

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- 05.01/XXX.XXX/Б- ВКХ-2025
	Випуск _____	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21/ 1

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою факультету
гірничої справи,
природокористування та
будівництва

26 серпня 2025 р., протокол № 07

Голова Вченої ради



 Володимир КОТЕНКО

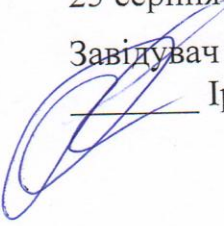
РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «Альтернативні технології захисту довкілля»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»

Схвалено на засіданні кафедри
екології та природоохоронних
технологій

25 серпня 2025 р., протокол № 07

Завідувач кафедри

 Ірина ПАЦЕВА

Розробник: доктор філософії, старший викладач кафедри екології та природоохоронних технологій Оксана РИБАК, асистент кафедри екології та природоохоронних технологій Тетяна СІКАЧ асистент кафедри екології та природоохоронних технологій Ірина ВОЙНАЛОВИЧ

Житомир
2025 – 2026 н.р.

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- 05.01/XXX.XXX/Б- ВКХ-2025
	Випуск ____	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21/ 2

Робоча програма навчальної дисципліни «**Альтернативні технології захисту довкілля**» для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» затверджена Вченою радою факультету гірничої справи, природокористування та будівництва від 26 серпня 2025 р., протокол № 07.

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- 05.01/XXX.XXX/Б- ВКХ-2025
	Випуск _____	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21/ 3

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів 5	Галузь знань -	Вибіркова	
Модулів – 1	Спеціальність -	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 6		4	4
Загальна кількість годин – 150		Семестр	
		7	7
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних 5 самостійної роботи – 4,4	Освітній ступінь «бакалавр»	Лекції	
		32 год.	8 год.
		Практичні	
		48 год.	8 год.
		Лабораторні	
		_– год.	_– год.
		Самостійна робота	
		70 год.	134 год.
Вид контролю: екзамен			

Частка аудиторних занять і частка самостійної та індивідуальної роботи у загальному обсязі годин з навчальної дисципліни становить:

для денної форми навчання – 53 % аудиторних занять, 47 % самостійної та індивідуальної роботи;

для заочної форми навчання – 11 % аудиторних занять, 89 % самостійної та індивідуальної роботи.

1 Дані стосовно навчальної дисципліни мають відповідати навчальному плану підготовки фахівців відповідного освітнього ступеня та року вступу на навчання. 2 Кількість модулів та змістових модулів визначає викладач залежно від змісту навчальної дисципліни.

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- 05.01/XXX.XXX/Б- ВКХ-2025
	Випуск _____	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21/ 4

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

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:

- Аналізувати екологічний стан природних та урбанізованих систем, визначати основні джерела антропогенного навантаження.

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- 05.01/XXX.XXX/Б- ВКХ-2025
	Випуск _____	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21/ 5

- 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 письмевій формах, 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.

³ Перелік Soft skills визначає викладач (може обрати із наведеного переліку та/або додати інші Soft skills) виходячи з вимоги забезпечити досягнення компетентностей і програмних результатів навчання, заявлених у робочій програмі.

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- 05.01/XXX.XXX/Б- ВКХ-2025
	Випуск _____	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21/ 6

3. Програма навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1

Змістовий модуль 1. Вступ та концепції альтернативних технологій

Тема 1. Вступ до альтернативних технологій захисту довкілля.

Загальні концепції та принципи використання альтернативних технологій для зменшення негативного впливу на навколишнє середовище. Огляд екологічних проблем, спричинених традиційними технологіями, та необхідність впровадження інноваційних рішень.

Змістовий модуль 2. Енергоефективність у будівництві

Тема 2. Енергоефективні рішення у сучасному міському будівництві.

Використання відновлюваних джерел енергії в архітектурі та будівництві. Екологічне проєктування та «зелене» будівництво. Системи пасивного енергозбереження в житлових будинках.

Тема 3. Інноваційні матеріали та стале проєктування.

Інноваційні матеріали для енергоефективного будівництва. Сталий розвиток у будівельній галузі: концепції та практичні рішення. Архітектура майбутнього: екологічні та енергоощадні технології.

Змістовий модуль 3. Альтернативні технології очищення повітря, води, ґрунту та управлінні відходами

Тема 4. Перспективи розвитку альтернативних технологій у сфері охорони атмосфери.

Основні джерела забруднення атмосферного повітря. Традиційні методи очищення газових викидів: фільтрація, абсорбція, адсорбція, каталітичне очищення. Альтернативні (інноваційні) технології очищення повітря. Використання біотехнологічних методів для нейтралізації забруднень. Мембранні та плазмові технології очищення газів. Технології уловлювання та зберігання вуглекислого газу.

Тема 4. Енергоефективність і екологічна безпека газоочисних установок.

Використання відновлюваних джерел енергії в системах очищення повітря. Розробка схем замкнених технологічних циклів для зменшення викидів. Сучасні прилади та сенсори моніторингу стану атмосферного повітря. Моделювання розсіювання забруднювальних речовин у атмосфері. Роль урбаністичного планування у зменшенні забруднення повітря. Аналіз світового досвіду у сфері технологій очищення атмосфери. Економічна ефективність впровадження альтернативних технологій. Екологічна освіта та підвищення обізнаності населення щодо охорони повітря. Перспективи розвитку альтернативних технологій у сфері охорони атмосфери.

