

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23,07- 05.02/1/XXX.XXX/Б/ВК Х-2025
	Екземпляр № 1	Арк 9 / 1

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ **ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ФАХОВОЇ ПІДГОТОВКИ** **«АЛЬТЕРНАТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ»**

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «Бакалавр»

Житомир
2025

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23,07- 05.02/1/XXX.XXX/Б/ВК Х-2025
	Екземпляр № 1	Арк 9 / 2

ЗМІСТ

Вступ.....	3
Тема 1. Вступ до альтернативних технологій захисту довкілля	5
Тема 2. Енергоефективні рішення у сучасному міському будівництві	5
Тема 3. Інноваційні матеріали та сталі проектування	5
Тема 4. Перспективи розвитку альтернативних технологій у сфері охорони атмосфери	6
Тема 5. Енергоефективність і екологічна безпека газоочисних установок	6
Тема 6. Альтернативні технології очищення водних ресурсів	7
Тема 7. Технології відновлення та рекультивації ґрунтів	7
Тема 8. Інноваційні методи зниження парникових газів	7
Тема 9. Екологічне прогнозування та оцінка екологічних ризиків	8
Тема 10. Управління природними ресурсами	8
Тема 11. Екологічна освіта та залучення громадськості до захисту довкілля	9
Тема 12. Проектування та управління екологічними проектами	9

* Індекс структурного підрозділу відповідно до наказу ректора «Про затвердження організаційної структури Державного університету «Житомирська політехніка» (наприклад, 22.06).

** Індекс освітньої програми відповідно до наказу ректора «Про індексацію освітніх програм Державного університету «Житомирська політехніка» (наприклад, 122.00.1/Б).

*** Шифр освітньої компоненти в освітній програмі (наприклад, ОК1).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23,07- 05.02/1/XXX.XXX/Б/ВК Х-2025
	Екземпляр № 1	Арк 9 / 3

ВСТУП

Метою вивчення навчальної дисципліни є формування у студентів теоретичних знань та практичних навичок у галузі екологічно безпечних, інноваційних та альтернативних технологій для захисту довкілля. Дисципліна спрямована на розвиток розуміння сучасних підходів до мінімізації антропогенного впливу на природне середовище, раціонального використання ресурсів та впровадження сталих технологій у промисловість та побут.

Завданнями навчальної дисципліни є:

- Ознайомленні студентів із сучасними концепціями сталого розвитку та екологічної безпеки.
- Формуванні знань про принципи, методи та засоби альтернативних технологій у сфері захисту довкілля.
- Вивченні ефективних підходів до зменшення антропогенного навантаження на природне середовище.
- Аналізі екологічних, економічних та соціальних переваг використання екологічно чистих технологій.
- Розвитку навичок вибору, проектування та оцінювання альтернативних технологічних рішень для очищення води, повітря, ґрунтів, утилізації відходів та відновлення ресурсів.
- Формуванні екологічного мислення й уміння приймати обґрунтовані рішення щодо впровадження інноваційних технологій захисту довкілля.

У результаті вивчення дисципліни здобувачі освіти повинні ЗНАТИ:

- Основні поняття, принципи та концепції сталого розвитку та захисту довкілля.
- Класифікацію, будову та принцип дії альтернативних екотехнологій у галузях очищення повітря, води, ґрунтів та утилізації відходів.
- Сучасні методи енергозбереження, повторного використання ресурсів та мінімізації шкідливих викидів.
- Екологічні, технічні та економічні критерії оцінювання ефективності технологічних процесів.
- Технологічні та організаційні засади впровадження «зелених» інновацій у промисловості, енергетиці, транспорті та урбаністичному середовищі.
- Основи екологічного моніторингу, стандарти екологічної безпеки та законодавчі вимоги у сфері охорони довкілля.
- Принципи командної роботи, міждисциплінарної взаємодії та етичної відповідальності фахівця-еколога.
- Методи ефективного комунікування, презентації результатів досліджень та аргументованого відстоювання власної позиції.
- Основи управління часом та прийняття рішень у процесі реалізації екотехнологічних проектів.
- Механізми розвитку критичного, креативного мислення та адаптивності до змін у професійній діяльності.

