

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»  
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ХІМІЇ ТА ЕКОЛОГІЇ  
Кафедра екології та охорони навколишнього середовища



ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з наукової роботи

Іван МИРОНЮК

*Іван Миронюк* 2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕКОТЕХНОЛОГІЇ

Рівень вищої освіти	Третій (освітньо-науковий) рівень
Галузь знань	10 Природничі науки
Спеціальність	101 Екологія
Освітньо-наукова програма	Екологія
Статус дисципліни	Вибіркова
Мова навчання	Українська

Ужгород 2025

Робоча програма навчальної дисципліни «Теоретичні основи екотехнології» для здобувачів вищої освіти галузі знань **10 Природничі науки** спеціальності **101 Екологія**, освітньо-наукова програма **Екологія**.

**Розробник:** Глух О.С., доцент, кандидат хімічних наук, доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри *Екології та охорони навколишнього середовища*

протокол № 13 від «30» червня 2025 р.

Завідувач кафедри  Сергій СУХАРЄВ

Схвалено науково-методичною комісією ННІХЕ

протокол № 10 від «27» червня 2025 р.

Голова науково-методичної комісії  Михайло СЛИВКА

© Глух О.С., 2025 р.

© ДВНЗ «Ужгородський національний університет», 2025 р.

## 1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС – 3	Рік підготовки:	
Загальна кількість годин – 90	II-й	II-й
Кількість модулів – 1	Семестр:	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 самостійної роботи студента – 3	3-й	3-й
	Лекції:	
	18	8
	Практичні (семінарські):	
	18	2
Вид підсумкового контролю: <i>залік</i>	Лабораторні:	
	-	-
Форма підсумкового контролю: усна	Самостійна робота:	
	54	80

## 2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення навчальної дисципліни «**Теоретичні основи екотехнології**» є формування у здобувачів вищої освіти здатності комплексно аналізувати екологічні проблеми та обґрунтовувати ефективні екотехнологічні рішення на основі сучасних наукових підходів, системного мислення, міждисциплінарних знань і принципів сталого розвитку.

Дисципліна спрямована на те, щоб:

- ознайомити здобувачів з науковими засадами екотехнологій, принципами їх класифікації, функціонування природно-технічних систем, сучасними тенденціями сталого ресурсокористування та екологічної безпеки;
- навчити здобувачів застосовувати міждисциплінарні підходи для аналізу екологічних ситуацій, моделювати матеріально-енергетичні потоки, оцінювати ефективність та ризики екотехнологічних рішень;
- сформуванати здатність до самостійного наукового пошуку, критичної оцінки екотехнологій, розробки інноваційних екологічно безпечних рішень із урахуванням соціальних, правових та етичних аспектів сталого розвитку.

Відповідно до освітньо-наукової програми, вивчення дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

### **Інтегральна компетентність:**

Здатність продукувати нові ідеї, розв'язувати комплексні проблеми у сфері екології, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики, застосовувати сучасні методології наукової та науково-педагогічної діяльності, здійснювати власні наукові дослідження, результати яких мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення

### **Загальні компетентності (ЗК):**

ЗК 01. Здатність працювати у міжнародному контексті.

ЗК 02. Здатність розв'язувати комплексні проблеми екології на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору із дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчесності.

### **Спеціальні компетентності (СК):**

СК 03. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у сфері екології та дотичних до неї міждисциплінарних напрямках, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

## 3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни «**Теоретичні основи екотехнології**» є опанування таких навчальних дисциплін (НД) освітньо-наукової програми (ОНП):

ОК 1.1.5 Сучасні інформаційні технології

#### 4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми «Теоретичні основи екотехнології», вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (РН):

Програмні результати навчання	Шифр РН
Глибоко розуміти концептуальні принципи та методологію природничих наук, формулювати і перевіряти гіпотези, використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання з метою розв'язання значущих наукових та науковоприкладних проблем екології.	РН 1
Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з екології, охорони довкілля та оптимізації природокористування з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.	РН 2
Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику з врахуванням соціальних, етичних, економічних, екологічних та правових аспектів.	РН 5

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «Теоретичні основи екотехнології»:

Очікувані результати навчання з дисципліни	Шифр РН
Здатність глибоко аналізувати екологічні проблеми Карпатського регіону, формулюючи обґрунтовані наукові гіпотези та використовуючи комплексні докази, отримані з теоретичного аналізу, існуючих експериментальних даних і моделювання, для переконливого обґрунтування висновків у проектних пропозиціях.	РН 1
Здатність планувати та ефективно виконувати екологічні дослідження, застосовуючи сучасні інструменти для збору та аналізу даних, а також критично оцінювати власні результати й дослідження інших науковців, інтегруючи їх у контекст сучасних знань для розробки грантових проектів у Карпатах.	РН 2
Уміння розробляти та втілювати інноваційні екологічні проекти для Карпатського регіону, що не лише створюють нове знання або вдосконалюють професійну практику, а й гармонійно враховують усі соціальні, етичні, економічні, екологічні та правові аспекти, необхідні для успішної грантової роботи.	РН 5

#### 5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

##### Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни є:

- залік;
- тести;

- мультимедійні презентації;
- проведення практичних робіт.

### Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми поточного контролю: колоквіуми, оцінка навиків виконання практичних робіт. Контроль самостійної роботи здійснюється шляхом включення відповідних питань у колоквіуми з обраних питань.

Форма модульного контролю: письмові контрольні роботи, які включають теоретичні питання та тестові завдання.

Форма підсумкового семестрового контролю: залік.

### Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти

Поточне оцінювання та самостійна робота									Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	50	100
6	5	6	5	6	5	6	5	6		

Тема 1. Еволюція екотехнологічного мислення: від природокористування до сталого розвитку, Тема 2. Системний підхід до екотехнологій: структура, компоненти, принципи функціонування, Тема 3. Класифікація та типологія екотехнологій: за джерелом енергії, сферою застосування та впливом на довкілля, Тема 4. Матеріально-енергетичні потоки у природно-технічних системах, Тема 5. Біотехнологічні методи у екологічних інженерних рішеннях, Тема 6. Ресурсоефективність та циркулярна економіка як основа екотехнологічних рішень, Тема 7. Оцінка екологічної ефективності екотехнологій: методи, індикатори, життєвий цикл (LCA), Тема 8. Екологічна безпека і мінімізація ризиків у проектуванні екотехнологій, Тема 9. Екологічні стандарти та нормативи у сфері екотехнологій. Інновації та трансфер технологій у сфері екотехнологій.

### Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1	
	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Практичні заняття (допуск, виконання та захист)	9	25
Колоквіум	9	25
Модульна контрольна робота	1	50
<b>Разом</b>		<b>100</b>

### Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Модульна контрольна робота складається з теоретичних питань (**3 питання**) і тестових завдань (**5 завдань**). Теоретичні питання є описовими і вимагають системних знань, вміння узагальнювати і логічно викласти програмний матеріал, обґрунтовувати власну думку. Кожне теоретичне питання оцінюється у 10 балів.

Тестові завдання поглиблюють теоретичні знання і вимагають чіткого і глибокого розуміння програмного матеріалу. В тестових завданнях пропонується 3-5 відповідей, серед яких студент повинен обрати лише одну правильну (або зайву) із запропонованих. Кожна правильна відповідь оцінюється у 4 бали.

## Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю

Формою підсумкового семестрового контролю є залік (усна форма). Результати підсумкового семестрового контролю студента оцінюються за 100%-бальною шкалою.

### Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		для заліку
90-100	<b>A</b>	зараховано
82-89	<b>B</b>	
74-81	<b>C</b>	
64-73	<b>D</b>	
60-63	<b>E</b>	
35-59	<b>FX</b>	незараховано з можливістю повторного складання
0-34	<b>F</b>	незараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

#### Критерії оцінювання:

Оцінка *зараховано (A)* виставляється, коли студент дає абсолютно правильні відповіді на теоретичні питання з викладенням оригінальних висновків, отриманих на основі програмного, додаткового матеріалу та нормативних документів. При виконанні практичного завдання студент застосовує системні знання навчального матеріалу, передбачені навчальною програмою.

Оцінка *зараховано (B)* виставляється студенту, який повністю розкрив теоретичні питання на основі програмного та додаткового матеріалу. При виконанні практичних завдань студент застосовує узагальнені знання навчального матеріалу, передбачені навчальною програмою.

Оцінка *зараховано (C)* виставляється студенту, який повністю розкрив теоретичні питання, а програмний матеріал викладено у відповідності до вимог. Практичні завдання виконані в цілому правильно, але мають місце окремі неточності.

Оцінка *зараховано (D)* виставляється, коли студент розкрив теоретичні питання, проте при викладенні програмного матеріалу допущені окремі помилки. При виконанні практичних завдань студент припускається помилок, за рахунок недостатнього розуміння програмного матеріалу.

