

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної роботи та виконання індивідуального завдання
з дисципліни «Техніка та технології захисту атмосфери»

для студентів усіх форм навчання
спеціальності G2 «Технології захисту навколишнього середовища»
та E2 «Екологія»

Затверджено
редакційно-видавничою
радою університету,
протокол №1 від 19 лютого 2026р.

Харків
НТУ «ХП»

2026

Методичні вказівки до самостійної роботи та виконання індивідуального завдання з дисципліни «Техніка та технології захисту атмосфери» для студентів усіх форм навчання спеціальності G2 «Технології захисту навколишнього середовища» та E2 «Екологія» / Уклад. Шестопапов О.В., Босюк А.С. – Харків: НТУ «ХП», 2026. – 37 с.

Укладачі: О.В. Шестопапов
А.С. Босюк

Рецензент І.Л. Красніков

Кафедра хімічної техніки та промислової екології

ВСТУП

Самостійна робота студентів є важливою складовою освітнього процесу, спрямованою на розвиток пізнавальної активності, самостійності мислення та здатності до самонавчання. Вона здійснюється під керівництвом викладача, але без його безпосередньої участі, що стимулює студента до ініціативності, відповідальності та глибшого засвоєння навчального матеріалу.

Індивідуальне завдання у межах вивчення дисципліни сприяє формуванню у студентів навичок аналітичного мислення, вміння знаходити, опрацьовувати та критично оцінювати інформацію, застосовувати теоретичні знання для вирішення конкретних практичних питань.

Дисципліна «Техніка та технології захисту атмосфери» є однією з базових у підготовці майбутніх фахівців екологічного спрямування. Вона формує у студентів уявлення про сучасні технічні засоби та технології очищення газових викидів, уловлювання шкідливих домішок, контролю забруднення атмосферного повітря, а також ознайомлює з практичними аспектами їх впровадження на промислових підприємствах і в системах моніторингу.

Дані методичні рекомендації містять вимоги до самостійної роботи студентів, структуру та вимоги до виконання індивідуального завдання у вигляді розрахункового завдання, орієнтири щодо вибору теми, а також рекомендації з оформлення та представлення результатів.

1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛІНИ

Дисципліна «Техніка та технології захисту атмосфери» спрямована на формування у студентів теоретичних знань і практичних навичок щодо сучасних технічних рішень і технологічних процесів, що забезпечують охорону атмосферного повітря від забруднення, зниження викидів шкідливих речовин та раціональне використання повітряного басейну. Вона охоплює вивчення методів очищення газопилових викидів, технологій уловлювання та нейтралізації забруднюючих речовин, принципів роботи газоочисного обладнання, а також екологічних вимог до проектування й експлуатації систем захисту атмосфери на промислових об'єктах. Дисципліна є важливою складовою професійної підготовки фахівців з екології, охорони навколишнього середовища та технологій захисту довкілля і сприяє усвідомленню екологічної відповідальності у виробничій та проєктній діяльності.

Мета вивчення дисципліни «Техніка та технології захисту атмосфери» полягає у формуванні у студентів базових знань щодо теоретичних основ сучасних технологій захисту атмосфери від забруднюючих речовин. Метою дисципліни також є розвиток навичок підбору відповідного обладнання для очищення газових викидів, виконання необхідних технологічних розрахунків, а також ознайомлення з нормативно-правовими вимогами у сфері охорони атмосферного повітря. Особлива увага приділяється формуванню екологічного мислення, розумінню концепцій сталого розвитку та низьковуглецевих технологій, а також підготовці студентів до практичного застосування знань у професійній діяльності.

Після успішного опанування курсу студент повинен володіти наступними компетенціями:

- знання і критичне розуміння предметної області та професійної діяльності;
- здатність приймати обґрунтовані рішення;
- 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;
- здатність до проектування систем і технологій захисту навколишнього середовища та забезпечення їх функціонування;
- здатність оцінювати вплив військових дій, використання різних типів конвенційної зброї на стан екосистем у короткочасній та довгостроковій перспективі;
- здатність розробляти комплексні проекти з відновлення порушених внаслідок військових дій екосистем та територій, підприємств та об'єктів інфраструктури у відповідності до концепції сталого розвитку.

Результатами навчання, які матиме студент, є:

- обґрунтовувати природозахисні технології, базуючись на розумінні механізмів впливу людини на навколишнє середовище і процесів, що відбуваються у ньому;
- вміти розробляти проекти з природоохоронної діяльності та управляти комплексними діями щодо їх реалізації;
- обґрунтовувати та застосовувати природні та штучні системи і процеси в основі природозахисних технологій відповідно екологічного імперативу та концепції сталого розвитку;
- 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;

– 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;

– вміти прогнозувати можливі негативні наслідки активних військових дій для довкілля та розробляти заходи для відновлення порушених екосистем.

Загальний обсяг дисципліни: 120 годин (4 кредити ECTS): лекції – 32 год, практичні заняття – 16 год, самостійна робота – 72 год.

Самостійна робота студентів покликана поглибити опанування окремих тем курсу та забезпечити стійке засвоєння матеріалу шляхом самоконтролю й критичного аналізу. У процесі такої роботи здобувачі освіти вчать:

- усвідомлено й цілеспрямовано мотивувати власне навчання;
- розвивати самоорганізованість, відповідальність і навички планування;
- заповнювати «інформаційні прогалини» шляхом опрацювання наукових джерел;
- свідомо читати, систематизувати й інтерпретувати інформацію, формувати аргументовані висновки;
- підвищувати професійну компетентність, уміння приймати рішення та виходити з нестандартних ситуацій.

Ефективність самостійної роботи значною мірою залежить від чіткого планування та супроводу з боку викладача, завдання якого полягає не лише у передачі знань, а й у стимулюванні дослідницької активності та створенні

умов для творчої дискусії. Групові форми роботи (семінари, колоквіуми, обговорення результатів) посилюють мотивацію, взаємний контроль та позитивну конкуренцію.

