

Катков М. В., Петрук Р. В.
Юрченко А. І.



УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ МІСЦЬ ЗБЕРІГАННЯ НЕПРИДАТНИХ ПЕСТИЦИДІВ

Монографія



**Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет**

Катков М. В., Петрук Р. В., Юрченко А. І.

**Управління екологічною безпекою
місць зберігання непридатних пестицидів**

Монографія

Вінниця
ВНТУ
2025

УДК 502.55; 338:504.05
К29

Рекомендовано до видання Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 12 від 29.05.2025).

Рецензенти:

І. Г. Пацева, доктор технічних наук, професор, завідувач екології та природоохоронних технологій ДУ «Житомирська політехніка»;

І. М. Петрушка, доктор технічних наук, професор, зав. кафедри екологічної безпеки та природоохоронної діяльності Національного університету «Львівська політехніка».

Катков, М. В.

К29 Управління екологічною безпекою місць зберігання непридатних пестицидів: монографія [Електронний ресурс] / Катков М. В., Петрук Р. В., Юрченко А. І. – Вінниця : ВНТУ, 2025. – (PDF, 114 с.)

ISBN 978-617-8163-55-6

В монографії розглядаються особливості розв'язання важливого науково-прикладного завдання підвищення екологічної безпеки непридатних до подальшого використання складів пестицидів за рахунок використання сучасних методів впровадження природоохоронних технологій, що передбачають поводження з конструкціями та складовими складів у відповідності до міжнародних екологічних норм.

УДК 502.55; 338:504.05

ISBN 978-617-8163-55-6

© М. Катков, Р. Петрук, А. Юрченко, 2025

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК ТЕРМІНІВ І СКОРОЧЕНЬ	5
ВСТУП	6
Розділ 1. НОРМАТИВНО-ПРАВОВЕ РЕГУЛЮВАННЯ КОНТРОЛЮ ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН В ҐРУНТАХ	9
1.1 Нормативно-правове регулювання контролю пестицидів та агрохімікатів	10
1.2 Моніторинг стану складів	12
1.3 Державна політика щодо хімічної безпеки та зменшення негативного впливу небезпечних відходів і хімічних речовин.....	13
1.4 Огляд існуючих методів знезараження ґрунтів, забруднених залишками пестицидів.....	14
1.5 Проблема збереження непридатних до застосування пестицидів в Україні	25
1.6 Методи знешкодження ґрунтів, забруднених пестицидами, в зоні дислокації складів непридатних пестицидів	27
Література до розділу 1	36
Розділ 2. КРИТЕРІАЛЬНА ОЦІНКА І ВИБІР ОПТИМАЛЬНИХ МЕТОДІВ ОЧИЩЕННЯ ҐРУНТІВ ВІД ПЕСТИЦИДІВ НА ТЕРИТОРІЇ КОЛИШНИХ СКЛАДІВ ХСЗР	42
Література до розділу 2:	48
Розділ 3. ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ В РАЙОНІ РОЗМІЩЕННЯ КОЛИШНИХ СКЛАДІВ НЕКОНДИЦІЙНИХ ПЕСТИЦИДІВ НА ПОЛТАВЩИНІ.....	50
Література до розділу 3	56
Розділ 4. ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ ПЕСТИЦИДАМИ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ В БАСЕЙНІ Р. СІВЕРСЬКИЙ ДОНЕЦЬ В МЕЖАХ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	57
Розділ 5. РОЗРОБЛЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ФОРМ ІНТЕГРОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ МІСЦЬ ЗБЕРІГАННЯ ЗАЛИШКІВ НЕПРИДАТНИХ ПЕСТИЦИДІВ, ТАРИ І УПАКОВКИ ТА РЕМЕДІАЦІЇ, РЕКУЛЬТИВАЦІЇ І ВІДНОВЛЕННЯ ЗАБРУДНЕНИХ НИМИ ҐРУНТІВ	64
5.1 Аналіз методів відновлення забруднених пестицидами ґрунтів.....	64

5.2 Розробка екологічно безпечних фіторемедіаційних методів для очищення ґрунтів від пестицидного забруднення	69
5.3 Обґрунтування екологічної небезпеки непридатних складів та сховищ отрутохімікатів і відновлення забруднених ними земель навколо ..	79
5.4 Розроблення управлінської логістики з утилізації та переробки тари і упаковки з під пестицидів та небезпечних матеріалів	87
5.5 Оцінка відносної екологічної небезпеки органічних забруднювачів за допомогою методу екотоксів	95
5.6 Висновки до розділу 5	103
Література до розділу 5	105
НАУКОВО ОБҐРУНТОВАНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З УПРАВЛІННЯ НЕПРИДАТНИМИ СКЛАДАМИ ПЕСТИЦИДІВ ТА ЇХ ПОДАЛЬШОГО ВИКОРИСТАННЯ В УКРАЇНІ	109
ВИСНОВКИ.....	112

