

ТРОЇЦЬКИЙ М.О., МАКАРОВА Г.А., канд. с-г. наук

Миколаївський обласний проектно-технологічний центр охорони родючості ґрунтів і якості продукції

ВИВЧЕННЯ ПРОСТОРОВИХ ТА ГЕНЕТИЧНИХ АСПЕКТІВ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ (НА ПРИКЛАДІ ПІВНІЧНОСТЕПОВОЇ ПІДЗОНИ)

За допомогою статистичних методів та просторового аналізу із застосуванням ГІС-технологій вивчалися зміни вмісту міді, кадмію та свинцю у північній степовій підзоні Миколаївської області. Перехід від адміністративно-територіального до ландшафтно-територіального підходу просторової інтерпретації результатів моніторингу ґрунтів дозволяє підвищити його достовірність. Також цінну інформацію про забруднення ґрунтів важкими металами, яка під час обробітку результатів за адміністративним принципом ігнорується, дає врахування генетичних факторів ґрунтоутворення.

With the help of statistical methods and the spatial analysis with application of GIS-technologies changes of the content of copper, cadmium and lead in boreal steppe sub-zone of the Nikolaev range have been investigated. Transition from administrative-territorial to the landscape-territorial approach of spatial interpretation of results of monitoring of soils allows to increase its reliability. Also the count of genetic factors of a soil formation gives the valuable information on pollution of soils by heavy metals which at processing results by an administrative principle has been ignored.

Розсіювання токсичних елементів (важких металів та неметалів) техногенного походження в природних середовищах Землі набуло глобального характеру [1].

Перед аналізом результатів досліджень вмісту важких металів у ґрунтах Миколаївського регіону ми вважаємо за доцільне зупинитися на огляді тих проблем та труднощів, що супроводжують санітарно-гігієнічну, еколого-токсикологічну, взагалі нормативну оцінку фактичних рівнів вмісту важких металів у ґрунтах.

Причиною неоднозначності оцінок вмісту важких металів, на думку багатьох дослідників [4-6], є відсутність єдиної, загальноприйнятої та несуперечливої системи нормативної оцінки вмісту важких металів у ґрунті. Цим страждають

два основних підходи до оцінювання – порівняння з фоновими (незабрудненими) рівнями (кларками) та порівняння з гранично допустимими рівнями.

Першому підходу в повній мірі притаманні всі проблеми еталонних (контрольних) рівнів, що детально проаналізовані в монографії В.В. Медведєва [7]. Проблеми, притаманні другому підходу, – фонові рівні (кларки) важких металів розраховані лише для валових форм. Визначення валових форм дуже трудомістке [8], і масове його застосування неможливе (це протирічить нормативним вимогам до агрохімічної паспортизації) [9].

Для рухомих форм металів взагалі не розроблені фонові рівні. Дослідники радять [2, 7]

використовувати модальний рівень забруднення конкретного металу як “регіонального фону”. Але в більшості випадків експериментальний просторовий розподіл незадовільно описується нормальним законом розподілу; більш придатною є логнормальна модель апроксимації [2].

Була зроблена спроба побудувати єдину шкалу градації рівнів забруднення ґрунтів важкими металами для валових, кислотних та ААБ-форм [10]. Але практичний досвід вказує, що вона має ряд неточностей, не враховує регіональних особливостей та потребує коригування.

Метою представленої роботи є вивчення регіональних особливостей накопичення токсичних елементів у ґрунтовій компоненті агро-екосистем Миколаївської області і на цій основі – виявлення критичних за рівнем забруднення та інтенсивності транслокації з ґрунту в рослини територій. Робота є продовженням досліджень, результати яких опубліковані нами раніше [2, 3, 12].

Головним засобом досягнення поставленої мети, на нашу думку, є ґрунтове опрацювання результатів агрохімічної паспортизації із залученням сучасних методів статистичного аналізу та просторової інтерпретації результатів за допомогою ГІС-технологій. Це дозволяє перейти від адміністративно-територіального принципу обробітку результатів ґрунтово-агрохімічних та токсикологічних досліджень до ландшафтно-екологічного, більш перспективного та інформативного.

