

Міністерство освіти і науки України  
Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка  
Варненський університет менеджменту (Болгарія)  
University College Capital, UCC (Данія)  
Університет імені Адама Міцкевича (Польща)  
College of St. Scholastica Duluth Minnesota (США)  
Казахський національний педагогічний університет імені Абая (Казахстан)  
Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського  
Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка  
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини  
Полтавський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти ім. М. В. Остроградського  
Центр професійного розвитку педагогічних працівників Полтавської міської ради



**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**  
**МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ**  
**«XIV МЕНДЕЛЄЄВСЬКІ ЧИТАННЯ»**

**25 лютого 2021 року**

**Полтава 2021**

шахтних вод, вода в р. Інгулець істотно переповнена хлоридами, сульфатами, нітратами, нітридами, поруч важких металів та іншими забруднюючими речовинами. Слід зазначити, що в результаті промивання Інгульця прісної водою гідрохімічна ситуація і якість води в р. Інгулець значно поліпшується. Однак, різкі перепади вмісту цих речовин протягом одного року негативно впливають на розвиток і продуктивність флори і фауни цих водойм [4].

### Список використаної літератури

1. Войтович С.П. Сравнительная характеристика подземных и шахтных вод некоторых угольных бассейнов Украины и России // Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2016. – № 2. С. 44 – 48.
2. Географічне положення міста Кривого Рогу. – Електронний ресурс. – Режим доступу: [https://kr.gov.ua/pro\\_misto\\_kriviy\\_rig/geografichne\\_roztashuvannya](https://kr.gov.ua/pro_misto_kriviy_rig/geografichne_roztashuvannya)
3. Оптимізація скидання та утилізація надлишку шахтних вод – Електронний ресурс. – Режим доступу: <http://zsfoe.org/wp-content/uploads/2017/07/2-7-17-Master-UA.pdf>
4. Суярко В. Г., Решетов И. К., Безрук К. О. Возможности использования подземных и шахтных вод Донбасса как гидроминерального сырья // Экология окружающей среды и безопасность жизнедеятельности. 2007. № 3. С. 7–12.

## МЕТОДОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ҐРУНТУ

Сененко Н.Б.

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Сучасний стан ґрунтів України, і зокрема, Полтавської області, викликає значне занепокоєння з агрохімічного, а відповідно, з екологічного стану [1]. У монографії [2] подано детальний аналіз основних причин деградації ґрунтів Полтавщини, джерел забруднення ґрунту та ґрунтової води, пошук та представлення можливих методів покращення стану основних компонент довкілля. Надзвичайно цікаво було вивчити методологію дослідження екологічного стану ґрунтів науковцями інших країн, викладені в публікаціях авторитетних видань, їх методики, пріоритети, тощо. Актуальність проблеми та невідкладна необхідність пошуку шляхів її вирішення об'єднала дослідників досить різних спеціальностей, що створило сучасну методологію дослідження екологічного стану ґрунту. Тому метою роботи було ознайомитися з застосованими та представленими методами, порівняти з тими, що пропонуємо ми з можливістю розробки та вибору найбільш ефективного напряму досліджень.

Екологічний стан ґрунтів вивчали чимало вчених світу, але досить часто експерименти проводилися в основному для розв'язку вузької чітко зазначеної проблеми. Значна кількість робіт по дослідженню екологічного стану ґрунтів присвячені вивченню мікробіологічного стану. Так Skopp та ін. [3] досліджували максимальну мікробну активність залежно від вмісту води, її макрокомпонентного стану, вологості ґрунту та його основних фізичних параметрів. Ними встановлений взаємозв'язок між аераційно-залежною мікробною активністю і вмістом води в ґрунті, що полегшує оцінку непрямих наслідків практики управління ґрунтом, тобто його обробку. SAM van Gestel [4] вивчає екологічний стан ґрунту щодо екотоксичності за допомогою так званих біомаркерів. В основі оцінки екотоксикологічних ризиків у ґрунтах застосовують біотести на токсичність. Інструменти екотоксикогеноміки вимагатимуть значних подальших досліджень, перш ніж вони можуть бути застосовані в практиці оцінки екотоксикологічних ризиків ґрунтів. Автором було введено поняття «хімічна» екологія стресу. Одним із висновків роботи є те, що оцінка екотоксикологічних ризиків у ґрунтах буде більш достовірною та значущою при суттєвому збільшенні кількості експериментів по вивченню впливу токсичності хімічних речовин на біоту. Вивченню біорізноманіття ґрунту та дослідженню екостану присвячені наукові роботи Harris [5], де він доводить важливу роль мікроорганізмів «у функціонуванні ґрунту в циклізації поживних речовин, структурному утворенні та взаємодії рослин, як позитивних, так і негативних». Автор зазначає надзвичайно важливу роль мікробів для відновлення деградованих екосистем. Alves PRL [6] теж досліджує екологічний стан ґрунтів

