
Дослідження диференційної міграції мангану у сільськогосподарських землях шляхом комплексування методів

Владислав Наконечний

Кафедра екології та охорони навколишнього середовища, Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське, Україна
ORCID 0000-0002-8789-8348

Світлана Гунько

Кафедра екології та охорони навколишнього середовища, Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське, Україна
ORCID 0000-0002-9551-9803

Олександра Белянська

Кафедра хімічних та біологічних технологій, Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське, Україна
ORCID 0000-0001-8026-8004

Для цитування цієї статті:

Наконечний Владислав, Гунько Світлана, Белянська Олександра. Дослідження диференційної міграції мангану у сільськогосподарських землях шляхом комплексування методів. International Science Journal of Engineering & Agriculture Vol. 2, No. 2, 2023, pp. 153-165. doi:10.46299/j.isjea.20230202.15.

Надійшла до редакції: 21 березня 2023 р.; **Схвалено:** 27 березня 2023 р.;

Опубліковано: 01 квітня 2023 р.

Анотація: Екологічні дослідження урбанізованих територій та оцінка стану навколишнього середовища є пріоритетними напрямками науки сьогодення. Їх актуальність обумовлена необхідністю виявлення факторів і причин формування екологічної ситуації в екосистемах, виділення пріоритетних проблем і вивчення просторової диференціації урбанізованих територій з метою створення безпечного та комфортного середовища проживання населення. У більшості випадків сучасна оцінка якості навколишнього середовища базується лише на статистичних даних (рівень викидів, концентрація мікроелементів в ґрунті та ін.), які є доступними достатньо широкому колу суспільства, але не можуть повністю представити реальну екологічну ситуацію та надати уявлення про особливості просторової структури забруднення території. Манган розповсюджений в ґрунтах у вигляді оксидів і гідроксидів, що осіли як на ґрунтових частках, так і у вигляді конкрецій різного діаметра. В процесі вивітрювання дивалентний марганець переходить в карбонат або в бікарбонат. Манган накопичується у верхньому горизонті більшості ґрунтів; це накопичення особливо чітке в ґрунтах лісової зони. Проведеними дослідженнями підтверджено, допоки важкі метали тісно пов'язані зі складовими частинами ґрунту і важкодоступні, їх негативний вплив на ґрунти і навколишнє середовище буде незначним. Однак, якщо ґрунтові умови дозволяють перейти важким металам в ґрунтовий розчин, з'являється пряма загроза забрудненню ґрунтів, виникає можливість проникнення їх в рослини. Проведені дослідження сільськогосподарських земель, що знаходяться навколо регулюючих басейнів геофізичним методом природного імпульсного електромагнітного поля Землі, дозволили встановити положення зон фільтрації води у прилеглих до басейну ґрунтах та напрямом міграції вод, що

містять розчинену форму мангану, проаналізовано характер протікання цих процесів та можливі наслідки.

Ключові слова: екологічні дослідження, манган, ґрунт, регулюючі басейни, зони фільтрації.

1. Вступ

Вміст мангану в ґрунтах степових і лісових біогеоценозів південно-східної частини степової України коливається в межах 53 – 615 мг/кг [1]. Потреба у сполуках мангану для стану ґрунтів велика, оскільки цей елемент не лише життєво необхідний для рослин, але і контролює поведінку ряду інших живильних мікроелементів.

Доступність рослинам ґрунтового мангану в більшості залежить від його розчинності, чим від абсолютного вмісту, який коливається дуже сильно. Чим вище рН, тим менше рухомі сполуки мангану. Цьому сприяють і окислювальні процеси, які ідуть інтенсивно при лужній реакції і переводять марганець в форму не засвоюваного пероксиду. Тому на ґрунтах з нейтральною (або лужною) реакцією, наприклад, на вапнякових ґрунтах, рослини часто знаходять манганове голодування. З іншої сторони, на кислих ґрунтах вміст рухомого мангану буває надлишковим і діє на рослини токсично.

Рухомість мангану в розорюваному шарі також визначається буферністю ґрунтів по відношенню до кислот, що залежить від суми обмінних основ (переважно Ca і Mg) у них. При високій буферності ґрунтів рухомість Mn^{2+} зменшується. При низькій буферності ємність ґрунтів рухомості марганцю вище. Манган мобілізує фосфорну кислоту ґрунту. Цілий ряд ґрунтових мікроорганізмів, що беруть участь в засвоєнні рослинами атмосферного нітрогену, підвищують свою активність під впливом мангану [2,3].

Рослини використовують лише двовалентний манган водорозчинних солей і обмінний манган. З'єднання більш окисленого мангану робляться доступними рослинам лише після їх відновлення. В рослинах Манган відрізняється активним поглинанням і швидким переносом. Манган також служить каталізатором процесів дихання рослин, приймає участь в процесі фотосинтезу. Виходячи з високого окислювально-відновлювального потенціалу мангану можна відмітити, що марганець відіграє таку ж роль для рослинних клітин, як і залізо для тварин. Манган входить до складу або є активатором ряду ферментативних систем; регулює відношення $Fe^{2+} - Fe^{3+}$, тим самим впливає на окислювально-відновлювальні процеси, які відбуваються за допомогою Феруму.

Манган посилює гідролітичні процеси, в результаті чого зростає кількість амінокислот, сприяє просуванню асимілятів, які утворюються в процесі фотосинтезу від листя до коріння і іншим органам.

Явище нестачі мангану у рослин у вигляді специфічних захворювань спостерігається при значному дефіциті мангану в ґрунтах, однак і при відносній недостатці рухомого мангану можуть спостерігатись «стерті» форми недостатчі, що проявляються в затримці росту, зменшені врожайності і т.д.