Вибір підзони північного Степу як полігону для опрацювання нових методичних підходів продиктований тим, що ця територія області має найбільш високу густину та глибину розчле-

нування рельєфу, тобто є найбільш ерозійно небезпечною [11].

Результати досліджень. Дослідження 1994 – 1999 рр. (таблиці 1 – 3) виявили, що коливання вмісту рухомих форм важких металів (ААБ-форми) спостерігається в межах від мінімальної чутливості приладу до концентрацій, що в 2 – 3 рази перевищують гранично допустимі (ГДК).

Математико-статистичний аналіз частотного розподілу рухомих форм важких металів, проведений за допомогою програмного пакета Statistica v. 6.0, підтвердив припущення про невідповідність розподілів експериментальних даних моделі нормального розподілу.

Для всіх досліджених металів спостерігається явно виражена права асиметрія, а також різнонаправлений ексцес (як позитивний, так і негативний). Більш коректно розподіл рухомих форм усіх металів апроксимується моделлю логнормального розподілу (за критерієм Колмогорова – Смірнова).

З практичної точки зору це означає, що як контрольні рівні слід прийняти не середні арифметичні, а середні геометричні значення концентрацій токсичних елементів і в подальшому для порівнянь часової динаміки користуватися ними.

Нижче, в таблиці 5, зведені запропоновані нами контрольні рівні для трьох досліджуваних металів.

Дослідження 2 циклу еколого-токсикологічного обстеження показали, що в основному вміст рухомих форм досліджуваних елементів знижується (таблиці 1 – 3). Виняток становить лише кадмій, який значно відрізняється за ландшафтно-геохімічною поведінкою від міді та свинцю.

Таблиця 5

Контрольні рівні вмісту рухомих форм важких металів

Елемент	Контрольний рівень, мг/кг	Квадратична помилка, мг/кг
Мідь	0,35	0,007
Кадмій	0,12	0,002
Свинець	1,44	0,01

Факт констатації змін вмісту рухомих форм важких металів між циклами обстеження на основі обробітку даних за адміністративно-територіальним принципом (у розрізі району) нівелює важливу інформацію про причини таких змін. Однією з таких причин є неврахування генетичних аспектів ґрунтоутворення. Це можна довести на прикладі аналізу розподілу важких металів за типами ґрунтів Братського району, на території якого простежується вся гама переходу від чорноземів звичайних середньогумусних

глинистих до чорноземів звичайних неглибоких малогумусних легкосуглинкових. Результати такого аналізу не лише показують, як осереднення результатів по району нівелює статистично достовірні відмінності між генетичними різновидами ґрунтів (рис. 1 – 3), але наочно демонструють різний характер змін у цих різновидах вмісту кожного із досліджених металів. Встановлено також