за станом живих організмів. Він вбачає класичним прикладом наземної екосистемної служби ґрунтових безхребетних, підкреслює роль ґрунтової фауни в оцінці ризику потенційно забруднюючих речовин для наземного середовища з урахуванням чутливості цих організмів у порівнянні з іншими показниками ґрунту. Але в роботі зазначено й проблему підвищення реалістичності лабораторних екотоксикологічних аналізів. Тому тут обговорюються основні потреби цих досліджень в глобальній та регіональній перспективах. Загальним висновком, який витікає з результатів досліджень екологічного стану ґрунту на основі біоти, є необхідність приділяти більше уваги експозиції, біодоступності та токсикокінетиці, а також розробці більш глибокого розуміння екології ґрунтових організмів для кращого розуміння впливу та дострокових наслідків хімічного впливу. Сприйняття поняття «екологічного стану ґрунту» зі станом біоти є абсолютно вірним, але не можна відкидати такий достовірний інструмент як хімічний аналіз.

Цікаво було ознайомитися з роботами, в яких був виконаний аналіз наукових досліджень екологічного стану ґрунту вчених світу. Так Anderson [7] дослідив історичне становлення хімічного аналізу ґрунтів. Тут акцент зроблений на методиках визначення калію та фосфор і подано інформацію щодо методів визначення інших елементів. Ця інформація є важливою не тільки для агрохімічного дослідження ґрунтів, а й для більш специфічного геохімічного дослідження. Автори роботи [8] представили основи методології хімічного аналізу, базуючись на методиках, започаткованих Морганом, що дає можливість визначати вісім найважливіших компонентів ґрунту. Але в основі хімічних методів аналізу базовою є [9], користуючись якою можна виконати валовий аналіз ґрунту. Крім детального опису методик хімічного аналізу ґрунту тут подано вчення про застосування кореляційного аналізу при дослідженні ґрунтів. Так в роботі [10] автори запропонували можливу оцінку ґрунтових досліджень шляхом кореляції значень питомого опору з властивостями ґрунту. Зразки ґрунту були лабораторно досліджені щодо відповідних властивостей. Потім всі дані аналізували з застосуванням кореляційного аналізу. Виявлено кореляцію між значенням питомого опору і вмістом вологи. Отримана емпірична формула, яка може бути можливою оцінкою вологості ґрунту. Але це визначення окремих показників, які не дають повну характеристику екологічного стану ґрунту.

Lehmann & Stahr [11], Mitchell A. Pavao-Zuckerman [12] та Вурне [13] дослідили та дісталися однакового висновку, що антропогенні та природні міські ґрунти мають зростаюче значення у світі як «фундаментальний екологічний актив для планування землекористування», так і основа для фундаментальних наук про ґрунт, оскільки їх властивості сильно відрізняються від ландшафтних ґрунтів. І тут інструментом є фізико-хімічний аналіз. Автори [14] вивчають проблеми та труднощі, що виникли під час дослідження ґрунту в містах. З метою розв'язку завдань дослідження ґрунтів автори представляють рішення, засноване на інтелектуальній технології, яка включає: геотехнічну інформаційну систему з оновленими даними щодо профілю ґрунту, поверхні ґрунту, комунальних послуг та рівня води рівень; інструменти для управління даними, аналізу та візуалізації; та користувальницький інтерфейс, що дозволяє органам, компаніям та громадянам отримувати доступ до авторизованих даних через графічний інтерфейс, оновлювати дані та надсилати повідомлення та попередження у випадку будь-якого інциденту. Нарешті, стаття представляє перспективу для розробки розумних бурових приладів, які фіксують дані, пов'язані з функціонуванням бурової машини, і передають дані в систему інтелектуального дослідження ґрунту. Тобто таку смарт-систему потрібно впровадити з кожного комплексного дослідження ґрунтів, вносити в базу даних та використовувати для виявлення кореляцій.