ПЕРЕЛІК ТЕРМІНІВ І СКОРОЧЕНЬ

- НП – Непридатні пестициди.
- ЕБ – Екологічна безпека.
- МЗ – Місця зберігання.
- ТР – Токсичні речовини.
- НВ – Небезпечні відходи.
- Непридатні пестициди – пестициди, що втратили свої властивості, прострочені або заборонені до використання.
- Місця зберігання – спеціально облаштовані сховища для пестицидів.
- Деконтамінація – процес знезараження забруднених територій або об'єктів.
- Токсичність – ступінь небезпечності речовини для живих організмів.
- Утилізація – процес переробки або знищення непридатних пестицидів.
- Контамінація – забруднення ґрунту, води чи повітря токсичними речовинами.
- Біоремедіація – використання мікроорганізмів для очищення забруднених ділянок.
- Хімічна деградація – розкладання пестицидів під впливом хімічних процесів.
- Санація – комплекс заходів для відновлення забруднених територій.
- Інвентаризація – облік і оцінка запасів непридатних пестицидів.
- Паспортизація відходів – документальне оформлення характеристик небезпечних відходів.
- Транспортування відходів – перевезення пестицидів до місць утилізації.
- ПП – пестицидний препарат.
- ГДК – гранично допустима концентрація.
- ГДК_{рз} – ГДК робочої зони.
- ЛД₅₀ – летальна доза, концентрація речовини, що викликає загибель 50 відсотків піддослідних організмів.
- ХЗЗР – хімічні засоби захисту рослин.
- НП та ПВВ – непридатні пестициди та пестицидвмісні відходи.
- ТПВ – тверді побутові відходи.
- НПП – непридатний пестицидний препарат.
- ІНВ – інші небезпечні відходи.
- МВВ – місце видалення відходів.

ВСТУП

Проблема управління екологічною безпекою місць зберігання непридатних пестицидів є однією з важливих у сучасній екологічній Українській науці та практиці. Застарілі запаси пестицидів, що накопичувалися впродовж десятиліть на складах у багатьох країнах, становлять серйозну загрозу для довкілля, здоров'я населення та біорізноманіття. Ці речовини, часто заборонені до використання через їх високу токсичність і стійкість у природному середовищі, зберігаються в неналежних умовах, що призводить до витоків, забруднення ґрунтів, водних ресурсів і атмосфери. Відсутність ефективних механізмів управління, недостатнє фінансування та слабка координація між органами влади лише погіршують ситуацію, створюючи передумови для локальних і регіональних екологічних криз.

Непридатні пестициди, такі як хлорорганічні сполуки, ртутьвмісні препарати чи інші стійкі органічні забруднювачі, мають здатність накопичуватися в екосистемах, викликаючи довгострокові негативні наслідки. Вони можуть потрапляти в харчові ланцюги, спричиняючи токсикологічні ефекти для тварин і людини. Крім того, неконтрольоване зберігання таких речовин підвищує ризик аварійних ситуацій, зокрема пожеж, вибухів або хімічних витоків, що загрожують не лише локальним екосистемам, а й життю людей у прилеглих населених пунктах.

Об'єкт дослідження цієї монографії – місця зберігання непридатних пестицидів як джерела екологічної небезпеки, включаючи склади, сховища та забруднені території, а також пов'язані з ними процеси забруднення довкілля. Предмет дослідження – система управління екологічною безпекою місць зберігання непридатних пестицидів, що охоплює організаційні, технологічні, нормативно-правові та економічні аспекти мінімізації екологічних ризиків і забезпечення сталого розвитку.

Ця монографія має на меті комплексне дослідження питань управління екологічною безпекою місць зберігання непридатних пестицидів. У роботі висвітлюються теоретичні засади оцінки екологічних ризиків, аналізуються сучасні технології утилізації та методи моніторингу стану довкілля в зонах потенційного забруднення. Особливу увагу приділено розробці стратегій управління, спрямованих на зниження антропогенного тиску на екосистеми та забезпечення сталого розвитку. Окремий акцент зроблено на гармонізації національних і міжнародних підходів до вирішення проблеми, враховуючи вимоги Стокгольмської конвенції про стійкі органічні забруднювачі та інших міжнародних угод.

Методи дослідження, використані в монографії, включають: аналіз і синтез – для узагальнення наукової літератури, нормативних документів і практичного досвіду в управлінні екологічною безпекою; системний підхід – для вивчення взаємозв'язків між компонентами системи управління, включаючи екологічні, соціальні та економічні аспекти; порівняльний аналіз – для оцінки ефективності різних технологій утилізації та підходів до управління в різних країнах; моделювання – для прогнозування екологічних ризиків і оцінки довгострокових наслідків забруднення; статистичні методи – для обробки даних моніторингу стану довкілля та оцінки ступеня забруднення територій; картографічний метод – для візуалізації зон екологічного ризику та розташування місць зберігання пестицидів.

Актуальність теми зумовлена не лише екологічними, а й соціально-економічними чинниками. Ліквідація застарілих пестицидів і рекультивація забруднених територій потребують значних фінансових і технічних ресурсів, а також чіткої координації на всіх рівнях управління. Водночас вирішення цієї проблеми відкриває можливості для впровадження інноваційних екологічно чистих технологій, створення нових робочих місць і підвищення якості життя населення. У цьому контексті важливим є формування науково обґрунтованих рекомендацій, які можуть бути використані органами державної влади, науковими установами та громадськими організаціями для ефективного управління екологічною безпекою.