Тема 5. Циркулярна економіка та управління відходами.

Основи циркулярної економіки, управління відходами, що передбачають мінімізацію, переробку, повторне використання, мінімізація продукування

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- 05.01/XXX.XXX/Б- ВКХ-2025
	Випуск _____	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21/ 7

відходів (запобігання), переробка (ресайклінг), повторне використання, регенерація, реконструкція, ремонт, ремануфактуринг (повторне виробництво), симбіоз промисловий, дизайн для циклічності, продовження життєвого циклу продукту, вторинна сировина та повернення ресурсів у виробничий цикл.

Тема 6. Альтернативні технології очищення водних ресурсів.

Інноваційні підходи до очищення води, включаючи мембранні технології, біореактори, фіторе mediaцію, що спрямовані на збереження та відновлення водних ресурсів.

Тема 7. Технології відновлення та рекультивації ґрунтів.

Методи рекультивації ґрунтів, включаючи біоре mediaцію, хімічне та фізичне очищення, з метою відновлення родючості та екологічної якості ґрунтів.

Змістовий модуль 4. Інформаційні та аналітичні технології в екології

Тема 8. Інноваційні методи зниження парникових газів.

Методи зниження викидів парникових газів, включаючи уловлювання і зберігання вуглецю, використання енергоефективних технологій для зменшення впливу на зміну клімату, інформаційні технології та їх роль у захисті довкілля.

Тема 9. Екологічне прогнозування та оцінка екологічних ризиків.

Методи оцінки екологічних ризиків та прогнозування наслідків використання технологій захисту довкілля. Інструменти для екологічного прогнозування: моделювання та аналіз екологічних процесів із використанням ІТ-систем.

Тема 10. Управління природними ресурсами.

Рациональне використання природних ресурсів, збереження та оптимальне управління, застосування екологічних технологій у збереженні природних багатств.

Тема 11. Екологічна освіта та залучення громадськості до захисту довкілля.

Значення екологічної освіти, формування екологічної культури, залучення громадськості до підтримки альтернативних екологічних технологій.

Тема 12. Проектування та управління екологічними проектами.

Основи проектування та управління екологічними проектами, впровадження технологій та використання принципів сталого розвитку для захисту довкілля.

² Шифри компетентностей та результатів навчання, які формуються під час вивчення дисципліни, зазначаються лише для обов'язкових навчальних дисциплін.

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-23.07-05.01/XXX.XXX/Б-ВКХ-2025 Арк 21/ 8
	Випуск _____	Зміни 0	Екземпляр № 1	

4. Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Змістові модулі і теми	Кількість годин							
	денна форма				заочна форма			
	усього	лекції	практичні (лабораторні)	самостійна робота	усього	лекції	практичні (лабораторні)	самостійна робота
МОДУЛЬ 1								
Змістовий модуль 1. Вступ та концепції альтернативних технологій								
Тема 1. Вступ до альтернативних технологій захисту довкілля.	8	2	2	4	10	1	-	9
Разом за змістовий модуль 1	8	2	2	4	10	1	-	9
Змістовий модуль 2. Енергоефективність у будівництві								
Тема 2. Енергоефективні рішення у сучасному міському будівництві.	7	2	2	3	10	1	1	8
Тема 3. Інноваційні матеріали та сталі проєктування.	7	2	2	3	10	-	-	10
Разом за змістовий модуль 2	14	4	4	6	20	1	1	18
Змістовий модуль 3. Альтернативні технології очищення повітря, води, ґрунту та управлінні відходами								
Тема 4. Перспективи розвитку альтернативних технологій у сфері охорони атмосфери	8	2	3	3	8	1	1	6
Тема 5. Енергоефективність і екологічна безпека газоочисних установок	8	2	3	3	7	-	-	7
Тема 6. Циркулярна економіка та управління відходами.	19	3	8	8	15	1	1	13
Тема 7. Альтернативні технології очищення водних ресурсів.	21	3	10	8	15	1	1	13
Тема 8. Технології відновлення та рекультивації ґрунтів.	19	3	8	8	15	1	1	13
Разом за змістовий модуль 3	75	13	32	30	60	4	4	52
Змістовий модуль 4. Інформаційні та аналітичні технології в екології								
Тема 9. Інноваційні методи зниження парникових газів.	8	3	2	3	15	-	-	15
Тема 10. Екологічне прогнозування та оцінка екологічних ризиків.	13	3	2	8	15	1	1	13
Тема 11. Управління природними ресурсами.	7	2	2	3	8	-	-	8
Тема 12. Екологічна освіта та залучення громадськості до захисту довкілля.	12	2	2	8	7	-	1	6
Тема 13. Проєктування та управління екологічними проєктами.	13	3	2	8	15	1	1	13
Разом за змістовий модуль 4	53	13	10	30	60	2	3	55
ВСЬОГО	150	32	48	70	150	8	8	134

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- 05.01/XXX.XXX/Б- ВКХ-2025
	Випуск _____	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21/ 9

