

АНАЛІЗ ХІМІЧНИХ ЗАГРОЗ ЕКОЛОГІЧНІЙ БЕЗПЕЦІ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

Вінницький національний технічний університет

В роботі наведено основні загрози екологічній безпеці м. Вінниця і Вінницької області у сфері використання та зберігання пестицидних препаратів і хімічних відходів. Проведено аналіз загроз екологічній безпеці від пестицидів, які складаються з забруднених пестицидами ґрунтів, складів та місць зберігання пестицидів та забруднених підземних вод. Наведено дані департаменту агропромислового розвитку, екології та природних ресурсів Вінницької ОДА, проаналізовано наскільки ефективно було проведено очищення території Вінницької області від некондиційних ХЗЗР та які складові цієї проблеми ще залишаються актуальними та небезпечними. Встановлено, що чотири райони можна вважати очищеними від залишків непридатних пестицидів, зокрема, Вінницький, Липовецький, Немирівський та Хмельницький, а у Теплицькому та Тиврівському та Шаргородському районах ситуації з непридатними пестицидами є критичною. Останніми роками процес вивезення пестицидів за кордон було зупинено через значні витрати, проте роботи з інвентаризації і перезатарювання постійно відбуваються. Під час інвентаризації пестицидів виявляються нові місця зберігання некондиційних пестицидів.

Окрім пестицидів на території області є промислові відходи, які теж створюють хімічні загрози екологічній безпеці. До таких можна відносити відходи 45-го експериментального заводу, колишніх ВО «Хімпром», заводу «Ореол», заводу «Термінал» та ін.

Наведено хімічну класифікацію пестицидів та встановлено за даними статистики, що найбільш використовуваними в Україні є хлоремісні та фосфоремісні пестициди. Серед найбільш хімізованих областей лідерами є Вінницька, Хмельницька та Кіровоградська області у 2018 році.

Наведено способи попадання та проникнення пестицидів у ґрунти та проаналізовано основні методи їх відновлення і рекультивациі. Серед найбільш оптимальних методів відновлення є зняття з термічною обробкою та біологічна рекультивация з фітомеліорацією. Запропоновано використовувати штами мікроорганізмів та рослини, що здатні знижувати токсичність пестицидів.

Ключові слова: пестициди, рекультивация, відновлення ґрунтів, екологічні ризики, екологічні загрози, Вінницька область

Вступ

В 2011-2013 роках в нашій державі було взято курс на вивезення ХЗЗР у Польщу та Об'єднане Королівство. На це було витрачено близько 500 млн грн. з державних фондів та ще близько 1 млрд грн з обласних та районних фондів різного рівня. У Вінницькій області, де зберігалось близько 2 тис. тонн, було відзвітовано про цілковите очищення деяких районів від пестицидів[1-5].

Проблема пестицидів невід'ємно пов'язана з проблемою складів отрутохімікатів, де вони зберігалися. У 2006 році таких лише у Вінницькій області було 709. Дані склади у переважній більшості зруйновані часом чи кліматичними впливами, а їх будівельні конструкції частково розібрані жителями сусідніх населених пунктів. Оскільки склади або не мають юридичного власника, або його майже неможливо встановити чи притягнути до певної відповідальності, дана проблема лягає на плечі місцевих громад. При цьому хімічно заражені будівельні конструкції складів варто утилізувати як відходи 1-4 класів небезпеки.

Наразі майже не існує державних програм чи заходів спрямованих на вирішення проблеми пестицидів в Україні, тому пошук шляхів вирішення проблеми хімічного забруднення пестицидами та продуктами їх розпаду є актуальною задачею.

Метою даної роботи є аналіз хімічних загроз екологічній безпеці у Вінницькій області та пошук шляхів підвищення екологічній безпеці регіону.

Аналіз загроз екологічній безпеці від пестицидів

За даними комісії з питань поводження з безхазяйними відходами, станом на 2018 рік на території області вже налічувалося 115 складів, на яких розміщувалося 864, 24 тонн ХЗЗР. З них 26 у задовільному стані та 89 у незадовільному. Решта із понад 700 складів не бралася до уваги, оскільки, вони майже зруйновані часом, природою та людьми. Хоча навіть і в зруйнованому вигляді вони несуть в собі загрозу, оскільки хімічне забруднення залишається.

