

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет водного господарства  
та природокористування  
Кафедра екології, технології захисту навколишнього середовища та  
лісового господарства

**05-02-505M**

### **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

для виконання практичних завдань та самостійної роботи  
з навчальної дисципліни  
*«Стійкі органічні забруднювачі в агросфері»*  
для здобувачів вищої освіти третього (pHD) рівня  
за освітньо-науковою програмою «Екологія» спеціальності  
101 «Екологія» галузі знань 10 «Природничі науки»  
денної і заочної форм навчання

Рекомендовано  
науково-методичною радою з якості  
ННІ агроєкології та землеустрою  
Протокол № 11 від 28.01.2025 р.

Методичні вказівки для виконання практичних завдань та самостійної роботи з навчальної дисципліни «*Стійкі органічні забруднювачі в агросфері*» для здобувачів вищої освіти третього (pHd) рівня за освітньо-науковою програмою «Екологія» спеціальності 101 «Екологія» галузі знань 10 «Природничі науки» денної і заочної форм навчання. [Електронне видання] / Бедункова О. О. – Рівне : НУВГП, 2025. – 24 с.

Укладач: Бедункова О. О., доктор біологічних наук, професор, професор кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства.

Відповідальний за випуск: Клименко М. О., доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства.

Керівник групи забезпечення спеціальності 101 «Екологія»

Бедункова О. О.

© О. О. Бедункова, 2025  
© Національний університет водного господарства та природокористування, 2025

## ЗМІСТ

Передмова .....	3
Практична робота №1 .....	5
Практична робота №2 .....	6
Практична робота №3 .....	8
Практична робота №4 .....	10
Практична робота №5 .....	12
Практична робота №6 .....	14
Практична робота №7 .....	16
Приклади тестових завдань .....	18
Рекомендована література .....	23

### Передмова

У сучасних умовах розвитку екологічних наук важливою складовою підготовки фахівців є вміння використовувати сучасні технології та методи дослідження, зокрема в галузі екології та охорони навколишнього середовища. Для аспірантів, що спеціалізуються в галузі екології, виконання практичних робіт на симуляторах на платформі Labster є важливим етапом навчання, оскільки дозволяє не лише здобути глибокі теоретичні знання, але й розвинути практичні навички в аналізі та моделюванні екологічних процесів.

Тематика симуляторів, що пропонується в межах курсу «Стійкі органічні забруднювачі в агросфері», охоплює основні аспекти екології та сталого управління природними ресурсами, такі як: вуглецевий цикл, азотний цикл, евтрофікація, очищення стічних вод та ін. Вони сприяють розумінню та вивченню складних екологічних процесів, таких як вплив добрив на навколишнє середовище, процеси очищення води, а також вплив сільськогосподарської діяльності на екосистеми.

Навички, які аспіранти розвивають, виконуючи ці практичні роботи, включають:

- моделювання екологічних процесів, що дає можливість зрозуміти динаміку змін в екосистемах та оцінити ефективність різних методів управління природними ресурсами.

- аналіз екологічних проблем через дослідження впливу антропогенних факторів, таких як забруднення води, використання добрив і сільськогосподарських відходів.

- розвиток критичного мислення, що дозволяє аспірантам оцінювати екологічні процеси та розробляти ефективні стратегії для вирішення екологічних проблем.

- оволодіння сучасними інструментами для екологічного моніторингу, які необхідні для проведення наукових досліджень, участі в проєктах національних і міжнародних грантів.

Оцінка рівня оволодіння матеріалом базуватиметься на критеріях точності і коректності виконання симуляцій; здатності аналізувати результати симуляцій, робити висновки та пропонувати можливі стратегії для вирішення екологічних проблем.

У процесі вивчення курсу, при самостійній роботі, можна використовувати такі додаткові ресурси, як: наукові статті з актуальних питань екології, екологічного менеджменту та сталого розвитку; інтерактивні онлайн-курси та відеоуроки з моделей екологічних процесів; вебінари та конференції з екологічної тематики, на яких аспіранти можуть обмінюватися досвідом та отримувати нові знання з актуальних питань охорони довкілля тощо.

У методичних вказівках наведено приклади тестових запитань, що охоплюють основні лекційні аспекти курсу, такі як: джерела та типи стійких органічних забруднювачів, їх вплив на навколишнє середовище та здоров'я людини; міжнародні угоди та стратегії боротьби з ними; технології моніторингу і знешкодження забруднювачів.

Ці приклади допоможуть перевірити знання щодо основних теоретичних аспектів екології СОЗ, а також підготуватися до передбачених контрольних заходів.