ВМІТИ:

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23,07- 05.02/1/XXX.XXX/Б/ВК Х-2025
	Екземпляр № 1	Арк 9 / 4

- Аналізувати екологічний стан природних та урбанізованих систем, визначати основні джерела антропогенного навантаження.
- Застосовувати сучасні методи та технології для очищення повітря, води, ґрунтів та переробки відходів.
- Вибирати оптимальні альтернативні технологічні рішення з урахуванням екологічних, економічних та соціальних критеріїв.
- Проектувати та оцінювати ефективність екотехнологічних процесів та систем захисту довкілля.
- Використовувати інноваційні технології та відновлювані джерела енергії для мінімізації негативного впливу на довкілля.
- Працювати в команді, брати участь у міждисциплінарних екологічних проектах, координувати спільну діяльність.
- Грамотно та аргументовано презентувати результати досліджень чи проектів, у тому числі за допомогою цифрових інструментів.
- Вести професійне спілкування в усній та письмений формі, у тому числі засобами електронної комунікації.
- Приймати обґрунтовані рішення у нестандартних екологічних ситуаціях, виявляти гнучкість та адаптивність до змін.
- Організовувати власну діяльність, планувати час і визначати пріоритети для ефективного виконання завдань.
- Виявляти лідерські якості, брати відповідальність за прийняті рішення та результати спільної роботи.
- Застосовувати критичне та креативне мислення для розробки інноваційних екотехнологічних рішень.
- Дотримуватися етичних норм і принципів сталого розвитку під час професійної діяльності.

Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі вищої освіти зможуть отримати додатково наступні Soft skills³:

- *комунікативні навички*: письмове, вербальне й невербальне спілкування; уміння грамотно спілкуватися по e-mail; вести дискусію і відстоювати свою позицію; навички працювати в команді;
- *уміння виступати привселюдно*: навички, необхідні для виступів на публіці; навички проведення презентації;
- *керування часом*: уміння справлятися із завданнями вчасно;
- *гнучкість і адаптивність*: гнучкість, адаптивність і здатність змінюватися; уміння аналізувати ситуацію, орієнтування на вирішення проблеми;
- *лідерські якості*: уміння спокійно працювати в напруженому середовищі; уміння ухвалювати рішення; уміння ставити мету, планувати діяльність;
- *особисті якості*: креативне й критичне мислення; етичність, чесність, терпіння, повага до оточуючих.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23,07- 05.02/1/XXX.XXX/Б/ВК Х-2025
	Екземпляр № 1	Арк 9 / 5

Тема 1. Вступ до альтернативних технологій захисту довкілля

- Вступ. Актуальність та глобальний контекст.**
 - Визначення та сфера застосування альтернативних технологій.
 - Концепція сталого розвитку (Цілі сталого розвитку ООН, зокрема Ціль 12, 13, 14, 15).
 - Основні терміни: «зелені» технології, інноваційні, екологічно чисті, найкращі доступні технології (НДТ).
- Огляд екологічних проблем, спричинених традиційними технологіями.**
 - Аналіз впливу викопного палива, традиційного будівництва, ресурсоемного виробництва.
 - Проблеми зміни клімату, забруднення води, ґрунту та повітря, виснаження природних ресурсів.
 - Необхідність парадигмального зсуву у технологічному розвитку.
- Загальні концепції та принципи використання альтернативних технологій.**
 - Принципи «від колиски до колиски» (Cradle to Cradle) та мінімізації відходів.
 - Принципи енергоефективності та ресурсозбереження.
 - Екологічне проєктування (Eco-design) та життєвий цикл продукту (LCA - Life Cycle Assessment).
 - Роль технологічних інновацій у досягненні екологічної безпеки.