Надлишок мангану, так як і його нестача, несприятливо впливає на рослини. Л.П. Виноградов відзначив значні морфологічні зміни у рослин, які ростуть на багатих манганом ґрунтах [4].

До факторів, які сприяють утриманню важких металів ґрунтом відносяться: обмінна адсорбція поверхні глини і гумусу, формування комплексних з'єднань з гумусом та ін.

Процеси пересування і утримання, що обумовлюють поведінку важких металів, мало чим відрізняються від процесів, що визначають поведінку інших катіонів. Хоча важкі метали іноді містяться в ґрунтах в низьких концентраціях, вони формують стійкі комплекси з органічними з'єднаннями і вступають в специфічні реакції адсорбції легше, ніж лужні і лужноземельні метали.

Міграція важких металів в ґрунтах може проходити з рідиною і суспензією за допомогою коренів рослин і ґрунтових мікроорганізмів. Міграції розчинних з'єднань проходить разом з ґрунтовим розчином (дифузія) або шляхом переміщення самої рідини. Вимивання глини і органічної рідини приводить до міграції усіх металів, що пов'язані з ними. Міграція легких речовин в газоподібній формі носить випадковий характер, і цей спосіб переміщення не має особливого значення. Міграція в твердій фазі і проникнення в кристалічну решітку є більш механізмом зв'язування, ніж переміщення.

Важкі метали можуть бути внесені або адсорбовані мікроорганізмами, які в свою чергу, здатні брати участь в міграції відповідних металів. Дощові черв'яки і інші організми можуть сприяти міграції важких металів механічним або біологічним шляхами, перемішуючи ґрунт або включаючи метали в свої тканини [5].

З усіх видів міграції найбільш важлива – міграція в рідкій фазі, оскільки більшість металів надходить до ґрунту в розчинному вигляді або у вигляді водної суспензії і фактично вся взаємодія між важкими металами і рідкими складовими частинами ґрунту проходить на межі рідкої і твердої фаз.

Ґрунти з високим вмістом глини [6], а також органічної речовини володіють високою адсорбційною здатністю і можуть втримувати мікроелементи, особливо в верхніх горизонтах. Це характерно для карбонатних ґрунтів і ґрунтів з нейтральною реакцією. В цих ґрунтах кількість токсичних з'єднань, які можуть бути вимиті в ґрунтові води і поглинені рослинами [7], значно менші, ніж в піщаних кислих ґрунтах. Однак при цьому існує великий ризик у збільшенні концентрації елементів до токсичної, що викликає порушення рівноваги фізичних, хімічних і біологічних процесів у ґрунтах. Важкі метали, що утримуються органічною і колоїдною частинами ґрунту, значно обмежують біологічну діяльність, інгібують процеси нітрифікації, які мають важливе значення для врожайності ґрунтів [8].

Піщані ґрунти, які характеризуються низькою поглинальною здатністю, як і кислі ґрунти дуже слабо утримують важкі метали, за виключенням молібдену і селену. Тому на цих ґрунтах вони легко адсорбуються рослинами, причому деякі з них навіть в дуже низьких концентраціях володіють токсичним впливом.

У наш час зрошення було и буде одним з головних принципів підвищення врожайності сільськогосподарських культур. З часом потреба в них лише зростає, але разом з цим підвищується і навантаження на навколишнє середовище, та зокрема на ґрунти, що знаходяться навколо зрошувальних систем. Вода, що фільтрується крізь огорожуючі частини системи потрапляє до прилеглих ґрунтів та мігрує в залежності від геологічних умов, вимиваючи при цьому, в тому числі, й важкі метали, зокрема й манган. Дослідження процесу міграції мангану у сільськогосподарських землях внаслідок прогресивної динаміки забруднення поверхневих, підземних вод та ґрунтів навколо зрошувальних мереж, що призводить до погіршення їх стану та розвитку процесів ерозії стало метою наших досліджень.

2. Об'єкт і предмет дослідження

Об'єктом дослідження є явища змін екологічного стану зрошувальних сільськогосподарських земель на прикладі окремих районів Дніпропетровської області.

Предметом дослідження є шляхи міграції мангану у сільськогосподарських землях шляхом комплексування методів фільтрації води з регулюючих басейнів на прикладі Царичанського району Дніпропетровської області.

3. Мета та задачі дослідження

Метою роботи є дослідження процесу міграції мангану у сільськогосподарських землях внаслідок прогресивної динаміки забруднення поверхневих, підземних вод та ґрунтів навколо

зрошувальних мереж, що призводить до погіршення їх стану та розвитку процесів ерозії стало метою наших досліджень.

Для досягнення поставленої мети були визначені наступні задачі:

- встановити ефективні методи обстеження стану земель навколо регулюючих басейнів;
- дослідити технічний стан бортів регулюючих басейнів Царичанської зрошувальної системи;
- визначити вміст важких металів у ґрунтах методом атомно-абсорбційної спектrophотометрії;
- провести геофізичні дослідження ділянок за допомогою методів розвідувальної геофізики.

4. Аналіз літератури

Знання законів та принципів зональних і регіональних особливостей ґрунтового покриву та вмісту металів у ньому необхідне для раціонального використання земельних ресурсів, охорони та підвищення родючості ґрунтів. Дослідження міграції хімічних елементів у складі ґрунтових вод, до яких фільтруються води з наповнених регулюючих басейнів наразі вивчено недостатньо, тому вивченню саме цієї проблеми були присвячені наші дослідження. Загальні підходи для проведення досліджень методом імпульсного природного електромагнітного поля землі та методом вертикального електричного зондування представлені в ряді робіт [9–11], дослідження міграції важких металів у ґрунтах (в тому числі сільськогосподарських землях) відображено у чисельних роботах [12–18].