Монографія структурована таким чином, щоб охопити всі ключові аспекти теми. У першому розділі розглядаються теоретичні основи управління екологічною безпекою, включаючи класифікацію нормативно-правове забезпечення контролю хімічних речовин, моніторинг стану складів, державну політику щодо хімічної безпеки та зменшення негативного впливу на довкілля. Огляд існуючих методів знезараження ґрунтів, забруднених пестицидами. Другий розділ присвячений вибору оптимальних методів очищення ґрунтів. У третьому розділі представлено огляд методів визначення рівня забруднення ґрунтів. Четвертий розділ фокусується на проблемі забруднення водних об'єктів та підземних вод від складів пестицидів. Завершальний розділ містить рекомендації щодо вдосконалення системи управління та прогнозування довгострокових результатів впровадження запропонованих заходів.

Метою дослідження є не лише аналіз поточного стану проблеми, а й створення цілісної концепції управління екологічною безпекою, яка може бути адаптована до умов різних країн і регіонів. Робота розрахована на широку аудиторію, включаючи науковців, екологів, управлінців,

представників громадських організацій, а також усіх, хто цікавиться питаннями збереження довкілля та сталого розвитку. Авторський колектив сподівається, що викладені в монографії ідеї та рекомендації сприятимуть підвищенню екологічної безпеки та формуванню відповідального ставлення до управління небезпечними відходами в глобальному масштабі.

РОЗДІЛ 1. НОРМАТИВНО-ПРАВОВЕ РЕГУЛЮВАННЯ КОНТРОЛЮ ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН В ҐРУНТАХ

У сфері захисту навколишнього середовища, раціонального використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки, «Основні напрями державної політики України», затверджені постановою Верховної Ради України від 5 березня 1998 р. № 188/98-ВР, окреслюють основні завдання держави щодо збереження земельних ресурсів від забруднення, виснаження та нераціонального використання, а також регулюють допустимі рівні забруднення ґрунтів промисловими викидами та агрохімікатами [1].

Стосовно правової охорони земель від забруднення небезпечними речовинами, визначальні положення закріплені та чітко викладені у ст. 167 Земельного Правові аспекти захисту земель від забруднення небезпечними речовинами регламентуються статтею 167 Земельного Кодексу України від 25 жовтня 2001 р. № 2768-III. Ця стаття забороняє будь-яку діяльність, що призводить до забруднення земель і ґрунтів понад гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин, забезпечуючи чіткі критерії безпечного використання земель з урахуванням екологічних і санітарно-гігієнічних нормативів.

З юридичної точки зору, нормативи ГДК шкідливих речовин у ґрунтах є критерієм оцінки правомірності дій, що впливають на стан земель. В Україні ці нормативи встановлені як санітарно-гігієнічні, спрямовані на захист здоров'я людини. Законодавство, зокрема Закон України «Про охорону земель» від 19 червня 2003 р. № 962-IV, визначає заходи щодо захисту земель від забруднення відходами, хімічними речовинами та іншими видами деградації. Стаття 46 цього закону встановлює обов'язки суб'єктів господарювання щодо поводження з відходами, включаючи їх зберігання, утилізацію та знешкодження.

Однак багато суб'єктів господарювання сприймають екологічні вимоги як додаткові витрати, що ускладнює їх дотримання. Згідно з частиною 2 статті 45 Закону «Про охорону земель», у разі виявлення забруднення ґрунтів спеціально уповноважені органи можуть обмежувати, тимчасово забороняти або припиняти діяльність підприємств, притягати винних до відповідальності, а також проводити роботи з дезактивації та відновлення земель [2].

Відповідно до частини 4 статті 46 Закону «Про охорону земель», у районах із ризиком забруднення техногенними чи аварійними викидами