5. Теми практичних занять

-	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
МОДУЛЬ 1			
Змістовий модуль 1. Вступ та концепції альтернативних технологій			
1.	Впровадження альтернативних технологій для поліпшення стану довкілля	2	-
Змістовий модуль 2. Енергоефективність у будівництві			
2.	Будівництво з використанням енергозберігаючих технологій	2	1
3.	Використання відновлюваних джерел енергії в архітектурі та будівництві	2	-
Змістовий модуль 3. Альтернативні технології очищення повітря, води, ґрунту та управління відходами			
4.	Сучасні технології захисту атмосферного повітря	2	1
5.	Розробка альтернативних технологій захисту атмосферного повітря	2	-
6.	Зелені рішення для поліпшення якості повітря в містах	2	-
7.	Альтернативні та сучасні технології управління відходами	1	1
8.	Енергоефективність переробки відходів з урахуванням регіональних особливостей і логістики	1	-
9.	Виробництво біометану	1	-
10.	Виробництво біометану	1	-
11.	Виробництво біоетанолу	1	-
12.	Технологічна оптимізація та екологічний моніторинг переробки опалого листя в біологічні ресурси	1	-
13.	Інтегровані технології відновлення та повторного використання органічних і сорбційних матеріалів	1	-
14.	Дослідження та розробка схеми термічної регенерації відпрацьованого активованого вугілля	1	-
15.	Аналіз ефективності біологічного очищення стічних вод на основі розрахункових даних	1	-
16.	Порівняння технологій фізико-хімічного та біологічного очищення стічних вод	1	-
17.	Оптимізація процесів аерації та біоактивації у системах очищення стічних вод	2	-
18.	Інноваційні технології очищення стічних вод: мембранні та нанофільтраційні системи	2	1
19.	Моделювання процесів біологічного очищення стічних вод із урахуванням сезонних і регіональних факторів	2	-
20.	Сучасні методи очищення і відновлення деградованих ґрунтів	2	-
21.	Технології біоремедіації забруднених ґрунтів	2	-
22.	Використання мікроорганізмів для відновлення родючості ґрунтів	2	1
23.	Інноваційні методи моніторингу та оцінки екологічного стану ґрунтів	2	-
Змістовий модуль 4. Інформаційні та аналітичні технології в екології			
24.	Інформаційні технології та їх роль у захисті довкілля	5	1
25.	Моделювання та аналіз екологічних процесів із використанням ІТ-систем	5	1
РАЗОМ		48	8

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- 05.01/XXX.XXX/Б- ВКХ-2025
	Випуск _____	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21/ 10

6. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
МОДУЛЬ 1			
Змістовий модуль 1. Вступ та концепції альтернативних технологій			
1	Вступ до альтернативних технологій захисту довкілля.	4	9
Змістовий модуль 2. Енергоефективність у будівництві			
2	Енергоефективні рішення у сучасному міському будівництві.	3	8
3	Інноваційні матеріали та сталі проектування.	3	10
Змістовий модуль 3. Альтернативні технології очищення повітря, води, ґрунту та управління відходами			
4	Перспективи розвитку альтернативних технологій у сфері охорони атмосфери	3	6
5	Енергоефективність і екологічна безпека газоочисних установок	3	7
6	Циркулярна економіка та управління відходами.	8	13
6	Альтернативні технології очищення водних ресурсів.	8	13
7	Технології відновлення та рекультивації ґрунтів.	8	13
Змістовий модуль 4. Інформаційні та аналітичні технології в екології			
9	Інноваційні методи зниження парникових газів.	3	15
10	Екологічне прогнозування та оцінка екологічних ризиків.	8	13
11	Управління природними ресурсами.	3	8
12	Екологічна освіта та залучення громадськості до захисту довкілля.	8	6
13	Проектування та управління екологічними проектами.	8	13
РАЗОМ		70	134

7. Індивідуальні самостійні завдання

Індивідуальні самостійні завдання під час вивчення дисципліни «Альтернативні технології захисту довкілля»:

1. Аналіз альтернативних технологій очищення атмосферного повітря.

Провести аналіз існуючих технологій очищення повітря від забруднювачів на основі сучасних наукових досліджень. Завдання включає опис методів (біофільтрація, фотокаталіз, електростатичні фільтри тощо), їх ефективність та вплив на довкілля, рекомендації щодо впровадження на конкретних підприємствах.

2. Оцінка потенціалу використання відновлювальних джерел енергії у регіоні.

Дослідити можливості застосування відновлювальних джерел енергії (сонячна, вітрова, біоенергетика) у вашому регіоні або на обраному підприємстві.

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- 05.01/XXX.XXX/Б- ВКХ-2025
	Випуск _____	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21/ 11

Завдання включає аналіз умов впровадження, потенційні переваги для зменшення викидів, розрахунок економічної ефективності.

3. Розробка проекту з управління відходами для обраного підприємства.

Розробити проект управління відходами на прикладі конкретного підприємства або організації. Проект має включати оцінку поточного стану, пропозиції з впровадження технологій переробки та утилізації, зменшення обсягів відходів та використання підходів циркулярної економіки.

4. Дослідження та порівняння методів рекультивції ґрунтів.

Провести дослідження та порівняння різних методів відновлення забруднених ґрунтів (фіторе mediaція, біоре mediaція, хімічне очищення тощо) з урахуванням особливостей конкретного регіону чи типу забруднення. Визначити, який метод є найбільш ефективним для заданих умов.