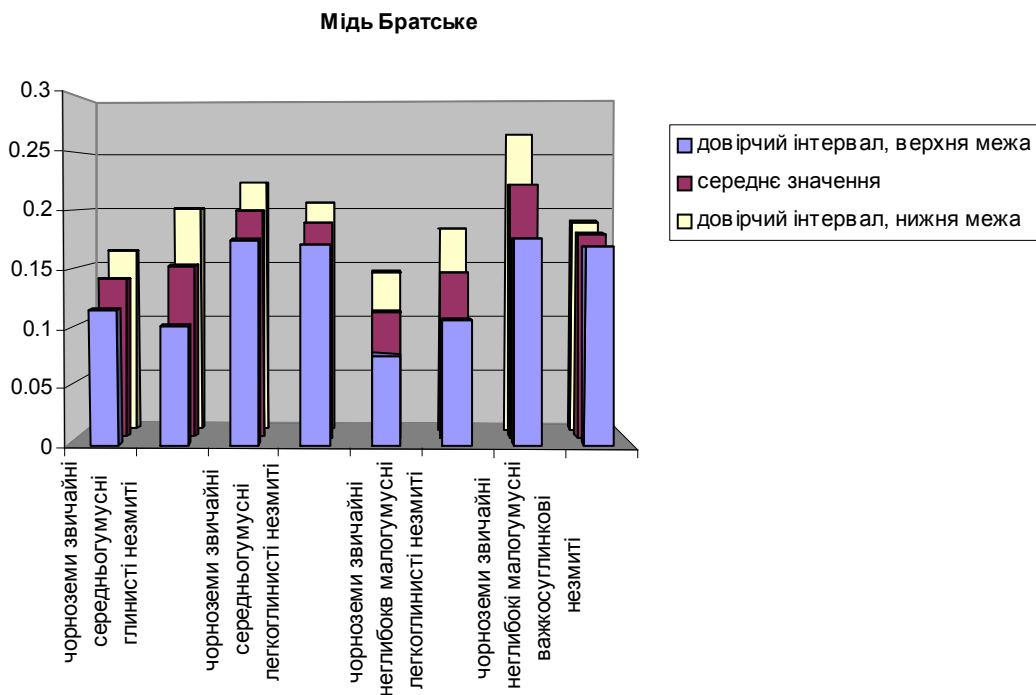


Рис. 1. Вміст рухомої міді в основних типах ґрунтів Братського району (обстеження 2006 року)

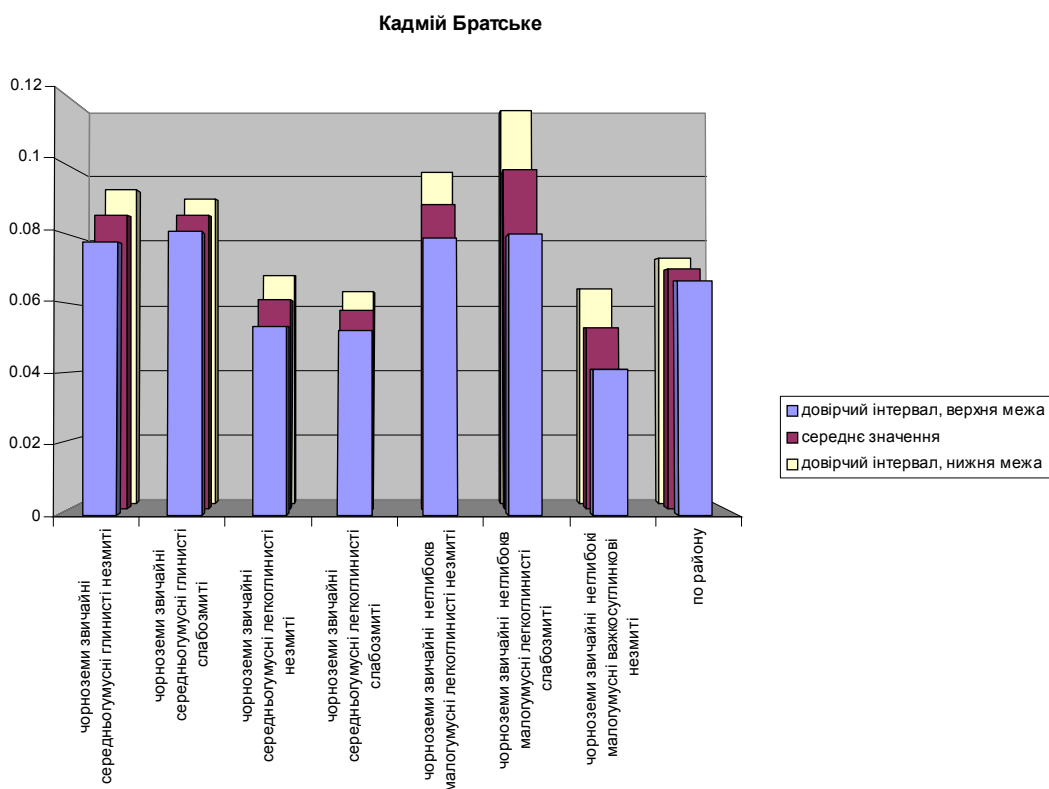


Рис. 2. Вміст рухомого кадмію в основних типах ґрунтів Братського району (обстеження 2006 року)

Деталізація просторових аспектів розподілу важких металів можлива лише шляхом реалізації методів просторового аналізу, які надають ГІС-технології.

