

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

**Т. А. Донцова, О. І. Янушевська, Ю. М. Феденко**

# **ХІМІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ НУЛЬОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ**

*Затверджено Вченою радою КПІ ім. Ігоря Сікорського  
як підручник для студентів спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія»*

Київ  
КПІ ім. Ігоря Сікорського  
2025

Рецензенти: *Куліков Л.М., с.н.с., д.х.н., зав. відділом №16 Інституту проблем матеріалознавства НАН України*

*Скиба М.І., професор, доктор технічних наук, .....*

Відповідальний редактор *Лінючева Ольга Володимирівна, доктор технічних наук, професор, декан хіміко-технологічного факультету КПІ ім. Ігоря Сікорського*

*Гриф надано Вченою радою КПІ ім. Ігоря Сікорського  
(протокол № \_ від \_\_\_\_\_.20\_\_р.)*

Електронне мережне навчальне видання

*Донцова Тетяна Анатоліївна, доктор технічних наук, професор  
Янушевська Олена Іванівна, кандидат технічних наук, доцент  
Феденко Юрій Миколайович, кандидат технічних наук*

# ХІМІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ НУЛЬОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ

Хімічні технології нульового забруднення [Електронний ресурс] : підручник для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», / Т. А. Донцова, О.І. Янушевська О. І., Феденко Ю. М. ; КПІ ім. Ігоря Сікорського ; автори Т. А. Донцова, О.І. Янушевська, Ю.М. Феденко – Електронні текстові данні (1 файл: ■■■ Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. – ■■■ с.

© Донцова Т.А., Янушевська О.І., Феденко Ю.М. 2025

© КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025

# ЗМІСТ

ВСТУП.....→.....	7
Розділ 1. ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ КОНЦЕПЦІЇ ТЕХНОЛОГІЙ НУЛЬОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ.....→.....	9
1.1 Поняття «Zero Pollution».....→.....	10
1.2 Документи Європейського Союзу та кроки у напрямку розвитку технологій нульового забруднення.....→.....	16
1.3 Наслідки збільшення «споживання», розвитку індустріалізації та урбанізації...→..	19
1.3.1 Поняття і значення концепції технологій нульового забруднення в контексті розвитку індустріалізації та урбанізації.....→.....	20
1.3.2 Вплив індустріалізації на екологію.....→.....	21
1.3.3 Урбанізація та її екологічні наслідки.....→.....	22
1.3.4 Проблеми реалізації концепції нульового забруднення.....→.....	23
1.3.5 Перспективи у вирішенні проблем реалізації технологій нульового забруднення.....→.....	24
1.4 Викиди CO <sub>2</sub> та парникових газів. Екологічна стратегія нульового впливу на довкілля.....→.....	26
1.4.1 Парникові гази та засоби їх моніторингу.....→.....	31
1.4.2 Скорочення викидів парникових газів.....→.....	35
1.5 Концепція технологій нульового забруднення у виробництві лікарських засобів →	37
1.5.1 Проблема забруднення довкілля у фармацевтичній галузі.....→.....	37
1.5.2 Екологічні рішення щодо мінімізації негативного впливу викидів фармацевтичної промисловості на довкілля.....→.....	37
1.6 Реалізація концепції нульового забруднення ґрунтів на прикладі країн Європейського Союзу та можливість її адаптації в Україні.....→.....	41
1.7 Концепція нульового забруднення як спосіб збереження здоров'я людини та біорізноманіття.....→.....	50
1.8 Стале виробництво та споживання. Соціальна справедливість.....→.....	54
1.8.1 Проблеми забруднення довкілля в сучасному світі.....→.....	55
1.8.2 Стале виробництво та споживання.....→.....	57
1.8.3 Впровадження практик сталого споживання в бізнесі: приклади міжнародних та українських компаній.....→.....	60
1.9 Реалізація концепції нульового забруднення повітря на прикладі країн Європейського Союзу та можливість її адаптації в Україні.....→.....	63
1.10 Напрямки розвитку Zero Pollution в Україні та його державна підтримка.....→.....	67
1.10.1 Сучасний стан та законодавчі ініціативи у сфері «Zero Pollution» в Україні.....→.....	69

