навчити аспірантів прийомам вирішення практичних завдань, сприяти оволодінню навичками та вміннями виконання розрахунків, графічних та інших завдань;
- навчити їх працювати з науковою та довідковою літературою і схемами;
- формувати вміння вчитися самостійно, тобто опановувати методами, способами і прийомами самонавчання, саморозвитку і самоконтролю.

№ з/п	Назва теми практичного заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
1	Застосування термічного допалювання технологічних та вентиляційних викидів. Провести розрахунок процесів термічного окислення з ціллю визначення кількості додаткового газоподібного палива.	3
2	Застосування термокаталітичного методу очищення газоподібних промислових викидів. Особливості методів здійснення процесу газоочищення в стаціонарному і в штучно створюваному нестаціонарному режимах.	3
3	Застосування озонного методу для знешкодження димових газів та дезодорації газових викидів промислових підприємств. Визначити енерговитрати при використанні апаратного оформлення процесів при введенні озону безпосередньо в гази, що очищуються та при подальшому пропусканні через шар каталізатору.	3
4	Застосування плазмокаталітичного методу для нейтралізації газоподібних забруднювачів. Оцінити глибину конверсії шкідливих газоподібних компонентів на установках, що складаються з двох ступенів – плазмохімічний реактор (озонатор) та каталітичний реактор.	3
5	Застосування біохімічних методів для руйнування шкідливих домішок газових викидів. Оцінити ступінь руйнування шкідливих домішок при частій зміні складу газу.	4
6	Залік	2
	Всього	18

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Самостійна робота займає 70 % часу вивчення кредитного модуля, включаючи і підготовку до заліку. Головне завдання самостійної роботи аспірантів – це опанування наукових знань в областях, що не увійшли у перелік лекційних питань шляхом особистого пошуку інформації, формування активного інтересу до творчого підходу у навчальній роботі. У процесі самостійної роботи в рамках освітнього компоненту аспірант повинен навчатися глибоко аналізувати сучасні підходи до розробки та впровадження новітніх технологій кондиціонування та очищення води, виходячи із характеристик води і вимог до якості очищеної води. Він повинен вміти створювати найбільш ефективні методи очищення води.

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
Розділ 1. Застосування термічного допалювання технологічних та вентиляційних викидів. Особливості методів прямого спалювання в полум'ї та термічного окислення.		
1	Переваги застосування термічної нейтралізації горючих токсичних компонентів технологічних та вентиляційних викидів. Переваги застосування термічної нейтралізації горючих токсичних компонентів технологічних та вентиляційних викидів.	24
Розділ 2. Застосування термокаталітичного методу очищення газоподібних промислових викидів. Особливості методів здійснення процесу газоочищення в стаціонарному і в штучно створюваному нестаціонарному режимах.		
2	Визначити особливості та обмеження використання каталітичного устаткування в стаціонарному режимі. Визначити особливості та обмеження використання каталітичного устаткування в нестаціонарному режимі.	16
Розділ 3. Застосування озонного методу для знешкодження димових газів та дезодорації газових викидів промислових підприємств.		
3	Визначити енерговитрати при використанні апаратурного оформлення процесів при введенні озону безпосередньо в газу, що очищуються. Визначити енерговитрати при використанні апаратурного оформлення процесів при введенні озону при промиванні газів заздалегідь озонованою водою.	16
Розділ 4. Застосування плазмокаталітичного методу для нейтралізації газоподібних забруднювачів.		
4	Переваги та області застосування використання плазмохімічного методу. Переваги та області застосування використання термокаталітичного методу.	17
Розділ 5. Застосування біохімічних методів для руйнування шкідливих домішок газових викидів.		
5	Визначити особливості та обмеження використання біохімічних систем.	17
6	Підготовка до заліку	6
	Всього годин	96

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Правила відвідування занять та поведінки на заняттях

Відвідування занять є обов'язковим компонентом оцінювання. Аспіранти зобов'язані брати активну участь в навчальному процесі, не спізнюватися на заняття та не пропускати їх без поважної причини, не заважати викладачу проводити заняття, не відволікатися на дії, що не пов'язані з навчальним процесом.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

- заохочувальні бали можуть нараховуватись викладачем виключно за виконання творчих робіт з дисципліни або додаткового проходження он-лайн профільних курсів з отриманням відповідного сертифікату:
 - http://dea.edu.ua/article/postiino_diyuchi_kursi_pidvishennya_kvalifikacii_na_temu_rozroblennj;
 - <https://thehagueacademy.com/blog/2020/03/climate-adaptation-and-local-resilience-2/>;
 - <https://www.coursera.org/learn/air-pollution-health-threat>.Але їхня сума не може перевищувати 25 % від рейтингової шкали.
- штрафні бали в рамках навчальної дисципліни не передбачені.

Політика дедлайнів та перескладань

У разі виникнення заборгованостей з навчальної дисципліни або будь-яких форс-мажорних обставин, аспіранти мають зв'язатися з викладачем по доступних (наданих викладачем) каналах зв'язку для розв'язання проблемних питань та узгодження алгоритму дій для відпрацювання.