Оцінка *зараховано (E)* виставляється, коли студент неповністю розкрив теоретичні питання, відповідь містить суттєві помилки. При виконанні практичних завдань студент припускається значних помилок, а виконання завдань викликає значні труднощі у студента.

Оцінка *незараховано (FX)* виставляється студенту, який не розкрив теоретичні питання і не може виконати практичні завдання. Як правило такий студент виявляє здатність до викладення думки лише на елементарному рівні.

Оцінка *незараховано (F)* виставляється студенту, який не виконав навчальну програму або якийсь елемент її складової, має фрагментарні знання, які не дозволяють розкрити теоретичні питання і виконати практичні завдання. Такий студент не може викласти свою думку навіть на елементарному рівні.

За результатами поточного контролю знань студентів, дозволяється виставлення залікової оцінки (без підсумкового заліку) – «зараховано». Студент має право підвищити оцінку, складаючи залік.

Здобувач має можливість визнання (зарахування) окремих результатів навчання в розрізі тематики курсу, які він набув у неформальній освіті, згідно Положення про порядок визнання результатів навчання, здобутих у неформальній освіті в ДВНЗ «УжНУ». Відповідна кількість годин може бути зарахована здобувачу в результаті успішного проходження ним відкритого онлайн-курсу

з теми дисципліни. Для цього здобувачу необхідно представити підтверджуючий документ (сертифікат) про успішне проходження онлайн курсу.

## **6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

### **6.1. Зміст навчальної дисципліни**

**Тема 1. Еволюція екотехнологічного мислення: від природокористування до сталого розвитку.** Історичні етапи формування екологічного мислення. Перехід від експлуатаційного до екосистемного підходу. Виникнення поняття «екотехнології» та його інтерпретації. Вплив концепції сталого розвитку на зміну пріоритетів у технологіях. Місце екотехнологій у парадигмі сучасної науки та інженерії

**Тема 2. Системний підхід до екотехнологій: структура, компоненти, принципи функціонування.** Основи системного аналізу в екології та технологіях. Поняття природно-технічної системи (ПТС). Компоненти ПТС: природне середовище, технічні елементи, соціальні аспекти. Принципи функціонування: цілісність, фідбек, саморегуляція, адаптивність. Приклади застосування системного підходу у проектуванні екотехнологій

**Тема 3. Класифікація та типологія екотехнологій: за джерелом енергії, сферою застосування та впливом на довкілля.** Ознаки класифікації екотехнологій: за типом енергії (сонячна, біоенергетика, геотермальна тощо); за середовищем дії (повітря, вода, ґрунт, відходи); за галузями (агроекотехнології, будівництво, енергетика, урбаністика). Екотехнології запобігання, мінімізації, переробки та відновлення. Високо-, середньо- і низькотехнологічні рішення: порівняння підходів. Приклади з міжнародної практики

**Тема 4. Матеріально-енергетичні потоки у природно-технічних системах.** Основи енергетичного балансу: закони збереження енергії та маси. Потоки речовин і енергії між компонентами ПТС. Поняття ексергії, когорентності та енергоємності процесів. Аналіз ефективності потоків: втрати, рециркуляція, замкнені цикли. Використання програмного моделювання (наприклад, STAN, Umberto)

**Тема 5. Біотехнологічні методи у екологічних інженерних рішеннях.** Біотехнології в очищенні води, ґрунтів, повітря. Анаеробні та аеробні процеси: мікробні спільноти та умови ефективності. Біофільтри, біореактори, фітореMediaція, мікоризація. Екоферментація, біогаз, компостування. Порівняння з традиційними технологіями: ефективність, вартість, стабільність

**Тема 6. Ресурсоефективність та циркулярна економіка як основа екотехнологічних рішень.** Поняття «ресурсоефективність» і «нульові втрати» (zero waste). Принципи циркулярної економіки: повторне використання, відновлення, upcycling. Індустріальний симбіоз і екоінновації у виробничих системах. Екодизайн та оцінка повного життєвого циклу продукції. Роль екотехнологій у реалізації стратегії Green Deal (ЄС)

**Тема 7. Оцінка екологічної ефективності екотехнологій: методи, індикатори, життєвий цикл (LCA).** Основи оцінювання ефективності: екологічні, економічні та соціальні критерії. Методологія оцінки життєвого циклу (LCA): етапи, дані, приклади. Індикатори: карбоновий слід, водний слід, екологічна вартість, екологічний ризик. Моделювання впливу на довкілля (SimaPro, OpenLCA). Критерії прийняття рішень на основі LCA.