Таблиця 1

Дані інвентаризації ХЗЗР станом на 01.06.2016 року

№	Район	Загальна кількість, т
1.	Барський	8,900
2.	Бершадський	4,020
3.	Вінницький	0,000
4.	Гайсинський	13,000
5.	Жмеринський	71,170
6.	Іллінецький	27,800
7.	Калинівський	3,084
8.	Козятинський	87,000
9.	Крижопільський	41,250
10.	Липовецький	0,000
11.	Літинський	4,045
12.	Могилів-Поділ.	44,000
13.	Мурованокурил.	46,150
14.	Немирівський	0,000
15.	Оратівський	32,050
16.	Піщанський	3,500
17.	Погребищенський	17,000
18.	Теплицький	220,420
19.	Томашпільський	4,200
20.	Тростянецький	40,000
21.	Тулчинський	2,650
22.	Тиврівський	183,400
23.	Хмільницький	0,000
24.	Чечельницький	7,400
25.	Чернівецький	20,000
26.	Шаргородський*	15,000
27.	Ямпільський	3,800
	Всього	899,539



Рисунок 1 – Типовий стан складу отрутохімікатів

Ще однією невирішеною проблемою, що безпосередньо пов'язана з некондиційними пестицидами, які зберігаються з радянських часів, є проблема забруднених ґрунтів поблизу місць зберігання пестицидів. Для пестицидів характерним є концентрування величезних їх кількостей в певних точках простору і одночасно поширення в довкіллі через водоносні горизонти підземних вод.

Оскільки ці проблеми безпосередньо пов'язані з захистом довкілля і здоров'я людей, то їх вирішення є беззаперечно актуальною задачею.

Маючи дані департаменту агропромислового розвитку, екології та природних ресурсів Вінницької ОДА, проаналізуємо наскільки ефективно було проведено очищення території Вінницької області від некондиційних ХЗЗР та які складові цієї проблеми ще залишаються актуальними та небезпечними.

У 2012 році відповідно до наявних документів з Джуринського отрутомогильника вивезено 1047,7 тонн непридатних пестицидів за рахунок коштів Державного фонду охорони навколишнього природного середовища. При відкритті бетонних бункерів та траншей виявилось, що отрутохімікати пересипані шаром ґрунту, що значно збільшило загальну масу відходів. Таким чином, фактичні об'єми відходів перевищили розрахункові. В Джуринському отрутомогильнику орієнтовний залишок ХЗЗР вважається на рівні 2100 тонн.

У 2009 році із складів області за кошти державного фонду ОНПС було вивезено на знищення до польського підприємства SARPI DabrovaGornicza близько 500 тонн непридатних ХЗЗР. Загалом, у 2003-2014 роках з території області за рахунок коштів державного та обласного фондів ОНПС, а також місцевих бюджетів вивезено для знищення 2300, 174 тонн непридатних ХЗЗР. З них 1047,649 з Джуринського отрутомогильника.

Після 2014 року залишки пестицидів не вивозилися з області, проте здійснювалися заходи перезатарювання непридатних пестицидів, а також їх інвентаризації на що було витрачено 1033,9 тис.грн.

Станом на 2018 рік з обласного фонду ОНПС було виділено 46 тис грн для виготовлення 115 інформаційних знаків для їх подальшого встановлення на території складів отрутохімікатів. Такі знаки розроблено з метою інформування жителів громад про небезпеку складів та пестицидів у них.

Крім цього, основною проблемою утилізації пестицидів на території нашої держави без вивезення їх за кордон для високотемпературного знищення є відсутність ліцензованих організацій у відповідності до нормативних документів «Перелік ліцензіатів на провадження господарської діяльності з поводження з небезпечними відходами», що оприлюднений Мінекології.

Досить частим є явище збільшення залишків непридатних пестицидів. Це стається у результаті перезатарювання і повторної інвентаризації. Наприклад у 2016-17 роках у смт Браїлів було виявлено 34,5 тонн ХЗЗР понад задекларовану кількість (табл. 1)

Як видно з таблиці 1, чотири райони, дійсно можна вважати очищеними від залишків непридатних пестицидів, зокрема, Вінницький, Липовецький, Немирівський та Хмельницький. Досить велика кількість районів мають незначні залишки в межах 10-15 тонн пестицидів. Проте є деякі райони, де їх кількість критична, а саме: Теплицький та Тиврівський з 220 та 183 тоннами відповідно. У цю таблицю по Шаргородському району не включено дані Джуринського отрутомогильника з 2100 тоннами ХЗЗР.