5. Методи досліджень

Вміст важких металів у ґрунтах визначався методом атомно-абсорбційної спектrophотометрії [19,20]. За допомогою методів розвідувальної геофізики були проведені геофізичні дослідження ділянок методом природного імпульсного електромагнітного поля Землі (ПЕМПЗ) та вертикального електричного зондування (ВЕЗ) [11].

6. Результати досліджень

Відомо [4], що найменша кількість мангану вилучається за допомогою амонійно-ацетатного буферу, рН=4,8. Це саме той манган, який може вивільнити рослина з ґрунту. Дослідження показали, що кількість Mn в природних ґрунтах, умовно чистих біогеоценозах міститься в таких районах Дніпропетровської області: 711,34 мг/кг (Нікопольський), 134,85 мг/кг (Синельниківський). Мінімальна кількість мангану 2,21 мг/кг виявлена в ґрунтовому горизонті 0–15 см у Верхньодніпровському районі. Найбільша кількість мангану виявлена в м. Марганець Нікопольського району в ґрунтовому горизонті 0–15 см – 145,52 мг/кг ґрунту, в ґрунтовому горизонті 15–50 см – 711,34 мг/кг ґрунту.

Інакшою є ситуація на сільськогосподарських угіддях, де присутні іригаційні системи. Регулюючі басейни, як їх складова частина, мають ряд недоліків. Однією з основних таких проблем є фільтрація води крізь борта та дно. Великі об'єми води надходять до прилеглих ґрунтів, промиваючи їх тим самим, що призводить до зміни їх мікроелементного складу. Дослідження процесу фільтрації має пріоритетне значення, бо тим самим можна виявити шляхи міграції мікроелементів, в тому числі важких металів, та місця їх накопичення (рис. 1).

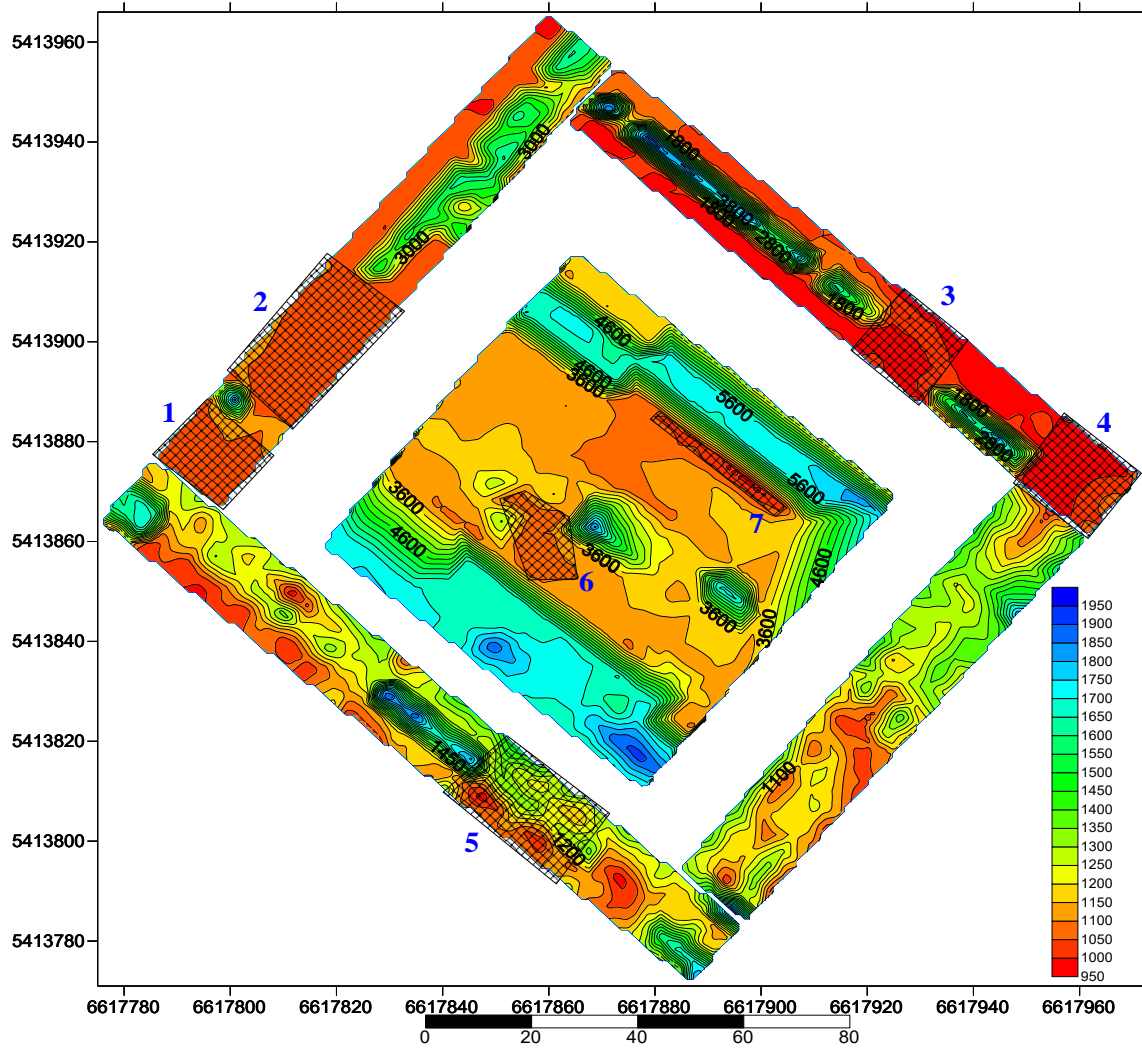


Рис 1. Карта-схема щільності потоку імпульсів магнітної складової імпульсного електромагнітного поля Землі регулюючого басейну РБ-3а Царичанської зрошувальної системи. Градаційна шкала показує щільність потоку імпульсів, імп./с.