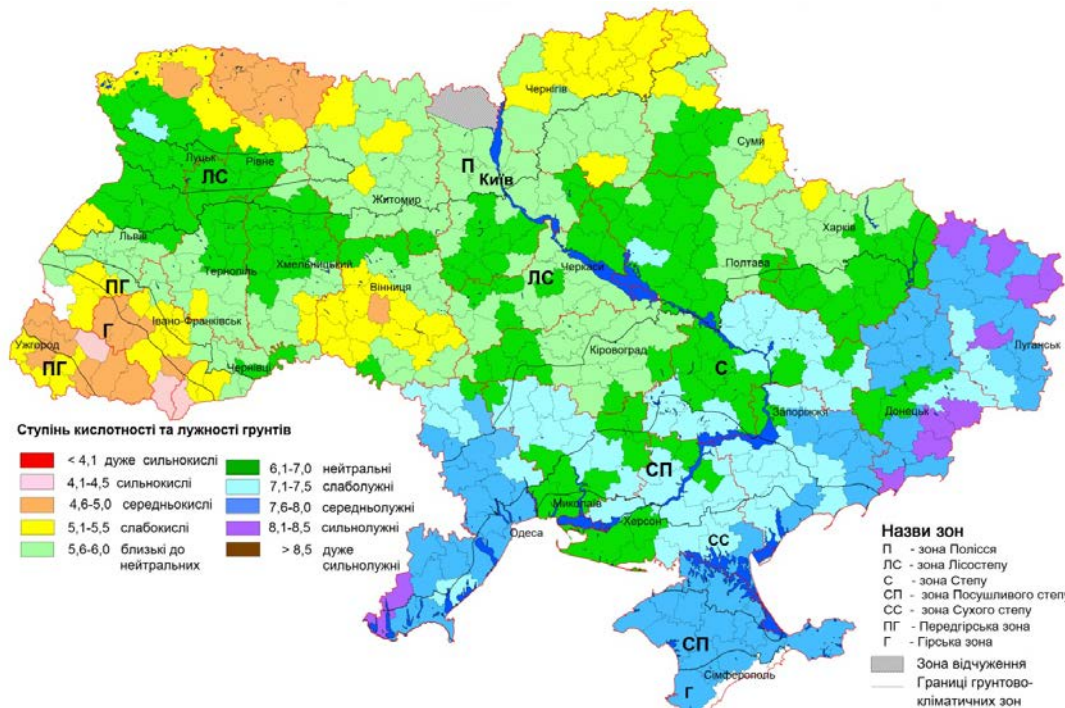


Рисунок 5.17 – Значення кислотності ґрунтів України за даними агрохімічної паспортизації 2006-2010 років [50]

Здобуті відомості радикально корегують розуміння пестицидів, котрі традиційно сприймаються як загроза для природи та людського здоров'я. Відтак, в переліку з 30 найбільш поширених в Україні та світі препаратів, небезпечних для навколишнього середовища та людей, виокремлюються гербіциди Бенсулід і Дикват дибромід, поряд з інсектицидами Імідаклопрід та Біфентрин.

В рамках дослідження вперше застосовано методику обчислення екотоксичності пестицидів з метою ідентифікації найбільш шкідливих для довкілля та людини. Це відкриває шлях до врахування існуючих ризиків та мінімізації застосування небезпечних речовин. Крім того, вперше використано методику розрахунку екотоксичності пестицидів для адаптації умов їх внесення до особливостей ґрунтів різної кислотності. Це дасть змогу скоротити термін напіврозпаду пестицидів, що сприятиме зменшенню негативного впливу на екологію та здоров'я людей. Отримані результати можуть знайти практичне застосування при плануванні та оптимізації використання пестицидів у сільськогосподарських культурах.

5.6 Висновки до розділу 5

1. Створено та обґрунтовано оптимальні моделі інтегрованого керування екологічною безпекою місць зберігання залишків НП, тари й упаковки, а також ремедіації, рекультивації та регенерації забруднених ними ґрунтів.

2. Виконано аналіз методів відновлення ґрунтів, забруднених пестицидами та ХЗЗР. Наведено схематично-технологічну логістику відновлювальних операцій, що забезпечує ефективне управління екологічною безпекою місць зберігання та роботи з відповідними хімічними речовинами.

3. Розроблено екологічно безпечні фіторемедіаційні методи для відновлення ґрунтів, забруднених пестицидами. Виявлено, що в умовах Лісостепу, де є значні ресурси чорнозему та інших родючих ґрунтів, найбільш прийнятним є комплексний метод. Цей підхід переважно базується на:

- Біодеградації (ймовірно, йдеться про забруднювачі, оскільки абревіатура НП не розшифрована, але в контексті пестицидів це логічно) з використанням резистентних мікроорганізмів.
- Фіторемедіації за допомогою рослин-гіперакумуляторів.

Такий комплексний підхід може включати застосування ефекторів фітотоксикації та стимуляторів росту для прискорення видалення забруднювачів з ґрунту. Зокрема, ефективним є використання азотфіксуючих бактерій (наприклад, з препарату азотобактерин) у поєднанні з вирощуванням таких культур, як квасоля, соняшник, полин та інші.

4. Визначено заходи екологічної безпеки для непридатних складів та сховищ отрутохімікатів і відновлення забруднених ними земель. Розроблено логістичне схемно-технічне рішення щодо поводження з безгосподарськими складами ХЗЗР, а також проведено оцінку вартості відновлювальних робіт.

5. Розроблено управлінську логістику щодо утилізації та переробки тари та упаковки з-під пестицидів і небезпечних матеріалів і речовин. Проаналізовано стан управління тарою в Україні порівняно з ЄС. Рекомендовано активізувати процес організації збору та сортування таких відходів, розробивши механізм економічної зацікавленості у поверненні тари, а також створення вітчизняних ліцензованих підприємств з переробки не лише НП та ПВВ, але й тари з-під них.

6. Розроблено методику оцінювання екологічної небезпеки органічних забруднювачів за допомогою методу екотоксів. Подається перелік пестицидів найбільших виробників, що імпортуються в Україну, та токсикологічні властивості інсектицидів та гербіцидів. Проаналізовано їхню дію залежно від кислотності (лужності) ґрунтів України, що може бути використано для розрахунків внесення НП у різні сільськогосподарські культури.