З даних таблиці можна констатувати факт того, що проблема пестицидів і досі залишається актуальною, а пестициди і досі становлять загрозу довкіллю і життю людей. Проте після проведення перезатарювання ця проблема може бути відтермінована на деякий час.

Станом на 2016 рік відповідно до актів райдержадміністрацій кількість непридатних ХЗЗР, що потребують перезатарення, складає 163 тонни 100 кг. З них 9100 кг рідкі та 154000 кг сипучих пестицидів.

Промислові відходи міста Вінниця

На території міста Вінниця також є низка «проблемних» установ та споруд, на яких зберігаються, часто, беззахайні відходи 1-4 класу небезпеки. Основні з них:

- 45 експериментальний завод – відходи 1 класу небезпеки (розчин хрому, цинку і міді) об'ємом 140 м³, розчин соляної, сірчаної, азотної кислоти – 8 м³, а також відходи 3 класу небезпеки у вигляді осаду з домішками хрому, цинку і міді – 32 м³;

- Територія ВО «Хімпром» - відходи 4 класу небезпеки: фосфогіпс – 211 тис. т, шлам станції нейтралізації – 197 тис.т, ванадієвий каталізатор – 92,94 т.

- Завод «Ореол» - відходи гальванічного виробництва невідомого хімічного складу (1 класу небезпеки) – близько 20 тонн;

- Завод «Термінал» - шлам відходів гальванічного цеху 1 класу небезпеки (запаковано в мішки) у кількості 120 т.

Крім цього, на території міста Вінниця зареєстровано більше ста потенційно небезпечних об'єктів, до яких в основному входять АЗС та підприємства, на яких зберігаються хімічні речовини різних класів небезпеки.

На території області є багато промислових джерел хімічного забруднення, проте наведені вище становлять значний ризик, оскільки є непрацюючими підприємствами без постійного нагляду за відходами та їх поширенням.

Аналіз даних по існуючих обсягах використання ХЗЗР

Для вибору методу утилізації найбільш доцільно використати саме хімічну класифікацію пестицидів, оскільки така класифікація дозволяє поділити пестициди за елементним вмістом та орієнтовними продуктами спалювання чи реагентної утилізації. Умовно існують такі хімічні класи пестицидів: 1) хлорорганічні; 2) фосфорорганічні; 3) похідні карбамінової, тіо- і дитіокарбамінової кислот; 4) карбонові кислоти та їх похідні (хлорфеноксіоцтові кислоти; арилалкілкарбонові кислоти); 5) галоїдзаміщені аніліди карбонових кислот; 6) похідні сечовини; 7) гетероциклічні сполуки (похідні симтриазинів, бензімідазолу, триазолу, морфоліну, фенілпіразолу та ін.); 8) нітро- і галоїдопохідні фенолу; 9) вуглеводні, кетони, альдегіди та їх похідні; 10) сірка та її препарати; 11) фторовмісні сполуки; 12) купрумвмісні (мідьвмісні) сполуки; 13) органічні металовмісні сполуки; 14) синтетичні піретроїди; 15) похідні нерейстоксину; 16) фенілпіразоли.

За даними статистики в Україну щороку офіційно ввозять пестицидів приблизно на 1 млрд доларів (955,4 млрд дол у 2018 р.). За неофіційними даними ще більше ввозять контрабандою. Майже всі сільськогосподарські угіддя охоплені використанням пестицидів (98,1 % території рослинництва в 2017 р за даними статистики). У структурі ринку засобів захисту рослин і регуляторів росту в 2017 р. найбільшу частку займали гербіциди (49%), фунгіциди (27%),



Рисунок 2 – Зображення фосфогіпсового терикону ВО «Хімпром»

інсектициди (10%), інші пестициди (8%) та регулятори росту рослин (6%). У 2018 році близько 60% усієї вартості імпорту пестицидів надійшло від Франції (25,6% до підсумку) на суму \$244,6 млн, Німеччини (18,4%) на \$175,6 млн і Китаю (17,0%) на \$162,8 млн. Всього щорічно в Україну ввозиться близько 100 тис тонн пестицидів. При цьому зареєстровано та перереєстровано близько 1000 пестицидних препаратів.

Ринок пестицидів найбільше розвинений у таких регіонах (за даними управління статистики у 2018 році): Вінницька (7,3 % від усього обсягу застосування), Хмельницька (7,2 %), Кіровоградська (6,8 %), Харківська (6,4 %) і Сумська 6,4 %) та інші області.