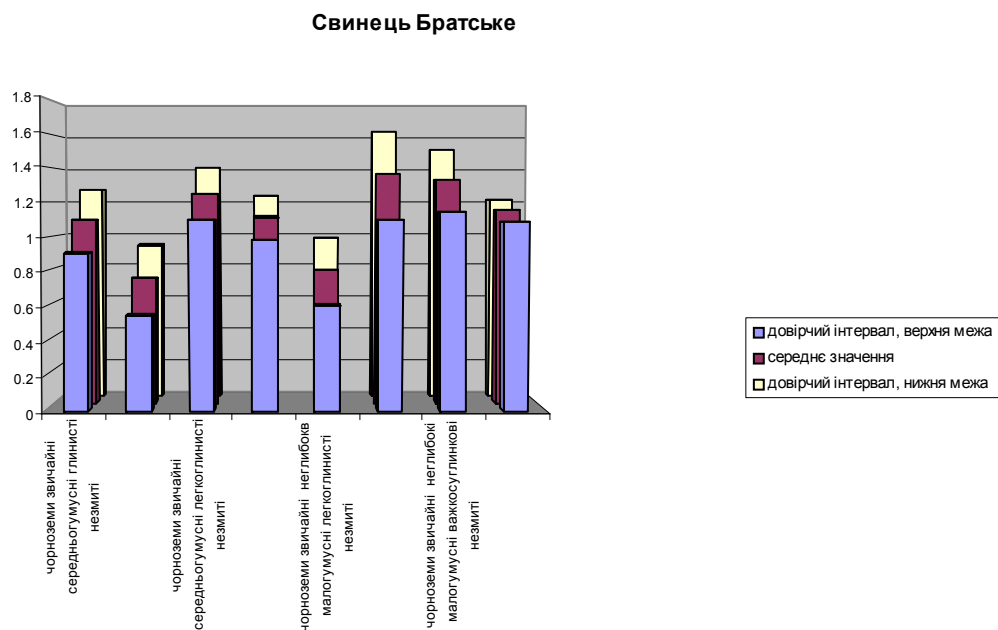


Рис. 3. Вміст рухомого свинцю в основних типах ґрунтів Братського району (обстеження 2006 року)

На прикладі Єланецького району можна продемонструвати, як послідовне застосування географічної реєстрації просторових об'єктів (полів та ділянок) за допомогою пакета MapInfo

v.6,0, корекції викривлень та неточностей, побудови растрової поверхні надає цілісну картину розподілу елементів в розрізі не господарств, а територіальних комплексів, інтегруючи результа-

