

Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет імені Івана Франка

Діана Кричевська
Мирослава Петровська

**ТЕХНОЛОГІЇ
ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ:
ТРАДИЦІЇ ТА ІННОВАЦІЇ**

Навчальний посібник

Видавець ФОП Марченко Т. В.

Львів 2026

УДК [502.17/.7:574-049.5]:001.895](075.8)

К 84

Рецензенти:

д-р геогр. наук, професор, зав. кафедри геодезії та картографії

І. П. Ковальчук

(Національний ун-т біоресурсів і природокористування України, м. Київ);

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри геодезії та землеустрою

Д. В. Кухтар

(Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу);

д-р техн. наук, доц., доцент кафедри екології та збалансованого
природокористування

І. С. Тимчук

(Національний ун-т «Львівська політехніка»)

Рекомендовано до друку

Вченою радою Львівського національного університету імені Івана Франка

(Протокол № 6/4 від 29 квітня 2026 р.)

Кричевська Діана

К 84

Технології захисту довкілля: традиції та інновації : навч.
посібник / Діана Кричевська, Мирослава Петровська. – Львів :
Видавець ФОП Марченко Т. В., 2026. – 368 с.

ISBN 978-617-8682-59-0.

Розглянуто теоретичні підходи до екологізації сучасного виробництва та природокористування, класифікацію сучасних екологічно безпечних технологій, різновиди інноваційних екотехнологій, сучасні технології захисту та ощадливого використання надр, ґрунтів, водних ресурсів, технології захисту атмосферного повітря та інноваційні кліматичні технології, природоорієнтовані рішення та технології у системі збереження біорізноманіття. Проаналізовано види впливу на довкілля різних галузей промисловості та транспорту, наведено приклади використання сучасних екологічних технологій за відповідними сферами виробничої діяльності.

Навчальний посібник містить запитання для самоконтролю, тестові завдання, рисунки і таблиці, перелік рекомендованих навчальних посібників, нормативних документів, інтернет-джерел, опрацювання яких сприятиме глибшому засвоєнню студентами зазначеного курсу.

Для студентів і викладачів ВНЗ III-IV рівня акредитації спеціальностей підготовки G2 «Технології захисту навколишнього середовища» та E2 «Екологія».

УДК [502.17/.7:574-049.5]:001.895](075.8)

© Кричевська Діана, Петровська Мирослава, 2026

© Видавець ФОП Марченко Т. В., 2026

ISBN 978-617-8682-59-0

З М І С Т

Передмова.....	9
-----------------------	----------

ЧАСТИНА I

ТЕОРЕТИЧНІ ПІДХОДИ ДО ЕКОЛОГІЗАЦІЇ СУЧАСНОГО ВИРОБНИЦТВА ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ, ТРАДИЦІЙНІ ТА ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ КОМПОНЕНТІВ ДОВКІЛЛЯ

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ПІДХОДИ ДО ЕКОЛОГІЗАЦІЇ СУЧАСНОГО ВИРОБНИЦТВА ТА ОПТИМІЗАЦІЇ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ.....	18
1.1. Виробничий процес та його складові. Головні шляхи екологізації виробництва.....	18
1.2. Сутність поняття «природокористування» і шляхи його оптимізації.....	23
1.3. Екологізація виробництва та природо-користування – головний напрям сучасної економічної політики Європейського Союзу	32
<i>Запитання для контролю і самоконтролю.....</i>	<i>35</i>
<i>Рекомендована література.....</i>	<i>36</i>

РОЗДІЛ 2. РОЛЬ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СУЧАСНОМУ ВИРОБНИЦТВІ ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННІ	38
2.1. Поняття «технології» та «екологічні технології»	38
2.2. Класифікація екологічно безпечних технологій	42
2.3. Поняття «інновації» та різновиди екологічних інноваційних технологій. Еко-інноваційна діяльність.....	48
<i>Запитання для контролю і самоконтролю.....</i>	<i>53</i>
<i>Рекомендована література.....</i>	<i>54</i>

РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ ТА РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ НАДР	56
3.1. Вплив мінерально-сировинного природокористування на надра і довкілля	56
3.2. Технології захисту та збереження надр	60
3.2.1. <i>Напрями збереження і технології раціонального використання надр</i>	60
3.2.2. <i>Рекультивация та ревіталізація порушених гірничими розробками земель</i>	63
<i>Запитання для контролю і самоконтролю</i>	73
<i>Рекомендована література</i>	73
РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ ТА ОЩАДЛИВОГО ВИКОРИСТАННЯ ҐРУНТІВ	75
4.1. Значення ґрунтів для довкілля і життєдіяльності людини, причини і види їхньої деградації	75
4.2. Технології захисту ґрунтового покриву від виснаження та забруднення	81
4.2.1. <i>Головні протиерозійні заходи і технології</i>	81
4.2.2. <i>Хімічна меліорація і технології очищення ґрунтів від забруднення</i>	87
4.2.3. <i>Традиційні та новітні технології обробітку ґрунту</i>	92
4.2.4. <i>Технології безґрунтового вирощування рослин</i>	96
4.3. Роль точного землеробства у системі захисту ґрунтів від деградації та зниження екологічних ризиків в агроекосистемах	97
<i>Запитання для контролю і самоконтролю</i>	103
<i>Рекомендована література</i>	104
РОЗДІЛ 5. ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ВІД ЗАБРУДНЕННЯ ТА ВИСНАЖЕННЯ	107
5.1. Джерела забруднення водного середовища.....	107
5.2. Технології очищення стічних вод та водних розчинів ..	111
5.2.1. <i>Механічні методи</i>	111
5.2.2. <i>Хімічні та електрохімічні методи</i>	115
5.2.3. <i>Фізико-хімічні методи. Використання мембранних технологій для очищення води</i>	117
5.2.4. <i>Біологічні методи</i>	124

5.3. Природоорієнтовані рішення у сфері водокористування.....	128
<i>Запитання для контролю і самоконтролю.....</i>	<i>132</i>
<i>Рекомендована література.....</i>	<i>132</i>
РОЗДІЛ 6. ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ	
ВІД ЗАБРУДНЕННЯ.....	134
6.1. Головні джерела забруднення атмосферного повітря та класифікація промислових викидів.....	134
6.2. Технології очищення промислових газових викидів	139
6.2.1. <i>Методи та обладнання для очищення промислових газових викидів від твердих домішок</i>	<i>140</i>
6.2.2. <i>Методи та обладнання для очищення промислових газових викидів від газо- та пароподібних домішок</i>	<i>146</i>
6.3. Кліматичні технології і технології відновлюваної енергетики.....	151
<i>Запитання для контролю і самоконтролю.....</i>	<i>160</i>
<i>Рекомендована література.....</i>	<i>160</i>
РОЗДІЛ 7. ПРИРОДООРІЄНТОВАНІ РІШЕННЯ І ТЕХНОЛОГІЇ У СИСТЕМІ ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОРИЗНОМАНІТТЯ.....	
162	162
7.1. Біологічне різноманіття: визначення, головні загрози та шляхи збереження	162
7.2. Природоорієнтовані рішення і технології збереження біорізноманіття in-situ	168
7.2.1. <i>Технології для моніторингу та просторового аналізу даних.....</i>	<i>169</i>
7.2.2. <i>Біопереходи, рибопропускні та рибозахисні споруди</i>	<i>172</i>
7.2.3. <i>Технології відлякування тварин як методи їхнього захисту</i>	<i>176</i>
7.2.4. <i>Біотехнія.....</i>	<i>178</i>
7.3. Методи і технології збереження біорізноманіття ex-situ.....	180
<i>Запитання для контролю і самоконтролю.....</i>	<i>185</i>
<i>Рекомендована література.....</i>	<i>186</i>

ЧАСТИНА II
ЕКОЛОГІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ
У ПРОМИСЛОВОСТІ І ТРАНСПОРТІ

РОЗДІЛ 1. ЕКОЛОГІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ	
У ПАЛИВНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ	190
1.1. Вплив паливної промисловості на довкілля.....	190
1.2. Екологічні технології у паливній промисловості.....	192
<i>Запитання для контролю і самоконтролю</i>	198
<i>Рекомендована література</i>	199
РОЗДІЛ 2. ЕКОЛОГІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ	
В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ	200
2.1. Вплив електроенергетики на довкілля.....	200
2.2. Екологічні технології в електроенергетиці.....	202
<i>Запитання для контролю і самоконтролю</i>	212
<i>Рекомендована література</i>	213
РОЗДІЛ 3. ЕКОЛОГІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ	
В МЕТАЛУРГІЇ	215
3.1. Вплив металургії на довкілля.....	215
3.2. Екологічні технології в металургії.....	217
<i>Запитання для контролю і самоконтролю</i>	226
<i>Рекомендована література</i>	227
РОЗДІЛ 4. ЕКОЛОГІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ	
В ХІМІЧНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ	228
4.1. Вплив галузей хімічної промисловості на довкілля.....	228
4.2. Екологічні технології в хімічній промисловості.....	230
<i>Запитання для контролю і самоконтролю</i>	238
<i>Рекомендована література</i>	239
РОЗДІЛ 5. ЕКОЛОГІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ	
В БУДІВЕЛЬНОМУ КОМПЛЕКСІ	240
5.1. Вплив будівельного комплексу на довкілля.....	240
5.2. Екологічні технології в будівництві.....	245
5.3. Екологічні технології у промисловості будівельних	
матеріалів.....	253
<i>Запитання для контролю і самоконтролю</i>	257
<i>Рекомендована література</i>	259