Тема 2. Енергоефективні рішення у сучасному міському будівництві

- Екологічне проєктування та «зелене» будівництво.**
 - Визначення та переваги «зеленого» будівництва.
 - Міжнародні стандарти сертифікації: LEED, BREEAM, DGNB.
 - Концепція Net-Zero Energy Building (будівля з нульовим споживанням енергії).
- Системи пасивного енергозбереження в житлових будинках.**
 - Пасивна сонячна архітектура: орієнтація будівлі, розмір та тип вікон.
 - Теплоізоляція та герметичність оболонки будівлі (повітряна стійкість).
 - Рекуперація тепла та вентиляційні системи з високим ККД.
 - Використання теплової інерції матеріалів.
- Використання відновлюваних джерел енергії в архітектурі та будівництві.**
 - Інтеграція сонячних фотоелектричних систем (BIPV - Building-Integrated Photovoltaics).
 - Геотермальні теплові насоси та сонячні колектори.
 - Малі вітрові турбіни на дахах.

Тема 3. Інноваційні матеріали та стале проєктування

- Інноваційні матеріали для енергоефективного будівництва.**
 - Матеріали з низьким вмістом втіленої енергії (Embodied Energy).
 - «Розумні» матеріали: фасадні системи, що реагують на клімат, динамічне скло.
 - Утеплювачі нового покоління (вакуумні панелі, аерогелі).
 - Використання перероблених та вторинних матеріалів (наприклад, перероблений бетон, деревина, пластик).
- Сталий розвиток у будівельній галузі: концепції та практичні рішення.**
 - Методологія оцінки життєвого циклу (LCA) будівельних матеріалів та об'єктів.
 - Концепції мікрорайонів та міст із замкненим циклом ресурсів.
- Архітектура майбутнього: екологічні та енергоощадні технології.**
 - Вертикальні ферми та інтеграція біофілії (зелені дахи, зелені стіни).
 - 3D-друк будівель із використанням екологічних сумішей.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23,07- 05.02/1/XXX.XXX/Б/ВК Х-2025
	Екземпляр № 1	Арк 9 / 6

- Концепції "розумного будинку" та автоматизованого управління енергоспоживанням.

Тема 4. Перспективи розвитку альтернативних технологій у сфері охорони атмосфери

- 1. Основні джерела забруднення атмосферного повітря.**
 - Стаціонарні та мобільні джерела, первинні та вторинні забруднювачі.
 - Огляд традиційних методів очищення газових викидів:
 - Фільтрація (рукавні, електричні фільтри).
 - Абсорбція (мокрі скрубери).
 - Адсорбція (вугільні фільтри).
 - Каталітичне очищення (нейтралізатори).
- 2. Альтернативні (інноваційні) технології очищення повітря.**
 - Використання біотехнологічних методів для нейтралізації забруднень (біофільтри, біоскрубери, біотриклінг-фільтри).
 - Мембранні технології розділення газів.
 - Плазмові технології очищення газів (холодна плазма для оксидів азоту та сірки).
 - Озонні та фотокаталітичні методи очищення повітря.
- 3. Технології уловлювання та зберігання вуглекислого газу (CCS/CCUS).**
 - Методи уловлювання CO₂ (попереднє, після спалювання, спалювання в кисні).
 - Транспортування та геологічне зберігання CO₂
 - Технології використання уловленого вуглецю (CCU - Carbon Capture and Utilization).

Тема 5. Енергоефективність і екологічна безпека газоочисних установок

- 1. Енергоефективність в системах очищення повітря.**
 - Оптимізація роботи газоочисних установок (ГОУ) та зниження їхнього енергоспоживання.
 - Використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) для живлення ГОУ.
 - Розробка схем замкнених технологічних циклів (Zero Liquid Discharge, Zero Emission) для зменшення викидів та скидів.
- 2. Моніторинг та моделювання забруднення атмосферного повітря.**
 - Сучасні прилади та сенсори для безперервного моніторингу (діодно-лазерна спектроскопія, системи на базі IoT).
 - Моделювання розсіювання забруднювальних речовин у атмосфері (моделі Гаусса, CFD-моделювання).
- 3. Роль урбаністичного планування та світовий досвід.**
 - Урбаністичне планування у зменшенні забруднення повітря (зелені зони, транспортні схеми).
 - Аналіз світового досвіду у сфері технологій очищення атмосфери (кейси ЄС, США, Азії).
 - Економічна ефективність впровадження альтернативних технологій (розрахунок окупності).
- 4. Соціально-екологічні аспекти.**
 - Екологічна освіта та підвищення обізнаності населення щодо охорони повітря.
 - Перспективи розвитку альтернативних технологій (Штучний інтелект та машинне навчання у сфері очищення).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23,07- 05.02/1/XXX.XXX/Б/ВК Х-2025
	Екземпляр № 1	Арк 9 / 7

Тема 6. Циркулярна економіка та управління відходами

1. Основи циркулярної економіки (ЦЕ).