## Практична робота №1

**Тема:** Атоми та ізотопи: основні принципи будови

**Мета роботи:** ознайомитись з основами атомної структури, ізотопами та їх властивостями; з'ясувати значення атомних теорій та принципів для розуміння хімічних процесів, включаючи поведінку стійких органічних забруднювачів у агросфері.

**Обладнання:** комп'ютери або інші пристрої з доступом до платформи LABSTER; інтернет для доступу до симулятора та навчальних матеріалів; симулятор Atomic Structure (Principles): Atoms and Isotopes на платформі LABSTER.

### **Питання для самопідготовки:**

1. Основні поняття атомної структури: атоми, елементарні частинки (протони, нейтрони, електрони).
2. Важливість ізотопів для хімічних реакцій і фізичних властивостей.
3. Значення іотопів для досліджень екологічних процесів (як приклад – використання ізотопів для визначення часу перебування забруднювачів у навколишньому середовищі).

### **Хід виконання практичної роботи:**

1. Увійдіть до платформи LABSTER і виберіть симулятор «Atomic Structure (Principles): Atoms and Isotopes» (Code: AT1).
2. Ознайомтеся з інтерфейсом симулятора (основні кнопки, інструменти та налаштування) та з інструкціями до роботи, що включають в себе кроки для виконання симуляцій.
3. Розгляньте склад атома, включаючи протони, нейтрони, електрони.
4. Спостерігайте за рухом електронів на різних енергетичних рівнях.
5. Зрозумійте, як зміни в кількості протонів, нейтронів та електронів впливають на властивості елемента.
6. Виконайте моделювання атомів з різними кількостями нейтронів для того, щоб побачити, як це змінює масу атома.

7. З'ясуйте, як ізотопи того ж елемента можуть мати різні властивості (стабільність, радіоактивність).
8. Вивчіть роль ізотопів у навколишньому середовищі, включаючи їх використання для дослідження забруднення агросфери.
9. Виконайте симуляцію хімічних реакцій, що ілюструють, як атоми та ізотопи взаємодіють під час хімічних процесів.
10. Поясніть, чому знання атомної структури та ізотопів необхідне для досліджень стійких органічних забруднювачів у сільському господарстві (наприклад, для визначення джерел забруднення через аналіз ізотопів).
11. Зробіть висновки про важливість атомної теорії для розуміння процесів, що відбуваються в агросфері.

***Питання для самоконтролю:***

1. Що таке ізотопи і чим вони відрізняються від звичайних атомів?
2. Як атомна структура визначає хімічну поведінку елементів?
3. Яке значення має використання ізотопів для дослідження забруднення в агросфері?
4. Як зміна в кількості нейтронів може вплинути на стабільність атома?
5. Які практичні застосування атомної структури ви бачите у дослідженнях стійких органічних забруднювачів?

## **Практична робота №2**

***Тема:*** Загальні особливості будови органічних сполук

***Мета роботи:*** ознайомитись з основами органічної хімії, визначенням органічних сполук та їх основними характеристиками; ознайомитись з основними класами органічних сполук та їх властивостями; з'ясувати значення органічних сполук у природних і промислових процесах, зокрема в контексті забруднення навколишнього середовища.

**Обладнання:** комп'ютери або інші пристрої з доступом до платформи LABSTER; інтернет для доступу до симулятора та навчальних матеріалів.

***Питання для самопідготовки:***

1. Визначення органічних сполук: вуглецеві сполуки, які зазвичай містять водень, кисень, азот та інші елементи.
2. Огляд основних класів органічних сполук: вуглеводні (алкани, алкени, алкіни), спирти, кислоти, аміни, кетони тощо.
3. Ознайомлення з важливістю органічних сполук для екології та здоров'я людини, зокрема в контексті стійких органічних забруднювачів.

***Хід виконання практичної роботи:***

1. Увійдіть до платформи LABSTER і виберіть симулятор «Organic Chemistry Introduction: Learn about organic compounds» (Code: COC).
2. Ознайомтеся з інструкціями до роботи, які включають у себе кроки для виконання симуляцій.
3. Вивчіть загальні властивості, схеми реакцій та використання в різних галузях органічних сполук.
4. Повторіть інформацію щодо структури молекул органічних сполук: типи зв'язків, ізомерія, функціональні групи.
5. Виконайте моделювання молекул різних органічних сполук, змінюючи їх структуру та компоненти.
6. Спостерігайте за реакціями між органічними сполуками, вивчаючи механізм реакцій.
7. З'ясуйте роль органічних сполук у забруднених водах, повітрі та ґрунтах.
8. Оцініть, як органічні сполуки можуть накопичуватися в екосистемах і як вони впливають на здоров'я людини.
9. Зробіть висновки про значення органічних сполук у природних процесах.
10. Обговоріть, як знання органічної хімії закінчуються дослідженнями стійких органічних забруднювачів (СОЗ) та їх впливу на навколишнє середовище.