5. Проект екологічного аудиту для підприємства.

Розробити план проведення екологічного аудиту для обраного підприємства, зосередившись на питаннях управління відходами, викидів в атмосферу, використання ресурсів. Оцінити вплив діяльності підприємства на довкілля та розробити рекомендації для зменшення негативного впливу.

6. Розробка сценаріїв сталого розвитку для муніципалітету.

Створити сценарій сталого розвитку для муніципалітету з урахуванням використання альтернативних екологічних технологій, зокрема в управлінні водними ресурсами, відходами та відновлюваними джерелами енергії. Прогнозувати потенційні екологічні та економічні переваги для регіону.

7. Розробка стратегії зниження парникових газів.

Дослідити сучасні методи зниження викидів парникових газів на прикладі обраного підприємства або галузі. Оцінити, які альтернативні технології можуть бути ефективно впроваджені для зменшення викидів CO₂ та інших парникових газів.

8. Оцінка ризиків забруднення водних ресурсів і методів їх запобігання.

Провести аналіз ризиків забруднення водних ресурсів у певному регіоні або на обраному підприємстві та надати рекомендації щодо технологій для їх запобігання (мембранні технології, біоре mediaція, фіторе mediaція).

9. Моделювання екологічних процесів та прогнозування їхнього впливу на довкілля.

Виконати моделювання одного з екологічних процесів (наприклад, поширення забруднювачів у водному середовищі або атмосфері) з використанням спеціалізованих програм. Оцінити можливі наслідки і розробити рекомендації для зменшення негативного впливу.

10. Презентація про роль громадськості та екологічної освіти у впровадженні альтернативних технологій.

Підготувати презентацію про значення громадських ініціатив та екологічної освіти у впровадженні альтернативних технологій захисту довкілля, надати приклади успішних проектів та ініціатив з різних країн або регіонів.

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- 05.01/XXX.XXX/Б- ВКХ-2025
	Випуск _____	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21/ 12

8. Методи навчання

Під час викладання навчальної дисципліни використовуються методи навчання, що сприяють досягненню відповідних програмних результатів:

Результат навчання	Методи навчання
Знати сучасні теорії, підходи та принципи екологічної політики, а також основи біології, хімії, фізики, математики, біотехнології для вирішення природоохоронних завдань.	– Лекція, обговорення, семінари, аналіз наукових джерел, вирішення ситуаційних завдань.
Вміти аналізувати іншомовні джерела для отримання інформації щодо природоохоронних завдань.	– Самостійне навчання, робота з іншомовними науковими текстами, групові обговорення, реферативні завдання.
Використовувати інформаційні технології та комунікаційні мережі для виконання природоохоронних завдань.	– Практичні заняття, робота з ГІС та екологічними базами даних, презентації результатів досліджень.
Обґрунтовувати природоохоронні технології на основі знань про вплив антропогенних факторів на довкілля.	– Лекції, дискусії, вирішення проблемних завдань, кейс-методи.
Розробляти проекти у сфері природоохоронної діяльності та управляти ними.	– Проектна робота, обговорення прикладів проектів, практичні завдання, ділові ігри з моделюванням проектного управління.
Застосовувати природні та штучні системи для реалізації природоохоронних технологій відповідно до сталого розвитку.	– Практичні заняття, лабораторні дослідження, екскурсії, демонстрації та вивчення природоохоронних об'єктів.
Проводити екологічний аудит та використовувати методи екологічного моніторингу для контролю стану довкілля.	– Лекції, практичні заняття, екскурсії на підприємства, лабораторні роботи з використанням вимірювальних приладів.
Оцінювати та обґрунтовувати технології зниження парникових газів.	– Лекції, семінари, обговорення прикладів, проектна робота над розробкою екологічних заходів знизення викидів.
Виконувати моделювання та прогнозування екологічних процесів для прийняття рішень у сфері захисту довкілля.	– Лабораторні роботи, практичні завдання з моделювання процесів, робота з екологічними моделями, комп'ютерне моделювання.
Вміти донести екологічні знання та пропозиції до різних цільових аудиторій.	– Презентації, публічні виступи, робота в групах, дискусії, створення інформаційних матеріалів для аудиторії.

9. Методи контролю

Перевірка досягнення результатів навчання здійснюється з використанням наступних методів:

Результат навчання	Методи контролю
Знати сучасні теорії, підходи та принципи екологічної політики, а також основи біології, хімії, фізики, математики, біотехнології для вирішення природоохоронних завдань.	Поточний контроль через тестування, підсумковий модульний контроль, усне опитування.
Вміти аналізувати іншомовні джерела для отримання інформації щодо природоохоронних завдань.	Оцінка рефератів, письмові завдання на аналіз джерел, контроль самостійної роботи.
Використовувати інформаційні технології та комунікаційні мережі для виконання природоохоронних завдань.	Перевірка лабораторних робіт, захист практичних проектів, презентація результатів досліджень.
Обґрунтовувати природоохоронні технології на основі знань про вплив антропогенних факторів на довкілля.	Контрольні роботи, обговорення та оцінка виконання кейсів, захист проектів.