Література до розділу 5

1. Р.В. Петрук, В.Г. Петрук, А.П. Березюк Екологічна безпека складів і сховищ отрутохімікатів і відновлення земель навколо них /Р.В. Петрук, В.Г. Петрук, А.П. Березюк/ *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. Випуск 3/2013 (80).– С.197 - 202 [<https://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/11621>]
2. Екологічна безпека Вінниччини / [Мудрак О.В., Мудрак Г.В., Петрук Р.В., та ін.]; за заг. ред.. Мудрака О.В. – Вінниця: ВАТ «Міська друкарня», 2008. – 456 с. – (Монографія).
3. Агроекологічна оцінка мінеральних добрив та пестицидів : монографія / [В. П. Патики, Н. А. Макаренко, Л. І. Моклячук та ін.] : За ред. Патики В. П. – К. : Основа, 2005. – 300 с.
4. Мельников Н.Н. Пестициды. Химия, технология и применение. / Мельников Н.Н./ М.: Химия. 1987. - 712 с.
5. Петрук Р. В. Комплексна переробка фосфоровмісних пестицидів до екологічно безпечних продуктів та рекультивація забруднених ґрунтів. / Петрук Р. В., Ранський А. П., Петрук В. Г./ – Монографія. – Вінниця: ВНТУ, 2014. – 136 с.
6. Качинський А. Б. Екологічна безпека України: системний аналіз перспектив покращення. – К.: НІСД, 2001. – 312 с.
7. Закон України «Про пестициди та агрохімікати», ВРУ. – К.: Відомості ВРУ, 1995. - № 14. – 91 с.
8. Юрченко А. І. Проблеми та засоби знешкодження залишків пестицидів на території складів агрохімікатів / Юрченко А. І., Бреславець А. І., Предместніков О.Г. / Проблеми охорони НПС та екобезпеки: Зб. наук. праць УНДІЕП.-Х.: Рейдер, 2009.- вип. 31, 2009.- С.202-209.
9. Лисиченко Г. В., Забулонов Ю. Л. Ю., Хміль Г. А. Природний, техногенний та екологічний ризики: аналіз, оцінка, управління./ Лисиченко Г. В., Забулонов Ю. Л. Ю., Хміль Г. А. / Монографія. – К.: Наук. думка, 2008. – 543 с.
10. Іванків М. Я. Агротехнологічні заходи зниження рівня хлорорганічних пестицидів та їх похідних у ґрунтах/Іванків М. Я., Вовк С. О./ Науково-технічний бюлетень ДНДКІВПКД. вип.15, №1. – 2014. – С.164-170.
11. Фурдичко О. І., Моклячук Л. І. Методичні рекомендації з агроекологічного моніторингу територій, забруднених стійкими органічними забруднювачами. / Фурдичко О. І., Моклячук Л. І. / – К.: Мінагрополітики, 2010. – 32 с
12. Моклячук Л. І. Склади зберігання непридатних та заборонених до використання ХЗЗР – джерело небезпеки для навколишнього середовища /

Моклячук Л. І., Баранов Ю. С., Городинська І. М. та ін. / Зб. наук. праць ВНАУ. – Вінниця, 2012. – Вип. № 1 (57). – С. 65-69.

13. Мудрий І. В. Еколого-гігієнічне значення проведення санітарно-епідеміологічного обстеження об'єктів довкілля та виробничих приміщень колишніх складів пестицидів і мінеральних добрив / Мудрий І. В., Лепьошкін І. В., Бобильова О. О. та ін. / Довкілля та здоров'я, 2007. - № 1. – С. 45-47.

14. Моклячук Л. І. Оцінка екологічних ризиків в зонах впливу складів отрутохімікатів / Моклячук Л. І., Городинська І. М., Монарх В. В. та ін./ Збалансоване природокористування. - № 3, 2017. – С. 145-150.

15. Kopetsky V. Ex situ treatment approach used for soil impacted with cyanides/ Viktor Kopetsky, Jim Phimister/ Environmental Science & Engineering Magazine [https://esemag.com/hazmat-remediation/ex-situ-treatment-soil-impacted-cyanides/]

16. Brusa T. Microbial degradation of the sulfonylurea herbicides. / Brusa T., Puppo E. /Current knowledge, V. 45. № 2. – 1995.– P. 321-330.

17. Feng Y. Photolytic and microbial degradation of 3,5,6-trichloro-2-pyridinol. Environ. / Feng Y., Minard R. D., Bollag J.-M. / Toxicol and Chem. V. 17. № 5.– 1998. – P. 814-819.

18. Реакция почвенной микробиоты на действие пестицидов (обзор) / Домрачева Л. И., Ашихмина Т. Я., Кондакова Л. В., Березин Г. И. / Теоритическая и прикладная экология., № 3. –2012.– С. 4-18.

19. Zablotowicz R. M. Algal transformation of flumeturon and atrazine by Ndealkylation / Zablotowicz R. M., Schrader K. K., Locke M. A. / J. Environ Sci and Health, V. 33. № 5. –1998.– P. 511-528.

20. Shapir N. Atrazine degradation in subsurface soil by indigenous and introduced microorganisms / Shapir N., Mandelbaum T. / J. Agr and Food Chem, V. 45. № 45 –1997.– P. 4481-4486

21. Microbial transformations of prosulfuron / Kulowski K., Zirbes E. L., Thede B. M., Rosazza J. N. / J. Agr and Food Chem ,V. 45. № 4. – 1997. – P. 1479-1485

22. Mercadier C. Iprodione degradation by isolated soil microorganisms / Mercadier C., Vega D., Bastide J. / Fems Microbiol. Eco, V. 23. 3. – 1997. – P. 207-215

23. Maloney S. E. Degradation of insecticides and herbicides by Fuhgi / Maloney S. E. / J. Chem Technol and Biotechnol, V. 71. № 4. – 1998.– P. 360-362

24. Zhang D. Separation of the photosynthetic bacterium HP-1 capable of degradation of organophosphorus insecticides / Zhang D., Tan X., Luo X., He M., Dai. J., Zhang Z., Oiu Y. / Shengming kexue yanjiu., V. 9. № 3. – 2005. – P. 247-253

25. McGuinness M., Dowling D. Plant-Associated Bacterial Degradation of Toxic Organic Compounds in Soil./ McGuinness M., Dowling D. / J. Environ. Rens. Public Health, № 6(8) – 2009 – P. 2226-2247.