Курс «Техніка та технології захисту атмосфери» передбачає дві взаємопов'язані складові самостійної діяльності:

1. Теоретичне опрацювання матеріалу – студент опановує ключові поняття, методи очищення газових викидів, принципи роботи газоочисного обладнання та нормативні вимоги, виконує перевірочні завдання у вигляді відповідей на запитання для самоконтролю.

2. Індивідуальне розрахункове завдання – техніко-екологічне обґрунтування вибору газоочисного обладнання або технологічної схеми залежно від характеру викидів, складу забруднюючих речовин та умов виробництва, яке включає в себе:

- аналіз вихідних даних та актуальності проблеми забруднення атмосфери;

- інженерні розрахунки (аеродинамічні, гідравлічні, ефективності уловлювання, енергетичні показники, розрахунок викидів тощо);

- оцінку ефективності очищення, рівня залишкових викидів та розробку рекомендацій щодо мінімізації впливу на атмосферне повітря.

Результати подаються у вигляді письмового звіту обсягом 10–15 сторінок (формат А4, шрифт – Times New Roman 14 pt, міжрядковий інтервал 1,5) з титульною сторінкою (Додаток А), змістом (Додаток Б), основною частиною (розрахунки, схеми, графіки, діаграми), висновками та списком використаних джерел. За потреби додаються розрахункові файли (Excel, Mathcad, спеціалізовані програми тощо). Публічне обговорення та захист виконуються під час практичних занять; електронну версію роботи необхідно подати не пізніше ніж за два тижні до завершення семестру.

Таким чином, самостійна робота й індивідуальне завдання сприяють формуванню у студентів професійної компетентності, аналітичного мислення та практичних навичок проєктування ефективних систем очищення газових викидів і захисту атмосферного повітря.

2. ФОРМИ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТА

У процесі вивчення дисципліни «Техніка та технології захисту атмосфери» самостійна робота студентів виступає обов'язковою та невід'ємною частиною навчання. Вона спрямована на розвиток умінь самостійно шукати інформацію, аналізувати її, проєктувати рішення та проводити елементи науково-дослідної роботи. Такий підхід допомагає формувати критичне мислення, здатність до самостійного прийняття обґрунтованих рішень у ситуаціях, пов'язаних із захистом повітряного басейну та зменшенням антропогенного навантаження на атмосферу.

Основою самостійної роботи є систематичне опрацювання наукової, навчальної, довідкової та нормативної літератури. До неї належать як традиційні друковані джерела, так і електронні бази даних, стандарти, методичні вказівки, технічні регламенти, звіти про викиди, директиви ЄС та національне законодавство у сфері охорони атмосферного повітря. Завдяки цьому студенти отримують як базові теоретичні знання про процеси забруднення та очищення газів, так і спеціалізовані відомості, необхідні для виконання розрахункових і практичних завдань.

Найпоширеніші форми самостійної роботи з літературою включають:

- Конспектування – стислий, логічно структурований запис ключових ідей, що сприяє кращому розумінню та запам'ятовуванню.
- Написання тез – лаконічний виклад основних положень у чіткій послідовності, корисний для підготовки до захисту індивідуального завдання чи виступів.

- Анотування – короткий огляд змісту джерела з акцентом на його головну ідею, наукову чи практичну цінність.
- Складання плану – побудова структурованої схеми тексту (простої чи деталізованої), що допомагає глибше осмислити матеріал.
- Формування словника термінів – систематизація професійної лексики дисципліни (наприклад, пиловловлювання, десорбція, каталітичне дожигання, ГДВ тощо) з точними визначеннями та поясненнями.
- Бібліографічні огляди – підбір і характеристика джерел за певною темою, аналіз їхньої релевантності; це підготовчий етап до написання рефератів, курсових чи наукових статей.

Особливу роль відіграє вміння аналізувати тексти: ставити запитання до матеріалу, простежувати причинно-наслідкові зв'язки, порівнювати різні методи очищення (сухі, мокрі, електричні, біологічні тощо), виявляти суперечності в підходах та аргументувати власну точку зору.

Окрім роботи з літературою, самостійна робота передбачає розв'язання розрахунково-графічних задач, виконання індивідуального завдання за обраною темою, пошук оптимальних технічних рішень для конкретних джерел викидів, моделювання процесів очищення газів та техніко-економічне обґрунтування вибору обладнання (скрубери, рукавні фільтри, циклони, адсорбери, каталітичні установки тощо).

Отже, самостійна робота в рамках дисципліни «Техніка та технології захисту атмосфери» є важливим інструментом формування фахівця, готового до практичної діяльності в галузі охорони повітря, впровадження екологічно безпечних технологій та принципів сталого розвитку промисловості.

3. ТЕМИ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ВИВЧЕННЯ З ДИСЦИПЛІНИ «ТЕХНІКА ТА ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ АТМОСФЕРИ»

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.

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.

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.

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.

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.

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.

Тема 7. Технології зменшення викидів парникових газів.

Основні джерела CO₂, CH₄, N₂O; технології уловлювання та зберігання вуглецю, перехід до відновлювальної енергетики, підвищення енергоефективності, впровадження екологічного менеджменту.

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.

Рекомендована література для самостійної роботи:

1. Захист довкілля: навч. посіб. / [М. Є. Даус та ін.]; – Одеса: ОНМУ, 2024. – 352 с. <https://surl.li/luqwsq>

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.