За даними польових досліджень побудовано карти щільності потоку імпульсів (кількість імпульсів за одиницю часу) магнітної складової ПЕМПЗ по трьох антенах, орієнтованих по напрямках північ-південь, захід-схід і вертикально. У основу інтерпретації покладена стандартна методика обробки геофізичних даних і припущення про те, що обводненим зонам бортів басейнів та дна в полі ПЕМПЗ повинні відповідати зони слабо диференційованого, «розмитого» поля зі зниженими значеннями щільності потоку імпульсів. Навпаки, ділянки з підвищеними значеннями щільності потоку імпульсів, вказують на відносно нормальний технічний стан ґрунтів, які покладені у борти регулюючих басейнів. За даними зйомки ПЕМПЗ вдалося встановити площове розповсюдження зон фільтрації.

Інтерпретація результатів вертикального електричного зондування виконувалася за допомогою програмного комплексу IPI2WIN шляхом побудови польових кривих уявного електричного опору та підбору відповідної моделі геологічного розрізу з різними за фізичними характеристиками гірських порід. За даними підібраних моделей вдалося встановити глибини зон замочування ґрунтів як на бортах басейнів, так і на деяких відстанях від нього. Ці дані покладені у основу підрахунку об'ємів фільтрації води крізь борти регулюючих басейнів.

Карта-схема щільності потоку імпульсів магнітної складової ПЕМПЗ приведена на рис. 1 та демонструє результуючу схему інтерпретації за усіма проміжними картами (штриховкою показані зони замочування ґрунтів та їх номери – сині цифри). З неї видно, що на бортах басейну виділяється 5 ділянок зменшення щільності потоку імпульсів магнітної складової

ПЕМПЗ та на дні – ще дві. Вони відповідають зонам фільтрації води. Перша зона має ширину 11 м, друга – 27,5 м, третя – 13,2 м, четверта – 16,5 м, п'ята – 22 м. Загальна довжина зон фільтрації води крізь борти складає 90,2 м. Площа зон фільтрації крізь дно басейну на ділянці 6 складає 255 м², на ділянці 7 – 165 м², загальна – 420 м², вони співпадають з візуально встановленими ділянками обводнення.

За даними ВЕЗ побудовані теоретичні криві та здійснена їх інтерпретація з визначенням глибини залягання фільтраційного потоку. Сталий рівень ґрунтових вод знаходиться на відстані 10 м від бортів регулюючого басейну та складає 2,76 – 3,0 м, а глибина до водотриву – 7 м. Коефіцієнт фільтрації лесовидних суглинків – 0,1 м/добу.

Наступним завданням нашої роботи було проведення дослідження за допомогою вертикального зондування, а отримані результати інтерпретувалися за допомогою програми IPI2WIN.

Програма IPI2WIN розроблена для автоматичної та інтерактивної інтерпретації даних різних модифікацій вертикальних електричних зондувань, в тому числі традиційними установками, також призначена для одновимірної інтерпретації даних ВЕЗ за одним профілем спостережень. Відмінною особливістю програми IPI2WIN, порівняно з поширеними програмами автоматичного рішення зворотної задачі, є націленість на геологічний результат.

Відмітимо, що особливої уваги було приділено інтерактивній інтерпретації результатів. Цей підхід було засновано на виборі концепції геологічної будови профілю і реалізовано в IPI2WIN, що дозволило найбільш ефективно використати апріорну інформацію у складних геологічних ситуаціях. Приклад результату досліджень методом ВЕЗ приведений на рис.2.

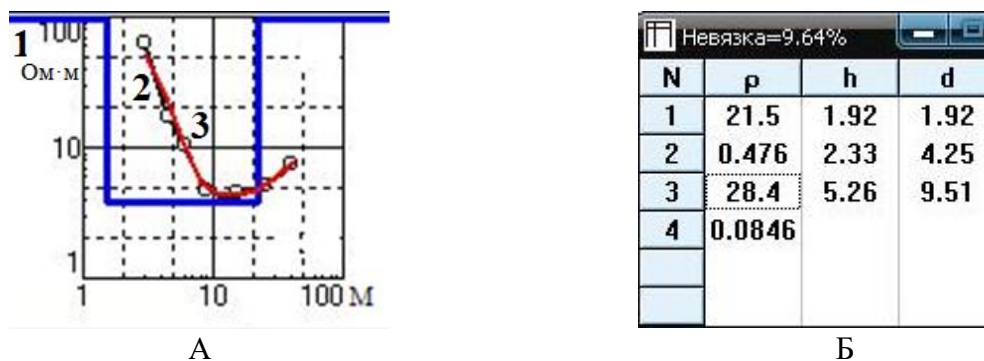


Рис 2. Результати досліджень методом ВЕЗ за програмою IPI2WIN:

А– 1 – псевдокаротажна крива, 2 – крива експериментальна (чорна), 3 – крива теоретична (червона); Б – вікно моделі.

На рисунку 2 А параметри моделі для поточної точки ВЕЗ (номер шару від поверхні (N), питомий електричний опір (ρ), потужність кожного шару в метрах (h), глибина залягання підшви шару від поверхні (d)) представлені у вікні кривою синьою лінією – псевдокаротажною кривою. На рисунку 2 Б вони також представлені у вигляді таблиці в окремому вікні моделі, в заголовок якого винесено значення нев'язки теоретичної і польової кривої. Теоретична крива ВЕЗ для поточних параметрів моделі зображена у вікні кривих червоною лінією. Під нев'язкою по опору розуміється відносне відхилення теоретичної кривої від польової кривої для поточної точки зондування і поточних параметрів моделі. Візуалізацію результатів проведених досліджень представлено на рис. 3.