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- 05.01/XXX.XXX/Б- ВКХ-2025
	Випуск _____	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21/ 13
Розробляти проекти у сфері природоохоронної діяльності та управляти ними.		Захист проектів, оцінка індивідуальних та групових проектних завдань, письмовий звіт про виконання проекту.		
Застосовувати природні та штучні системи для реалізації природоохоронних технологій відповідно до сталого розвитку.		Практичні роботи з оцінкою результатів, екзаменаційний контроль, спостереження за виконанням лабораторних робіт.		
Проводити екологічний аудит та використовувати методи екологічного моніторингу для контролю стану довкілля.		Оцінка практичних робіт, перевірка звітів з екологічного аудиту, тестування.		
Оцінювати та обґрунтовувати технології зниження парникових газів.		Захист проекту, контрольне завдання з розробки заходів, письмова оцінка з розрахунковими завданнями.		
Виконувати моделювання та прогнозування екологічних процесів для прийняття рішень у сфері захисту довкілля.		Перевірка виконання лабораторних робіт, захист моделювання, оцінка результатів моделювання та прогнозування.		
Вміти донести екологічні знання та пропозиції до різних цільових аудиторій.		Оцінка презентацій, письмових робіт, обговорень, підсумкове усне опитування.		

10. Оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти

Оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни здійснюється відповідно до Положення про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у Державному університеті «Житомирська політехніка» та розподілу балів, що наведений нижче.

Система оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни включає:

- поточний, модульний та підсумковий контроль – для здобувачів денної форми здобуття вищої освіти;
- поточний та підсумковий контроль – для здобувачів заочної форми здобуття вищої освіти.

Поточний контроль проводиться для оцінювання рівня засвоєння знань, формування умінь і навичок здобувачів вищої освіти впродовж вивчення ними матеріалу модуля (змістових модулів) навчальної дисципліни. Поточний контроль здійснюється під час проведення навчальних занять.

Модульний контроль проводиться з метою оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти за модуль (змістові модулі) навчальної дисципліни. Модульний контроль проводиться під час навчального заняття після завершення вивчення матеріалу модуля (змістових модулів) навчальної дисципліни. Модульний контроль здійснюється у формі підсумкового тестування.

Підсумковий контроль проводиться для підсумкового оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни. Підсумковий контроль здійснюється після завершення вивчення навчальної дисципліни. Підсумковий контроль проводиться у формі екзамену. Процедура складання екзамену визначена у Положенні про організацію освітнього процесу у Державному університеті «Житомирська політехніка».

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- 05.01/XXX.XXX/Б- ВКХ-2025
	Випуск _____	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21/ 14

Розподіл балів з навчальної дисципліни

Види робіт здобувача вищої освіти	Кількість балів за семестр
Для здобувача денної форми здобуття вищої освіти	
Виконання завдань поточного контролю	60
Виконання завдань модульного або підсумкового контролю	40
Підсумкова семестрова оцінка	100
Для здобувача заочної форми здобуття вищої освіти	
Виконання завдань поточного контролю	60
Виконання завдань підсумкового контролю	40
Підсумкова семестрова оцінка	100

Розподіл балів за виконання завдань поточного контролю

Види робіт здобувача вищої освіти	Кількість балів за семестр	
	денна форма	заочна форма
Виконання завдань під час навчальних занять ¹	60	60
Виконання та захист індивідуальних самостійних завдань ²	-	-
Виконання науково-дослідної роботи та інших видів робіт (додаткові – заохочувальні бали) ³ : 1. Участь у студентських предметних олімпіадах, Всеукраїнському конкурсі студентських наукових робіт, грантах, науково-дослідних проектах 2. Підготовка наукових статей, тез доповідей наукових конференцій 3. Інші види робіт (наводиться перелік інших видів робіт)	до 10	до 10
Разом за виконання завдань поточного контролю	60	60

¹ Кількість балів за виконання завдань під час навчальних занять визначає викладач у межах встановленого ліміту балів за поточний контроль та з урахуванням вагового коефіцієнту для даного виду робіт у діапазоні 0,6-1,0. Наприклад, якщо викладач застосовує для виконання завдань під час навчальних занять ваговий коефіцієнт 0,8, то за навчальний семестр здобувач вищої освіти має можливість набрати $0,8 \times 100 = 80$ балів за даний вид робіт.

² Кількість балів за виконання та захист індивідуальних самостійних завдань визначає викладач у межах встановленого ліміту балів за поточний контроль та з урахуванням вагового коефіцієнту для даного виду робіт у діапазоні 0,0-0,4. Наприклад, якщо викладач застосовує для виконання та захисту індивідуальних самостійних завдань ваговий коефіцієнт 0,2, то за навчальний семестр здобувач вищої освіти має можливість набрати $0,2 \times 100 = 20$ балів за даний вид робіт. При цьому зарахування балів за виконання та захист індивідуального самостійного завдання здійснюється за умови, що здобувач вищої освіти набрав не менше 50% від максимальної кількості балів, які передбачені для даного виду роботи.

³ Інформація щодо виконання науково-дослідної роботи та інших видів робіт (додаткові – заохочувальні бали) наводиться у робочій програмі навчальної дисципліни лише тоді, коли за рішенням кафедри (рішення кафедри має бути запротокольоване), на якій працює викладач, визначено, що дані види робіт забезпечують досягнення програмних результатів навчання з цієї дисципліни. Перелік видів робіт, за виконання яких здобувач вищої освіти може набрати додаткові (заохочувальні) бали з навчальної дисципліни, а також кількість додаткових (заохочувальних) балів у межах встановленого ліміту (до 20 балів) визначаються на засіданні кафедри, на якій працює викладач.