<http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/17447/1/11-19-Madani.pdf>

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. 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>

6. 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://ecoj.dea.kiev.ua/archives/2022/4/4.pdf>

7. 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>

8. 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. Сакун ; 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>

9. 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. Стаднік – Харків : НТУ «ХПІ», 2021 р. – 14 с.
<https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/56102>

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

11. 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>

12. 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>

13. 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>

Питання для перевірки знань, засвоєних під час самостійного опрацювання вказаних тем:

1. Назвіть основний закон України, який визначає правові, організаційні та екологічні вимоги в галузі охорони атмосферного повітря. Які ключові розділи він містить?

2. Які головні цілі встановлює Директива 2008/50/ЄС «Про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи»?

3. Перелічіть забруднюючі речовини, для яких Директива 2008/50/ЄС встановлює гранично допустимі концентрації (ГДК) та цільові значення.

4. У чому полягає принцип «інтегрованого підходу» до регулювання викидів у законодавстві ЄС порівняно з українським законодавством?

5. Які основні відмінності між українським та європейським підходами до норми регулювання викидів забруднюючих речовин?

6. Наведіть класифікацію джерел забруднення атмосфери за характером розміщення (стаціонарні та пересувні). Наведіть по 3–4 приклади кожного типу.

7. Поясніть різницю між первинними та вторинними забруднювачами атмосфери. Наведіть приклади вторинних забруднювачів.

8. Які галузі промисловості є основними стаціонарними джерелами забруднення атмосфери в Україні? Які специфічні забруднювачі характерні для кожної з них?

9. Чим відрізняються викиди від енергетики, металургії та хімічної промисловості?

10. Перелічіть основні забруднюючі речовини, що регулюються на рівні ЄС та України (не менше 6–7).

11. Який механізм токсичної дії оксидів азоту (NO_x) на організм людини? Які захворювання вони провокують?
12. Поясніть, що таке фотохімічний смог: які речовини беруть участь у його утворенні та за яких метеоумов він найчастіше виникає?
13. Як утворюються кислотні дощі? Які основні забруднювачі відповідають за цей процес і який вплив вони мають на екосистеми?
14. Які речовини є основними антропогенними джерелами парникового ефекту? Яке місце серед них посідає CO_2 ?
15. Назвіть основні методи відбору проб атмосферного повітря (пасивний, активний, автоматичний). У чому їхні переваги та недоліки?
16. Які прилади та методи використовуються для автоматизованого аналізу концентрацій NO_2 , SO_2 , $\text{PM}_{2.5}$, CO ?
17. Що таке національна система моніторингу атмосферного повітря в Україні? Які основні пости та параметри вона охоплює?
18. Які вимоги до моніторингу якості повітря встановлює Директива 2008/50/ЄС (зони, агломерації, частота вимірювань)?
19. У чому переваги дистанційного (супутникового) моніторингу атмосфери порівняно з наземним?
20. Які метеорологічні фактори найбільш суттєво впливають на розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері?
21. Що таке температурна інверсія? Як вона впливає на концентрацію забруднень у приземному шарі?
22. Назвіть основні моделі розсіювання забруднень, що використовуються для розрахунку приземних концентрацій (наприклад, Гауссова модель).
23. Які параметри джерела викиду та атмосфери необхідно знати для побудови розрахункового сценарію поширення забруднень?
24. Які основні забруднюючі речовини обмежуються стандартами Євро-6 для легкових автомобілів (бензинові та дизельні двигуни)?

25. Поясніть принцип роботи трикомпонентного каталітичного нейтралізатора. Які речовини він перетворює?
26. Назвіть основні переваги та недоліки переходу на електромобілі та гібридні автомобілі з точки зору викидів у атмосферу.
27. Які альтернативні види палива (крім бензину та дизеля) дозволяють суттєво зменшити викиди від автотранспорту?
28. Які стратегії міського планування сприяють зниженню транспортних викидів (не менше 4)?
29. Назвіть три основні антропогенні парникові гази (крім CO₂) та їх основні джерела.
30. У чому полягає суть технології уловлювання та зберігання вуглецю (CCS)? На яких етапах промислового процесу вона застосовується?
31. Які заходи підвищення енергоефективності дозволяють зменшити викиди CO₂ на промислових підприємствах?
32. Як перехід до відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) впливає на зменшення викидів парникових газів?
33. Що таке концепція «Найкращих доступних технологій» (ВАТ / НДТ)? Хто та як визначає ВАТ у ЄС?
34. Поясніть принцип видачі «інтегрованого дозволу» на викиди в атмосферу згідно з європейським законодавством.
35. Наведіть 2–3 приклади ВАТ для різних галузей (енергетика, металургія, цементна промисловість тощо).
36. Як принципи сталого розвитку інтегруються в регулювання промислових викидів в Україні та ЄС?

4. ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ

Індивідуальне завдання курсу «Техніка та технології захисту атмосфери» спрямоване на розвиток навичок техніко-екологічного обґрунтування вибору обладнання або технологій очищення газових викидів. Воно передбачає самостійне опрацювання теоретичного матеріалу, виконання інженерних розрахунків, аналіз ефективності очищення та формулювання практичних рекомендацій.

Результати оформлюються у письмовому звіті (обсяг 10–15 сторінок, шрифт Times New Roman, 14 pt, інтервал 1,5) та обговорюються на практичних заняттях.

Загальні вимоги до виконання завдання:

1. **Вибір теми.** Згідно із запропонованою темою (наприклад, Тема 1) або з індивідуально узгодженою темою з викладачем. Тема повинна враховувати характер викидів (наприклад, пил, оксиди азоту, сірки, леткі органічні сполуки, важкі метали), параметри джерела забруднення (об'єм газів, температура, концентрація забруднювачів) та вимоги до залишкових викидів (ГДВ, нормативи ЄС тощо).

2. **Джерела інформації.** Використовуйте наукову літературу, нормативні документи (ДСТУ, СанПіН, Директиви ЄС), онлайн-ресурси та програмне забезпечення для моделювання й розрахунків (наприклад, Excel, Mathcad, спеціалізовані програми для аеродинаміки чи оцінки викидів).