11. Розгляньте можливості зменшення впливу органічних забруднювачів за допомогою хімічних і технологічних методів.

***Питання для самоконтролю:***

1. Що таке органічні сполуки і які елементи фактично з них складаються?
2. Які основні класи органічних сполук і які їхні властивості?
3. Як органічні сполуки можуть бути причиною забруднення навколишнього середовища?
4. Чому органічні сполуки мають значення в агросфері і як вони впливають на сільське господарство?
5. Як можна мінімізувати вплив органічних забруднювачів на навколишнє середовище?

### **Практична робота №3**

***Тема:*** Вуглецевий цикл. Зменшення викидів вуглецю

***Мета роботи:*** ознайомитись з основами вуглецевого циклу в природі та його взаємозв'язками з атмосферними, біологічними та геохімічними процесами; розглянути вплив людської діяльності на вуглецевий цикл та способи зменшення викидів вуглецю в атмосферу; проаналізувати методи зменшення викидів вуглецю в агросфері, зокрема через оптимізацію сільськогосподарських практик.

***Обладнання:*** комп'ютери або інші пристрої з доступом до платформи LABSTER; інтернет для доступу до симулятора та навчальних матеріалів; симулятор «The Carbon Cycle: Reduce Carbon Emissions» на платформі Labster.

***Питання для самопідготовки:***

1. Визначення вуглецевого циклу: природний процес обміну вуглецю між атмосферою, біосферою, гідросферою та літосферою.
2. Огляд основних процесів вуглецевого циклу: фотосинтез, дихання, розпад органічних сполук, карбонатна геохімія.



3. Наслідки впливу людської діяльності на вуглецевий цикл, зокрема через викиди CO<sub>2</sub> від спалювання палива, сільськогосподарські практики та інші антропогенні фактори.

***Хід виконання практичної роботи:***

1. Увійдіть до платформи LABSTER і оберіть симулятор «The Carbon Cycle: Reduce Carbon Emissions» (Code: CYC).
2. Ознайомтеся з інтерфейсом симулятора (основні кнопки, інструменти та налаштування) та кроками, що необхідні для виконання симуляцій в межах роботи.
3. Повторіть основні етапи вуглецевого циклу: поглинання вуглецю рослинами, дихання тварин, виділення CO<sub>2</sub> в атмосферу та зберігання вуглецю в ґрунті.
4. Визначте роль різних екосистем (лісів, океанів, сільськогосподарських угідь) у підтримці балансу вуглецю.
5. Змодельуйте вплив антропогенних факторів на вуглецевий цикл, таких як спалювання викопних видів палива, землеробство, вирубка лісів.
6. Спостерігайте за змінами в рівнях вуглецю в атмосфері, ґрунті та океанах через введення різних сценаріїв діяльності людини.
7. Ознайомтеся із різними стратегіями зменшення викидів вуглецю, такими як використання відновлюваних джерел енергії, покращення сільськогосподарських практик (наприклад, збереження ґрунту, агролісництво), зменшення споживання викопних видів палива.
8. Спостерігайте за змінами в рівнях CO<sub>2</sub> в атмосфері та впливом цих методів на вуглецевий цикл.
9. Оцініть, як різні методи сільськогосподарської діяльності (органічне землеробство, агролісництво, зміни в обробці ґрунту) можуть допомогти зменшити викиди вуглецю.
10. Зробіть висновки щодо ефективності різних підходів до зменшення викидів вуглецю та їх впливу на вуглецевий баланс в агросфері.
11. Обговоріть, як отримані знання можна використовувати для розробки екологічно стійких сільськогосподарських практик.

### ***Питання для самоконтролю:***

1. Які основні процеси складають вуглецевий цикл і як вони взаємодіють?
2. Як людська діяльність впливає на вуглецевий цикл?
3. Які методи зменшення викидів вуглецю є найбільш ефективними у сільському господарстві?
4. Як змінюється рівень CO<sub>2</sub> в атмосфері при застосуванні різних методів зменшення викидів вуглецю?
5. Чому важливо зберігати баланс вуглецю в природі і як це пов'язано зі змінами клімату?