Розподіл балів за виконання завдань під час навчальних занять

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- 05.01/XXX.XXX/Б- ВКХ-2025
	Випуск ____	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21/ 15

Види робіт здобувача вищої освіти ¹	Кількість балів за семестр	
	денна форма	заочна форма
Відповіді (виступи) на заняттях	5	5
Участь у дискусії	5	5
Виконання тестових завдань	20	20
Виконання та захист практичних завдань, вправ, кейсів	30	30
Виконання та захист лабораторних робіт	-	-
Разом за виконання завдань під час навчальних занять	60	60

¹ Перелік видів робіт здобувача вищої освіти, а також кількість балів за виконання кожного окремо виду робіт протягом навчального семестру у межах встановленого ліміту балів за виконання завдань під час навчальних занять визначає викладач.

З метою застосування цілих чисел для оцінювання результатів роботи здобувачів під час навчальних занять може використовуватися 100-бальна шкала оцінювання щодо кожного окремо виду робіт. Розрахунок загальної кількості балів, які здобувач може набрати за результатами роботи під час навчальних занять протягом семестру, проводиться за формулою:

$$P_{\text{НЗ}} = \sum (P_i \times BK_i) \times K_{\text{НЗ}}, \quad (1)$$

де $P_{\text{НЗ}}$ – загальна кількість балів, набраних здобувачем за виконання завдань під час навчальних занять за семестр;

P_i – кількість набраних здобувачем балів за семестр за виконання i -го виду робіт під час навчальних занять (за 100-бальною шкалою);

BK_i – ваговий коефіцієнт за виконання i -го виду робіт під час навчальних занять. Значення вагових коефіцієнтів розраховуються шляхом ділення кількості балів, яка передбачена за виконання окремого виду робіт під час навчальних занять, на сумарну кількість балів за виконання усіх видів робіт під час навчальних занять за семестр;

$K_{\text{НЗ}}$ – коригувальний коефіцієнт, який визначається шляхом ділення кількості балів, що передбачена за виконання завдань під час навчальних занять за семестр, на 100 балів.

Розподіл балів за виконання завдань модульного контролю¹

Види робіт здобувача денної форми здобуття вищої освіти	Кількість балів за семестр
Виконання завдань модульного контролю 1	10
Виконання завдань модульного контролю 2	100
Виконання завдань модульного контролю 3	10
Виконання завдань модульного контролю 4	
Разом за виконання завдань модульного контролю	40

¹ Кількість модульних контрольних заходів протягом семестру, а також розподіл балів за модульними

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- 05.01/XXX.XXX/Б- ВКХ-2025
	Випуск _____	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21/ 16

контрольними заходами визначає викладач у межах встановленого ліміту балів за модульний контроль. Зарахування балів за виконання завдань модульного контролю здійснюється за умови, що здобувач вищої освіти набрав не менше 60% від максимальної кількості балів, які передбачені для даного виду контролю. Якщо модульний контроль включає проведення декількох контрольних заходів протягом семестру, здобувач повинен набрати по 60% або більше від максимальної кількості балів, яка передбачена для кожного модульного контрольного заходу.

Якщо здобувач денної форми здобуття вищої освіти виконав необхідні для досягнення результатів навчання з дисципліни завдання, що передбачені робочою програмою навчальної дисципліни та/або відповідними методичними рекомендаціями, склав модульний контроль і набрав у сумі 60 балів або більше, він може погодити дану оцінку в електронному кабінеті і вона стане семестровою оцінкою за вивчення навчальної дисципліни.

Якщо здобувач денної форми здобуття вищої освіти під час вивчення навчальної дисципліни виконав необхідні для досягнення результатів навчання з дисципліни завдання, що передбачені робочою програмою навчальної дисципліни та/або відповідними методичними рекомендаціями, і набрав 60 балів або більше та бажає покращити свій результат успішності, він проходить процедуру підсумкового контролю у формі екзамену. Набрані бали за виконання завдань підсумкового контролю, а також бали за поточний контроль сумуються і формується семестрова оцінка з навчальної дисципліни. Бали, які здобувач вищої освіти набрав за виконання завдань модульного контролю, при цьому не враховуються під час розрахунку семестрової оцінки з навчальної дисципліни.

У здобувача заочної форми здобуття вищої освіти семестрова оцінка за вивчення навчальної дисципліни формується як сума кількості балів за поточний контроль і кількості балів за підсумковий контроль.

Здобувач вищої освіти допускається до процедури підсумкового контролю у формі екзамену, якщо виконав необхідні для досягнення результатів навчання з дисципліни завдання, що передбачені робочою програмою навчальної дисципліни та/або відповідними методичними рекомендаціями, і за поточний контроль у сумі набрав 36 балів або більше.

Якщо здобувач вищої освіти за результатами поточного контролю набрав 25–35 балів, він отримує право за власною заявою опанувати окремі теми (змістові модулі) навчальної дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми. Вивчення окремих складових навчальної дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми, здійснюється у вільний від занять здобувача вищої освіти час.