Політика академічної доброчесності

Плагіат та інші форми недоброчесної роботи неприпустимі. До плагіату відноситься відсутність посилань при використанні друкованих та електронних матеріалів, цитат, думок інших авторів. Неприпустимі підказки та списування під час написання тестів, проведення занять; здача заліку за іншого аспіранта; копіювання матеріалів, захищених системою авторського права, без дозволу автора роботи.

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

Політика академічної поведінки і етики

Аспіранти мають бути толерантним, поважати думку оточуючих, заперечення формулювати в коректній формі, конструктивно підтримувати зворотний зв'язок на заняттях.

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом:

Семестр	Навчальний час		Розподіл навчальних годин				Контрольні заходи		
	Кредити	акад. год.	Лекції	Практичні	Лаб. роб.	СРС	МКР	РР	Семестровий контроль
4	5	150	36	18	–	96	-	–	залік

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

Рейтинг аспіранта з кредитного модуля складається з балів, що він отримує за роботу на практичних заняттях.

Семестровим контролем є залік.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

Система рейтингових балів та критерії оцінювання:

Виконання завдань на практичних заняттях.

Ваговий бал на 1 та 2 практичних заняттях складає по 15 балів; на практичних заняттях 3 – 9 – по 10 балів.

Критерії оцінювання виконання практичного завдання

Повнота та ознаки виконання завдання	Бали	
<i>Завдання виконане в повній мірі</i>	<i>15</i>	<i>10</i>
<i>Незначні недоліки за пунктом 1</i>	<i>13-14</i>	<i>8-9</i>
<i>Несвоєчасне виконання завдання</i>	<i>10-12</i>	<i>7</i>
<i>Несвоєчасне виконання завдання, недоліки за п. 1</i>	<i>2-9</i>	<i>2-6</i>
<i>Неякісне виконання завдання</i>	<i>1</i>	<i>1</i>
<i>Невиконання завдання</i>	<i>0</i>	<i>0</i>

Таким чином рейтингова семестрова шкала з кредитного модуля складає:

$$R = 2 \cdot 15 + 7 \cdot 10 = 100 \text{ балів}$$

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів «ідеальний аспірант» має набрати 40 балів. На першій атестації (8-й тиждень) аспірант отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 20 балів.

За результатами навчальної роботи за 13 тижнів навчання «ідеальний аспірант» має набрати 90 балів. На другій атестації (14-й тиждень) аспірант отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 40 балів.

Максимальна сума балів складає 100. Для отримання заліку з кредитного модуля «автоматом» потрібно мати рейтинг не менше 60 балів.

Необхідною умовою допуску до заліку є рейтинг, що складає не менше 40 % від рейтингової шкали (R), тобто 40 балів.

Аспіранти, які набрали протягом семестру рейтинг менше 0,6 R, а також ті, хто хоче підвищити загальний рейтинг, виконують залікову контрольну роботу. При цьому всі бали, що були ними отримані протягом семестру, скасовуються. Завдання контрольної роботи містять запитання, які відносяться до різних розділів кредитного модуля. Перелік залікових запитань наведено у Розділі 9.

Для отримання залікової оцінки, сума всіх отриманих протягом семестру рейтингових балів R переводиться згідно з таблицею:

Кількість балів	Оцінка
<i>95...100</i>	<i>відмінно</i>
<i>85...94</i>	<i>дуже добре</i>
<i>75...84</i>	<i>добре</i>
<i>65...74</i>	<i>задовільно</i>
<i>60...64</i>	<i>достатньо</i>
<i>RD < 60</i>	<i>незадовільно</i>
<i>Не виконані умови допуску</i>	<i>не допущено</i>

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Приблизний перелік питань, які виносяться на семестровий контроль

- 1. Класифікація методів знешкодження газових викидів.*
- 2. Основні властивості пилу.*
- 3. Очистка газів в сухих механічних пиловловлювачах.*
- 4. Очистка газів в фільтрах.*
- 5. Очистка газів в мокрих пиловловлювачах.*
- 6. Очистка газів в електрофільтрах.*

7. Уловлювання туманів.
8. Рекуперация пилю уловленого при очистці газових викидів.
9. Рівновага в системах газ-рідина. Кінетичні закономірності.
10. Основи процесу абсорбції та абсорбційне обладнання.
11. Очистка газів від діоксиду сірки.
12. Очистка газів від сірководню.
13. Очистка газових сумішей від сірковуглецю та меркаптанів.
14. Очистка газів від оксидів азоту.
15. Очистка газів від фторвміщуючих сполук.
16. Кінетичні закономірності адсорбції.
17. Десорбція поглинених речовин.
18. Основи процесу адсорбційних та хемосорбційних методів.
19. Адсорбційне обладнання.
20. Адсорбція парів летючих розчинників.
21. Сутність і види каталізу.
22. Лімітуюча стадія процесу каталіза.
23. Промислові каталізатори.
24. Конструкції контактних апаратів. Апарати з киплячим шаром каталізатора.
25. Очищення каталітичним методом від органічних сполук.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доц., к.т.н., Іваненко О. І.

Ухвалено кафедрою Е та ТРП (протокол № 3 від 16.09.2020)