


УДК 504.05:(556.388:632.154):556.314.6

 <https://doi.org/10.31996/mru.2022.2.42-46>

Н. П. ОСОКИНА, канд. геол.-мін. наук, науковий співробітник
(Інститут геологічних наук НАН України), n.osokina@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0002-2822-2989>

N. OSOKINA, PhD (Geol. & Mineral.), Research Scientist
(Institute of Geological Sciences, NAS of Ukraine), n.osokina@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0002-2822-2989>

ПРОЦЕСИ МІГРАЦІЇ ПЕСТИЦИДІВ І ПОВОДЖЕННЯ З ПЕСТИЦИДАМИ У ГЕОЛОГІЧНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

PROCESSES OF PESTICIDE MIGRATION AND PESTICIDE MANAGEMENT IN THE GEOLOGICAL ENVIRONMENT

Досліджено вміст пестицидів у підземних водах та інших об'єктах довкілля окремих регіонів України. Методом газової хроматографії визначено стійкі хлорорганічні пестициди: ДДТ та його метаболіти, ГХЦГ та його ізомери, алдрин, гептахлор; фосфорорганічні пестициди: метафос, карбофос, фосфамід, фозалон; фторвміщуючі пестициди: треплан та ін. З 1960 по 2011 р. на сільгоспугіддя України надійшло 2 млн 85 тис. т пестицидів. Навантаження пестицидів на ґрунти сільгоспугідь перевищили захисні властивості природного середовища, що призвело до їх потрапляння в підземну геосистему. За нашими розрахунками (за 10-річний період), середньостатистична концентрація ХОП в основних водоносних горизонтах України становить за сумою ДДТ $3,6 \cdot 10^{-5}$ мг/дм³; за сумою ГХЦГ – $3 \cdot 10^{-5}$ мг/дм³. У воді свердловин одночасно виявлено до 8 сільськогосподарських забруднювачів, сумарний ефект дії яких на організм людини не вивчений.

Проведено широкий комплекс польових та лабораторних експериментальних робіт із вивчення хімічного стану підземних вод еоценового водоносного горизонту (вмісту пестицидів) у Київській області; досліджено головні процеси і фактори, які впливають на міграцію пестицидів у підземній геосистемі, та формування хімічного складу підземних вод зони активного водообміну у різних гідрогеологічних умовах. Узагальнено публікації і виконано власні дослідження по процесах міграції в системі “пестицид–ґрунт–вода”. Нами зроблено висновки щодо міграції пестицидів у підземній геосистемі.

Розроблено методологію застосування пестицидів у геологічному середовищі. Необхідний контроль і суворе регламентація обсягів того чи іншого класу пестицидних препаратів при внесенні їх на сільгоспугіддя. Необхідний регулярний контроль якості підземних вод. Необхідно проводити моніторинг забруднення пестицидами підземних вод та інших об'єктів природного середовища пестицидами. Результати нових аналізів по забрудненню об'єктів природного середовища пестицидами необхідно порівнювати з ГДК. Якщо рівні забруднення об'єктів природного середовища пестицидами будуть збільшуватися (перевищення ГДК), то треба зменшити навантаження пестицидів на сільгоспугіддя та замінити старі пестициди на нові. Необхідно формувати збалансовану систему природокористування в контексті сталого розвитку та впровадження екологічних та інноваційних технологій в сільському господарстві, а також сучасні механізми національної екологічної політики.

Ключові слова: підземні води, пестициди, процеси, методологія.

The content of pesticides in groundwater and other environmental objects in some regions of Ukraine was investigated. Persistent organochlorine pesticides were determined by gas chromatography: DDT and its metabolites, HCCN and its isomers, aldrin, heptachlor; organophosphoric pesticides: methaphos, carbophos, phosphomide, phozalone; fluorine-containing pesticides: trephlane.etc. From 1960 to 2011, 2 million 85 thousand tons of pesticides were applied to agricultural lands of Ukraine. The pressure of pesticides on farmland soils exceeded the protective properties of the natural environment, which led to their entry into the underground geosystem. According to our calculations (for a 10-year period), the average concentration of organochlorine pesticides (OCPs) in the main aquifers of Ukraine is $3,6 \cdot 10^{-5}$ mg/dm³ by the amount of DDT; $3 \cdot 10^{-5}$ mg/dm³ by the amount of HCCN. Up to 8 agricultural pollutants were simultaneously detected in well water, the total effect of which on the human body has not been studied.