**Тема 8. Екологічна безпека і мінімізація ризиків у проєктуванні екотехнологій.** Визначення поняття «екологічна безпека» в контексті технологій. Ідентифікація ризиків: природні, техногенні, біологічні. Принципи попередження та зменшення впливу (precautionary principle). Інструменти управління ризиками: матриці, сценарії, екологічний аудит. Врахування ризиків при впровадженні екотехнологій у промисловість.

**Тема 9. Екологічні стандарти та нормативи у сфері екотехнологій.** Огляд міжнародних стандартів (ISO 14000, EMAS, BAT). Вітчизняні екологічні нормативи щодо викидів, скидів, використання ресурсів. Екологічна сертифікація продукції та підприємств. Роль державної екологічної експертизи в регулюванні впровадження технологій. Етичні та правові аспекти дотримання норм.

**Тема 10. Інновації та трансфер технологій у сфері екотехнологій.** Тренди сучасних екотехнологій: Smart green tech, clean tech, есо-robotics. Механізми трансферу технологій: ліцензування, науково-технічне співробітництво, стартапи. Роль університетів, наукових парків, бізнес-інкубаторів. Бар'єри для впровадження інновацій: економічні, правові, ментальні. Приклади реалізованих інновацій в Україні та світі

## 6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Форма навчання: очна/заочна					
	Усього	у тому числі				
лекції		практичні (семінарські)	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота	
1	2	3	4	5	6	7
<b>3-й семестр</b>						
<b>Модуль 1.</b>						
<b>Тема 1.</b> Еволюція екотехнологічного мислення: від природокористування до сталого розвитку.	10	2/1	2/0	-	-	6/9
<b>Тема 2.</b> Системний підхід до екотехнологій: структура, компоненти, принципи функціонування.	10	2/1	2/0	-	-	6/9
<b>Тема 3.</b> Класифікація та типологія екотехнологій: за джерелом енергії, сферою застосування та впливом на довкілля.	10	2/1	2/0	-	-	6/9
<b>Тема 4.</b> Матеріально-енергетичні потоки у природно-технічних системах.	10	2/1	2/1	-	-	6/8
<b>Тема 5.</b> Біотехнологічні методи у екологічних інженерних рішеннях.	10	2/1	2/0	-	-	6/9
<b>Тема 6.</b> Ресурсоефективність та циркулярна економіка як основа екотехнологічних рішень.	10	2/1	2/1	-	-	6/8
<b>Тема 7.</b> Оцінка екологічної ефективності екотехнологій: методи, індикатори, життєвий цикл (LCA).	10	2/0,5	2/0	-	-	6/9,5
<b>Тема 8.</b> Екологічна безпека і мінімізація ризиків у проєктуванні екотехнологій.	10	2/0,5	2/0	-	-	6/9,5

<b>Тема 9.</b> Екологічні стандарти та нормативи у сфері екотехнологій.	5	1/0,5	1/0	-	-	3/4,5
<b>Тема 10.</b> Інновації та трансфер технологій у сфері екотехнологій.	5	1/0,5	1/0			3/4,5
<i>Разом за модуль</i>	<b>90</b>	<b>18/8</b>	<b>18/2</b>	-	-	<b>54/80</b>
<b>Разом за семестр</b>	<b>90</b>	<b>18/8</b>	<b>18/2</b>	-	-	<b>54/80</b>