## **Практична робота №4**

**Тема:** Кругообіг азоту: збалансуйте потреби в продуктах харчування та екологічні проблеми

**Мета роботи:** ознайомитись з основами азотного циклу та його важливістю для агросфери і навколишнього середовища; оозглянути вплив сільськогосподарських практик на азотний цикл та зв'язок між вимогами до виробництва їжі та впливом на навколишнє середовище; оцінити методи оптимізації використання азоту в сільському господарстві для досягнення балансу між збільшенням врожаїв і зменшенням негативного впливу на екосистеми.

**Обладнання:** комп'ютери або інші пристрої з доступом до платформи Labster; інтернет для доступу до симулятора та навчальних матеріалів; симулятор «The Nitrogen Cycle: Balance Food Demands and Environmental Concerns Emissions» на платформі Labster.

### ***Питання для самопідготовки:***

1. Природні процеси, що включають фіксацію азоту, нітрифікацію, амоніфікацію, денітрифікацію, а також роль азоту в екосистемах.

2. Зв'язок між використанням азотних добрив в агросфері та проблемами екологічного забруднення (наприклад, забруднення води, викиди парникових газів).
3. Методи оптимізації використання азоту в сільському господарстві, щоб зменшити його негативний вплив на навколишнє середовище.

***Хід виконання практичної роботи:***

1. Увійдіть до платформи LABSTER і оберіть симулятор «The Nitrogen Cycle: Balance Food Demands and Environmental Concerns Emissions» Code: CYN.
2. Ознайомтеся з інтерфейсом симулятора (основні кнопки, інструменти та налаштування) та кроками, що необхідні для виконання симуляцій в межах роботи.
3. Ознайомтеся з інформацією про природні процеси азотного циклу: фіксація азоту, нітрифікація, амоніфікація, денітрифікація, та їх взаємодія.
4. Змоделюйте вплив різних сільськогосподарських практик, таких як застосування азотних добрив, вирощування монокультур, зміна способів обробки ґрунту.
5. Спостерігайте за змінами в азотному циклі та визначте, як ці практики впливають на рівень забруднення води та викидів парникових газів (наприклад, закиснення ґрунтів, викиди закису азоту).
6. Дослідіть можливості оптимізації застосування азотних добрив для досягнення високих урожаїв з мінімальними екологічними наслідками.
7. Розгляньте методи точного землеробства, такі як контроль за дозуванням добрив, впровадження агролісництва та використання органічних добрив.
8. Змоделюйте різні сценарії балансу між вимогами до збільшення виробництва їжі та зменшення впливу на навколишнє середовище.
9. Оцініть ефективність кожного з підходів та визначити оптимальні стратегії для досягнення стійкого розвитку сільського господарства.

10. Зробіть висновки щодо ефективності різних методів оптимізації використання азоту та їх впливу на екологічні аспекти.

***Питання для самоконтролю:***

1. Які основні етапи азотного циклу та як вони взаємодіють?
2. Як антропогенні фактори, зокрема застосування азотних добрив, впливають на азотний цикл?
3. Які методи можна застосувати для зменшення впливу азотних добрив на навколишнє середовище?
4. Як оптимізувати використання азоту в сільському господарстві для досягнення балансу між підвищенням врожайності та екологічними вимогами?
5. Чому важливо враховувати екологічні наслідки застосування азотних добрив і як це пов'язано з глобальними екологічними проблемами?

## **Практична робота №5**

***Тема:*** Динаміка екосистем: оцінка впливу добрив на кругообіг фосфору

***Мета роботи:*** ознайомитись з основами фосфорного циклу в екосистемах та його важливістю для росту рослин і функціонування екосистем; дослідити вплив використання добрив на фосфорний цикл, зокрема вплив надлишку фосфору на навколишнє середовище; оцінити методи зменшення негативних наслідків використання фосфорних добрив для забезпечення сталого розвитку агросфери.

***Обладнання:*** комп'ютери або інші пристрої з доступом до платформи LABSTER; інтернет для доступу до симулятора та навчальних матеріалів; симулятор «Ecosystem Dynamics: Assess the Effect of Fertilizers on the Phosphorus Cycle» на платформі LABSTER.

### ***Питання для самопідготовки:***

1. Природні процеси, що включають мінералізацію фосфору, поглинання його рослинами, вивільнення через розпад органічних матеріалів, а також роль фосфору у зростанні рослин.
2. Природні та антропогенні джерела фосфору в екосистемах та його роль у сільському господарстві.
3. Розгляд впливу надлишку фосфору, зокрема через використання фосфорних добрив, на екосистеми, включаючи евтрофікацію водних об'єктів та забруднення ґрунтів.