Якщо здобувач вищої освіти за результатами поточного контролю набрав від 0 до 24 балів (включно), він вважається таким, що не виконав вимоги робочої програми навчальної дисципліни та має академічну заборгованість. Здобувач вищої освіти отримує право за власною заявою опанувати навчальну дисципліну у наступному семестрі понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми¹.

¹ Положення щодо вивчення навчального матеріалу дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми, не поширюється на останній семестр навчання на всіх рівнях вищої освіти.

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- 05.01/XXX.XXX/Б- ВКХ-2025
	Випуск _____	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21/ 17

Процедура надання додаткових освітніх послуг здобувачу вищої освіти з метою вивчення навчального матеріалу дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми, визначена у Положенні про надання додаткових освітніх послуг здобувачам вищої освіти в Державному університеті «Житомирська політехніка».

Визнання результатів навчання, набутих у неформальній та/або інформальній освіті

Визнання результатів навчання, набутих у неформальній та/або інформальній освіті в рамках окремих тем навчальної дисципліни, здійснюється викладачем за зверненням здобувача вищої освіти та представленням документів, які підтверджують результати навчання (сертифікати, свідоцтва, скріншоти тощо). Рішення про визнання та оцінка за відповідну частину освітнього компонента приймається викладачем за результатами співбесіди зі здобувачем вищої освіти.

Визнання результатів навчання, набутих у неформальній та/або інформальній освіті в рамках цілого освітнього компонента, здійснюється за процедурою, яка визначена у Положенні про організацію освітнього процесу у Державному університеті «Житомирська політехніка».

Шкала оцінювання

Шкала ЄКТС	Національна шкала	100-бальна шкала
A	Зараховано	90-100
B	Зараховано	82-89
C		74-81
D	Зараховано	64-73
E		60-63
FX	Не зараховано	35-59
F	Не зараховано	0-34

11. Глосарій¹

№ з/п	Термін державною мовою	Відповідник англійською мовою
1.	Альтернативні технології	Alternative technologies
2.	Сталій розвиток	Sustainable development
3.	Екотехнологія	Ecotechnology /Environmental technology
4.	Екологічна безпека	Environmental safety
5.	Антропогенне навантаження	Anthropogenic load
6.	Очищення стічних вод	Wastewater treatment
7.	Газоочищення	Gas purification

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- 05.01/XXX.XXX/Б- ВКХ-2025
	Випуск _____	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21/ 18

№ з/п	Термін державною мовою	Відповідник англійською мовою
8.	Утилізація відходів	Waste utilization / Waste management / Waste disposal
9.	Ресурсозбереження	Resource conservation
10.	Рециркуляція	Recirculation
11.	Відновлювана енергія	Renewable energy
12.	Енергоефективність	Energy efficiency
13.	Біоенергогетика	Bioenergy
14.	Сонячна енергія	Solar energy
15.	Вітрова енергія	Wind energy
16.	Геотермальна енергія	Geothermal energy
17.	Гідроенергетика	Hydropower
18.	Біоремедіація	Bioremediation
19.	Мембранні технології	Membrane technologies
20.	Замкнутий цикл виробництва	Closed - loop production /Closed production cycle
21.	Безвідходне виробництво	Zero -waste production / Waste-free production
22.	Моніторинг довкілля	Environmental monitoring
23.	Екологічна експертиза	Environmental assessment / Environmental expertise
24.	Екологічний аудит	Environmental audit
25.	Карбонова нейтральність	Carbon neutrality
26.	Вуглецевий слід	Carbon footprint
27.	Екологічний менеджмент	Environmental management
28.	Екологічна сертифікація	Environmental certification
29.	Зелені технології	Green technologies
30.	Екоінновації	Eco-innovations
31.	Біорозкладні матеріали	Biodegradable materials
32.	Урбаністична екологія	Urban ecology
33.	Циркулярна економіка	Circular economy

¹ Кількість термінів з навчальної дисципліни становить 20-25. Якщо навчальна дисципліна викладається протягом більше як одного семестру, кількість термінів відповідно збільшується.

12. Рекомендована література

Основна література

Основна література з навчальної дисципліни має бути за останні 5 років.

1. Atilhan S., Yilmaz N., Gadalla M. та ін. Green hydrogen as an alternative fuel for the shipping industry // Current Opinion in Chemical Engineering. – 2021. – Vol. 31. – P. 100668.
2. Cabrera E., Melo de Sousa J.M. Use of sustainable fuels in aviation—a review // Energies. – 2022. – Vol. 15(7). – P. 2440.