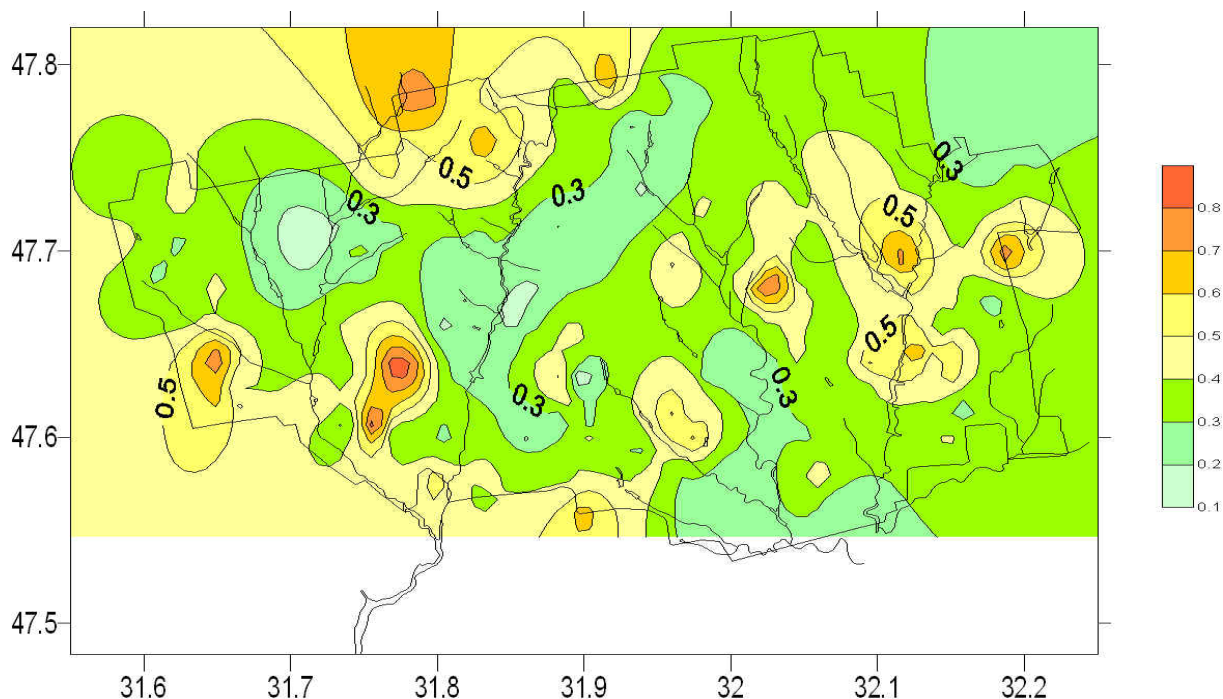


Рис. 4. Просторова інтерпретація розподілу рухомої міді на території Єланецького району (обстеження 2006 року)