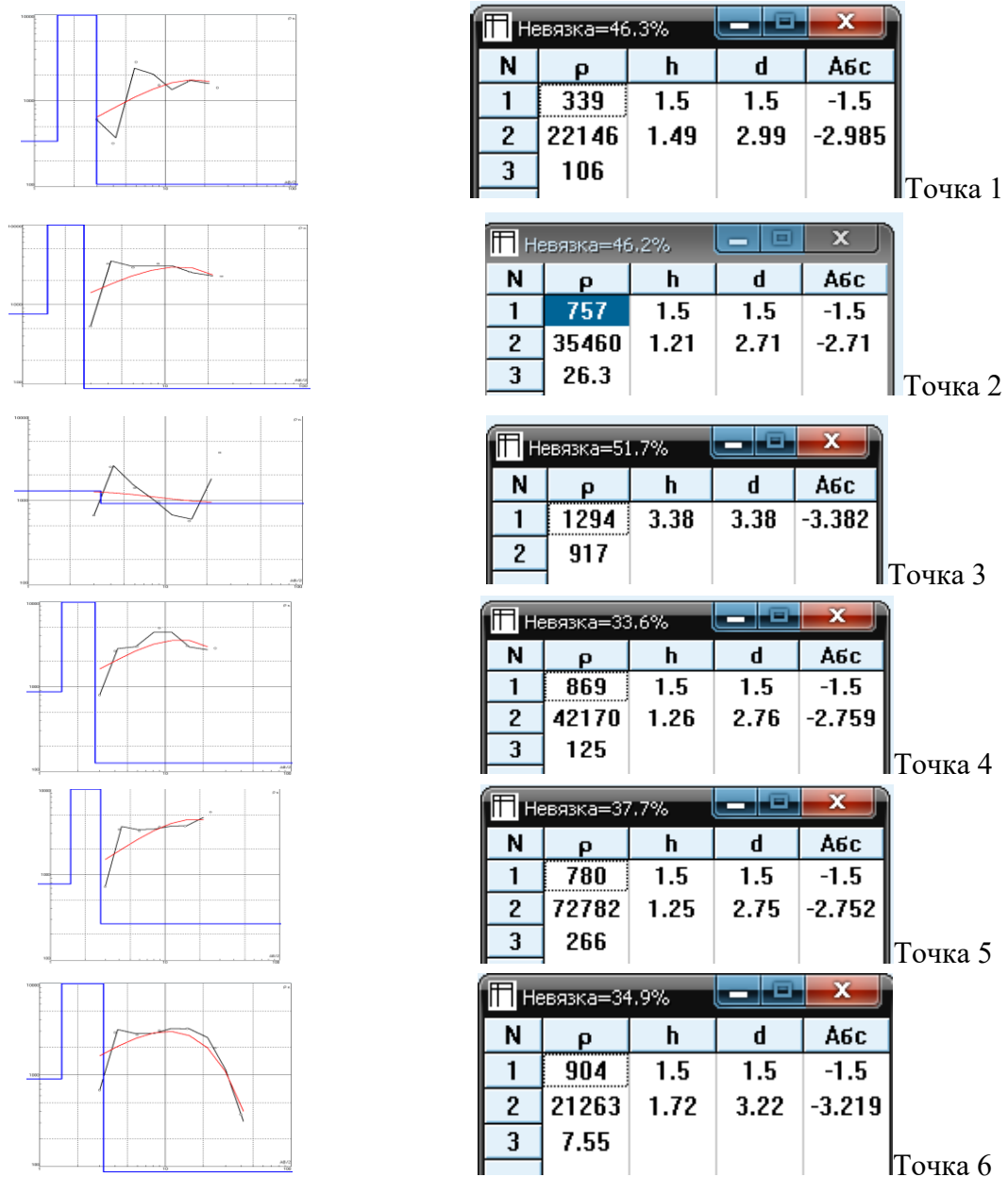


Рис 3. Польові криві уявного електричного опору та результати їх інтерпретації на регулюючому басейні РБ-3а. Точки 1-6

Розрахунки обсягу витрат з регулюючого басейну за проводяться за формулою 1

$$q = K_{\phi} \times (B + A \times h_0) \times \left(1 + \frac{h_0 + h_k}{Y}\right) \quad (1)$$

де K_{ϕ} – коефіцієнт фільтрації ґрунту у відкосі;
 B – довжина від початку відкосу до точки зі сталим рівнем ґрунтових вод, м;
 A – коефіцієнт, що враховує бічне розтікання фільтраційного потоку;
 h_0 – глибина води в регулюючому басейні;
 h_k – висота капілярного підйому, м;
 Y – глибина до водотривного шару, м.

Розрахункові дані фільтраційних витрат з регулюючих басейнів в однорідному ґрунті при безнапірному фільтраційному потоку наступні:

L	довжина зони фільтрації (загальна по всім бортам)	7 м;
Y	глибина до водотриву за даними БЕЗ	90,2 м
РГВ	рівень ґрунтових вод за даними БЕЗ	3,0 м
B	довжина від початку відкосу до точки зі сталим рівнем ґрунтових вод	10 м
A	коефіцієнт, який враховує бічне розтікання фільтраційного потоку	1,7
h ₀₁	глибина води в регулюючому басейні	3 м
h ₀₂	глибина води в регулюючому басейні	3,5 м
h ₀₃	глибина води в регулюючому басейні	4,0 м
h _k	висота капілярного підйому	3 м

Отже, при заповненні басейну до рівня h₀₁=3м питомі фільтраційні втрати (q_п) з регулюючого басейна при ширині відкосу в 1 м. становитимуть:

$$q_{п} = 0,1 \text{ м}^2/\text{доб} \times (10\text{м} + 1,7 \times 3,0\text{м}) \times \left(1 + \frac{3,0\text{м} + 3\text{м}}{7,0\text{м}}\right) = 2,81 \text{ м}^2/\text{доб}.$$