-
26. Моклячук Л. І., Зацарінна Ю. О. Наукові основи фітореємедіації забруднених трифлураліном ґрунтів при вирощуванні лікарських рослин. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2012. № 1 (30). [http://nd.nubip.edu.ba/2012_1/12mpi.pdf]
27. Самохвалова В. Л. Біологічні методи реємедіації ґрунтів, забруднених важкими металами / Біологічні студії. – 2014. т. 8, № 1. – С. 217-236.
28. Городинська І. М. реємедіація забрудненого хлорорганічними пестицидами ґрунту за допомогою лужних агентів: дис. канд. с.-г. наук: 03.00.16 / інституту агроєкології УААН. – Київ: 2006. – 184 с
29. Слободенюк О.А. Фітореємедіація ґрунтів, забруднених стійкими хлорорганічними пестицидами: автореф. дис. на здобуття наук, ступеня кандидата с.-г. наук: спец. 03.00.16 „Єкологія” / О.А. Слободенюк - К., 2008. - 20 с.
30. Моклячук Л. І. Науково-методичні підходи до фітореємедіації забруднених пестицидами ґрунтів / Моклячук Л. І., Слободенюк О. А., Петришина В. А. / Агроєкологічний журнал. – 2008. – С. 188-190
31. Моклячук Т. О. Єколого-єкономічна оцінка реємедіації забруднених земель сільськогосподарського призначення: автореф. дис. канд. екон. наук: 08.00.06. – Київ:, 2015. – 21 с
32. Пати́ка В. Хлороорганічні речовини і біотехнології очищення ґрунтів / Пати́ка В., Багнюк В. / Вісник НАНУ. – 2004. - № 6. – С. 22-31
33. Пацула О. І. Використання SALIX VIMINALIS L. для фітореємедіації ґрунтів, забруднених важкими металами / Пацула О. І., Фецюх А. Б., Буньо Л. В / Єкологічні науки. – Том 2, № 1 (20), 2011. – С. 101-106
34. Шильникова Н. В. Влияние пестицидов на биоценоз почвенного покрова / Шильникова Н. В., Андрияшина Т. В. / Вестник Казанского технологического университета. – Том. 15. № 7., – 2012., – С. 140-144.
35. Struthers J. K., Jayachandran K., Moorman T. B. Biodegradation of atrazine of *Agrobacterium radiobacter* J14a and use of this strain in bioremediation of contaminated soil // Appl. And Environ. Microbiol. 1998. V. 64. № 9. P. 3368-3375.
36. Shapir N., Mandelbaum T. Atrazine degradation in subsurface soil by indigenous and introduced microorganisms // J. Agr and Food Chem. 1997. V. 45. № 45. P. 4481-4486.
37. Ponneelan K. T. P. B., Subramanian C., Suchitra R., Ganesh K. G. Studies on the pesticide (Lindane) utilizing in the paddy field // J. Ecotoxicol and Environ Monit. 2006. № 3. V. 16. P. 211-214.
38. Masaphy S., Fahima T., Levanon D., Henis Y., Mihgelgrin U. Paration degradation by *Xanthomonas* sp. And its crude enzyme extract in clay suspensions // J. Environ Qual. 1996. V. 26. № 6. P. 1248-1255.

39. Захарченко М. А., Рыжкова М. Н., Рижикова И. А., Мельник Л. В., Рыжиков А. М. К вопросу об использовании фитотехнологий для ремедиации почв, загрязненных пестицидами. Коммунальное хозяйство городов. Научно-технический сборник. 2010. № 93. С. 388- 392.

40. Шуміло О. М. Нормативно-правовий аналіз регулювання використання хімічних речовин, виключаючи біоциди / Шуміло О. М. // Актуальні проблеми вітчизняної юриспруденції, 2017. - № 6, Том 3. – С. 68-72

41. Р.В. Петрук, В.Г. Петрук, А.П. Березюк Екологічна безпека складів і сховищ отрутохімікатів і відновлення земель навколо них /Р.В. Петрук, В.Г. Петрук, А.П. Березюк/ *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. Випуск 3/2013 (80).– С.197 - 202 [<https://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/1162>]

42. Генік Я.В. Еколого-біологічні основи відновлення ландшафтів, порушених звалищами та полігонами твердих побутових відходів / Я.В. Генік – Л.: Науковий вісник НЛТУ України, Вип 19.2 – 2009. – С.28-33.

43. FAO. International Code of Conduct on the Distribution and Use of Pesticides. Rome, 2005 [available at: <http://www.fao.org/agriculture/crops/corethemes/theme/pests/pm/code/en/>]

44. Козак А. Упаковка: одноразова чи багаторазова / Козак А. / Харчова і переробна промисловість. - № 1. – 2000. – С. 31-32.

45. Сірик Т. А. Скляна тара – один із перспективних видів багаторазової упаковки / Т. А. Сірик / *Вісник СумДУ. Серія Економіка*. – 2011. - № 3. – С. 49-57.