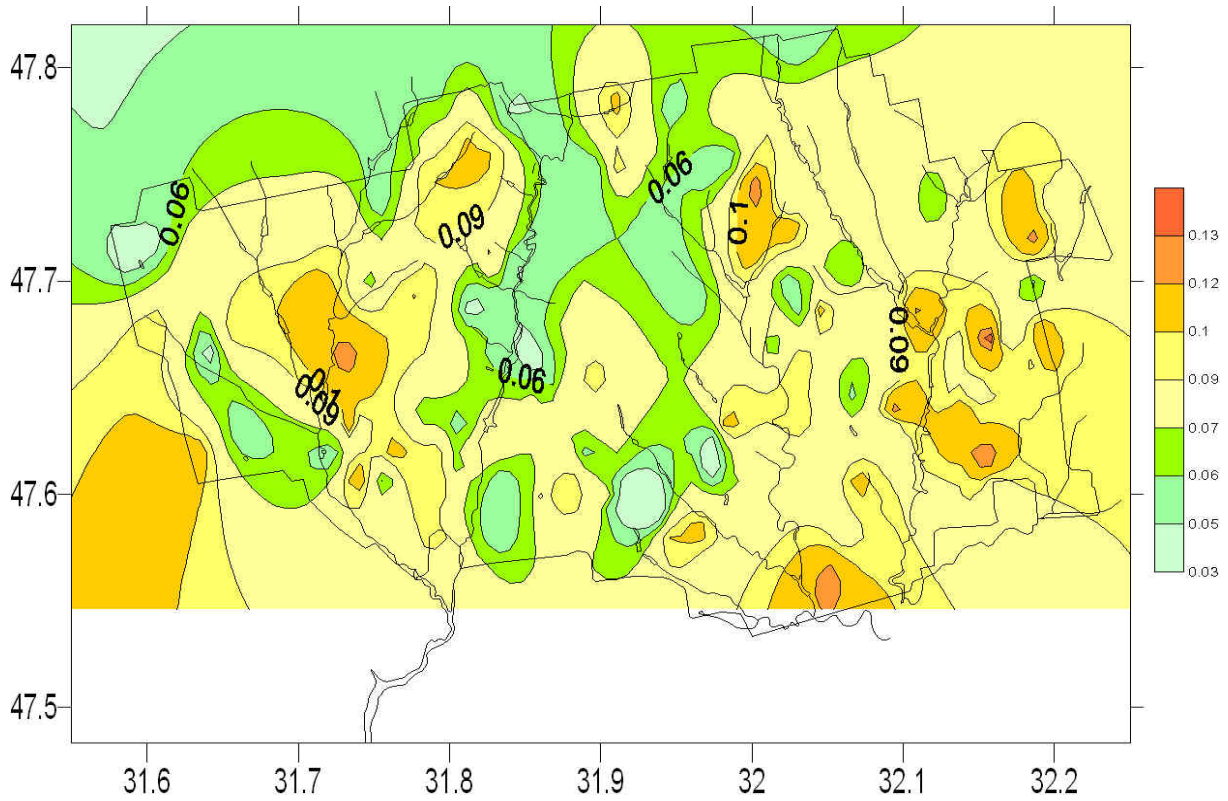


Рис. 5. Просторова інтерпретація розподілу рухомого кадмію на території Єланецького району (обстеження 2006 року)

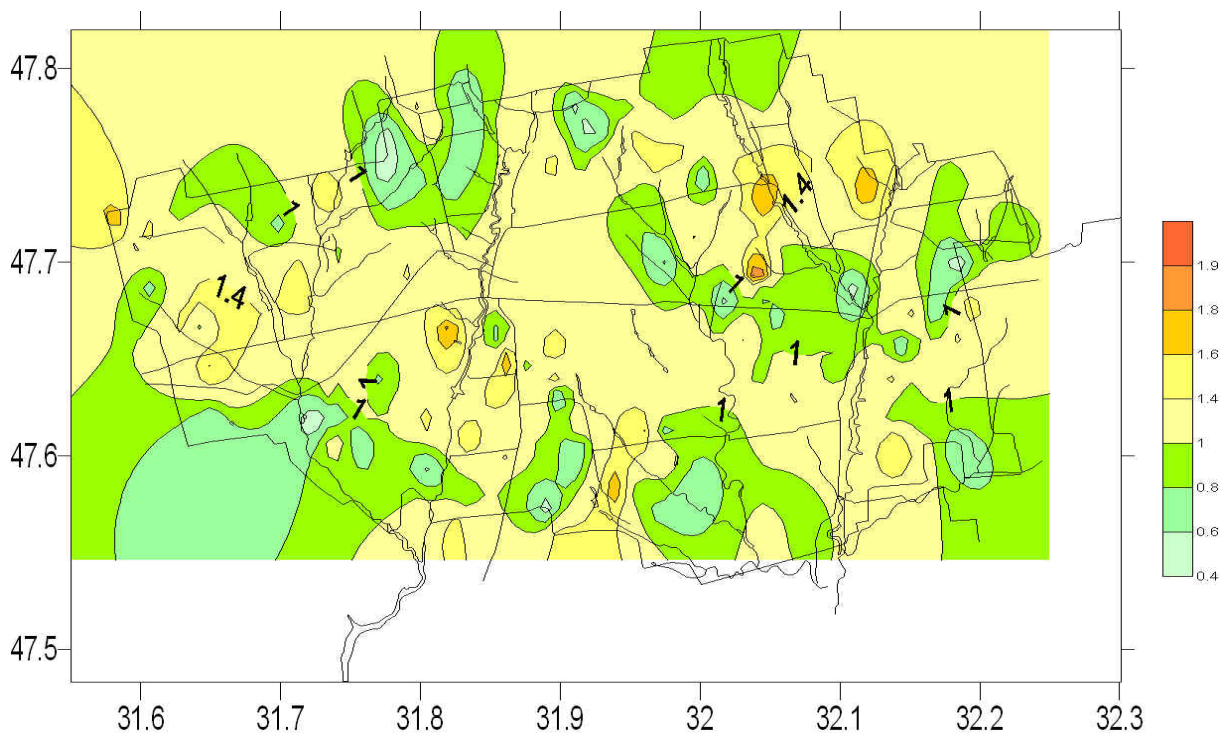


Рис. 6. Просторова інтерпретація розподілу рухомого свинцю на території Єланецького району (обстеження 2006 року)