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- 05.01/XXX.XXX/Б- ВКХ-2025
	Випуск _____	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21/ 19

3. Eshkoraev S. Alternative raw materials and fuels in cement production: shaping sustainable practices // Multidisciplinary Journal of Science and Technology. – 2024. – Vol. 4(2). – P. 193–206.
4. Havrysh V., Maslyukivska O., Melnyk L. та ін. Commercial biogas plants: lessons for Ukraine // Energies. – 2020. – Vol. 13(10). – P. 2668.
5. Kabir E., Khatun M., Khatun M.R., Hossain M.M. Prospects of biopolymer technology as an alternative option for non-degradable plastics and sustainable management of plastic wastes // Journal of Cleaner Production. – 2020. – Vol. 258. – P. 120536.
6. Koval V., Udovychenko I., Kharchenko T. та ін. Ecosystem of environmentally sustainable municipal infrastructure in Ukraine // Sustainability. – 2021. – Vol. 13(18). – P. 10223.
7. Kyrychenko V.I., Sybirianska Y.O., Zhernovnyi S.V. та ін. Alternative fuels from vegetable oils: innovative methods and technologies of production and usage // Physics and Chemistry of Solid State. – 2020. – Vol. 21(3). – P. 552– 559.
8. Malav L.C., Yadav K.K., Gupta N. та ін. A review on municipal solid waste as a renewable source for waste-to-energy project in India: current practices, challenges, and future opportunities // Journal of Cleaner Production. – 2020. – Vol. 277. – P. 123227.
9. Nygaard A. The geopolitical risk and strategic uncertainty of green growth after the Ukraine invasion: how the circular economy can decrease the market power of and resource dependency on critical minerals // Circular Economy and Sustainability. – 2023. – Vol. 3(2). – P. 1099–1126.
10. Oliveira A.M., Beswick R.R., Yan Y. A green hydrogen economy for a renewable energy society // Current Opinion in Chemical Engineering. – 2021. – Vol. 33. – P. 100701.
11. Ostapenko O., Havrysh V., Vasylyeva T. та ін. Application of geoinformation systems for assessment of effective integration of renewable energy technologies in the energy sector of Ukraine // Applied Sciences. – 2022. – Vol. 12(2). – P. 592.
12. Rocha C.S., Neves S.A., Marques P.A.A.P. та ін. Phytoremediation by ornamental plants: a beautiful and ecological alternative // Environmental Science and Pollution Research. – 2022. – P. 1–19.
13. Sazali N. Emerging technologies by hydrogen: A review // International Journal of Hydrogen Energy. – 2020. – Vol. 45(38). – P. 18753–18771.
14. Schot J.W. Constructive technology assessment and technology dynamics: the case of clean technologies // В кн.: The Ethics of Nanotechnology, Geoengineering, and Clean Energy. – Routledge, 2020. – P. 435–455.
15. Shevchenko T., Ponomarenko V., Karpinsky Y. та ін. Promising developments in bio-based products as alternatives to conventional plastics to enable circular economy in Ukraine // Recycling. – 2022. – Vol. 7(2). – P. 20.

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- 05.01/XXX.XXX/Б- ВКХ-2025
	Випуск _____	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21/ 20

Допоміжна література

16. Li Z., Liu W., Liu K. та ін. Solar-powered sustainable water production: state-of- the-art technologies for sunlight–energy–water nexus // ACS Nano. – 2021. – Vol. 15(8). – P. 12535–12566.
17. D’Alessandro S., Luzzati T., Morroni M. Feasible alternatives to green growth // Nature Sustainability. – 2020. – Vol. 3(4). – P. 329–335.
18. Dühnen S., Betz J., Kolek M. та ін. Toward green battery cells: perspective on materials and technologies // Small Methods. – 2020. – Vol. 4(7). – P. 2000039.
19. Stančin H., Jović A., Anđelić N. та ін. A review on alternative fuels in future energy system // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2020. – Vol. 128. – P. 109927.
20. Wang F., Yang Y., Li J. та ін. Technologies and perspectives for achieving carbon neutrality // The Innovation. – 2021. – Vol. 2(4). – P. 100180.

13. Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України – офіційний вебсайт, де доступні нормативні акти, звіти та актуальна інформація про стан довкілля в Україні. <https://mepr.gov.ua>
2. Національний екологічний центр України (НЕЦУ) – містить інформацію про різні проєкти в сфері охорони довкілля, зокрема екологічний моніторинг та ініціативи з відновлення територій. <https://necu.org.ua>
3. Програма ООН з навколишнього середовища (UNEP) – містить інформацію про глобальні екологічні програми, звіти щодо впливу військових конфліктів на довкілля.
<https://www.unep.org>
4. Міжнародний союз охорони природи (IUCN) – дослідження та рекомендації щодо збереження природних екосистем і біорізноманіття, включаючи постконфліктне відновлення.
<https://www.iucn.org>
5. Національна академія наук України – Інститут екології Карпат – містить наукові публікації, дослідження та інформацію про відновлення екосистем у Карпатському регіоні.
<http://www.ecoinst.org>
6. Державне агентство лісових ресурсів України – інформація про лісове господарство, програми відновлення лісів, зокрема пошкоджених внаслідок військових дій.
<https://forest.gov.ua>
7. Європейське екологічне агентство (EEA) – дані та звіти про стан довкілля в Європі, програми екологічного відновлення, методики моніторингу.
<https://www.eea.europa.eu>

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- 05.01/XXX.XXX/Б- ВКХ-2025
	Випуск ____	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21/ 21

8. ВООЗ – Програма з питань довкілля та здоров'я (WHO) – інформація про вплив довкілля на здоров'я, рекомендації щодо відновлення та безпечного стану середовища після конфліктів.

<https://www.who.int/health-topics/environmental-health>

9. Глобальна інформаційна система з відновлення довкілля (GEO) – Group on Earth Observations – ресурси для моніторингу та оцінки стану екосистем, включаючи інструменти дистанційного зондування. <https://earthobservations.org>