A wide range of field and laboratory experimental works was carried out to study the chemical state of groundwater of the Eocene aquifer (pesticide content) in the Kyiv region; the main processes and factors that affect the migration of pesticides in the underground geosystem and the formation of the chemical composition of groundwater in the active water exchange zone in different hydrogeological conditions were investigated. We summarized publications and performed our own research on migration processes in the “pesticide-soil-water” system. We have made conclusions on the migration of pesticides in the underground geosystem.

A methodology for the use of pesticides in the geological environment has been developed. It is necessary to control and strictly regulate the volumes of a particular class of pesticide preparations when applying them to agricultural land. Regular control of groundwater quality is necessary. It is necessary to monitor pesticide contamination of groundwater and other environmental objects by pesticides. The results of new analyses on pesticide contamination of environmental objects should be compared with the maximum permissible concentration (MPC). If the levels of pesticide pollution of the environment will increase (exceeding the MPC), it is necessary to reduce the pressure of pesticides on agricultural land and replace old pesticides with new ones. It is necessary to form a balanced system of environmental management in the context of sustainable development and the introduction of environmental and innovative technologies in agriculture, as well as modern mechanisms of national environmental policy.

Keywords: ground waters, organochloric pesticides, processes, methodology.

Вступ

Аналізуючи екологічну ситуацію в Україні, варто зазначити, що з 1960 по 1990 р. спостерігався зріст валового використання агрохімікатів (пестицидів, мінеральних, органічних добрив). У цілому, за зазначений період в агроландшафти

України надійшло понад 1 млн т пестицидів (1360 тис. т по діючій речовині), майже 1 млн т мінеральних добрив і не врахована кількість інших видів хімічних сполук. У системі обробки поступово зменшувалося використання стійких ртутьвміщуючих і хлорорганічних пестицидів, фосфорорганічних препаратів, що потім активно мігрують. Використання пестицидів на сільськогосподарських угіддях в 1990 р. по

Україні склало близько 104 тис. т, у тому числі інсектицидів – 24 тис. т, фунгіцидів – 26,6 тис. т, гербіцидів – 51,4 тис. т. Навантаження пестицидів на 1 га орної площі становило 3,2 кг.

З 1990-х років і по теперешній час використання пестицидів на сільськогосподарських угіддях України та навантаження пестицидів на 1 га рілля поступово знижувались. Зменшення об'ємів застосування пестицидів відбувається за рахунок посилення токсичності їх діючої речовини. В 2011 р. використано пестицидів 26,8 тис. т, у тому числі інсектицидів – 3,8 тис. т, фунгіцидів – 5,6 тис. т, гербіцидів – 18,4 тис. т, навантаження на 1 га рілля склало 0,88 кг, дм^3 . Таким чином, за 1960–2011 рр. на сільгоспугіддя України надійшло 2 млн 85 тис. т пестицидів. Місцем основного нагромадження пестицидів є ґрунт. Зберігаючись в орному шарі ґрунтів, ці сполуки у залежності від ситуаційної обстановки можуть переміщатися у вертикальному і горизонтальному напрямках, проникаючи в підземну геосистему, підземні води, рослини, повітря, поверхневі води [4].

Багаторічне вивчення вмісту пестицидів у ґрунтах і гірських породах України дозволило встановити, що в даний час близько 20 похідних цих речовин присутні в ґрунтах і породах на рівні $1 \cdot 10^{-8}$ – $1 \cdot 10^{-2}$ мг/кг до одиниць мг/кг, формуючи фонове забруднення, у тому числі і біосферних заповідників, заказників, парків. Вміст хлорорганічних пестицидів (ΣДДТ, ΣГХЦГ) у підземних водах у середньому по Україні складає $1 \cdot 10^{-6}$ – $1 \cdot 10^{-3}$ мг/ дм^3 , у поверхневих водах рік і озер – $1 \cdot 10^{-7}$ – $1 \cdot 10^{-4}$ мг/ дм^3 .

У ґрунтово-кліматичних умовах України термін життя цих речовин становить від декількох до 50–100 років і визначається множинним впливом біотичних і абіотичних факторів, що впливають на процеси хімічного чи біологічного розкладання: окислювання, гідроліз, дехлорування та ін. Істотними є фізико-хімічні властивості пестицидів, особливості будови і складу ґрунтів, взаємодія в системі “ґрунт–суміжні середовища” (повітря, вода, рослини).