1.10.2 Інноваційні технології та проєкти «Zero Pollution» в Україні.....→.....	73
Питання до самоконтролю.....→.....	82
Розділ 2 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ СТРАТЕГІЇ (ТЕХНОЛОГІЙ) НУЛЬОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ.....→.....	84
2.1 Основні принципи в напрямках енергія, зміна клімату та охорона навколишнього середовища.....→.....	84
2.2 Безвідходні хімічні технології на прикладі очищення шахтних вод.....→.....	84
2.3 Існуючі новітні технології з урахуванням Zero Pollution на прикладі переробки пластику.....→.....	85
2.3 Зелені нанотехнології.....→.....	88
2.4 Особливості створення Zero Pollution технологій у водному секторі.....→.....	88
2.5 Особливості створення Zero Pollution технологій, що пов'язані з ґрунтами та повітрям.....→.....	88
2.6 Інші промисловості та принципи побудови Zero Pollution технологій в їх секторах.....	89
2.7 Екологізація існуючих технологій.....→.....	89
Питання до самоконтролю.....→.....	89
3 МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ.....→.....	90
3.1 Перелік тем семінарських занять.....→.....	90
3.2 Перелік тем аналітичних оглядів (доповіді).....→.....	90
3.3 Правила оформлення аналітичного огляду (доповіді).....→.....	91
4 МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ.....→.....	94
Лабораторна робота №1. Вловлювання карбон(IV)-оксиду за допомогою хлорели.→.	94
Стислі теоретичні відомості.....→.....	94
Експериментальна частина.....→.....	97
Техніка безпеки.....→.....	100
Контрольні запитання.....→.....	101
Лабораторна робота №2. Каталітична переробка пластику.....→.....	101
Стислі теоретичні відомості.....→.....	101
Експериментальна частина.....→.....	110
Техніка безпеки.....→.....	114
Контрольні запитання.....→.....	114
Лабораторна робота №3. 3D-моделювання керамічних мембран в програмі Autodesk Fusion 360.....→.....	115
Стислі теоретичні відомості.....→.....	115
Експериментальна частина.....→.....	117
Техніка безпеки.....→.....	123

Контрольні запитання.....→.....	124
Лабораторна робота № 4. Синтез керамічних мембран для очищення води.....→.....	125
Стислі теоретичні відомості.....→.....	125
Експериментальна частина.....→.....	127
Техніка безпеки.....→.....	132
Контрольні запитання.....→.....	133
Лабораторна робота № 5. Вилучення з води іонів важких металів феритним та адсорбційним методами з використанням магнітної рідини.....→.....	133
Стислі теоретичні відомості.....→.....	133
Експериментальна частина.....→.....	136
Техніка безпеки.....→.....	145
Контрольні запитання.....→.....	146
Лабораторна робота № 6. Очищення стічних вод гальванічних виробництв від сполук $Cr^{6+}$ .....→.....	147
Стислі теоретичні відомості.....→.....	147
Експериментальна частина.....→.....	150
Техніка безпеки.....→.....	162
Контрольні запитання.....→.....	162
Лабораторна робота № 7. Відновлювальне каталітичне знешкодження газових викидів $NO_2$ на композитних каталізаторах.....→.....	163
Стислі теоретичні відомості.....→.....	163
Експериментальна частина.....→.....	167
Техніка безпеки.....→.....	172
Контрольні запитання.....→.....	172
<b>МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ.....→.....</b>	<b>174</b>
Загальні положення.....→.....	174
Вимоги до змісту курсової роботи.....→.....	175
Вимоги до структури курсової роботи.....→.....	176
Орієнтовний перелік тем на курсову роботу.....→.....	180
<b>МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО САМОСТІЙНОГО ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ→</b>	<b>181</b>
Загальні положення.....→.....	181
Особливості самостійного вивчення дисципліни.....→.....	182
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....→.....</b>	<b>184</b>
<b>ДОДАТКИ.....→.....</b>	<b>186</b>
Додаток 1. Спектрофотометр.....→.....	187
Додаток 2. ІЧ-спектрометр.....→.....	188