Серед найбільш поширених пестицидів, які використовуються в Україні є такі (за діючою речовиною)(табл.2):

Таблиця 2

Використання пестицидів в Україні у 2018 році за діючими речовинами (за даними держстатистики)

Діюча речовина	% на ринку	кг
Ацетхлор	16,5	4170807,0
Гліфосат	11,5	2925859,2
S-метолахлор	5,2	1314382,3
Прометрин	5,1	1296534,7
2,4-дихлорфенокси-оцтова кислота	4,3	1092152,0
Пропізохлор	3,8	953212,6
Бентазон	3,5	884771,0
Хлорпірифос	3,4	853537,0
Карбендазим	2,9	733196,7
Тебуконазол	2,7	696682,5
Інші	41,1	10419815,9

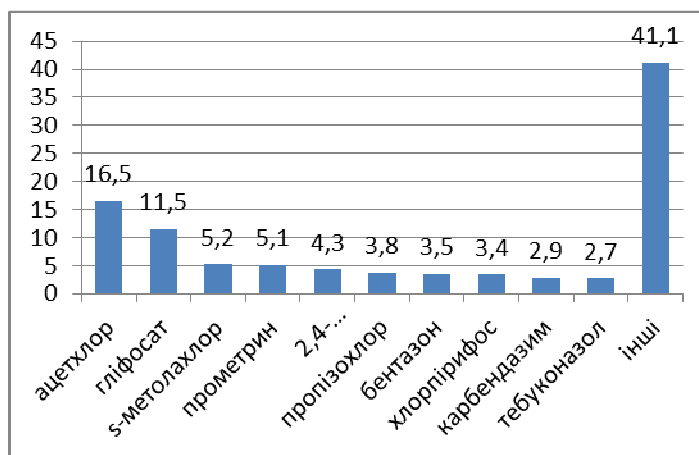


Рисунок 3 – Діаграма відсоткового використання пестицидів в Україні у 2018 році за діючими речовинами (за даними держстатистики)

Із самих тільки назв вже видно, що більшість пестицидів з даного переліку є хлорвмісними (хлорорганічні) та фосфорорганічні. Це передбачає наявність можливості їх утилізації відомими методами, зокрема, методами хімічними та термічними з декількаступеневим очищенням утворених газів.

Проблеми забруднених пестицидами ґрунтів

При попаданні невеликих концентрацій певних хімічних речовин у ґрунт відбувається поступовий розпад їх до простіших (неорганічних) сполук чи хімічних елементів. Як правило, це супроводжується зменшенням токсичності. Впливає на швидкість такого розпаду низка факторів: клімат, волога, насичення киснем, щільність ґрунту, вміст ґрунтових мікроорганізмів, рослин та ін. Загалом, ґрунт може повільно самотійно очищатися. Проте є певні класи хімічних речовин, які практично не розпадаються або розкладаються протягом тривалого часу. До таких відносять окремі класи пестицидів. Особливістю їх також є можливість накопичуватися в певних точках простору (у ґрунті) в особливо великих концентраціях, що можуть багатократно перевищувати ГДК.

Вирішення проблеми таких ґрунтів може бути різним і залежить від концентрації токсикантів у ґрунті та їх властивостей. При багатократному перевищенні ГДК (10 і більше) пестициду у ґрунті його треба переробляти хімічним чи термічними методами. Для цього як правило знімається верхній шар товщиною до 20 см і транспортується на спеціалізовані підприємства. При незначних перевищеннях ГДК (до 10 кратне) ґрунти можна поступово відновити методами фіторекультивациі чи біодеградації забруднень без зняття верхнього прошарку. Для цього використовуються рослини чи специфічні штами ґрунтових мікроорганізмів. Наразі використовуються такі штами мікроорганізмів: *Agrobacterium radiobacter*, *Pseudomonas sp.*, *Bacillus sp.*, *Pseudomonas sp.*, *Micrococcus sp.*, *Proteus sp.*, *Xanthomonas sp.*, *Ankistrodesmus falcatus*, *A. nannoselene*, *Selenastrum capricornutum*, *S. gracile*, *S. Minutum*, *Streptomyces griseolus*, *Ps. fluorescens*, *Ps. paucimobilis*, *Phanerochaete chrysosporium*, *Alcaligenes faecalis*, *Rhodopseudomonas palustris*, *Anabaena variabilis*.