46. Слабкий В. Г. Скільки коштує утилізувати відходи упаковки? // В. Г. Слабкий, В. М. Кривошей // *Упаковка*. – 2011. - № 6. – С. 49-52.

47. Консолідований державний реєстр пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні за 2008-2015 роки. Режим доступу до матеріалу: [www.data.gov.ua]

48. Directive on the approximation of laws, regulations and administrative provisions relating to the classification, packaging and labelling of dangerous substances: coll. of reg.doc. Directive 67/548/EEC L196 European Union laws, 1967. – P. 1–98.

49. Ранський А.П. Повний лужний гідроліз некондиційного пестицидного препарату диметоат з отриманням екологічно безпечних продуктів/ Ранський А.П., Петрук Р.В./ *Вісник НАУ* 2012. – №1. – С. 258-265.

50. Карта ґрунтів України. Режим доступу: [<https://superagronom.com/karty/agrohimichna-karta-ukrainy>]

НАУКОВО ОБГРУНТОВАНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З УПРАВЛІННЯ НЕПРИДАТНИМИ СКЛАДАМИ ПЕСТИЦИДІВ ТА ЇХ ПОДАЛЬШОГО ВИКОРИСТАННЯ В УКРАЇНІ

Для ефективного управління непридатними складами пестицидів, зниження екологічних ризиків та забезпечення можливості їх подальшого використання або безпечної утилізації в Україні пропонується наступний комплекс рекомендацій:

1. Проведення інвентаризації та оцінки стану складів

Повна інвентаризація: Провести детальну інвентаризацію всіх складів непридатних пестицидів, включаючи їх географічне розташування, обсяги, типи пестицидів, стан тари та інфраструктури.

Оцінка екологічних ризиків: Виконати екологічний аудит складів для визначення ступеня забруднення ґрунтів, водних об'єктів і повітря, а також потенційних загроз для здоров'я населення.

Класифікація складів: Розподілити склади за рівнем небезпеки (високий, середній, низький) для пріоритизації заходів з їх ліквідації або рекультивації.

2. Удосконалення нормативно-правової бази

Розробка спеціалізованих нормативів: Створити чіткі регуляторні вимоги до управління непридатними складами пестицидів, включаючи стандарти їх демонтажу, утилізації та рекультивації території.

Фінансова відповідальність: Встановити механізми фінансування через принцип "забруднювач платить", залучаючи виробників і дистриб'юторів пестицидів до ліквідації старих складів.

Гармонізація з міжнародними стандартами: Адаптувати національне законодавство до вимог Базельської, Стокгольмської та Роттердамської конвенцій для забезпечення безпечного поводження з небезпечними відходами.

3. Організація безпечного демонтажу та утилізації

Ліцензування операторів: Залучати лише ліцензовані компанії з досвідом роботи з небезпечними відходами для демонтажу складів і транспортування пестицидів.

Безпечне пакування та транспортування: Використовувати герметичну тару, стійку до хімічних речовин, для перевезення пестицидів до місць утилізації, з дотриманням міжнародних стандартів безпеки.

Технології утилізації: Впроваджувати сучасні методи утилізації, такі як високотемпературне спалювання в спеціалізованих печах, хімічна нейтралізація або плазмова переробка, залежно від типу пестицидів.

4. Рекультивация територій складів

Очищення забруднених ділянок: Застосовувати методи біоремедіації (використання мікроорганізмів) та фіторемедіації (рослини для поглинання токсинів) для відновлення забруднених ґрунтів.

Моніторинг після рекультивації: Проводити довгостроковий моніторинг стану ґрунтів, підземних вод і рослинності на територіях колишніх складів для оцінки ефективності рекультивації.

Планування подальшого використання: Розробити плани використання очищених земель, наприклад, для сільськогосподарських, рекреаційних або промислових цілей, з урахуванням їх екологічного стану.

5. Подальше використання очищених територій

Сільськогосподарське використання: Після підтвердження безпеки ґрунтів (відповідність нормам вмісту токсичних речовин) використовувати території для вирощування технічних культур або створення органічних ферм.

Екологічні проєкти: Перетворювати очищені території на природоохоронні зони, парки або лісові насадження для відновлення біорізноманіття.

Промислове використання: Застосовувати території для будівництва промислових об'єктів (наприклад, переробних заводів), якщо сільськогосподарське використання неможливе через залишкові ризики.

6. Впровадження економічних механізмів

Державне фінансування: Створити цільові державні програми для фінансування ліквідації складів і рекультивації земель, залучаючи кошти з екологічних фондів.

Міжнародна підтримка: Залучати гранти від міжнародних організацій (FAO, UNEP, GEF) для реалізації проєктів з управління непридатними складами.

Податкові стимули: Надавати пільги підприємствам, які беруть участь у рекультивації та переробці пестицидів, для стимулювання їхньої активності.

7. Підвищення обізнаності та залучення громад

Навчання місцевих громад: Проводити інформаційні кампанії для населення, що проживає поблизу складів, щодо ризиків пестицидів і важливості їх безпечної утилізації.

Залучення громадськості: Створювати механізми для участі місцевих громад у моніторингу стану складів і прийнятті рішень щодо їх подальшого використання.