- Визначення, принципи та відмінність від лінійної економіки («видобуток-виробництво-утилізація»).
- Стратегія «9R»: Мінімізація продукування відходів (запобігання), Редизайн, Ремонт, Повторне використання, Переробка (Ресайклінг), Регенерація, Реконструкція, Ремануфактуринг (повторне виробництво), Повернення ресурсів.

2. Альтернативні підходи до управління відходами.

- Продовження життєвого циклу продукту: стратегії ремонту, реставрації та модернізації.
- Концепція дизайну для циклічності (Design for Circularity) та розширеної відповідальності виробника (EPR).
- Вторинна сировина та повернення ресурсів у виробничий цикл.

3. Промисловий симбіоз та екоіндустріальні парки.

- Обмін відходами, побічними продуктами, енергією та водою між різними підприємствами.
- Практичні приклади промислового симбіозу (наприклад, Калундборг, Данія).

4. Цифровізація в управлінні відходами.

- Використання IoT, AI та блокчейну для оптимізації сортування, збору та переробки.

Тема 7. Альтернативні технології очищення водних ресурсів

1. Інноваційні підходи до очищення води.

- Проблематика забруднення водних ресурсів (мікропластик, фармацевтичні препарати, пестициди).
- Огляд традиційних методів очищення стічних вод.

2. Мембранні технології.

- Принципи роботи: зворотний осмос (RO), ультрафільтрація (UF), нанофільтрація (NF).
- Застосування для опріснення, очищення промислових стоків та повторного використання води.

3. Біотехнологічні рішення.

- Мембранні біореактори (MBR) та їхні переваги над традиційним активним мулом.
- Анаеробні біореактори для отримання біогазу.
- SBR (Sequencing Batch Reactor) та інші вдосконалені системи.

4. Природні та гібридні технології.

- Фіторе mediaція: використання рослин для очищення води (біоплато, штучні водно-болотні угіддя).
- Адсорбційні матеріали нового покоління (наночастинки, композитні матеріали).
- Концепція "Water-Wise Cities" та інтегроване управління водними ресурсами.

Тема 8. Технології відновлення та рекультивації ґрунтів

1. Оцінка та класифікація забруднених ґрунтів.

- Основні типи забруднювачів ґрунту (важкі метали, нафтопродукти, пестициди).
- Принципи та підходи до рекультивації та відновлення ґрунтів.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23,07- 05.02/1/XXX.XXX/Б/ВК Х-2025
	Екземпляр № 1	Арк 9 / 8

2. Біотехнологічні методи (Біоремедіація).

- Ін-ситу (In-situ) та Екс-ситу (Ex-situ) біоремедіація.
- Біостимуляція, біоаугментація, біоентинг.
- Використання генетично модифікованих мікроорганізмів (ГММ) у біоремедіації (етичні аспекти).

3. Фізичне та хімічне очищення ґрунтів.

- Хімічне очищення (ґрунтове промивання) та інактивація.
- Фізичні методи: термічна десорбція, вітрифікація (склування), електрокінетичне очищення.
- Технології стабілізації та консолідації забруднювачів.

4. Агротехнічні та лісотехнічні методи рекультивації.

- Відновлення родючості та екологічної якості ґрунтів.
- Технічна та біологічна рекультивація.

Тема 9. Інноваційні методи зниження парникових газів

1. Глобальний контекст та вплив парникових газів.

- Основні джерела викидів парникових газів (CO₂, CH₄, N₂O).
- Міжнародні угоди та зобов'язання (Паризька угода).

2. Уловлювання, зберігання та використання вуглецю (CCUS).