Проблема якості питної води була і залишається актуальною і надзвичайно гострою. Тому вивчення впливу антропогенних факторів (застосування і процесів міграції пестицидів) на склад підземних вод безумовно на часі.

Мета роботи полягає у комплексному дослідженні негативного впливу пестицидів на формування хімічного складу підземних вод, насамперед вод зони активного водообміну території Київської області, та вивченні процесів міграції пестицидів.

Наукова новизна полягає у вивченні фактичного стану підземних вод Київської області внаслідок застосування пестицидів. Зроблено висновки щодо процесів міграції і міграційних властивостей пестицидів у залежності від типу ґрунтів, коефіцієнта адсорбції, вмісту гумусу, величини рН, розчинності пестицидів у воді. Розроблено методологію поведінки з пестицидами у геологічному середовищі.

Практична цінність роботи полягає у тому, що на підставі визначення кількісних показників вмісту пестицидів у підземній воді та дослідження процесів міграції в системі “пестицид–ґрунт–вода” нами зроблено висновки щодо міграції пестицидів у підземній геосистемі. Внаслідок цього стало можливим більш точно моделювати процеси міграції пестицидів і надавати практичні рекомендації з поліпшення якості підземних вод.

Газохроматографічним методом були вивчені стійкі хлорорганічні пестициди (п,п' – ДДТ, п,п' – ДДЕ, о,п' – ДДТ, α – ГХЦГ, β – ГХЦГ, γ – ГХЦГ), альдрин, гептахлор, фторвміщуючий пестицид (трефлан), фосфорорганічні пестициди (карбофос, метафос, фозалон, фосфамид), азотвміщуючі пестициди та ін.

Потрапляючи у підземну воду різними шляхами, пестициди погіршують якість підземних вод. Якщо концентрація пестицидів у підземній воді перевищує ГДК, то така вода являє собою небезпеку для життя і здоров'я людини. Якщо пестициди знаходяться у підземній воді у концентрації нижче ГДК, то, на нашу думку, з часом вони пригнічують генетичну та імунну системи людини. Навіть разові контакти людини з такими пестицидами, як *діелдрин*, *паратіон*, призводять до зміни біотопів головного мозку (енцефалограми) [15].

Необхідно механізувати виробничі процеси, які виключають безпосередній контакт працівників з токсичними речовинами при застосуванні пестицидів [16].

За період 1960–2011 рр. на сільськогосподарські угіддя України потрапило 2 млн 85 тис. т пестицидів. Наявність пестицидів та їхніх похідних у природній геосистемі сприяє утворенню нової ґрунтово-геохімічної обстановки, тому змінюються умови формування хімічного складу підземних вод. Під дією антропогенних забруднювачів (пестициди) змінюється хімічний склад води. Сьогодні важливо запобігання забрудненню пестицидами питної води і продуктів харчування. Потрапляючи різними шляхами в організм людини, пестициди можуть викликати небажані результати. Пестициди спричиняють загибель багатьох організмів і можуть при нагромадженні у ґрунті, сільськогосподарській продукції погіршувати стан здоров'я людини. Незважаючи на шкідливий вплив пестицидів, вони є основним засобом боротьби зі шкідниками, хворобами сільськогосподарських культур і бур'янами. Ґрунт є місцем максимального нагромадження хлорорганічних пестицидів, звідки відбувається міграція їх в інші середовища – воду, рослини (продукти харчування) і в остаточному підсумку – в організм людини.

С позицій забруднення гідросфери особливу небезпеку становлять речовини, які довго живуть в ґрунті. Вони є пріоритетними забруднювачами всіх підсистем. Для них характерна фізична адсорбція (сорбція) породами і ґрунтами, повільна міграція по ґрунтового профілю. В основному це ртуть- і мишьяквміщуючі сполуки, хлорорганічні похідні, симетричні триазини. Вони накопичуються в ґрунтах і породах, втім у породах на 1-2 порядки вище, ніж у ґрунтах.