### ***Хід виконання практичної роботи:***

1. Увійдіть до платформи LABSTER і оберіть симулятор «Ecosystem Dynamics: Assess the Effect of Fertilizers on the Phosphorus Cycle» (Code: ECD).
2. Ознайомтеся з інтерфейсом симулятора (основні кнопки, інструменти та налаштування).
3. Пояснення кроків, необхідних для виконання симуляцій в межах роботи та кроками, що необхідні для виконання симуляцій в межах роботи.
4. Ознайомтеся з процесами фосфорного циклу в екосистемах, такими як мінералізація фосфору, його поглинання рослинами і його рух через екосистеми.
5. Розгляньте джерела фосфору в природі та роль цього елемента для здоров'я ґрунту і рослин.
6. Змодельуйте вплив надмірного використання фосфорних добрив на фосфорний цикл в екосистемах.
7. Спостерігайте за змінами концентрацій фосфору в ґрунті, водних системах і рослинах при застосуванні різних доз фосфорних добрив.
8. Спостерігати за змінюванням складу флори і фауни в екосистемах при високих концентраціях фосфору.
9. Оцініть різні стратегії використання фосфорних добрив для мінімізації екологічних наслідків, таких як точне землеробство, використання органічних добрив, змішування добрив з іншими мінералами для зменшення їх впливу на водні ресурси.

10. Змодельуйте стратегії, які допомагають зберегти баланс фосфору в екосистемах, зокрема через покращення методів землеробства та управління добривами.
11. Зробіть висновки щодо ефективності різних методів зменшення негативного впливу фосфору на навколишнє середовище.
12. Обговоріть, як отримані знання можуть бути використані для оптимізації сільськогосподарських практик і зменшення впливу на екосистеми.

### ***Питання для самоконтролю:***

1. Як фосфор потрапляє в екосистеми і яку роль він відіграє в розвитку рослин?
2. Як надлишок фосфору впливає на водні екосистеми і що таке евтрофікація?
3. Які сільськогосподарські практики можуть допомогти зменшити вплив фосфорних добрив на навколишнє середовище?
4. Які наслідки можуть виникнути в екосистемах при неправильному застосуванні фосфорних добрив?
5. Як оптимізувати використання фосфорних добрив для досягнення високих врожаїв та зменшення екологічних наслідків?

## **Практична робота №6**

***Тема:*** Евтрофікація

***Мета роботи:*** ознайомитись з процесом евтрофікації, її основними причинами та наслідками для екосистем; дослідити вплив надлишку поживних речовин, зокрема азоту та фосфору, на водні екосистеми; оцінити способи запобігання та зменшення евтрофікації через зміну сільськогосподарських практик та управління водними ресурсами.

***Обладнання:*** комп'ютери або інші пристрої з доступом до платформи LABSTER; інтернет для доступу до симулятора та

навчальних матеріалів; Симулятор «Eutrophication» на платформі LABSTER.

***Питання для самопідготовки:***

1. Визначення евтрофікації: процес надмірного збагачення водойм поживними речовинами (зокрема, азотом і фосфором), що спричиняє надмірний ріст водоростей.
2. Причини евтрофікації: надмірне використання добрив, стічні води, сільське господарство, зниження природного очищення води.
3. Наслідки евтрофікації для водних екосистем: зниження рівня кисню, змінення складу флори і фауни, утворення «мертвих зон».
4. Методи боротьби з евтрофікацією, такі як зменшення викидів поживних речовин, використання природних фільтрів і технологій очищення води.

***Хід виконання практичної роботи:***

1. Увійдіть до платформи LABSTER і оберіть симулятор «Eutrophication» (Code: EUT).
2. Ознайомтеся з процесами, що відбуваються під час евтрофікації, такими як ріст водоростей, зниження рівня кисню у воді, зміни у складі флори та фауни.
3. Визначте джерела надлишку поживних речовин у водоймах: сільськогосподарські добрива, стічні води, ерозія ґрунтів.
4. Спостерігайте за результатами моделювання різних рівнів забруднення водойм та їх вплив на рівень кисню та біорізноманіття.
5. Дослідіть, як евтрофікація впливає на біоту водойм, включаючи рибу, водорості, інші організми.
6. Спостерігайте утворення «мертвих зон» та зміну водних екосистем під впливом евтрофікації.
7. Оцініть методи зменшення евтрофікації, такі як зменшення використання азотних та фосфорних добрив, фільтрація стічних вод, використання природних систем очищення.
8. Змодельуйте стратегії управління водними ресурсами, які допомагають зберегти баланс поживних речовин у водоймах.