### 6.3. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість Годин	
		денна	заочна
1	Аналіз трансформації підходів до природокористування та зародження екотехнологій. Робота з джерелами (наукові публікації, міжнародні звіти). Складання хронології еволюції екотехнологічного мислення. Порівняння традиційного та сталого підходів до ресурсів.	2	-
2	Побудова структурної схеми природно-технічної системи (ПТС) на прикладі реального об'єкта. Визначення вхідних/вихідних потоків, підсистем, зворотних зв'язків. Аналіз взаємозв'язків між компонентами. Презентація моделей.	2	-
3	Класифікація екотехнологій за обраними критеріями (енергія, сфера, вплив). Робота в групах: приклади з реальних проєктів (очищення води, переробка відходів, аграрні технології). Побудова таблиці класифікації з короткими описами.	2	-
4	Моделювання матеріально-енергетичних потоків у локальній системі (підприємство, громада, установка). Робота з умовними або реальними даними. Побудова спрощеної моделі балансу речовин/енергії. Розрахунок коефіцієнтів ефективності.	2	1
5	Порівняльний аналіз традиційних та біотехнологічних рішень для очищення стічних вод. Пошук прикладів реалізації. Оцінка витрат, ефективності, екологічної безпеки. Формування рекомендацій для вибору технології.	2	-
6	Розробка концепції ресурсоефективного об'єкта (побутового чи промислового). Визначення способів мінімізації відходів, водото- та енергоспоживання. Побудова схеми циркулярного циклу матеріалів.	2	1
7	Проведення базової оцінки життєвого циклу (LCA) обраного продукту або технології. Визначення меж системи, стадій виробництва, споживання, утилізації. Пошук екологічно вразливих етапів.	2	-
8	Оцінка екологічних ризиків при впровадженні умовної екотехнології. Побудова матриці ризиків. Ідентифікація потенційних негативних наслідків. Пропозиції з управління ризиками.	2	-
9	Аналіз міжнародних стандартів та нормативів, які регулюють впровадження екотехнологій. Робота з ISO 14001, EMAS, національними актами. Складання порівняльної таблиці вимог. Визначення можливих обмежень та бар'єрів.	2	-
<b>Разом</b>		<b>18</b>	<b>2</b>

#### 6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Порівняльний аналіз національних стратегій екотехнологічного розвитку в країнах ЄС та Україні. Вивчення державних програм, пріоритетів, фінансування, бар'єрів впровадження екотехнологій.	6	9
2	Роль екотехнологій у досягненні Цілей сталого розвитку (SDGs): міжгалузеві зв'язки та індикатори ефективності. Виявлення, які технології безпосередньо сприяють досягненню конкретних SDG (наприклад, водне господарство, енергоефективність).	6	9
3	Аналіз впровадження екотехнологій у містах: концепції "розумного міста", урбаністичні рішення, екологічна мобільність. Приклади з країн Європи, України, Азії. Переваги і виклики «зеленого» урбанізму.	6	9
4	Огляд екологічного підприємництва: бізнес-моделі, стартапи, екосоціальні ініціативи. Вивчення прикладів бізнесів, заснованих на принципах екодизайну, замкнутих циклів, ресурсозбереження.	6	9
5	Екотехнології у відновленні постіндустріальних ландшафтів і деградованих територій. ФітореMediaція, екоінженерія, екопарки на місці шахт, кар'єрів, полігонів.	6	9
6	Етичні дилеми в екотехнологічному проєктуванні: баланс між технологічною ефективністю та екологічною доцільністю. Приклади спірних практик: генно-модифіковані рішення, масштабне втручання у природні екосистеми.	6	9
7	Оцінка життєвого циклу цифрових технологій та "зеленої" цифровізації. Енергоспоживання, утилізація електроніки, концепція "Green IT".	6	9
8	Громадська участь у прийнятті рішень щодо впровадження екотехнологій: інструменти, приклади, ефективність. Партисипативне планування, консультації, приклади локальних конфліктів та успішного співуправління.	6	9
9	Перспективи впровадження біомімікрії в екотехнологічних рішеннях. Біоінспіровані технології, які імітують процеси в природі (архітектура, матеріалознавство, водозбір тощо).	6	8
	<b>Разом</b>	<b>54</b>	<b>80</b>

#### 7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА

**Технічні засоби:** мультимедійний проектор.

**Програмне забезпечення:** ліцензійне або відкриття програмне забезпечення для ГІС та обробки екологічних даних: QGIS, Google Earth Pro, CO2 Calculator, Ecological Footprint Calculator (онлайн); STAN (SubSTance flow ANalysis) або Umberto – Програми для побудови моделей матеріально-енергетичних потоків у системах.

**Доступ до електронних бібліотек і баз даних:** – Scopus, ScienceDirect, Google Scholar, SpringerLink – для самостійного опрацювання літератури, стандартів, кейсів.