Результати та обговорення

На підставі наших багаторічних досліджень встановлено, що пестициди присутні у всіх об'єктах навколишнього середовища: підземних, поверхневих, мінеральних водах, ґрунтах, породах, донних відкладах, рослинах, водоростях. В кожній пробі води виявлено пестициди у концентрації 10^{-3} – 10^{-6} мг/ дм^3 від 1–3 до 8 найменувань, що належать до різних класів хімічних сполук, сумарний ефект дії яких на організм людини не вивчений. Вміст пестицидів у підземних водах не залишається постійним, а зазнає закономірних змін як у часі, у багаторічному циклі, так і по сезонах року. У багаторічному циклі на різних ділянках відзначається в одних випадках зріст, в інших – зниження концентрації окремих пестицидів у підземних водах, що викликано, цілком ймовірно, зміною асортименту і навантажень пестицидів на різних територіях.

Пестициди на території України виявлено у водоносних горизонтах на різних глибинах (до 370 м), що характеризуються різним ступенем природної захищеності [7]. Як показав аналіз конкретних матеріалів, основними джерелами забруднення підземних вод пестицидами є ґрунти сільгоспугідь, території розміщення складів підприємств – виготовлювачів ядохімікатів, місця поховання пестицидів, розчинні вузли, забруднені поверхневі води та ін. За 2005–2007 рр. в

Україні було зареєстровано (перереєстровано) 1112 пестицидів і агрохімікатів [5].

Детоксикація пестицидів у підземній геосистемі може відбуватися внаслідок окислювання, гідроксилування, дехлорування, алкілування тощо і залежить від гідрогеохімічних процесів, що протікають у системі “підземна вода–порода”. В результаті, поряд з основними речовинами знаходимо їхні похідні: ДДТ-ДДЕ; гексахлорциклогексан - α ,- β ,- γ – ізомери; севін - α ,- β – нафтол; хлорофос – ДДВФ та ін. [2, 3].

Накопичення пестицидів у ґрунтах обумовлено двома процесами: їх сорбцією тонкодисперсною частиною ґрунту, в тому числі органічною речовиною, і розкладанням (детоксикацією). Обидва процеси залежать від властивостей ґрунту, а також від зовнішніх умов [17].

Пестициди – регулятори росту рослин. Вони впливають на процеси росту і розвитку рослин, а також на ґрунтові ферментативні процеси [18].

Явище **адсорбції**, одного з найважливіших процесів у поводженні гербіцидів, визначає відносну їх доступність, випар, фізичний розподіл, руйнування, біологічну активність і здатність розкладатися під дією мікроорганізмів. Основні фактори, що впливають на адсорбцію, – розчинність хімічної сполуки у воді, природа ґрунтових складових, рН, температура, вологість і будова молекули [12]. На персистентність гербіцидів значно впливає рН у залежності від природи ґрунтових складових і кліматичних факторів [13].

Залежність глибини міграції пестицидів по ґрунтовому профілю має зворотний характер від коефіцієнта адсорбції, вмісту гумусу, величини рН.

Розкладання пестицидів у ґрунті більшою мірою визначається величиною рН. Від рН залежить ступінь дисоціації та асоціації даної сполуки, механізм адсорбції і десорбції належить ґрунтовим мікроорганізмам. Мікробіологічний склад ґрунтів багато в чому визначає характер взаємодії в системі “пестицид–ґрунт–ґрунтові мікроорганізми”, істотно впливаючи на детоксикаційні процеси.

Гідроліз водою є одним з найбільш важливих процесів [19], що у більшості випадків приводить до розкладання пестицидів з утворенням менш токсичних сполук. Найбільш легко гідроліз пестицидів протікає у вологих ґрунтах. Чим вище температура ґрунту, тим швидше відбувається розкладання препаратів як під дією хімічних факторів (гідроліз, окислювання), так і під впливом мікроорганізмів. На процес взаємодії пестицидів з водою (гідроліз) впливає температура води і рН.

Зростання температури зменшує фізичну адсорбцію та у деяких випадках викликає втрату води з адсорбційних ділянок, роблячи їх доступними для гербіцидів. **Зі збільшенням ступеня адсорбції дифузія, просочування і випар гербіцидів у ґрунті сповільнюються.**

Зі збільшенням температури, вологості ґрунту і при низькому вмісті глини чи органіки **летючість** препаратів збільшується.

Адсорбція відіграє важливу роль у концентрації одних елементів і видаленні інших при явищах міграції.