Нами проведена подальша деталізація цієї інформації за допомогою крігінг-процедури (пакет Surfer 7.0). Це дозволяє виділити зони розсіювання та накопичення для кожного елемента. Так, у випадку міді зонами розсіювання є вододільні плато на водозборі річки Солона, а також річки Гнилий Єланець; для кадмію та свинцю зонами розсіювання, навпаки, є території річкових долин. Зонами накопичення для міді та кадмію є території з розчленованим рельєфом у місці злиття річок Солона та Гнилий Єланець (до речі, там же виявлено зону концентрування цезію-137 [12]), а також яружно-балочна система річки Громоклія. Для свинцю характерні локальні зони накопичення поблизу населених пунктів.

ВИСНОВКИ. 1. Перехід від адміністративно-територіального до ландшафтно-терито-

ріального підходу оцінки забруднення ґрунтів агроєкосистем важкими металами підвищує достовірність оцінки, а також дозволяє знайти причини виявлених за період між циклами обстеження змін їх концентрацій.

2. Виявлені достовірні відмінності у вмісті рухомих форм трьох досліджуваних металів у різних таксо-номічних одиницях підтипу чорноземів звичайних на території північно-степової підзони Миколаївської області.

3. Необхідною умовою та першим етапом створення сучасної мережі екотоксикологічного моніторингу є інтегрування результатів агрохімічної паспортизації у ландшафтно-територіальну мережу за допомогою ГІС-технологій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Глазовская М.А. Принципы классификации почв по опасности их загрязнения тяжелыми металлами // Биологические науки. – 1989. – № 9.
2. Троїцький М.О. Еколого-токсикологічний стан ґрунтів південного Степу, зайнятих виноградниками / Наукові праці: Науково-методичний журнал. – Т. 58. – Вип. 45. Екологія. – Миколаїв: Вид-во МДГУ ім. Петра Могили, 2006. – С. 59-62.
3. М.О. Троїцький, Г.В. Печена, Г.А. Макарова. Ґрунтова динаміка та рухливість в системі “ґрунт-рослини” важких металів в агроєкосистемах Миколаївської області // Вісник аграрної науки Причорномор’я. – Спеціальний випуск 4 (37). – Том 2. – 2006. – С. 140-146.
4. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва – растение. – Новосибирск: Наука, Сиб. от-ние, 1991. – С. 151.
5. Фатеев А.І., Мірошніченко М.М., Самохвалова В.Л., Биндич Т.Ю. До питання оцінки рівнів небезпеки забруднення ґрунтів важкими металами // Вісник аграрної науки. – 1999. – № 10. – С. 39-62.
6. Макаренко Н.А. Контроль за вмістом важких металів у ґрунті // Вісник аграрної науки. – 2001. – № 4. – С. 55-57.
7. Медведев В.В. Мониторинг почв Украины. Концепция, предварительные результаты, задачи. – Харьков: ПФ “Антиква”, 2002. – С. 428.
8. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельскохозяйственных угодий и продукции растениеводства: 2 изд-е. М.: ЦИНАО, 1992. – С. 62.
9. Методика агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення / За ред. С.М. Рижукка, М.В. Лісового, Д.М. Бенцаровського. – К., 2003. – С. 64.
10. Методика суцільного ґрунтового-агрохімічного моніторингу сільськогосподарських угідь України / За ред. акад. О.О. Созінова і Б.С. Прістера. – К.: МСГ і П, 1994. – С. 162.
11. Чорна Т.М., Чорний С.Г. Деякі результати ГІС-реалізації поточного моніторингу гумусового стану ґрунтів Миколаївської області / Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету № 15 / За ред. М.І. Бахмата. – Кам’янець-Подільський, 2007.
12. Троїцький М.О., Печена Г.В., Протченко Н.М. Просторовий аналіз регіональних особливостей розподілу забруднювачів у ґрунтах степової зони.