3. **Структура звіту включає:**

- Титульний аркуш (назва теми, ПІБ студента, група).
- Вступ (актуальність проблеми забруднення атмосфери, мета та завдання).
- Теоретична частина (аналіз складу газових викидів, огляд методів очищення – механічні, мокрі, сухі, каталітичні, адсорбційні тощо).

- Розрахункова частина (інженерні розрахунки: аеродинамічні параметри, гідравлічний опір, ефективність уловлювання/нейтралізації, енергетичні показники, вибір технологічної схеми).
- Аналіз ефективності (порівняння варіантів обладнання, оцінка залишкових викидів, екологічна та економічна оцінка).
- Рекомендації (заходи щодо зниження впливу на атмосферне повітря, оптимізація роботи обладнання, впровадження ВАТ).
- Висновки.
- Список літератури (не менше 10 джерел).
- Додатки (графіки, таблиці, схеми технологічних процесів, діаграми).

4. **Критерії оцінки.** Повнота аналізу (30%), точність розрахунків (30%), обґрунтованість рекомендацій (20%), оформлення звіту (10%), оригінальність та самостійність виконання (10%).

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

Проаналізувати склад газоподібних викидів, зокрема концентрації NO_x і SO_2 , 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.

Для виконання індивідуального завдання дотримуйтеся алгоритму:

1. Аналіз складу газоподібних викидів котельної установки:
 - визначте основні забруднювачі (концентрації NO_x і SO_2 , а також інших компонентів: пил, CO , CO_2 , O_2 , вологість, температура димових газів,

об'ємна витрата газів). Використовуйте типові дані для котлів, що працюють на вугіллі, природному газі, мазуті чи біопаливі (з літератури, нормативів або реальних прикладів).

– порівняйте отримані концентрації з чинними гранично допустимими викидами (ГДВ) в Україні та з нормами ЄС (Директива 2010/75/ЄС, ВАТ для великих установок спалювання).

2. Огляд можливих методів очищення від оксидів азоту та сірки:

– розгляньте методи очищення від SO_2 : вологе (вапнякове/вапняково-гіпсове очищення, амміачне), напівсухе (спрей-драй), сухе (впорскування сорбенту);

– розгляньте методи очищення від NO_x : селективне некаталітичне відновлення (SNCR), селективне каталітичне відновлення (SCR), низькоемісійне горіння, комбіновані системи;

– проаналізуйте переваги та недоліки кожного методу (ефективність уловлювання/відновлення, температура застосування, витрати реагентів, утворення вторинних відходів, капітальні та експлуатаційні витрати).

3. Вибір оптимальної технологічної схеми:

– підберіть комбінацію методів (наприклад, SNCR + сухе/напівсухе десульфуризація; або SCR + вапнякове вологе очищення).

– обґрунтуйте вибір з урахуванням типу палива, потужності котла, режиму роботи (базовий/піковий), наявності місця для обладнання, екологічних вимог (ГДВ, ВАТ), економічних показників та можливості інтеграції з існуючою системою очищення від пилу.

4. Виконання інженерних розрахунків:

– розрахуйте необхідну ефективність очищення від SO_2 та NO_x для забезпечення відповідності нормативам.

– виконайте ключові розрахунки: дозування реагенту (аміак/сечовина для NO_x , вапно/вапняк для SO_2); гідравлічний опір системи; об'єм реакторів/абсорберів; витрата газу, температура димових газів на вході/виході; енергетичні витрати (вентилятори, насоси, підігрів газів для SCR тощо).

– використовуйте формули з підручників та нормативних документів (наприклад, для SNCR – коефіцієнт надлишку NH_3 , для мокрого очищення – швидкість абсорбції, масовий баланс).

– побудуйте технологічну схему в графічному редакторі (Visio, Draw.io, AutoCAD, PowerPoint тощо) з позначенням потоків, обладнання та основних параметрів.

5. Аналіз ефективності та рекомендації:

– порівняйте розглянуті варіанти за показниками: ступінь очищення (%), залишкові викиди, питомі витрати реагентів та енергії, об'єм вторинних відходів;

– запропонуйте додаткові заходи: оптимізація режиму горіння, рециркуляція димових газів, використання низькосірчистого палива, впровадження систем моніторингу викидів у реальному часі;

– оцініть екологічний ефект (зниження навантаження на атмосферне повітря, зменшення кислотних дощів, покращення якості повітря в районі котельні).

6. Оформлення та захист:

– оформіть звіт та підготуйте презентацію (7–10 слайдів) для обговорення на практичних заняттях.

За попередньою згодою з викладачем, який веде практичні заняття, студент має право запропонувати альтернативну тему для індивідуального завдання. Особливо вітаються теми, пов'язані з реальними котельнями чи ТЕЦ вашого регіону (наприклад, аналіз викидів конкретної котельні в

Харкові чи області), практичними кейсами модернізації газоочисних систем, впровадженням ВАТ-технологій на українських підприємствах, а також аналізом зарубіжного досвіду (Польща, Німеччина, тощо) щодо очищення викидів від NO_x та SO_2 . Такий підхід сприяє глибшому розумінню прикладного аспекту дисципліни та дозволяє інтегрувати актуальні локальні чи глобальні виклики.

Звіт з індивідуального завдання подається в електронному форматі (Word) безпосередньо викладачу, відповідальному за практичні заняття. Викладач зберігає надані роботи щонайменше 1 рік для можливого використання в освітньому процесі чи перевірки. Оцінка індивідуальної роботи проводиться за 100-бальною шкалою (деталі шкали наведено в силлабусі навчальної дисципліни).

5. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ОЦІНЮВАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ

Кожна індивідуальна робота оцінюється за 100-бальною шкалою на основі сукупності критеріїв, що охоплюють виконання завдання та його публічний захист. Оцінка відображає якість підготовки звіту, відповідність вимогам навчальної дисципліни та ефективність презентації роботи перед аудиторією.