Є очевидним, що методики дослідження ґрунтів є специфічними, направленими на вирішення та розв'язання певної проблеми. Але як зазначено авторами в роботі [15] важливим у дослідженні ділянки ґрунту є сукупність методик аналізу та методів визначення показників, оскільки все впливає на вартість проєктів. Безумовно це впливає і на проєкти по відновленню, захисту та збереженню ґрунтів.

Важливими є роботи з хімічного аналізу ґрунту та впливу його хімічного складу, а відповідно, й макрокомпонентного складу ґрунтового розчину на фізіологію рослин як базису довкілля, припадають ще на початок минулого століття. Необхідно врахувати висновки Hoagland

[16], де зазначено, що від хімічного складу ґрунту, а саме ґрунтового розчину залежить фізіологія рослин. Тому важливо робити аналіз значної кількості експериментів по дослідженню систем ґрунт-рослина. Для одержання більш достовірних результатів при дослідженні екології ґрунтів потрібно об'єднання зусиль вчених, але базовим повинен бути хімічний аналіз.

Саме тому для екологічної освіти є необхідним подати методологію хімічного аналізу ґрунту та довести безумовну необхідність проведення хімічних досліджень його стану. Більшість навчальних програм екологічної освіти взагалі мінімізують роль хімічних досліджень. Ймовірно, це спричинено неможливістю необхідного матеріального-технічного забезпечення хімічних лабораторій. У деяких закладах вищої освіти виключені з програм екологів дисципліни «Аналітична хімія», або «Методи хімічного аналізу», які мають бути передумовою вивчення такої дисципліни як «Ґрунтознавство». Без чіткого уявлення про значення фізико-хімічних показників ґрунту не можна визначити його екологічний стан. Тому методологія циклу хімічного дослідження параметрів ґрунту повинна забезпечити необхідний рівень знань, умінь та навичок для аналізу його екологічного стану.

Ми розробили цикл методів комплексного аналізу ґрунту та ґрунтової водної витяжки на базі кореляційного аналізу для викладання дисципліни «Ґрунтознавство» студентам екологічних спеціальностей для впровадження чіткого контролю основних фізико-хімічних показників якості ґрунту та ґрунтової води, аналізу їх стану, наданням необхідних рекомендацій щодо відновлення. Основна концепція розроблена з використанням методів та методик [17-19] та Gedroits [9]. Сутність та важливість розробки полягає у можливості визначення стану ґрунтів через дослідження основних фізико-хімічних показників, що можна виконати експериментально у хімічній лабораторії без додаткових надзвичайно дорогих приладів методами фізико-хімічного аналізу. Складений комплекс методик дозволяє за необхідності збільшити перелік досліджуваних показників, не виключає можливість додаткових досліджень, але кожен визначений показник при застосуванні кореляційного аналізу надає достовірну інформацію. Тобто обрані показники пов'язані один з одним, тому методом кореляційного аналізу можна передбачати результати та перевіряти їх достовірність. Низька собівартість запропонованих методів досліджень є особливо важливою для визначення екологічного стану компонент довкілля країн з незначними матеріальними ресурсами і крім того, як зазначено в роботі [15], також є важливим при визначенні стану ґрунтів для інженерно-технічних споруд. Суть запропонованого авторами комплексного дослідження ґрунту полягає у поєднанні експериментальних досліджень та аналітично-розрахункових методів з ретельним літературним пошуком. Це наукова робота із відповідними вимогами, починаючи з методів відбирання реальних проб ґрунту. Комплексне дослідження ґрунту для визначення його екологічного стану полягає у визначенні основних фізико-хімічних показників, а саме: гігроскопічної вологості ґрунту термостатичним та гідростатичним методами, густини, вологоємності, обмінної кислотності, рН водної витяжки, вмісту органічних речовин, вмісту водорозчинних солей, макрокомпонентного складу водної витяжки та втрати маси ґрунту при прожарюванні. Крім того із застосуванням аналітично-розрахункового методу визначаємо вміст сульфат-іонів та іонів натрію у водній витяжці. Дисципліна побудована таким чином, що експериментальні результати студенти використовують для перевірки достовірності результатів експерименту курсової роботи і підтверджують, або спростовують достовірність в розрахунковій її частині. Тому здобувачі освіти зацікавлені в ретельному проведенні досліджень, усвідомлюють допущені помилки в роботі, самі переробляють неякісно виконаний експеримент, оскільки під час аналітичних розрахунків можуть перевірити достовірність результатів. Така методологія викладання дисципліни привчає дослідників до самооцінки своєї роботи, усвідомлення виконання експериментальних досліджень не «для викладача», не для позначки «виконано», а для набуття знань, для становлення своєї особистості як фахівця-еколога та науковця.