При h₀₂= 3,5 м:

$$q_{п} = 0,1 \text{ м}^2/\text{доб} \times (10\text{м} + 1,7 \times 3,5\text{м}) \times \left(1 + \frac{3,5\text{м} + 3\text{м}}{7,0\text{м}}\right) = 3,08 \text{ м}^2/\text{доб}.$$

При h₀₃ = 4,0 м:

$$q_{п} = 0,1 \text{ м}^2/\text{доб} \times (10\text{м} + 1,7 \times 4,0\text{м}) \times \left(1 + \frac{4,0\text{м} + 3\text{м}}{7,0\text{м}}\right) = 3,36 \text{ м}^2/\text{доб}.$$

При довжині зони фільтрації 90,2 м q протягом доби буде відповідно:

$$q_{\text{доб}} = 2,81 \text{ м}^2/\text{доб} \times 90,2 \text{ м} = 253 \text{ м}^3/\text{доб}$$

$$q_{\text{доб}} = 3,08 \text{ м}^2/\text{доб} \times 90,2 \text{ м} = 278 \text{ м}^3/\text{доб}$$

$$q_{\text{доб}} = 3,36 \text{ м}^2/\text{доб} \times 90,2 \text{ м} = 303 \text{ м}^3/\text{доб}$$

За місяць фільтраційні втрати з РБ-3а не повинні перевищувати:

$$q_{\text{міс}} = 253 \text{ м}^3/\text{доб} \times 30 \text{ діб} = 7590 \text{ м}^3/\text{міс}$$

$$q_{\text{міс}} = 278 \text{ м}^3/\text{доб} \times 30 \text{ діб} = 8340 \text{ м}^3/\text{міс}$$

$$q_{\text{міс}} = 303 \text{ м}^3/\text{доб} \times 30 \text{ діб} = 9090 \text{ м}^3/\text{міс}$$

Фільтраційні втрати води крізь дно регулюючого басейну розраховуються за формулою 2.

$$V = k \cdot F \cdot \left(\frac{h_0 + l_0 + \alpha' \cdot h_k}{l_0} \right) \cdot t_{\text{пр}} \quad (2)$$

де V – обсяг втрат;

k – коефіцієнт фільтрації;

F – площа дна басейну, де проходить фільтрація;

h_0 – висота стовпа води в басейні;

l_0 – потужність ґрунтів зони фільтрації;

h_k – висота капілярного підняття;

α' – коефіцієнт, рівний 0,66 (по С.Ф. Овер'янову [21,22]);

$t_{\text{пр}}$ – розрахунковий час.

Для розрахунків прийняті наступні значення параметрів фільтраційних втрат з регулюючих басейнів в однорідному ґрунті крізь дно басейну:

k	коефіцієнт фільтрації	0,1 м/доба
F	площа дна басейну, де проходить фільтрація	420 м ²
h_{01}	висота стовпа води в басейні	3,0 м
h_{02}	висота стовпа води в басейні	3,5 м
h_{03}	висота стовпа води в басейні	4,0 м
l_0	потужність ґрунтів зони фільтрації	3,0 м
h_k	висота капілярного підняття	3,0 м
α'	коефіцієнт	0,66
$t_{\text{пр}}$	розрахунковий час	30 діб

Отже, фільтраційні втрати води крізь дно регулюючого басейну при висоті стовпа води в басейні $h_{01} = 3,0$ м складуть:

$$q_{\text{п}} = 0,1 \text{ м/доб} \cdot 420 \text{ м}^2 \cdot \left(\frac{3,0 \text{ м} + 3,0 \text{ м} + 0,66 \cdot 3,0 \text{ м}}{3,0 \text{ м}} \right) \cdot 30 \text{ діб} = 3352 \text{ м}^3;$$

при висоті стовпа води в басейні $h_{02} = 3,5$ м складуть:

$$q_{\text{п}} = 0,1 \text{ м/доб} \cdot 420 \text{ м}^2 \cdot \left(\frac{3,5 \text{ м} + 3,0 \text{ м} + 0,66 \cdot 3,0 \text{ м}}{3,0 \text{ м}} \right) \cdot 30 \text{ діб} = 3561 \text{ м}^3;$$

при висоті стовпа води в басейні $h_{03} = 4,0$ м складуть:

$$q_{\text{п}} = 0,1 \text{ м/доб} \cdot 420 \text{ м}^2 \cdot \left(\frac{4,0 \text{ м} + 3,0 \text{ м} + 0,66 \cdot 3,0 \text{ м}}{3,0 \text{ м}} \right) \cdot 30 \text{ діб} = 3772 \text{ м}^3.$$

Таким чином, повні фільтраційні втрати з регулюючого басейну РБ-3а крізь борта та дно за місяць складуть:

при висоті стовпа води в басейні $h_{01} = 3,0$ м – 10942 м³;

при висоті стовпа води в басейні $h_{02} = 3,5$ м – 11901 м³;

при висоті стовпа води в басейні $h_{03} = 4,0$ м – 12862 м³.

Проведені дослідження вмісту мангану в чорноземі звичайному природних біогеоценозів Царичанського району дали наступні результати: концентрація металу варіює в межах 3,3–3,5 мг/кг ґрунту. Вміст мангану в чорноземі звичайному сільськогосподарських земель, що розташовані безпосередньо поблизу регулюючих басейнів, знаходиться в межах 1,3–1,8 мг/кг ґрунту. Отримані дані дають підстави стверджувати про встановлений нами процес міграції, що зазвичай супроводжується диференціацією елементу.

Окремо відмічено, що у природних біогеоценозах спостерігається накопичення Mn у верхньому горизонті 0–15 см. В ґрунтах сільськогосподарських земель відбувається інтенсивне накопичення у верхньому ґрунтовому горизонті.