9. Зробіть висновки щодо ефективності різних методів боротьби з евтрофікацією і їх впливу на водні екосистеми.
10. Обговоріть, як отримані знання можуть бути використані для розробки сталих сільськогосподарських практик та стратегій управління водними ресурсами.

***Питання для самоконтролю:***

1. Що таке евтрофікація і які основні причини її виникнення?
2. Як надлишок поживних речовин у воді впливає на екосистеми?
3. Які наслідки має евтрофікація для водних організмів і загальної екосистеми?
4. Як можна зменшити вплив евтрофікації на водні ресурси?
5. Які методи можуть бути застосовані в сільському господарстві для запобігання евтрофікації?

## **Практична робота №7**

***Тема:*** Очищення стічних вод

***Мета роботи:*** ознайомитись з процесами очистки стічних вод, їх значенням для захисту навколишнього середовища та забезпечення сталого розвитку; дослідити технології очищення води від забруднень, включаючи фізичні, хімічні та біологічні методи; оцінити ефективність різних методів очищення стічних вод, зокрема в контексті зниження забруднення сільськогосподарськими відходами.

***Обладнання:*** комп'ютери або інші пристрої з доступом до платформи LABSTER; інтернет для доступу до симулятора та навчальних матеріалів; симулятор «Wastewater Treatment» на платформі Labster.

***Питання для самопідготовки:***

1. Визначення стічних вод і важливість їх очищення для збереження здоров'я людей і екосистем.



2. Основні етапи очищення стічних вод: механічне очищення, біологічне очищення, хімічне очищення та додаткові методи, такі як фільтрація та дезінфекція.
3. Технічні та екологічні аспекти очищення стічних вод, такі як використання хімічних реагентів, біологічних фільтрів, а також методів, що використовуються для зниження впливу забруднень на водні ресурси.

***Хід виконання практичної роботи:***

1. Увійдіть до платформи LABSTER і оберіть симулятор «Wastewater Treatment» (Code: WWT).
2. Ознайомтеся з інтерфейсом симулятора (основні кнопки, інструменти та налаштування).
3. Ознайомтеся з різними методами очищення стічних вод: фізичне очищення (фільтрація, осадження), хімічне очищення (використання хімічних реагентів для нейтралізації забруднювачів), біологічне очищення (за допомогою бактерій і мікроорганізмів).
4. Дослідіть принципи роботи біологічних фільтрів, аеробних і анаеробних процесів очищення, а також використання хімічних добавок для покращення якості води.
5. Змоделюйте процеси очищення стічних вод на різних етапах: первинне, вторинне та третинне очищення.
6. Спостерігайте за змінами в складі забруднювачів у воді на різних етапах очищення і оцініть ефективність кожного методу.
7. Оцініть ефективність фізичних, хімічних та біологічних методів очищення стічних вод у різних сценаріях забруднення.
8. Спостерігайте за тим, як застосування різних комбінацій методів дозволяє досягти оптимальних результатів очищення води, зокрема в контексті зменшення рівня органічних забруднювачів, бактерій і токсичних сполук.
9. Змоделюйте вплив сільськогосподарських відходів, таких як пестициди, гербіциди та добрива, на процеси очищення стічних вод.
10. Оцініть як ці забруднювачі можуть ускладнити очищення води і які методи можна застосувати для їх ефективного видалення.

11. Зробіть висновки про ефективність кожного методу очищення та їх здатність досягати необхідних стандартів якості води.
12. Обговоріть, як отримані знання можна використовувати для розробки та вдосконалення методів очищення стічних вод у реальних умовах.

***Питання для самоконтролю:***

1. Які основні методи очищення стічних вод використовуються у сучасних технологіях?
2. Як біологічне очищення води допомагає знижувати рівень органічних забруднювачів?
3. Які проблеми можуть виникати при очищенні води від сільськогосподарських забруднювачів і як їх вирішувати?
4. Як ефективно комбінувати різні методи очищення для досягнення високих стандартів якості води?
5. Які екологічні переваги мають сучасні методи очищення стічних вод для здоров'я водних екосистем?