Критерії оцінювання виконання завдання (80 балів):

1. Актуальність теми та її значення (20 балів):

– відповідність теми змісту навчальної дисципліни «Техніка та технології захисту атмосфери», зокрема її зв'язок із сучасними проблемами очищення газових викидів, зменшення забруднення атмосферного повітря або впровадження екологічно безпечних технологій;

– практична значущість теми для локального чи глобального контексту (наприклад, вирішення проблем забруднення повітря в промислових районах, адаптація європейських ВАТ-технологій на українських підприємствах, зменшення викидів від котелень чи ТЕЦ).

2. Дотримання вимог до оформлення звіту (15 балів):

– відповідність структури звіту встановленим вимогам (титульний аркуш, вступ, теоретична частина, розрахункова частина, аналіз, рекомендації, висновки, список літератури, додатки);

– використання шрифту Times New Roman, 14 pt, міжрядковий інтервал 1,5, обсяг 10–15 сторінок;

– Коректне оформлення цитувань, таблиць, графіків, технологічних схем і додатків (згідно з ДСТУ чи загальними правилами наукового оформлення);

3. Відповідність змісту та структури звіту (25 балів):

- логічна відповідність змісту затвердженому плану, чітке формулювання мети, завдань та актуальності теми у вступі;

- структурна цілісність: наявність теоретичного огляду методів очищення, інженерних розрахунків, аналізу ефективності та обґрунтованих рекомендацій, їх взаємозв'язок;

- глибина аналізу (порівняння технологій очищення від NO_x та SO₂, обґрунтування вибору схеми з урахуванням типу палива, режиму роботи котельні, екологічних нормативів ГДВ/ВАТ).

4. Цікавість, пізнавальність і новизна інформації (20 балів):

- використання актуальних даних (з наукових статей, звітів підприємств, нормативів ЄС/України, відкритих джерел 2020–2025 років);

- наявність оригінальних ідей чи підходів (наприклад, комбіновані системи SNCR+напівсухе очищення, пропозиції щодо рекуперації тепла чи мінімізації вторинних відходів);

- пізнавальна цінність для читача (нові факти, приклади реальних кейсів модернізації котелень, порівняння з зарубіжним досвідом).

Критерії оцінювання публічного захисту (20 балів):

1. Зацікавленість аудиторії (5 балів):

- здатність автора захопити слухачів змістом роботи (актуальність проблеми забруднення атмосфери, чіткість викладу, зв'язок із реальними викликами регіону);

- використання прикладів, що резонують із екологічними проблемами обраного регіону (викиди від енергетики, вплив на якість повітря).

2. Ораторські вміння автора (5 балів):

- впевненість, чіткість і логічність мовлення під час презентації;
- емоційне залучення та встановлення контакту з аудиторією.

3. Дотримання норм літературної української мови (3 бали):

- грамотність, правильне використання професійної термінології (наприклад, селективне каталітичне відновлення, десульфуризація, ефективність уловлювання, ГДВ тощо).

4. Використання наочних матеріалів (4 бали):

- наявність якісних візуальних матеріалів (слайди, графіки залежностей, технологічні схеми, діаграми порівняння ефективності), створених у PowerPoint, Canva чи подібних програмах;

- логічна структура презентації (7–10 слайдів), повна відповідність змісту звіту.

5. Стимулювання аудиторії до обговорення (3 бали):

- постановка проблемних питань або альтернативних сценаріїв для провокування дискусії;

- готовність автора аргументовано відповідати на запитання, захищати свої розрахунки та рекомендації.

Загальна оцінка за індивідуальне завдання становить 100 балів (80 за звіт + 20 за захист). Детальний розподіл балів та переведення в національну шкалу наведено в силабусі дисципліни.

6. ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

6.1 Вимоги до оформлення звіту з індивідуального завдання

Звіт – це спосіб висвітлення будь-якого питання на певну тему. Для цього автор узагальнює інформацію з кількох джерел (мінімум 10 джерел), фокусується на основних моментах, коротко їх викладає і наводить висновки. Звіт готують письмово. Ціль може полягати в тому, щоб зробити аналіз питання, з'ясувати, які є точки зору на цю тему, узагальнити вже відомі результати.

Обов'язковими елементами звіту є:

1) Титульний аркуш, який відображає інформацію про навчальний заклад, тему, навчальну дисципліну, автора, відомості про тему, особу що перевіряє його, місто та рік. При заповненні титульного аркушу (Додаток А) для правильного написання назви кафедри слід користуватися офіційним сайтом кафедри ХТПЕ за посиланням <https://web.kpi.kharkov.ua/hpe/>.

Для правильного зазначення посади, вченого звання, вченого ступеню викладачів слід користуватися даними, що наведені на сторінці «співробітники» на сайті кафедри ХТПЕ за посиланням <https://web.kpi.kharkov.ua/hpe/pro-kafedru/spivrobotniki/>.

2) Зміст (Додаток Б): зазвичай це другий аркуш звіту на якому перелічено розділи та підрозділи, пункти та підпункти, які є складовими основної частини з зазначенням номерів сторінок, де вони розміщуються. Приклад оформлення ЗМІСТУ наведено у Додатку Б. Для зручності зміст можна зробити через таблицю, але прибравши потім границі таблиці (невидимі границі) або згенерувати його автоматично у програмі Microsoft Word.

3) Основна частина: це частина, де відображається аналіз. Вона поділяється на кілька розділів. Тут наводяться цитати. Автор робить висновки до написаного, наводить рисунки, діаграми, таблиці. У цій частині

автор логічно розкриває тему. Обсяг основної частини зазвичай для реферату складає до 15 сторінок, але в окремих випадках за пояснення доцільності автором може бути обрано інший обсяг реферату. Мінімальний обсяг становить 10 сторінок.