Заключення

Мало накопичують і легко очищаються від пестицидів (дні-місяці) світло-сірі опідзолі, піщані ґрунти, піски і піщаники, де **пестициди мають добрі міграційні властивості**. Чорноземи потужні, добре гумусовані, деякі різновиди лугово-болотних ґрунтів, чорноземи дернові, каштанові ґрунти добре накопичують та утримують пестициди. У таких ґрунтах пестициди мають **погані міграційні властивості** [2, 3].

З позицій забруднення гідросфери особливу небезпеку становлять довгоживучі в ґрунті речовини. Вони є пріоритетними забруднювачами всіх підсистем. Для них характерна фізична адсорбція (сорбція) породами і ґрунтами, повільна міграція по ґрунтовому профілю. В основному це ртуть- і миш'яквміщуючі сполуки, хлорорганічні похідні, симетричні триазини. Вони накопичуються в ґрунтах і породах, причому в породах на 1–2 порядки вище, ніж у ґрунтах.

Залежність глибини міграції пестицидів по ґрунтовому профілю має зворотний характер від коефіцієнта адсорбції, вмісту гумусу, величини рН [13].

Зі збільшенням температури, вологості ґрунту і при низькому вмісті глини чи органіки летючість препаратів зростає [19].

Із збільшенням адсорбції ґрунту міграція пестицидів сповільнюється [12].

Зі зменшенням рН ґрунту адсорбція збільшується і сповільнюється міграція пестициду.

Якщо пестицид має високу розчинність у жирах, низьку розчинність у воді і виявляє персистентність в навколишньому середовищі, може спостерігатися постійне збільшення залишків протягом усього часу до того моменту, коли буде досягнута рівновага в живих організмах. Таке захоплення залишків відбувається в результаті абсорбції, і біоаккумуляючі хімікати можуть бути виявлені на ранній стадії як базисні рівні для порівняння їх з більш пізніми рівнями.

Чим вище розчинність пестициду у воді, тим краще протікає процес його міграції по ланцюжку “ґрунт–вода”. Якщо метаболіти й ізомери, на які розкладається пестицид, мають розчинність більше, ніж первісна речовина, то вони мають більш великі міграційні властивості.

Сьогодні особливо актуальною є проблема запобігання забрудненню пестицидами питної води, продуктів харчування.

В Екологічній стратегії України 2030 вказується, що збереження навколишнього середовища буде пріоритетним при реалізації всіх галузевих програм і планів. Кожен проект буде оцінюватися з точки зору відповідності екологічним стандартам. Якщо рівень скидів у водні об'єкти становить 15,7 % і практично всі поверхневі і підземні води забруднені, то до 2030 р. показник скидів зменшиться до 5 % [1].

Єврокомісія представить **нову сільськогосподарську стратегію**. Вона спрямована на сприяння генної інженерії та скорочення застосування хімічних засобів. В Європейському Союзі планують різко обмежити використання хімічних засобів для захисту рослин і боротьби зі шкідниками. Згідно з новими планами Єврокомісії, застосування таких засобів повинно скоротитися на 50 % до 2030 р., повідомляють видання медіа групи Funke. Очікується також введення подібних обмежень на використання хімічних добрив.

Брюссель планує сприяти застосуванню генної інженерії і при вирощуванні рослин, щоб підлаштуватися під кліматичні зміни [14].

Принцип прийняття запобіжних заходів частіше згадується в загальних політичних програмах. Одна з цих програм – 6-а Екологічна Програма Дій (6th EAP) “Довкілля 2010: Наше майбутнє. Наш вибір”. Програма декларує: Необхідний цілісний і всебічний підхід до навколишнього середовища і здоров'я з тим, щоб обережність і запобігання ризику були в центрі цієї політики, яка бере до уваги особливо вразливі групи населення, такі як діти і люди похилого віку... Запобігання та обережність також означають, що ми повинні прагнути до заміни використання небезпечних речовин менш небезпечними всюди, де тільки це технічно та економічно здійснимо.

Звернення до Принципу вжиття застережних заходів по відношенню до пестицидів у межах 6 Екологічної Програми Дій є в області охорони питної води. Вже є суворі стандарти за якістю питної води щодо забруднення пестицидами та існує очевидна потреба насамперед припинити потрапляння пестицидів у джерела питної води [6].

Скорочення використання і принципи заміни (the substitution principle) запропоновані тільки для найнебезпечніших пестицидів, які конкретно не визначено на цій стадії. Дії з приводу пестицидів запропоновані 6th EAP. Кодекс найкращої практики по використанню пестицидів. Перегляд Директиви 91/44 по реєстрації пестицидів. Тематична **Стратегія** Співтовариства з питань сталого використання пестицидів.