Серед рослин, здатних знижувати токсичність пестицидів, використовують частіше полин звичайний (*Artemisia vulgaris*), квасолю звичайну (*Phaseolus vulgaris L.*) та соняшнику однорічного (*Helianthus annuus*). Ці рослини акліматизовані до умов лісостепу та мають великі показники приросту біомаси, що зумовлює їх відмінні фіторекультивацийні властивості.

Шляхи вирішення проблем ХЗЗР та інших хімічних речовин

Оскільки пестицидні препарати по своїй молекулярній будові переважно органічні речовини, що добре горять і при згоранні спрощуються до неорганічних речовин, то цю властивість широко використовують на переробних заводах Європи. Спалювання – це основний спосіб утилізації органічних хімічних речовин. Під час спалювання за певних температур можуть утворюватися сполуки, що в багато разів токсичніші за вихідні хімічні речовини (наприклад, діоксини). Через це спалювання вимагає багатоступеневу систему очищення утворених газів. Іноді вартість очисного обладнання може в десятки разів бути дорожчою за вартість спалювальних установок. Вартість заводу спалювання ТПВ у Європі сягає в середньому 70 млн. євро, а спеціалізованих підприємств по утилізації пестицидних препаратів може сягати 200 млн. євро. Очевидно, що для сучасних українських реалій – це дуже великі кошти.

Існує низка проектів переробки некондиційних хімічних речовин на існуючих підприємствах України. Зокрема, реагентна переробка на хімічних заводах України, спалювання в обертових печах цементних виробництв та інші. Зараз в Україні є лише 1 ліцензоване підприємство по утилізації пестицидів термічними методами з можливістю переробляти до 300 т на місяць у м. Баранівка Житомирської області. Дане підприємство майже не переробляє пестициди через низку перепон бюрократичного та корупційного характеру.

Висновки

Очевидно, що для цілковитого вирішення проблеми хімічних відходів треба ще багато ресурсів. Причому, на існуючих виробництвах та в аграрному секторі буде і в майбутньому утворюватися певна кількість відходів, які постійно будуть вимагати капіталовкладень. Тому одним із найбільш оптимальних шляхів вирішення цих проблем є налагодження власних ліній переробки небезпечних хімічних речовин, що, у свою чергу, дасть можливість зробити територію нашої держави чистішою та створити нові робочі місця.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Struthers J. K., Jayachandran K., Moonman T. B. Biodegradatoin 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.
2. Ponneelan K. T. P. B., Subramanian C., Suchitra R., Ganech K. G. Studies on the pesticide (Lindane) utilizing in the paddy field // J. Ecotoxicol and Environ Monit. 2006. № 3. V. 16. P. 211-214.
3. 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.
4. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]. - Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua>.
5. Петрук Р.В. Екологічна безпека складів і сховищ отрутохімікатів і відновлення земель навколо них /Петрук Р.В., Петрук В.Г., А.П. Березюк/ Вісник КрНУімені Михайла Остроградського. Випуск 3/2013 (80). – С.197-202.

REFERENCES

1. Struthers J. K., Jayachandran K., Moorman T. B. Biodegradatoin 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.
2. Ponneelan K. T. P. B., Subramanian C., Suchitra R., Ganech K. G. Studies on the pesticide (Lindane) utilizing in the paddy field // J. Ecotoxicol and Environ Monit. 2006. № 3. V. 16. P. 211-214.
3. 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. R. 1248-1255.
4. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy [Elektronnyi resurs]. - Rezhym dostupu : <http://www.ukrstat.gov.ua>.
5. Petruk R.V. Ekolohichna bezpeka skladiv i skhovyshch otrutokhimikativ i vidnovlennia zemel navkolo nykh /Petruk R.V., Petruk V.H., A.P. Bereziuk/ Visnyk KrNUimeni Mykhaila Ostrohradskoho. Vypusk 3/2013 (80). – S.197-202.

Петрук Роман Васильович – канд. техн. наук, доцент кафедри екології та екологічної безпеки, Вінницький національний технічний університет. ORCID:0000-0002-5128-4053, e-mail: prroma07@gmail.com.