РОЗДІЛ 6. ЕКОЛОГІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ	
В ЛІСОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ	260
6.1. Вплив лісопромислового комплексу на довкілля.....	260
6.2. Екологічні технології в лісопромислового	
комплексі.....	261
<i>Запитання для контролю і самоконтролю.....</i>	<i>272</i>
<i>Рекомендована література.....</i>	<i>273</i>
РОЗДІЛ 7. ЕКОЛОГІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ	
В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ	275
7.1. Вплив харчової промисловості на довкілля.....	275
7.2. Екологічні технології в харчовій промисловості.....	276
<i>Запитання для контролю і самоконтролю.....</i>	<i>283</i>
<i>Рекомендована література.....</i>	<i>284</i>
РОЗДІЛ 8. ЕКОЛОГІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ	
В ТРАНСПОРТІ	285
10.1. Вплив транспорту на довкілля.....	285
10.2. Екологічні технології в транспорті.....	288
<i>Запитання для контролю і самоконтролю.....</i>	<i>297</i>
<i>Рекомендована література.....</i>	<i>298</i>

ЧАСТИНА III

ЗАВДАННЯ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ПРЕДМЕТНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ

Тестові завдання до частини I.	
Теоретичні підходи до екологізації сучасного виробництва та природокористування, традиційні та інноваційні технології захисту компонентів довкілля	302
Тестові завдання до частини II.	
Екологічні технології у промисловості і транспорті	320
Список використаної літератури	347
Предметний покажчик	365

ПЕРЕДМОВА

Сьогодні збереження природного середовища є не просто етичним вибором, а й умовою виживання людства. Професія еколога поступово трансформується від пасивного спостереження за забрудненням довкілля до активного проектування майбутнього, де співіснують техніка і природа. У сучасному світі щораз актуальнішим стає попит на технологів очисних споруд, технологів з переробки промислових і побутових відходів, фахівців з рекультивації техногенних ландшафтів, інженерів з охорони навколишнього природного середовища та збалансованого природокористування тощо.

У навчальному посібнику «Технології захисту довкілля: традиції та інновації» поєднані як класичні знання, що відображають проблематику очищення скидів і викидів підприємств, так і актуальні інноваційні рішення – зелені технології, що охоплюють широкий спектр продуктів, послуг і практик, що підтримують більш стале майбутнє та боротьбу зі зміною клімату.

Головна мета видання – не лише ознайомити майбутніх фахівців з набором готових рішень, а й дати змогу зрозуміти логіку управління екологічними ризиками. Навчальний посібник допоможе студентам опанувати мистецтво вибору оптимальної екологічної технології (від перевірених часом рішень до найсучасніших систем захисту літосфери, педосфери, атмосфери,

гідросфери та біосфери Землі), ознайомить із різноманітними технологіями захисту довкілля, що використовують у різних галузях промисловості і транспорту.

Навчальний посібник «Технології захисту довкілля: традиції та інновації» поділено на три частини.

Першу частину присвячено теоретичним підходам до екологізації сучасного виробництва та природокористування, традиційним та інноваційним методам захисту геосфер Землі. Питання, розглянуті у цій частині посібника, є базовими у навчальній дисципліні «Інноваційні екотехнології», що ознайомить студентів із теоретичними та прикладними аспектами застосування таких технологій у світі та в Україні.

Друга частина навчального посібника відображає зміст курсу «Екологічні технології в промисловості і транспорті», метою якого є формування у студентів конструктивних знань щодо оцінки впливу галузей промисловості та транспорту на складові навколишнього середовища, з комплексним прогнозом екологічних наслідків, застосування ефективних технологічних засобів для зниження впливу на довкілля та забезпечення екологічної безпеки.

Третя частина «Завдання для формування предметних компетентностей» містить перелік тестових завдань до кожного з розділів посібника.