**Приклади тестових завдань**

1. Що є прикладом стійкого органічного забруднювача?  
A) Метан  
B) Озон  
C) Вуглекислий газ  
D) *Пестициди*  
E) Окис азоту
2. Яке з наступних забруднювачів входить до списку Стокгольмської конвенції?  
A) *Поліхлоровані біфеніли*  
B) Амонійні сполуки  
C) Азотні добрива  
D) Природний газ  
E) Сірчисті сполуки

3. Яким чином СОЗ потрапляють до організмів?

- A) Лише через ґрунт
- B) Лише через повітря
- C) Лише через воду
- D) Лише через їжу
- E) Через біонакопичення

4. Що є основним наслідком накопичення стійких органічних забруднювачів в екосистемах?

- A) Зниження рівня кисню
- B) Зменшення температури
- C) Біонакопичення
- D) Збільшення водяного парникового ефекту
- E) Зростання біорізноманіття

5. Який з наступних ефектів може спричинити вплив стійких органічних забруднювачів на здоров'я людини?

- A) Ендокринні порушення
- B) Зниження імунітету
- C) Поліпшення зору
- D) Підвищення рівня тестостерону
- E) Покращення травлення

6. Який з наступних забруднювачів відомий як "пластиковий забруднювач" в екосистемах?

- A) Бісфенол А
- B) Поліхлоровані біфеніли
- C) Хлороформа
- D) Амінокислоти
- E) Вуглекислий газ

7. Що таке "мертві зони" в контексті евтрофікації?

- A) Води з низьким вмістом кисню
- B) Води з високим вмістом фосфору
- C) Води, забруднені пестицидами
- D) Води з високим вмістом органічних сполук
- E) Води з великим вмістом сульфатів

8. Яка організація активно працює над скороченням CO<sub>2</sub> через міжнародні угоди?

- A) ЮНЕП
- B) ООН
- C) ВООЗ
- D) *Стокгольмська конвенція*
- E) Міжнародний червоний хрест

9. Яка з наступних груп забруднювачів є важливою для оцінки ризиків при роботі з хімічними речовинами?

- A) Метали
- B) Радіоактивні матеріали
- C) Азотні добрива
- D) *ПАУ*
- E) Силікати

10. Яким чином CO<sub>2</sub> можуть потрапити в міські райони?

- A) *Через стічні води*
- B) Лише через забруднення ґрунту
- C) Через імпорт продукції
- D) Лише через хімічні заводи
- E) Лише через повітря

11. Що є основними джерелами стійких органічних забруднювачів (СОЗ) в навколишньому середовищі?

- A) *Пестициди*
- B) Сонячне випромінювання
- C) Природні процеси
- D) *Поліхлоровані біфеніли*
- E) Вископні види палива

12. Які з наступних забруднювачів входять до переліку Стокгольмської конвенції?

- A) Азотні добрива
- B) *Діоксини*
- C) *ДДТ*
- D) Вуглекислий газ

Е) Оксиди сірки

13. Як стійкі органічні забруднювачі впливають на біорізноманіття?

- А) Вони не мають впливу на біорізноманіття
- В) Вони можуть викликати мутації у видів
- С) Вони сприяють розвитку нових видів
- Д) Вони стимулюють ріст рослин
- Е) Вони можуть призвести до втрати біорізноманіття

14. Які з наступних ефектів можуть бути спричинені впливом стійких органічних забруднювачів на здоров'я людини?

- А) Покращення фізичної витривалості
- В) *Рак*
- С) Поліпшення функцій імунної системи
- Д) *Ендокринні порушення*
- Е) Виведення токсинів з організму

15. Які з наступних методів є ефективними для зменшення впливу СОЗ на екосистеми?

- А) *Зменшення використання хімічних пестицидів*
- В) *Покращення управління відходами*
- С) Використання більш ефективних добрив
- Д) Заборона на вирубку лісів
- Е) Збільшення використання пластикових упаковок

16. Яка основна проблема, пов'язана з стійкими органічними забруднювачами в Україні?

- А) *Висока концентрація непридатних пестицидів*
- В) *Забруднення водних ресурсів*
- С) Надмірне споживання води
- Д) Великий обсяг відходів пластмас
- Е) *Низька ефективність сільськогосподарських технологій*

17. Який із наступних забруднювачів є предметом дослідження Стокгольмської конвенції?

- А) Азотні добрива
- В) *ПХДФ*

- С) ПХБ
- Д) ПХДД
- Е) Оксиди сірки

18. Як називається найбільша екологічна проблема на території Вінницької області, згідно з договором, укладеним у 2012 році?

- А) Повітряне забруднення
- В) *Невизначені пестициди*
- С) *Спалювання відходів*
- Д) Зниження біорізноманіття
- Е) *Джуринський отрутомогильник*

19. Як здійснюється транспортування та знешкодження непридатних пестицидів в Україні?