З метою мінімізації негативних наслідків накопичення пестицидів у підземних водах та інших об'єктах навколишнього середовища в Україні та їх впливу на підземну геосистему необхідно проводити контроль та еколого-гігієнічну оцінку антропогенно-забруднених територій. Проведення екологічної експертизи, екологічного аудиту дозволяє оцінити і спрогнозувати з достатнім ступенем точності реальний стан, екологічні ризики, відповідальність за них; регулювати напруги, які виникають в екосистемах, і тим самим передбачати і попереджати можливі несприятливі екологічні ситуації та екологічні техногенні катастрофи.

МЕТОДОЛОГІЯ застосування пестицидів у геологічно-му середовищі (довкіллі) включає:

1. Контроль і сувору регламентацію обсягів того чи іншого класу пестицидних препаратів при внесенні їх на сільгоспугіддя. Необхідний регулярний контроль якості підземних вод.

2. Моніторинг забруднення пестицидами підземних вод та інших об'єктів природного середовища пестицидами.

3. Результати нових аналізів по забрудненню об'єктів природного середовища пестицидами необхідно порівнювати з ГДК. Якщо рівні забруднення об'єктів природного середовища пестицидами будуть збільшуватися (перевищення ГДК), то треба зменшити навантаження пестицидів на сільгоспугіддя та замінити старі пестициди на нові.

4. До 2030 р. зменшити до 5 % показники скидів (індустріальних і сільськогосподарських) у водні об'єкти. Зараз рівень скидів у водні об'єкти становить 15,7 %, тому практично всі поверхневі і підземні води забруднені [1].

5. Нову сільськогосподарську стратегію Єврокомісії: обмежити використання хімічних засобів для захисту рослин і боротьби зі шкідниками. Згідно з новими планами Єврокомісії, застосування таких засобів повинно скоротитися на 50 % до 2030 р.

6. Заміну використання небезпечних речовин більш безпечними, де тільки це технічно й економічно здійсимо, включаючи нехімічні альтернативи.

7. Припинення потрапляння пестицидів у джерела питної води.

8. Мінімізацію ризиків, пов'язаних з використанням пестицидів, переважно тих, що визначаються токсичністю речовин, і моніторинг досягаемого прогресу.

9. Поліпшення контролю щодо використання та розподілу пестицидів.

10. Заохочення сільського господарства з низьким застосуванням пестицидів або вільного від пестицидів і використання комплексних стратегій боротьби зі шкідниками (КСВ, integrated pest management, IPM).

11. Знищення запасів застарілих пестицидів [8-11].

12. Формування збалансованої системи природокористування в контексті сталого розвитку та впровадження еколо-



Світлої пам'яті Володимира Володимировича МАКОГОНА (16.07.1971 – 06.12.2022)

Трагічна звістка прийшла зі Сходу – на фронті загинув наш колега, захисник України, капітан Збройних Сил **Володимир Володимирович Макогон**. Важко про це писати і неможливо збагнути – адже так багато всього було попереду.

Володимир Макогон народився 16 липня 1971 р. у м. Білики Полтавської області у родині директора місцевої школи і кравчині. Після закінчення Харківського державного університету з 1993 по 2021 р. працював у Чернігівському відділенні УкрДГПІ, пройшовши шлях від інженера до завідувача сектору методики вивчення Дніпровсько-Донецької западини. Близький учений, один з найкращих і найперспективніших учнів академіка НАН України О. Ю. Лукіна, у 2008 р. він захистив кандидатську дисертацію *“Літологія та палеогеографія візейських відкладів центральної частини Дніпровсько-Донецької западини (у зв'язку з нафтогазоносністю)”*. Проводив активну наукову роботу, успішно поєднуючи її з виконанням обов'язків ученого секретаря відділення. Результатами досліджень Володимира Макогона стали 72 опубліковані наукові праці та 20 тематичних звітів, які є вагомим внеском у сучасну українську нафтогазову геологію. За високі досягнення був нагороджений галузевою відзнакою *“Почесний розвідник надр”*.