ANALYSIS OF CHEMICAL THREATS OF ENVIRONMENTAL SAFETY IN VINNYTSA REGION

Vinnitsa National Technical University

The main threats to the environmental safety of Vinnytsia and Vinnytsya oblast in the field of the use and storage of pesticide and chemical wastes are presented in this work. The analysis of threats to ecological safety from pesticides, which consist of pesticide-contaminated soils, compositions and places of storage of pesticides and contaminated groundwater. The data of the Department of Agricultural Development, Ecology, and Natural Resources of Vinnytsia Oblast State Administration is presented, and it was analyzed how effective the cleaning of the territory of Vinnytsia Oblast was from the non-standard CWCP, and which components of this problem remain relevant and dangerous. It was established that four districts can be considered as cleared from the remains of unsuitable pesticides, in particular, Vinnytsia, Lipovetsky, Nemyrivsky, and Khmelnytsky, while in the Teplitzky, Tyvrivsky and Shargorodsky districts the situation with unsuitable pesticides is critical. In recent years, the process of export of pesticides abroad has been stopped due to significant costs, but work on inventory and re-stocking is constantly taking place. During the inventory of pesticides, new places of storage of non-conforming pesticides are detected.

In addition to pesticides, there are an industrial waste on the territory of the region, which also creates chemical threats to environmental safety. These include waste from the 45th experimental plant, Khimprom, Plant Oreol, Terminal Plant, and others. The chemical classification of pesticides is given and according to the statistics, the most widely used in Ukraine are chlorinated and phosphorous pesticides. Among the most chemically dominated regions, the leaders are Vinnytsya, Khmelnytsky and Kirovograd regions in 2018.

The methods of penetration and penetration of pesticides into soils are given and the main ways of their restoration and reclamation are analyzed. Among the most optimal methods of restoration is the removal of heat treatment and biological reclamation with phytomelioration. It is suggested to use strains of microorganisms: Agrobacterium radiobacter, Pseudomonas sp., Bacillus sp., Pseudomonas sp., Micrococcus sp., Proteus sp., Xanthomonas sp., Ankistrodesmus falcatus, A. nannoselene, Selenastrum capricornutum, and plants are able to reduce the toxicity of pesticides: ordinary beans and one-year sunflower.

Key words: pesticides, remediation, soil restoration, ecological risks, environmental threats, Vinnytsia region

Petruk Roman – Cand. Sc.(Eng), Associate Professor of ecology and ecological safety department, e-mail: prroma07@gmail.com.

Р. В. Петрук

АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКИХ УГРОЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ВИННИЦКОЙ ОБЛАСТИ

Винницкий национальный технический университет

В работе приведены основные угрозы экологической безопасности г. Винница и Винницкой области в сфере использования и хранения пестицидных препаратов и химических отходов. Проведен анализ угроз экологической безопасности от пестицидов, состоящих из загрязненных пестицидами почве, складов и мест хранения пестицидов и загрязненных подземных вод. Приведены данные департамента агропромышленного развития, экологии и природных ресурсов Винницкой ОГА, проанализированы насколько эффективно была проведена очистка территории области от некондиционных ХСЗР и какие составляющие этой проблемы еще остаются актуальными и опасными. Установлено, что четыре района можно считать очищенными от остатков непригодных пестицидов, в частности, Винницкий, Липовецкий, Немировский и Хмельницкий, а в Теплицком и Тывровском и Шаргородскому районах ситуации с непригодными пестицидами является критической. В последние годы процесс вывоза пестицидов за границу было остановлено из-за значительных затрат, однако работы по инвентаризации и перезатаривания постоянно происходят. Во время инвентаризации пестицидов обнаруживаются новые места хранения некондиционных пестицидов.

Кроме пестицидов на территории области являются промышленные отходы, которые тоже создают химические угрозы экологической безопасности. К таким можно относить отходы 45-го экспериментального завода, ПО «Химпром», Завод «Ореол», Завод «Терминал» и др.

Приведены химическую классификацию пестицидов и установлено по данным статистики, наиболее востребованными в Украине хлорсодержащие и фосфорсодержащие пестициды. Среди наиболее напичканных химией областей лидерами являются Винницкая, Хмельницкая и Кировоградская области в 2018 году. Приведены способы попадания и проникновения пестицидов в почву и проанализированы основные способы их восстановления и рекультивации. Среди на более оптимальных методов восстановления является снятие с термической обработкой и биологическая рекультивация с фитомелиорации. Предложено использовать штаммы микроорганизмов и растения способные снижать токсичность пестицидов.

Ключевые слова: пестициды, рекультивация, восстановление почв, экологические риски, экологические угрозы, Винницкая область.

Петрук Роман Васильевич – канд. техн. наук, доцент кафедры экологии и экологической безопасности, e-mail: prroma07@gmail.com.