Отримані результати в ході проведених нами дослідженнями дають змогу припустити таке: з регулюючого басейну у процесі фільтрації втрачається майже 29 % об'єму води, внаслідок чого відбувається диференційна міграція мангану в об'ємі приблизно 39 % від початкового умісту в ґрунті.

7. Перспективи подальшого розвитку досліджень

Хоча зібрані у роботі статистично оброблені дані дають достатньо надійну інформацію про поширеність мангану в ґрунтах окремих районів Дніпропетровської області визнаємо, що розрахунки та висновки щодо диференційної міграції мангану отримані нами вперше, тому потребують подальших моніторингових досліджень та розвитку наукової думки.

8. Висновки

1. Встановлено, що для обстеження стану земель навколо регулюючих басейнів доцільно застосовувати комплекс методів природного імпульсу електромагнітного поля Землі (ПЕМПЗ) та вертикального електричного зондування (ВЕЗ).

2. Дослідження технічного стану бортів регулюючих басейнів Царичанської зрошувальної системи за результатами візуального огляду показало, що в них наявні порушення гідроізоляційного екрану та облицювання, що призводить до формування зон фільтрації.

3. Застосування геофізичних методів підтвердило не тільки видимі, але встановило приховані зони фільтрації води. Аналіз комплексних інтерпретацій карт та діаграм ПЕМПЗ продемонстрував, що загальна довжина зон фільтрації може становити 90,2 м для регулюючого басейну. Крізь них до ґрунтів прилеглих територій фільтруються прісні води обсягом 10942 – 12862 м³/місяць.

4. Встановлено, що вмісту мангану в чорноземі звичайному природних біогеоценозів Царичанського району варіює в межах 3,3 – 3,5 мг/кг ґрунту. Вміст мангану в чорноземі звичайному сільськогосподарських земель, що розташовані безпосередньо поблизу регулюючих басейнів, знаходиться в межах 1,3 – 1,8 мг/кг ґрунту. Отримані дані дають підстави стверджувати про встановлений процес міграції, що зазвичай супроводжується диференціацією елементу.

5. Доведено, що у природних біогеоценозах спостерігається накопичення Mn у верхньому горизонті 0 – 15 см. В ґрунтах сільськогосподарських земель відбувається інтенсивне накопичення у верхньому ґрунтовому горизонті.

6. Отримані результати дають змогу сформулювати наступні висновки: з регулюючого басейну у процесі фільтрації втрачається майже 29 % об'єму води, внаслідок чого відбувається диференційна міграція мангану в об'ємі приблизно 39 % від початкового умісту в ґрунті. Велика кількість води, що фільтрується з басейну обводнює ґрунти призводячи до погіршення їх якості, розповсюдження води відбувається на великій території підтоплюючи їх, наявність лесових товщ сприяє проявленню просідань, залишаючи нез'ясованим питання інтенсивності техногенної міграції елементів ґрунтовими горизонтами латерально та радіально.

Список літератури:

- 1) Фатєєв, А. І., Пащенко, Я. В., Балюк, С. А. (2003). Фоновий вміст мікроелементів в ґрунтах України. Харків: ННЦ «ІГА імені О. Н. Соколовського».
- 2) Гунько С.О., Володько Д.А. Дослідження розподілу мангану в ґрунтах Дніпропетровської області. Perspectives of development of science and practice. Abstracts of XIII International Scientific and Practical Conference. Prague, Czech Republic. 2021. 55–56. DOI: 10.46299/ISG.2021.II.XIII
- 3) Цветкова Н.М., Тагунова Е.О. Геохімічні бар'єри в розподілі мангану в едафотобах Присамар'я Дніпровського. Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, екологія. 2015. 23(1). С. 3-9.
- 4) Бессонова, В. П., Іванченко, О. Є., Пономарьова О.А. (2015). Одночасний вплив важких металів (Pb²⁺ і Cd²⁺) та засолення на стан асиміляційного апарату і вміст пігментів фотосинтезу пажитниці багаторічної. Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, екологія, 23(1), 15–20. doi:10.15421/011503
- 5) Пахомов, О. Є., Кунах О. М. (2005). Функціональне різноманіття ґрунтової мезофауни заплавлених степових лісів в умовах штучного забруднення середовища. Дніпропетровськ: ДНУ.
- 6) Xinyuan Zhan, Yan Wang, Li'ao Wang, Chenxuan Li, Xiaowei Xu, Rui Deng (2023) Migration, solidification/stabilization mechanism of heavy metal in lightweight ceramisite from co-sintering fly ash and electrolytic manganese residue. Process Safety and Environmental Protection : Elsevier, 21 March 2023. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2023.03.047>, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0957582023002525>
- 7) Sheng Zhang, Zhiliang Chen, Xiaoqing Lin, Fei Wang, Jianhua Yan (2020) Kinetics and fusion characteristics of municipal solid waste incineration fly ash during thermal treatment. Fuel, Publisher: Elsevier, 1 November 2020, <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.10.050>, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653517316302>.
- 8) ZHANG Hong, XING Hang, LIU Zai Mei, LI Qian Yun, CHEN Shao Hong, ZHU Lei. Study of Migration and Safety Assessment of Manganese (Mn) from Food Contact Stainless-Steel Products in China[J]. Biomedical and Environmental Sciences, 2022, 35(4): 361-365. doi: 10.3967/bes2022.048 <https://www.besjournal.com/cn/article/doi/10.3967/bes2022.048?viewType=HTML>
- 9) Ayesha Siddiqua, John N. Hahladakis, Wadha Ahmed K A Al-Attiya (2022) An overview of the environmental pollution and health effects associated with waste landfilling and open dumping. Environ Sci Pollut Res Int, 2022; 29(39): 58514–58536. Published online 2022 Jul 1. doi: 10.1007/s11356-022-21578-z PMID: PMC9399006 PMID: 35778661. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9399006/>
- 10) . Наконечний, В.Г. (2021) Дослідження екологічного стану сільськогосподарських земель прилеглих до регулюючих зрошувальних басейнів. Збірник наукових праць ДДТУ, 2(39), 134–140.
- 11) Пикареня , Д.С. , Орлинская, О.В (2009). Опыт применения метода естественного импульсного электромагнитного поля Земли (ЕИЭМПЗ) для решения инженерно-геологических и геологических задач. Днепропетровск: «СВИДЛЕР».
- 12) Qing-yun Di, Guo-qiang Xue, Da Lei, Zhong-xing Wang, Yi-ming Zhang, Shun Wang, Qi-mao Zhang (2018) Geophysical survey over molybdenum mines using the newly developed M-TEM system. Publication: Journal of Applied Geophysics: Elsevier, November 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jappgeo.2018.07.008>. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926985118302337>
- 13) Lining Song, Jiaojun Zhu, Qiaoling Yan, Hongzhang Kang (2012) Estimation of groundwater levels with vertical electrical sounding in the semiarid area of South Keerqin sandy aquifer, China. Journal of Applied Geophysics: Elsevier, August 2012.