4) Висновок: важлива та обов'язкова частина реферату. Саме у висновку коротко і ясно викладаються основні моменти індивідуального завдання.

5) Список джерел інформації: містить сучасні джерела інформації, зазвичай за останні 5 років (для наукової літератури іноземними мовами – за останні 10 років) та оформлюється у порядку згадування. Посилання на джерело наводиться у квадратних дужках за текстом.

Бібліографічні описи джерел інформації наводять у тому вигляді, в якому вони подані у джерелі інформації (на титульному аркуші, звороті титульного аркуша та інших елементах документа, що містять вихідні та аналогічні їм відомості) з урахуванням вимог ДСТУ ГОСТ 7.1.

Мова бібліографічного опису повинна відповідати мові вихідних відомостей (титульного аркуша, звороту титульного аркуша тощо) джерела інформації.

Скорочення слів, що використовуються у бібліографічному описі, повинні відповідати: українською мовою – ДСТУ 3582, іноземними європейськими мовами – ДСТУ 7093.

При посилання на документ, що розміщено в електронному вигляді, необхідно після всього бібліографічного опису вказувати коректне та діюче посилання на нього. У дужках бажано вказати дату звернення.

Документи виконують на аркушах друкарського паперу формату А4 (297 мм × 210 мм). Під час виконання таблиць, ілюстрацій та додатків дозволено використовувати формат А3 (297 мм × 420 мм). Аркуш формату А3 підшивається по стороні 297 мм та складається до формату А4. На

аркушах мають бути залишені береги: лівий, нижній та верхній – не менше 20 мм, правий – не менше 10 мм.

Аркуші документа нумерують арабськими цифрами, проставляючи їх у правому верхньому кутку аркуша без будь-яких знаків. Нумерація аркушів повинна бути наскрізною для всього документа. На титульному аркуші (ТА), що є першим аркушем документа, номер не ставлять, але зараховують його у загальну нумерацію.

Текст документа виконують на одному боці аркуша через півтора інтервали, кегль шрифту 14 п.; для елементів тексту (таблиць, приміток тощо) допускається шрифт 12 п.; рекомендований шрифт – Times New Roman. Таблиці та рисунки нумеруються в межах розділу. Тобто рисунок 2.1 означає, що це перший рисунок розділу 2, а таблиця 2.1 – що це перша таблиця розділу 2.

Незалежно від того, що саме наведено на рисунках – схема, світлина, діаграма, графік чи щось інше, під рисунком надпис починається зі слова «Рисунок». Приклад оформлення наведено на рис. 6.1.

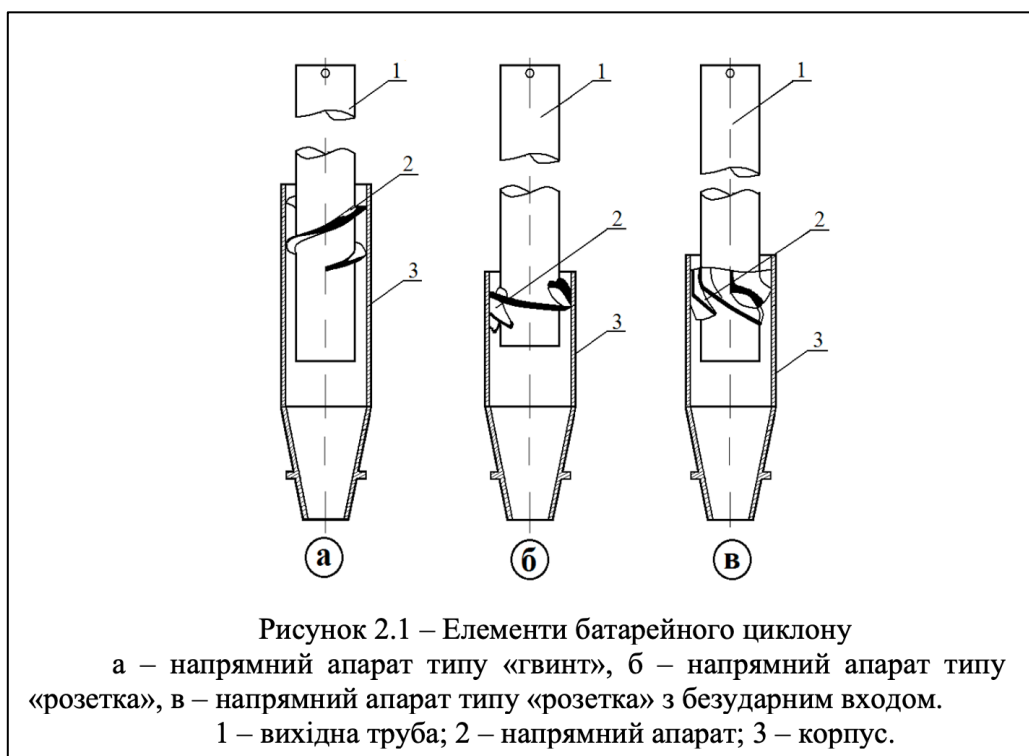


Рисунок 6.1 – Приклад оформлення рисунку

Таблиці, за потреби, можуть бути розміщені в тексті. Номер записують після слова «Таблиця»; запис виконують над таблицею з лівого боку з абзацного відступу тексту. Таблиця може мати назву, яка повинна відображати зміст таблиці та бути стислою. Її записують після номера через риску малими літерами з першої великої. Приклад оформлення таблиці наведено на рис. 6.2.