Оскільки не існує загальної універсальної методики дослідження екологічного стану ґрунтів, а самі експерименти є досить копіткими, тривалими і вимагають від дослідників високої кваліфікації, то вчені шукають та вдосконалюють методики та апроксимують їх для визначення найважливіших показників стосовно їх сфери діяльності та необхідних результатів. Таким чином

для визначення екологічного стану ґрунту необхідно в першу чергу впровадити регулярний хімічний аналіз його якості як базовий показник.

### Список використаних джерел

1. Барановський В.А., Еколого-географічний атлас України, Київ 2006. – 220 с.
2. Senenko N. Analysis of the state of soil, groundwater and possible improvement of their quality / In the book «Energy saving and rational nature use», Oradea University Press, 2015, pp. 116-148. ISBN 978-606-10-1452-1.
3. Skopp J., Jawson J.W., Doran M.D. Steady-state aerobic microbial activity as a function of soil water content, *Soil Science Society of America Journal*, – 1990 .54 No.6: 1619-1625 ref.28. DOI:10.2136/sssaj
4. CAM van Gestel. Soil ecotoxicology: state of the art and future directions. / *Zookeys*. – 2012. – No.176 – P. 275-96. doi: 10.3897/zookeys.176.2275.
5. Harris J. Soil microbial communities and restoration ecology: facilitators or followers? / *Science*. – 2009. – 325, 573. doi:10.1126/science.1094875 pmid:15192218
6. Alves PRL., Cardoso EJBN. Overview of the Standard Methods for Soil Ecotoxicology Testing. – 2016. – DOI: 10.5772/62228.
7. Anderson M.S. History and Development of Soil Testing. *J. Agric. Food Chem.* – 1960. – (82) 84-87. <https://doi.org/10.1021/jf60108a001>
8. Percival G.P. Modern methods of soil testing. / *J. Chem. Educ.* – 1942. – 19(12) p. 604. <https://doi.org/10.1021/ed019p604>
9. Gedroits K.K. 1932. *Soil Chemical Analysis*, Moscow-Leningrad: Gos. Publishing House of Agricultural and Collective-Farm Cooperative Literature. 536 p.
10. Hisyam J., Syed B., Syed O.. The Correlation between Resistivity and Soil Properties as an Alternative to Soil Investigation / *Indian Journal of Science and Technology*. – 2017. – 10(6) DOI: 10.17485/ijst/2017/v10i6/111205
11. Lehmann A. Stahr K. Nature and significance of anthropogenic urban soils. / *Journal of Soils and Sediments*. – 2007. – 7(4): 247-260. [doi.org/10.1065/jss2007.06.235](https://doi.org/10.1065/jss2007.06.235)
12. Mitchell A. Pavao-Zuckerman. Scratching the surface and digging deeper: exploring ecological theories in urban soils. / *Urban Ecosystems*. – 2009. – 12(1), 9–20
13. Byrne L.B. Habitat structure: a fundamental concept and framework for urban soil ecology. / *Urban Ecosyst.* – 2007. – 10:255–274 doi: 10.1007/s11252-007-0027-6
14. Alqadad A., Shahrour I., Sukik A. Smart system for safe and optimal soil investigation in urban areas. / *Underground Space*. – 2017. – Volume 2, Issue 4. Pp. 220-226 <https://doi.org/10.1016/j.undsp.2017.10.003>.
15. Hafeth I. Naji. Analyzing the Factors Affecting the Soil Investigation Cost. / *Journal of Engineering and Applied Sciences*. – 2018. – 13: 198-203. DOI: 10.3923/jeasci.2018.198.203
16. Hoagland D.R. Physiological aspects of soil solution investigations. / *Hilgardia*. – 1925. – 1(11). Pp. 227-257. DOI:10.3733/hilg.v01n11p227
17. Бирюков Н. С. Методическое пособие по определению физико-химических свойств ґрунтов. / Н. С. Бирюков, В. Д. Казарновский, Ю.Л. Мотылёв. – М.:Недра, 1975. – 177 с.
18. Назаренко І.І., Польчина С.М., Нікорич В.А. Ґрунтознавство/ Підручник. - Чернівці: Книги - XXI, 2004. - 400 с.
19. Korsak K.V. Fundamentals of modern ecology: Study Guide / Korsak K.V., Plahotnik O.V. // 4-e ed. – К.: IAPM – 2004. – 340 p.