- Детальне вивчення технологій CCUS як інструменту кліматичної мітигації.
- Технології прямого уловлювання повітря (DAC - Direct Air Capture).
- Карбонізація мінералів та використання CO₂ у промисловості.

3. Енергоефективні технології для зменшення кліматичного впливу.

- Роль енергозбереження та переходу на ВДЕ у скороченні викидів.
- Енергетичні стратегії в промисловості та побуті.

4. Інформаційні технології та їх роль у захисті довкілля.

- Використання IoT та сенсорних мереж для моніторингу викидів.
- Штучний інтелект (AI) та машинне навчання для оптимізації енергоспоживання та управління ресурсами.
- Геоінформаційні системи (GIS) для оцінки та моделювання кліматичних ризиків.

Тема 10. Екологічне прогнозування та оцінка екологічних ризиків

1. Методи оцінки екологічних ризиків.

- Поняття екологічного ризику: ідентифікація, оцінка експозиції та характеристика ризику.
- Якісні та кількісні методи оцінки ризиків.
- Застосування методології LCA для прогнозування впливу технологій.

2. Інструменти для екологічного прогнозування.

- Математичне моделювання екологічних процесів (наприклад, динаміка популяцій, перенесення забруднювачів).
- Прогнозування наслідків впровадження альтернативних технологій (сценарії розвитку).
- Використання IT-систем: GIS, системи підтримки прийняття рішень (DSS).

3. Аналіз світового досвіду.

- Приклади використання прогностичних моделей у великих екологічних проектах.
- Оцінка невизначеності та чутливості прогностичних моделей.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019	Ф-23,07- 05.02/1/XXX.XXX/Б/ВК Х-2025
	Екземпляр № 1	Арк 9 / 9

Тема 11. Управління природними ресурсами

- Концепції раціонального використання природних ресурсів.**
 - Принципи інтегрованого управління водними ресурсами (IWRM), земельними ресурсами.
 - Економічні механізми управління ресурсами (податки, квоти, торгівля викидами).
- Застосування екологічних технологій у збереженні природних багатств.**
 - Точне землеробство (Precision Agriculture) та IoT для оптимізації використання води та добрив.
 - Технології дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) для моніторингу стану лісів, ґрунтів та водних об'єктів.
 - Технології для відновлення біорізноманіття.
- Оптимальне управління та збереження природних ресурсів.**
 - Концепція екосистемних послуг.
 - Проектування екологічних мереж та охоронних територій.

Тема 12. Екологічна освіта та залучення громадськості до захисту довкілля

- Значення екологічної освіти та формування екологічної культури.**
 - Роль освіти у впровадженні альтернативних технологій (від дошкільної до вищої).
 - Формування свідомої поведінки та відповідального споживання.
 - Інтеграція принципів сталого розвитку в освітні програми.
- Механізми залучення громадськості до підтримки альтернативних екологічних технологій.**
 - Публічні обговорення та механізми участі у прийнятті екологічних рішень (Aarhus Convention).
 - Створення платформ для громадського моніторингу та контролю.
 - Роль соціальних медіа та інформаційних кампаній.
- Світовий досвід та інструменти.**
 - Кейси успішного впровадження громадських екологічних проєктів.
 - Гейміфікація та мобільні застосунки для підвищення екологічної обізнаності.

Тема 12. Проектування та управління екологічними проєктами

- Основи проєктування екологічних проєктів.**
 - Етапи життєвого циклу екологічного проєкту (ініціація, планування, реалізація, завершення).
 - Техніко-економічне обґрунтування (ТЕО) та оцінка впливу на довкілля (ОВД).
- Управління екологічними проєктами.**
 - Управління ризиками та зацікавленими сторонами.
 - Фінансування екологічних проєктів (зелені облігації, кліматичні фонди).
- Впровадження технологій та використання принципів сталого розвитку.**
 - Інтеграція ESG (Environmental, Social, Governance) принципів у проєктний менеджмент.
 - Критерії успішності екологічного проєкту: екологічна ефективність, економічна доцільність та соціальна прийнятність.
 - Моніторинг та оцінка результатів проєкту.