## 8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

### Основна література

1. О.Л. Кляченко, М.Д. Мельничук, Т.В. Іванова. Екологічні біотехнології: теорія і практика.: Навчальний посібник. – Вінниця, ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. –254 с.
2. Екологічна біотехнологія. Навчальний посібник для студентів спеціальності біотехнологія. / Гуляєв В.М., Волошин М.Д. - Дніпропетровськ: 2006. – 126 с.
3. Ігнатюк О. А. Основні екологічні принципи та концепції: Навч. посіб. – К.: ВПІ ВПК «Політехніка», 2006. – 268 с.
4. Комягина В.М. Екологія і промисловість / В.М. Комягина // М., Наука, 2004.
5. Сучасні екологічно чисті технології: Курс лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня доктора філософії спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В.М. Павленко, В.Ю. Тобілко, А.І. Бондарєва. – Електронні текстові дані (1 файл: 0,945 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 78 с.
6. Глух О. С., Симканич О. І., Сухарев С.М. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни Екологічні аспекти хімічної технології для студентів Навчально-наукового інституту хімії та екології, спеціальностей 101 Екологія, 014.06 Середня освіта. Хімія. – Ужгород: Вид-во “Говерла”, 2024. – 61 с.
7. Методичні вказівки до самостійної роботи студентів з навчальної дисципліни «Екологічна експертиза» для студентів III курсу спеціальності 101 – Екологія // Галла-Бобик С.В., Глух О.С. – Ужгород: ФОП Гештен В.О., 2024. – 32 с.

### Допоміжна література

1. Ресурсоефективне та чисте виробництво: навчальний посібник. Проект в рамках програми «Екологізація економіки в країнах Східного партнерства Європейського Союзу» за підтримки ООН з промислового розвитку ЮНІДО та Центру ресурсоефективного та чистого виробництва в Україні, 2017. 84 с. URL: <https://cutt.ly/HRdtW3I>
2. Довідник з ресурсоефективного та чистого виробництва: галузь будівельних матеріалів. Проект в рамках програми «Екологізація економіки в країнах Східного партнерства Європейського Союзу» за підтримки ООН з промислового розвитку ЮНІДО та Центру ресурсоефективного та чистого виробництва в Україні, 2017. 108 с. URL: <https://cutt.ly/xRdtTT6>
3. Екологічна безпека технологічних процесів у галузі: Курс лекцій: Павленко В.М., Тобілко В.Ю. (уклад.). Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 145 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41512>
4. William J. Mitsch, James G. Gosselink – *Ecological Engineering: An Introduction to Ecotechnology* (Wiley-Interscience, 2000)
5. Olivier Jolliet et al. – *Environmental Life Cycle Assessment* (CRC Press, 2015).
6. O.I. Symkanych, N.I. Svatiuk, V.T. Maslyuk, K.L. Krch, O.T. Devinyak, M.Yu. Tokar, S.S. Milyovich, O.S. Glukh Radiation mapping of the Borzhava river areas, Tisza basin: peculiarities of radionuclide distribution and organisational and managerial support of mountainous territories. *Problems of Atomic Science and Technology*. 2024. №3(151), P. 148-155 (Q3). DOI: <https://doi.org/10.46813/2024-151-148>

### Інформаційні ресурси в мережі Інтернет

Аналітичні звіти про стан довкілля, ресурси для LCA, циркулярної економіки:

**European Environment Agency (EEA)** – <https://www.eea.europa.eu>

Глобальні звіти, платформи екотехнологій, екологічні політики ООН:

**UN Environment Programme (UNEP)** – <https://www.unep.org>

Бібліотека екологічних баз даних для моделювання LCA (у тому числі ecoinvent, Agribalyse):

**OpenLCA Nexus** – <https://nexus.openlca.org>

Моделювання життєвого циклу технологій (LCA) — для оцінки екологічної ефективності:

**SimaPro / OpenLCA** – <https://www.simapro.com> / <https://www.openlca.org>

**Результати перегляду  
робочої програми навчальної дисципліни**

Робоча програма перезатверджена на 20\_\_\_ / 20\_\_\_ н.р. без змін; зі змінами (Додаток \_\_\_).  
(потрібне підкреслити)

протокол № \_\_\_ від « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_ р. Завідувач кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20\_\_\_ / 20\_\_\_ н.р. без змін; зі змінами (Додаток \_\_\_).  
(потрібне підкреслити)

протокол № \_\_\_ від « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_ р. Завідувач кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20\_\_\_ / 20\_\_\_ н.р. без змін; зі змінами (Додаток \_\_\_).  
(потрібне підкреслити)

протокол № \_\_\_ від « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_ р. Завідувач кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20\_\_\_ / 20\_\_\_ н.р. без змін; зі змінами (Додаток \_\_\_).  
(потрібне підкреслити)

протокол № \_\_\_ від « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_ р. Завідувач кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис) (Прізвище ініціали)