Після ліквідації УкрДГПІ Володимир Макогон продовжив роботу у Національному університеті *“Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка”*. В 2021 р. вступив до докторантури Інституту геологічних наук (ІГН) НАН України. Влітку 2022 р. був призваний до лав Збройних Сил України, але навіть на фронті він не полишав улюблену справу – ще місяць тому у ІГН НАН України заслуховували науковий звіт за його співавторства.

Війна забирає найкращих – таким був Володимир. Його неможливо було не помітити – високий і стрункий, привітний, інтелігентний. Вченого вирізняли така рідкісна зараз висока культура наукових дискусій і спілкування, унікальна ерудиція і разом з тим скромність, навіть сором'язливість. Справжній патріот України, він любив і знав рідну землю, природу, був дуже доброю і толерантною людиною. Любив купатися у Ворсклі в рідних Біликах, пекти пироги для сина і дружини. Досконало знав французьку та англійську мови. Від нього ми дізнавалися про варті уваги літературні новинки. З ним були пов'язані великі надії української геологічної науки.

Будучи за складом розуму і характером типовим ученим, докторантом академічного інституту, він міг уникнути призову, але, як Людина Честі, не зробив цього і загинув за нас.

Прощавай, Друже! Ти назавжди залишишся в наших серцях!

Світла пам'ять і вічна шана Герою!

гічних та інноваційних технологій в сільському господарстві. Формування і впровадження сучасних механізмів національної екологічної політики.

ЛІТЕРАТУРА

1. Екологічна Стратегія України 2030. <http://yana-property.com/>
2. Моложанова Е. Г., Осокіна Н. П. К вопросу миграции пестицидов в подземной геосистеме и здоровье // Проблемы экологической безопасности и развития морехозяйственного и нефтегазового комплексов: Материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. – Одесса; Херсон, 2010. – С. 54–60.
3. Моложанова Е. Г. Классификация почв по степени сорбции пестицидов // Миграция загрязняющих веществ в почвах и сопредельных средах: Тр. III Всесоюз. совещ. (Обнинск, сентябрь 1981 г.) – Ленинград: Гидрометеиздат, 1985. – С. 47–52.
4. Осокіна Н. П. Содержание остаточных количеств пестицидов в подземных водах и других объектах природной среды отдельных регионов Украины. – Киев: Издатель Кравченко Я.О., 2019. – 190 с.
5. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні за 2008 рік. – Київ: Юнівест Медіа, 2008. – 448 с.
6. Пособие для НПО стран Центральной и Восточной Европы ... и не только. – Гамбург, Германия, 2003. – 47 с.
7. Яковлев Е. А. Геолого-экологические аспекты химизации сельского хозяйства // Проблемы обоснования и реализации мероприятий по минимизации негативного воздействия на подземные воды сельскохозяйственных загрязнений. – Киев, 1989. – С. 5–8.
8. Commission Directive 1999/50/EC of 25 May 1999 amending Directive 91/321/EEC on infant formulae and follow – on formulae, Official Journal L 139/29.
9. European Commission (2001): Communication from the Commission to the Council, The European Parliament, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. On the sixth environment action programme of the European Community, Environment 2010: Our choice – The Sixth Environment Action Programme – Proposal for a Decision on the European Parliament and of the Council Laying Down, The Community Environment Action Programme 2000-2010.
10. European Commission (2003): Commission Directive 2003/13/EC amending Directive 96/5/EC on processed cereal-based foods and baby foods for infants and young children, Official journal L 41/33.
11. European Commission (2003): Commission Directive 2003/14/EC amending Directive 91/321/EC on infant formulae and follow – on formulae, Official journal L 41/37.
12. Haque R. Role of adsorption in studying the dynamics of pesticides in a soil environment // Environ. Dyn. Pestic. – 1975. – Vol. 8. – P. 97-114.
13. Hiltbold A. E., Buchanan G. A. Influence of soil pH on persistence of Atrazine in the field // Weed Science. – 1977. – Vol. 25, No. 6. – P. 515-520.
14. <http://www.dw.com/ru/>
15. <https://ru.osvta.ua > ecolody 26.04.2011>
16. <https://elizarivska.gromada.org.ua 14.05.2021>
17. <https://www.google.com/search пестициди+процеси 05.05.2021>
18. <https://uk.wikipedia.org>wiki>
19. Khan S. U. Kinetics of hydrolysis of atrazine in aqueous fulvic acid solution // Pestic. Sci. – 1978. – Vol. 9, No. 1. – P. 39-43.