Навчальний курс «Інноваційні екотехнології» є нормативною дисципліною з циклу професійної та практичної підготовки магістра зі спеціальності G2 «Технології захисту навколишнього середовища» (галузь знань G Інженерія, виробництво та будівництво), яку викладають у 3-му семестрі обсягом в 3 кредити за Європейською кредитно-трансферною системою (*European Credit Transfer and Accumulation System, ECTS*). На вивчення навчальної дисципліни відведено 24 години аудиторних занять

(12 годин лекцій, 12 годин семінарських занять) та 66 годин самостійної роботи.

Курс дає змогу сформувати бачення студентами значного спектру сучасних технологій, які використовують в Україні та країнах світу для збереження надр та якості ґрунтів, захисту атмосферного повітря та водного середовища від виснаження та забруднення, для збереження та відновлення рослинного і тваринного світу. У курсі розглядають також інноваційні кліматичні технології і технології відновлюваної енергетики, сучасні природоорієнтовані рішення у сфері водокористування і збереження біорізноманіття.

Зміст ОК 12 «Інноваційні екотехнології» має сприяти формуванню у студентів такої інтегральної компетентності: здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у сфері технологій захисту навколишнього середовища при здійсненні професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та / або здійснення інновацій та характеризується комплексністю й невизначеністю умов і вимог.

А також таких загальних та фахових компетентностей:

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК 03. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК 04. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК 05. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК 06. Здатність розробляти проекти та управляти ними.

Фахові компетентності (ФК):

ФК 03. Здатність планувати, проектувати та контролювати параметри роботи окремих видів обладнання, техніки і технологій захисту навколишнього середовища.

ФК 05. Здатність впроваджувати і використовувати відновлювані джерела енергії, ресурсо- та енергозберігаючі технології.

ФК 06. Здатність контролювати й оцінювати ефективність природоохоронних заходів та застосовуваних технологій.

У результаті вивчення курсу «Інноваційні технології» здобувач повинен

знати:

- основні теоретичні підходи до екологізації сучасного виробництва та природокористування, головні ознаки інноваційних та зелених технологій, інноваційної діяльності, класифікацію екологічних та інноваційних технологій;
- сучасні технології захисту та ощадливого використання надр і ґрунтів;
- традиційні та інноваційні технології захисту водного середовища від забруднення та виснаження;
- традиційні та інноваційні технології захисту атмосферного повітря від забруднення, кліматичні технології та технології відновлюваної енергетики;
- природоорієнтовані рішення та технології у системі збереження біорізноманіття;

вміти:

- аналізувати вплив різних видів виробничої діяльності та галузей природокористування на компоненти довкілля;
- здійснювати пошук сучасних та інноваційних екологічно безпечних технологій (зокрема, новітнього обладнання) з метою екологізації виробництва;
- обґрунтовувати шляхи вдосконалення існуючих екологічних технологій для різних підприємств та галузей природокористування.

Дисципліна «Екологічні технології в промисловості та транспорті» є нормативною дисципліною зі спеціальності G2 «Технології захисту навколишнього середовища» для освітньої програми магістра, яку викладають у 1 семестрі

обсягом 5,0 кредитів за Європейською кредитно-трансферною системою (*European Credit Transfer and Accumulation System, ECTS*). На вивчення навчальної дисципліни відведено 48 годин аудиторних занять, з них 32 години лекцій, 16 годин семінарських / практичних занять та 102 години самостійної роботи.

Зміст ОК 6 «Екологічні технології в промисловості та транспорті» має сприяти формуванню у студентів такої *інтегральної компетентності*: здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у сфері технологій захисту навколишнього середовища при здійсненні професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та / або здійснення інновацій і характеризується комплексністю й невизначеністю умов і вимог.

А також таких загальних і фахових компетентностей:

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК 03. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК 07. Здійснення безпечної діяльності.

Фахові компетентності (ФК):

ФК 01. Здатність контролювати й оцінювати екологічні ризики впливу техногенних об'єктів і господарської діяльності на довкілля.

ФК 02. Здатність використовувати науково обґрунтовані методи обробки результатів досліджень у галузі технологій захисту навколишнього середовища.

ФК 03. Здатність планувати, проектувати та контролювати параметри роботи окремих видів обладнання, техніки і технологій захисту навколишнього середовища.

ФК 04. Здатність розробляти нові та використовувати відомі способи утилізації, знезараження та рециклінгу побутових і промислових відходів.