- А) *Через перевезення в пластикових бочках*
- В) *Через залізничні контейнери*
- С) *Через автомобільні цистерни*
- Д) Використання поліетиленових мішків
- Е) Використання відкритих контейнерів

20. Яка з наступних хімічних сполук є найбільш токсичною серед ПХДД та ПХДФ?

- А) 2,3,3',4,4'-ПеХБ
- В) *1,2,3,7,8-ПеХДД*
- С) 1,2,3,6,7,8-ГеХДФ
- Д) 2,3,4,7,8-ПеХДФ
- Е) *2,3,7,8-ТХДД*

## Рекомендована література

1. Бровко І. С. Функціонування мікробіоти ґрунту за дії гербіцидів. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук (доктора філософії) за спеціальністю 03.00.16 екологія. Інститут агроекології і природокористування НААН України, Київ, 2017. 20 с.
2. Державні санітарні правила та норми (ДСанПіН) 8.8.1.2.3.4.-000-2001 «Допустимі дози, концентрації, кількості та рівні вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, воді водоймищ, ґрунті, URL: <http://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0137588-01>
3. Жеребко В. М. Фунгіциди, препарати для протруювання насіння. К. : Видав. центр НУБіП України, 2010. 60 с.
4. Закон України «Про об'єкти підвищеної небезпеки» від 18.01.2001 р. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2245-14#Text>
5. Закон України «Про пестициди та агрохімікати». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/86/95-%D0%B2%D1%80#Text>
6. Національний план виконання стокгольмської конвенції про стійкі органічні забруднювачі. URL: <http://govuadocs.com.ua/docs/index-19099998.html>
7. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. К. : Юнівест медіа, 2012. 447 с.
8. Петриченко В. Ф. Сільськогосподарська мікробіологія і збалансований розвиток агроєкосистем. Вісник аграрної науки. 2012. № 8. С. 5–11.
9. Про затвердження Методичних рекомендацій щодо визначення територій, що містять стійкі органічні забруднювачі. Наказ Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України № 668 від 12.10.2021. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0668926-21#Text>
10. Проект № GF/2732-03-4668. «Забезпечення заходів із розроблення Національного плану щодо впровадження у

- Україні Стокгольмської конвенції про стійкі органічні забруднювачі». Україна. Національний план використання Стокгольмської конвенції про стійкі органічні забруднювачі. Київ, 2006. 279 с.
11. Проект ГЕФ/ЮНІДО «Екологічно ефективне поводження та остаточне знешкодження поліхлорованих дифенілів (ПХД) в Україні». URL: <https://pcbs-ukraine.org/pkhd-v-ukraini>
  12. Секун М. П., Жеребко В. М., Лапа О. М., Ретьман С. В., Марютін Ф. М. Довідник із пестицидів. К. : Колообіг, 2007. 360 с.
  13. Стокгольмська конвенція про стійкі органічні забруднювачі. URL: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995\\_a07#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_a07#Text)
  14. Четвериков В.В., Коваль Ч.М., Россоха А.В., Бондар О.І. Інвентаризація поліхлорованих дифенілів в Україні. Методичний посібник, Херсон, Олді-Плюс, 2018, 51 с.
  15. Holoubek I., Dusek L., Sánka M., Hofman J., Cupr P., Jarkovský J., Zbírál J., Klánová J. Soil burdens of persistent organic pollutants – Their levels, fate and risk. Part I. Variation of concentration ranges according to different soil uses and locations. Environmental Pollution, 2009. Vol. 157, Issue: 12.P.3207–3217.
  16. Krauss M., Wilcke W. Persistent organic pollutants in soil density fractions: distribution and sorption strength. Chemosphere, 2005. Vol. 59, Issue: 10. P. 1507–1515.
  17. Li Z. Health risk characterization of maximum legal exposures for persistent organic pollutant (POP) pesticides in residential soil: An analysis. Journal of Environmental Management, 2017. Vol. 205, P.163–173.
  18. Ren X., Zeng G., Tang L., Wang, J., Wan J., Liu Y., Yu J., Yi H., Ye S., Deng R. Sorption, transport and biodegradation – An insight into bioavailability of persistent organic pollutants in soil. Science of The Total Environment, 2018. Vol. 610, P.1154–1163.
  19. UNEP. POPs: Regulatory Actions and Guedelines Concerning Persistent Organic Pollutants. Geneva, 1998. 267 p.