REFERENCES

1. Ecological Strategy of Ukraine 2030. <http://yana-property.com/> (In Ukrainian).
2. Molozhanova E. G., Osokina N. P. On the issue of migration of pesticides in the underground geosystem and health // Problemy ekologicheskoy bezopasnosti I razvitiya morekhozaystvennogo I neftegazovogo kompleksov: Materialy VII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii. – Odessa; Khtshon, 2010. – P. 54-60. (In Russian).
3. Molozhanova E. G. Classification of soils according to the degree of sorption of pesticides // Migratsiya zagryaznyayushchikh veshchestv v pochvakh I sopredel'nykh sredakh: Trudy III Vsesouznogo soveshchaniya, Obninsk, sentyabr 1981 g. – Leningrad: Gidrometeoizdat, 1985. – P. 47-52. (In Russian).
4. Osokina N. P. The content of residual amounts of pesticides in groundwater and other objects of the natural environment of certain regions of Ukraine. – Kyiv: Izdatel Kravchenko Ya. O., 2019. – 190 p. (In Russian).
5. List of pesticides and agrochemicals approved for use in Ukraine in 2008., – Kyiv: Univest Media, 2008. – 448 p. (in Ukrainian).
6. A Handbook for NGOs in Central and Eastern Europe ... and More. – Gamburg, Germaniya, 2003. – 47 p.

7. Yakovlev E. A. Geological and ecological aspects of chemicalization of agriculture // Problemy obosnovaniya i realizatsii meropriyatij po minimizatsii negativnogo vozdejstviya na podzemnye vody sel'skokhozaystvennykh zagryaznitelej. – Kyiv, 1989. – P. 5-8. (In Russian).

8. Commission Directive 1999/50/EC of 25 May 1999 amending Directive 91/321/EEC on infant formulae and follow – on formulae, Official Journal L 139/29.
9. European Commission (2001): Communication from the Commission to the Council, The European Parliament, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. On the sixth environment action programme of the European Community, Environment 2010: Our choice – The Sixth Environment Action Programme – Proposal for a Decision on the European Parliament and of the Council Laying Down, The Community Environment Action Programme 2000-2010.
10. European Commission (2003): Commission Directive 2003/13/EC amending Directive 96/5/EC on processed cereal-based foods and baby foods for infants and young children, Official journal L 41/33.
11. European Commission (2003): Commission Directive 2003/14/EC amending Directive 91/321/EC on infant formulae and follow – on formulae, Official journal L 41/37.
12. Haque R. Role of adsorption in studying the dynamics of pesticides in a soil environment // Environ. Dyn. Pestic. – 1975. – Vol. 8. – P. 97-114.
13. Hiltbold A. E., Buchanan G. A. Influence of soil pH on persistence of Atrazine in the field // Weed Science. – 1977. – Vol. 25, No. 6. – P. 515-520.
14. <http://www.dw.com/ru/>
15. <https://ru.osvta.ua > ecolody 26.04.2011>
16. <https://elizarivska.gromada.org.ua 14.05.2021>
17. <https://www.google.com/search пестициди+процеси 05.05.2021>
18. <https://uk.wikipedia.org>wiki>
19. Khan S. U. Kinetics of hydrolysis of atrazine in aqueous fulvic acid solution // Pestic. Sci. – 1978. – Vol. 9, No. 1. – P. 39-43.

Рукопис отримано 9.03.2022.

**ШАНОВНІ НАУКОВЦІ
З ГЕОЛОГІЧНОГО НАПРЯМУ!**

Запрошуємо вас до співпраці!
Пропонуємо сторінки нашого видання для висвітлення ваших наукових досліджень.

У 2020 році журнал укотре підтвердив свій **високий науковий рівень**, пройшовши перереєстрацію наукових фахових видань України на підставі рішення атестаційної комісії МОН.

Йому надано категорію "Б" з геологічної (17.03.2020 р.) і технічної (17.03.2020 р.) галузей науки за спеціальностями:

103 – науки про Землю,
184 – гірництво,
185 – нафтогазова інженерія та технології.

Редколегія журналу
"Мінеральні ресурси України"

МІНЕРАЛЬНІ РЕСУРСИ УКРАЇНИ
MINERAL RESOURCES OF UKRAINE

12
НАУКОВОЇ ЖУРНАЛ
СЕРІЙНОГО ВИДАННЯ