ФК 05. Здатність впроваджувати і використовувати відновлювані джерела енергії, ресурсо- та енергозберігаючі технології.

ФК 06. Здатність контролювати й оцінювати ефективність природоохоронних заходів та застосовуваних технологій.

ФК 07. Здатність використовувати картографічні методи та геоінформаційні технології у сфері захисту навколишнього середовища (зокрема, з метою прогнозування екологічних небезпек і застосування тактики управління надзвичайними ситуаціями).

У результаті вивчення зазначеного вище курсу студент повинен:

знати:

- основні теоретичні підходи до екологізації сучасного виробництва;
- техногенний вплив на навколишнє середовище галузей промисловості (паливної, електроенергетики, металургійної, хімічної, будівельних матеріалів, лісової, харчової тощо) та транспорту;
- основні напрями розвитку екологічних технологій в Україні та провідних країнах світу;
- технології поводження з твердими побутовими і промисловими відходами;
- принципи замкнутого циклу виробництва, де відходи однієї галузі стають сировиною для іншої;
- екологічні інновації в промисловості і транспортній системі;

вміти:

- аналізувати джерела забруднень різних виробництв і їхні види, якісний та кількісний склад, оцінювати вплив на навколишнє середовище;
- здійснювати науково обґрунтовані технічні, технологічні та організаційні заходи щодо запобігання забрудненню навколишнього середовища;

- обирати технології захисту навколишнього середовища, здійснювати пошук сучасних і новітніх техніко-технологічних й організаційних рішень, спрямованих на впровадження у виробництво і транспорт перспективних природоохоронних розробок і сучасного обладнання, аналізувати напрями вдосконалення існуючих природоохоронних і природовідновлюваних технологій забезпечення екологічної безпеки;
- ухвалювати обґрунтовані рішення щодо поліпшення екологічних технологій виробництва та транспорту, припинення діяльності екологічно небезпечних.

З метою забезпечення вище розглянутих компетенцій, знань та вмінь цілком закономірною є потреба створення навчального посібника «Технології захисту довкілля: традиції та інновації», авторами якого є доценти кафедри конструктивної географії і картографії географічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка – канд. геогр. наук Д. А. Кричевська та канд. геогр. наук М. А. Петровська.

У навчальному посібнику розглянуто теоретичні підходи до екологізації сучасного виробництва та природокористування, класифікацію сучасних екологічно безпечних технологій, різновиди інноваційних екотехнологій, сучасні технології захисту та ощадливого використання надр, ґрунтів, водних ресурсів, технології захисту атмосферного повітря та інноваційні кліматичні технології, природоорієнтовані рішення та технології у системі збереження біорізноманіття; проаналізовано види впливу на довкілля різних галузей промисловості та транспорту, наведено приклади використання сучасних екологічних технологій за відповідними сферами виробничої діяльності.

Навчальний посібник доповнено рисунками, таблицями, переліком питань і тестовими завданнями, опрацювання яких даватиме змогу глибше засвоїти зазначений курс.

Навчальний посібник розрахований на студентів і викладачів усіх закладів вищої освіти за спеціальністю G2 «Технології захисту навколишнього середовища» і E2 «Екологія», а також громадських екологічних організацій. Сподіваємося, що він стане надійним путівником у сфері екологізації сучасного виробництва та природокористування, скерує до пошуку власних інноваційних рішень і допоможе сформувати нову генерацію фахівців, здатних забезпечити сталий розвиток нашої держави.

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

КРИЧЕВСЬКА Діана Анатоліївна
ПЕТРОВСЬКА Мирослава Андріївна

ТЕХНОЛОГІЇ
ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ:
ТРАДИЦІЇ ТА ІННОВАЦІЇ
НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

Редактор *Ірина Лоїк*
Комп'ютерне верстання *Любов Семенович*
Обкладинка згенерована за допомогою ШІ
та опрацьована *Любов Семенович*

Формат 60x84/16. Папір офсетний. Друк цифровий.
Умовн. друк. арк. 21,39.
Тираж 100 прим.

Видавець Марченко Т. В.
м. Львів, 79053, Україна, Перфецького 11 А, тел.+380503701957
e-mail: magnol06@ukr.net
<https://magnolia.lviv.ua>

Видавець Марченко Т. В.
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів
видавничої продукції: серія ДК № 6784 від 30.05.2019 року,
видане Державним комітетом інформаційної політики,
телебачення та радіомовлення України

Надруковано у друкарні видавця ФОП Марченко Т. В