Таблиця 2.1 – Допустима запиленість газу (г/м ³), що надходить на очищення, в залежності від діаметру циклонного елементу.				
Діаметр циклонного елементу, мм		100	150	250
Тип напрямного апарату	«гвинт»	25	50	100
	«розетка»	15	35	75

Рисунок 6.2 – Приклад оформлення таблиці

6.2 Вимоги до оформлення презентації

Презентація слугує доповненням до письмового звіту та основою для публічного захисту індивідуального завдання. Її мета – візуально представити аудиторії ключові приклади, підкреслити основні тези, висновки та рекомендації, а також продемонструвати графіки, діаграми чи схеми технологічних процесів. З цього випливають основні вимоги: презентація повинна бути насиченою ілюстраціями (схеми очищення атмосфери, графіки та ін.) та мінімізувати текстовий вміст, щоб уникнути перевантаження слайдів.

Рекомендований обсяг презентації – 7–10 слайдів, що дозволяє стисло викласти матеріал за 5–7 хвилин доповіді. Використовуйте програмне забезпечення Microsoft PowerPoint, Google Slides або Canva для створення. Шрифт – Times New Roman (розмір не менше 24 pt для основного тексту, 32–44 pt для заголовків), кольорова гама – контрастна (темний текст на світлому фоні або навпаки), щоб забезпечити чіткість сприйняття.

Обов'язкові елементи презентації

1. Титульний слайд (перший слайд):

– Містить ті самі дані, що й титульний аркуш звіту: назва навчального закладу, дисципліни, теми завдання (наприклад, «Розробка технологічної схеми очищення газоподібних викидів котельної установки від оксидів азоту та сірки»), ПІБ студента, групи, викладача (рис. 6.3).

– Додайте логотип кафедри (з офіційного сайту ХТПЕ) та релевантне зображення (наприклад, схематичне зображення викидів до атмосферного повітря або екологічні іконки).

– Розміщення: центральне, з великими шрифтами для видимості з будь-якого місця аудиторії та читабельності з екрану монітора.

2. Основні слайди (структура відповідно до звіту):

– Слайд 2: Актуальність та теоретичні основи – короткий опис проблеми (1–2 тези), основні забруднювачі газів (таблиця з типовими концентраціями), огляд методів очищення (список з іконками).

– Слайд 3: Технологічна схема – графічна схема процесу (створена в Visio або PowerPoint), де повинні бути позначені основні потоки (димові гази, реагенти, очищені гази і т.д.) та ключові параметри на вході/иході (температура, концентрації до та після очищення).

– Слайд 4: Розрахунки та ефективність – ключові формули, графіки, таблиця порівняння варіантів (ефективність, вартість).

– Слайд 5: Рекомендації та висновки – 3–5 ключових рекомендацій (маркери), екологічна оцінка (діаграма «До очищення → Після очищення» для SO₂ та NO_x).

– Фінальний слайд: головні висновки.

Рекомендації до оформлення:

- Ілюстрації: кожний слайд – не більше 5 рядків тексту. Замініть текст графіками або фото (реальні приклади споруд очищення з відкритих джерел).
- Шрифти та кольори: великі шрифти (≥ 24 pt) для читабельності. Уникайте дрібного тексту – він ускладнює сприйняття. Фон – нейтральний (білий/світло-сірий), акценти – блакитний/зелений для екологічної тематики.
- Анімація: використовуйте мінімально (поява елементів по черзі), щоб не відволікати аудиторію.
- Технічні аспекти: збережіть презентацію у форматі PPTX та PDF. Перевірте на сумісність. Підготуйтеся до онлайн-захисту (Teams/Google Meet/Zoom) з поділом екрану.



Рисунок 6.3 – Приклад оформлення першого аркушу презентації

Кожен слайд повинен містити заголовок, який підсумовує інформацію, яка висвітлена на слайді. Презентація має бути логічною, тобто мати початок та кінець. Слайди призначені для того, щоб доповнити доповідь, а не бути основним читабельним текстом.

6.3 Наслідки не дотримання вимог до оформлення індивідуального завдання

У разі суттєвого порушення студентом вимог до оформлення реферату або презентації, робота повертається на доопрацювання. Викладач має право за власним рішенням вимагати від студентів подання звіту та презентації до публічного захисту. У такому випадку зауваження повинні бути виправлені до початку публічного захисту. Якщо попередня перевірка викладачем не проводилася, він може дозволити виправлення зауважень після публічного захисту.

Термін для виправлення зауважень встановлюється викладачем індивідуально, але зазвичай не перевищує 10 робочих днів. У разі невиправлення зауважень оцінка за роботу знижується на 30 %.

Публічний захист презентації проводиться в доброзичливій атмосфері з дотриманням вимог Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», який доступний за посиланням: https://library.kpi.kharkov.ua/files/documents/code_ethics.pdf. Забороняється будь-яка форма дискримінації або цькування доповідача з боку викладача чи студентів за будь-якими ознаками.

Викладач має право висловлювати зауваження до змісту презентації або доповіді по суті, у м'якій формі, уникаючи підвищення голосу, грубих висловлювань, принизливих чи образливих порівнянь, епітетів або узагальнень.

Якщо викладач вважає, що тема індивідуального завдання розкрита недостатньо, він може запропонувати студенту суттєво переробити роботу або обрати нову тему. У разі вибору нової теми підсумкова оцінка не знижується лише через зміну теми.

7. ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ

№	Паливо	Потужність котла (кВт)	Об'ємна витрата газів (м ³ /год)	t димових газів (°C)	Концентрація SO ₂ (мг/м ³)	Концентрація NO _x (мг/м ³)	Пил (мг/м ³)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	Вологість (%)
1	Вугілля	5	1000	200	1500	450	300	12	6	10
2	Природний газ	10	15000	150	5	200	10	8	9	12
3	Мазут	20	25000	220	1200	350	150	10	5	8
4	Біомаса (деревина)	8	12000	180	100	300	200	11	7	15
5	Вугілля + біомаса	15	20000	210	800	500	250	13	6	11
6	Природний газ	25	30000	140	10	150	5	9	10	13
7	Мазут	12	18000	230	1800	400	200	11	4	9
8	Біомаса (солома)	6	9000	190	150	350	180	12	8	14
9	Вугілля	30	40000	250	2500	600	400	14	5	10
10	Природний газ + мазут	18	22000	160	600	250	100	10	7	12

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Методичні вказівки до самостійної роботи студентів з української мови (за професійним спрямуванням) / А. І. Гарбар, І. В. Гарбар, Л. І. Петрович.– Миколаїв : НУК, 2020. – 36 с.