<https://doi.org/10.1016/j.jappgeo.2012.03.011>.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926985112000651>

14) Adi Suryadi, Dewandra Bagus Eka Putra, Husnul Kausarian, Budi Prayitno, Reza Fahlepi (2018) Groundwater exploration using Vertical Electrical Sounding (VES) Method at Toro Jaya, Langgam, Riau. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment and Technology*, Vol. 3, No. 4, <https://doi.org/10.24273/jgeet.2018.3.4.2226>,

<https://journal.uir.ac.id/index.php/JGEET/article/view/2226>.

15) Huang L., Liua F., Tan W., Hu H., Wang M.K.. Geochemical characteristics of selected elements in ironmanganese cutans and matrices of Alfisols in central China. *J. Geochem. Explor.* 2009. 103(1). 30–36.

16) Lin C., Wang J., Liu S., He M., Liu X. Geochemical baseline and distribution of cobalt, manganese, and vanadium in the Liao River Watershed sediments of China. *Geosciences Journal*. 2013. 17(4). 455–464.

17) Гунько, С.О. Дубина, А.О. (2020) Міграція Mn та Ni у біогеоценозах штучних лісових насаджень степового Придніпров'я (на прикладі Самишиної балки м. Кам'янське. Current trends in the development of science and practice: Materials of reports The XXI International scientific and practical conference. (110–114 pages). Haifa.

18) Гунько С.А. (2015) Мониторинговые исследования лесных биогеоценозов в степной зоне Украины. Мультинаукові дослідження як тренд розвитку сучасної науки: Збірник центру наукових публікацій за матеріалами міжнародної науково-практичної конференції. (С. 16–17). Київ: Центр наукових публікацій.

19) Цветкова, Н. М., Тагунова, Є. О. (2015). Геохімічні бар'єри в розподілі мангану в едафотопах Присамаря Дніпровського. *Вісник ДНУ. Серія Біологія, екологія*, 23(1), 3–9.

20) Цветкова, Н. М., Пахомов, О. Є., Сердюк, С. М., Якуба, М. С. (2016). Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Ґрунти. Метали у ґрунтах. Дніпропетровськ: Ліра.

21) Костишин, С. С., Руденко, С. С., Морозова, Т. В. (2008). *Основи загальної екології: практичний курс*. Чернівці: Книги.

22) Цветкова, Н.М., Якуба, М.С. (2006). *Спектральний аналіз ґрунтів*. Дніпропетровськ: ДНУ.

The research of differential migration of manganese in agricultural lands by combining methods

Vladyslav Nakonechnyi

Department of Ecology and Environmental Protection, Dniprovsky State Technical University, Kamianske, Ukraine

ORCID 0000-0002-8789-8348

Svitlana Hunko

Department of Ecology and Environmental Protection, Dniprovsky State Technical University, Kamianske, Ukraine

ORCID 0000-0002-9551-9803

Oleksandra Byelyanska

Department of Chemical and Biological Technologies, Dniprovsky State Technical University, Kamianske, Ukraine

ORCID 0000-0001-8026-8004

Abstract: The ecological research of urbanized territories and the assessment of environmental conditions are priority areas of modern science. Their actuality is determined with a necessity of

detection factors and causes, which form ecological situations in ecosystems, a highlighting of priority problems and a studying of spatial differentiation of urbanized territories for the purpose of creating the safe and comfortable habitat of population. In most cases the modern assertion of the quality of the environment is solely based on statistic data (emissions level, concentration of microelements in soil, etc.), which is available for a wide range of people. But such data is unable to demonstrate an actual ecological situation and provide a concept of peculiarities of the spatial structure of polluted territories. Manganese is spread to soils in the form of oxides and hydroxides, which settled either on soil particles or as nodules of various diameters. Divalent manganese is converted to carbonate or bicarbonate in the process of weathering. Manganese accumulates in the high horizon of in most soils; this accumulation is especially distinctive in the soils of the forest zone. The accomplished studies have confirmed that as long as heavy metals are closely bound to soil constituents and are difficult to access, their negative impact on soil and the environment will be negligible. However, if soil conditions allow heavy metals to infiltrate into the soil solution, there is a direct threat of soil contamination and the possibility of their penetration into plants. The accomplished studies of agricultural lands located around the regulatory basins using the geophysical method of the Earth's natural pulsed electromagnetic field allowed to establish the position of water filtration zones in the soils adjacent to the basin and the direction of migration of water containing dissolved manganese. The nature of these processes and possible consequences were analyzed.

Keywords: ecological research, Manganese, soil, regulatory basins, filtration zones.