Співпраця з НГО: Залучати неурядові організації до реалізації проєктів з рекультивації та популяризації екологічно безпечних практик.

8. Моніторинг і контроль

Цифрові реєстри: Створити єдину електронну базу даних непридатних складів пестицидів для відстеження їх стану, обсягів і процесів утилізації.

Регулярні перевірки: Проводити інспекції складів і прилеглих територій для виявлення витоків або несанкціонованого використання пестицидів.

Геоінформаційні системи: Використовувати ГІС-технології для картографування складів і моніторингу змін у стані довкілля.

9. Міжнародна співпраця та обмін досвідом

Вивчення кращих практик: Адаптувати досвід країн ЄС (наприклад, Польщі, Німеччини) та Канади, де успішно реалізовані програми ліквідації старих складів пестицидів.

Транскордонна утилізація: Укласти угоди з сусідніми країнами для утилізації пестицидів, які не можуть бути перероблені в Україні через відсутність технологій.

Участь у міжнародних ініціативах: Брати активну участь у глобальних програмах, таких як ініціативи Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (FAO), для отримання технічної та фінансової підтримки.

Висновок

Управління непридатними складами пестицидів та їх подальше використання вимагають комплексного підходу, що поєднує інвентаризацію, утилізацію, рекультивацію та планування використання очищених територій. Реалізація запропонованих рекомендацій дозволить мінімізувати екологічні ризики, відновити забруднені території та забезпечити їх безпечне використання для потреб суспільства. Успіх залежить від скоординованої взаємодії держави, бізнесу, громадськості та міжнародних партнерів, а також від впровадження сучасних технологій і чіткого нормативного регулювання.

ВИСНОВКИ

Дослідження, проведене в рамках монографії на тему "Управління екологічною безпекою місць зберігання непридатних пестицидів", дозволило сформулювати низку ключових висновків, які мають теоретичне та практичне значення для забезпечення екологічної безпеки та сталого розвитку:

Екологічні ризики непридатних пестицидів: Непридатні пестициди, що зберігаються в неналежних умовах, становлять значну загрозу для довкілля та здоров'я населення через їх токсичність, здатність до міграції в ґрунтах, водних об'єктах і атмосфері, а також довготривалий вплив на екосистеми. Аналіз показав, що основними джерелами ризиків є застарілі склади, відсутність належного контролю та недостатня утилізація.

Сучасні підходи до управління: Ефективне управління екологічною безпекою місць зберігання непридатних пестицидів вимагає комплексного підходу, який включає інвентаризацію, оцінку ризиків, застосування сучасних технологій утилізації (термічна обробка, хімічна нейтралізація, біоремедіація) та моніторинг стану довкілля. Розроблені моделі управління базуються на принципах превентивності, сталості та міжсекторальної співпраці.

Нормативно-правове забезпечення: Аналіз законодавчої бази виявив прогалини у регулюванні поводження з непридатними пестицидами, зокрема щодо відповідальності за їх утилізацію та фінансування відповідних програм. Запропоновано вдосконалення нормативно-правової бази шляхом гармонізації з міжнародними стандартами, зокрема з положеннями Базельської та Стокгольмської конвенцій.

Технологічні рішення: Впровадження інноваційних технологій, таких як плазмова переробка та біотехнологічні методи, дозволяє значно знизити екологічні ризики. Однак їх використання обмежене високою вартістю та необхідністю адаптації до локальних умов. Рекомендується створення пілотних проєктів для тестування технологій перед масштабним впровадженням.

Соціально-економічні аспекти: Управління екологічною безпекою потребує залучення громадськості, підвищення екологічної свідомості та створення економічних стимулів для підприємств, які займаються утилізацією пестицидів. Розробка державно-приватного партнерства може сприяти залученню інвестицій у цю сферу.

Міжнародний досвід і перспективи: Вивчення кращих світових практик показало ефективність інтегрованих систем управління відходами пестицидів у країнах ЄС, Канаді та Австралії. Запропоновано адаптувати ці

підходи до національних умов, враховуючи економічні та інфраструктурні особливості.

Таким чином, управління екологічною безпекою місць зберігання непридатних пестицидів є багатогранною проблемою, розв'язання якої вимагає системного підходу, поєднання наукових, технологічних, правових і соціальних заходів. Реалізація запропонованих рекомендацій сприятиме зниженню екологічних ризиків, захисту здоров'я населення та збереженню природних ресурсів для майбутніх поколінь. Подальші дослідження мають бути спрямовані на вдосконалення технологій утилізації, розробку економічно доступних рішень і посилення міжнародної співпраці в цій сфері.

Електронне наукове видання

**Михайло Васильович Катков
Роман Васильович Петрук
Анатолій Іванович Юрченко**

**Управління екологічною безпекою місць зберігання
непридатних пестицидів**

Монографія

Рукопис оформив *Р. Петрук*

Оригінал-макет виготовлено в *РВВ ВНТУ*

Підписано до видання 18.06.2025 р.
Гарнітура Times New Roman.
Зам. № P2025-102

Видавець та виготовлювач
Вінницький національний технічний університет,
Редакційно-видавничий відділ.
ВНТУ, ГНК, к. 114.
Хмельницьке шосе, 95,
м. Вінниця, 21021.
press.vntu.edu.ua;
E-mail: rvv.vntu@gmail.com.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.