<https://rep.nuos.edu.ua/server/api/core/bitstreams/741e5db2-79a8-4760-9cc6-c9b7f943fb50/content>

2. СТЗВО-ХПІ-3.01-2021 ССОНП. Текстові документи у сфері навчального процесу. Загальні вимоги до виконання (зі змінами).

<https://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/metodotdel/standarti-ntu-hpi/>

3. Правила оформлення студентських робіт: методичні вказівки для викладачів та студентів денної і заочної форм навчання факультету економіки і менеджменту / уклад. Н.І. Строченко, Н.Г. Маслак, Л.О. Рибіна Суми: Сумський національний аграрний університет, 2020. – 36 с.

https://eim.snau.edu.ua/wp-content/uploads/2023/10/Pravylo_oformlennya_studentskyh_robit_Marketing.pdf

4. Методичні вказівки до організації самостійної роботи студентів з вивчення дисципліни «Системи технологій» студентами спеціальності «Менеджмент» всіх форм навчання / Уклад. : Н. М. Тарасюк, О. Й. Лесько, О. О. Адлер. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 42 с.

<https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/34586/90820.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

ДОДАТКИ
Додаток А
Титульний аркуш

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Кафедра «Хімічна техніка та промислова екологія»

ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

з дисципліни «Техніка та технології захисту атмосфери»

на тему: «Розробка технологічної схеми очищення газоподібних викидів
котельної установки від оксидів азоту та сірки»

Виконав студент/ка групи МІТ-

Перевірив (посада,
науковий ступінь викладача)

Харків 2026

Додаток Б
Приклад оформлення «Змісту»

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1. АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОБЛЕМИ ОЧИЩЕННЯ ГАЗОВИХ ВИКИДІВ КОТЕЛЬНИХ ВІД ОКСИДІВ АЗОТУ ТА СІРКИ.....	4
1.1. Вплив оксидів азоту (NO_x) та сірки (SO_2) на атмосферне повітря та здоров'я людини.....	4
1.2. Нормативно-правові вимоги в Україні та ЄС до викидів NO_x і SO_2 від котельних установок.....	4
1.3. Мета та завдання індивідуального завдання.....	5
2. ХАРАКТЕРИСТИКА ВИХІДНИХ ГАЗОВИХ ВИКИДІВ КОТЕЛЬНОЇ УСТАНОВКИ (варіант 1).....	6
2.1. Тип палива, потужність котла та основні параметри димових газів.....	6
2.2. Склад та концентрації основних забруднювачів.....	7
2.3. Порівняння фактичних викидів з гранично допустимими значеннями (ГДВ, ВАТ).....	8
3. ОГЛЯД СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ОЧИЩЕННЯ ВІД ОКСИДІВ СІРКИ (SO_2).....	9
3.1. Вологе вапнякове (вапняково-гіпсове) очищення.....	9
3.2. Напівсухе очищення (спрей-драй).....	10
3.3. Сухе сорбційне очищення.....	11
3.4. Порівняльна характеристика методів очищення від SO_2	12
4. ОГЛЯД СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ОЧИЩЕННЯ ВІД ОКСИДІВ АЗОТУ (NO_x)..	13
4.1. Селективне некаталітичне відновлення (SNCR).....	13
4.2. Селективне каталітичне відновлення (SCR).....	14
4.3. Низькоемісійне горіння та комбіновані підходи.....	15
4.4. Порівняльна характеристика методів очищення від NO_x	16
5. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ..	17
6. ІНЖЕНЕРНІ РОЗРАХУНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ОЧИЩЕННЯ.....	19
7. АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЕКОЛОГІЧНОЇ ОЦІНКИ.....	21
ВИСНОВКИ.....	23
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	24
Додаток А. Технологічна схема очищення газових викидів.....	25

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛІНИ.....	4
2. ФОРМИ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТА.....	8
3. ТЕМИ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ВИВЧЕННЯ З ДИСЦИПЛІНИ «ТЕХНІКА ТА ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ АТМОСФЕРИ».....	10
4. ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ.....	17
5. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ОЦІНЮВАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ.....	22
6. ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ.....	25
6.1 Вимоги до оформлення звіту з індивідуального завдання	25
6.2 Вимоги до оформлення презентації.....	28
6.3 Наслідки не дотримання вимог до оформлення індивідуального завдання.....	31
7. ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ.....	32
СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ.....	33
ДОДАТКИ.....	34
Додаток А. Титульний аркуш.....	34
Додаток Б. Приклад оформлення «Змісту»	35

Навчальне видання

Методичні вказівки

до самостійної роботи та виконання індивідуального завдання
з дисципліни «Техніка та технології захисту атмосфери»
для студентів усіх форм навчання
спеціальності G2 «Технології захисту навколишнього середовища»
та E2 «Екологія»

Укладачі:

ШЕСТОПАЛОВ Олександр Валерійович

БОСЮК Альона Сергіївна

Відповідальний за випуск Шестопалов О.В.

Роботу рекомендував до друку проф. Самойленко Н.М.

План 2026 р., поз. 327

Підп. до друку Гарнітура Times New Roman

Видавничий центр НТУ «ХПІ»,
вул. Кирпичова, 2, м. Харків, 61002

Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 5478 від 21.08.2017 р.

Електронна версія