

ОПТИМІЗАЦІЯ СІВОЗМІН ТА УПОРЯДКУВАННЯ РАДІАЦІЙНО ЗАБРУДНЕНОЇ РІЛЛІ З ВИКОРИСТАННЯМ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ



Представлено методологію впорядкування радіаційно забрудненої ріллі із застосуванням функцій топологічного оверлею (пріоритетного підходу). Наведено алгоритм врахування балу агроекологічної небезпеки забруднення рослинницької продукції ^{137}Cs .

Петро ТРОФИМЕНКО,
кандидат сільськогосподарських наук, завідувач кафедри геодезії та землеустрою, в. о. декана агрономічного факультету Житомирського національного агроекологічного університету

Леонід ТИЧИНА,
директор ДУ центр «Облдержродючість» в Житомирській області

Юрій ШМАГАЛА,
головний інженер приватного підприємства «Геодезгруп»

Надія ТРОФИМЕНКО,
кандидат економічних наук, старший викладач кафедри геодезії та землеустрою Житомирського національного агроекологічного університету

Впорядкування радіаційно забруднених земель з метою їх використання для виробництва сільськогосподарської продукції сьогодні має велике значення. Перспективи України як держави — лідера з виробництва продуктів харчування мотивують вчених до пошуку шляхів реабілітації територій, які зазнали негативного радіаційного впливу, та розробки і реалізації заходів з впорядкування ріллі як основного засобу виробництва продукції рослинництва.

При цьому достатньо важливою складовою такого впорядкування є врахування негативного впливу основних дестабілізуючих чинників — забруднення ґрунтів радіонуклідами — цезієм-137 (^{137}Cs) та стронцієм-90 (^{90}Sr), а також умов ґрунтового середовища: рівня кислотності ґрунтів, забезпеченості поживними елементами, гумусом, Са. Особливу роль відіграють ландшафтні умови території, які істотно змінюють характер і швидкість самоочищення ґрунтів від радіонуклідів і, як наслідок, визначають ймовірність отримання радіаційно забрудненої продукції.

Аналіз останніх наукових досліджень і публікацій

Проблематикою впорядкування радіаційно забруднених земель займалися багато вчених. Найбільш відомі роботи зазначені у поданому нижче списку літератури [1-4]. Під час досліджень використовувалися різні підходи та методи проведення впорядкування території як окремих господарств у цілому, так сільськогосподарських угідь зокрема.

Слід зауважити, що використання геоінформаційних систем (ГІС) як важливого дієвого засобу ідентифікації та оцінки придатності ґрунтового покриву щодо виробництва екологічно чистої продукції рослин-

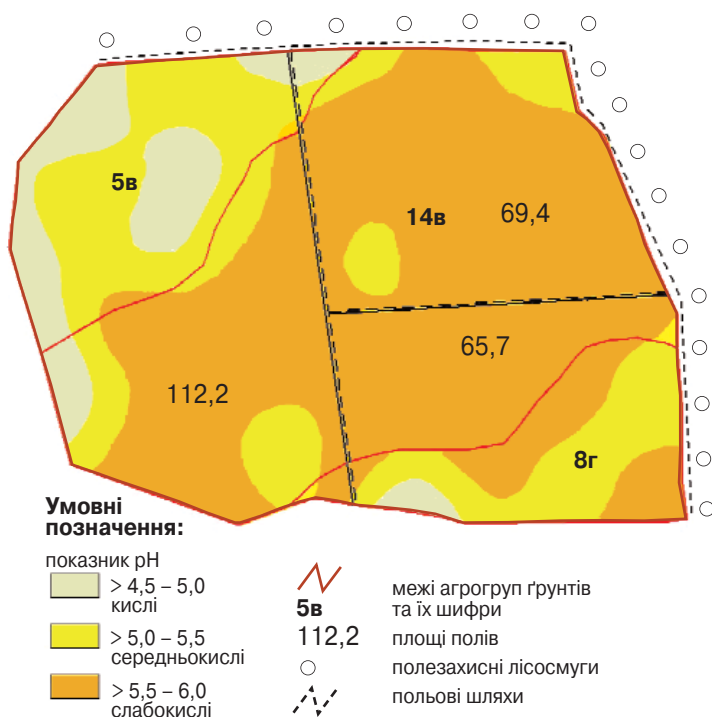
Рис. 1.

СТВОРЕННЯ ГЕОГРАФІЧНОЇ ОСНОВИ ДЛЯ ГІС



Рис. 2.

КАРТΟΣХЕМА КИСЛОТНОСТІ ҐРУНТІВ



ництва набуло сьогодні особливої ваги. Застосування різноманітного інструментарію ГІС значно розширює можливості щодо діагностування агроекологічного стану ґрунтів, виявлення можливих напрямів його розвитку в часі та особливостей просторового поширення ділянок ґрунтового покриву з різною оцінкою цього стану.

Постановка завдання

Технічне вдосконалення засобів вивчення, аналізу та візуалізації (представлення) отриманої агроекологічної інформації потребує розробки більш-менш чітких методологій її здійснення та певної універсалізації. При цьому йдеться про необхідність розробки адекватного та зрозумілого алгоритму територіального виявлення агроекологічно однорідних ділянок ґрунтового покриву, на яких передбачається розміщення сільськогосподарських культур з різною небезпекою щодо накопичення ними радіонуклідів.

Вирішення означеного завдання ми провели на землях типового господарства зони Полісся — ПОСП «Іскра», с. Лопатичі Олевського району Житомирської області.

Виклад основного матеріалу

Під час розробки географічної інформаційної системи ми використали такі матеріали:

- дані масових ґрунтових обстежень, а також матеріали корегування даних ґрунтових обстежень на території господарства;
- матеріали центру ДУ «Житомирський центр «Облдержродючість» (9 обстежень), а саме вміст у ґрунтах рухомого калію та рН ґрунтів.

У якості картографічної основи використано землепорядний план масштабу 1:10000 з нанесеними межами агропромислових груп ґрунтів та межами полів польової сівозміни.

Відбір зразків на ріллі здійснювався Центром «Облдержродючість» відповідно до існуючої методики. Щільність забруднення ґрунтового покриву радіонуклідами та побудова електронної карти здійснювалася на основі даних радіологічного обстеження 1986-1993 рр. з подальшим врахуванням їх фізичного розпаду.

Розроблена географічна основа максимально точно відтворює особливості проведення еколого-агрохімічного обстеження ґрунтів Центром «Облдержродючість», а саме: відбір з кожної елементарної ділянки площею 8 га середньозваженого ґрунтового зразка.

Інформація до атрибутивної таблиці бази даних вводилася точками по центроїдах (рис. 1).

Під час дослідження розроблено картосхеми кислотності ґрунтів (рис. 2), забезпеченості їх обмінним

калієм (рис. 3), а також картосхему щільності забруднення ґрунтового покриву ^{137}Cs (рис. 4).

З метою виявлення зон територіального поширення агроекологічної небезпеки забруднення рослинницької продукції радіонуклідами використано функції просторового аналізу топологічного оверлею (topological overlay) з проведенням зонування (рис. 5).

При цьому застосовано пріоритетний підхід як найбільш прийнятний для вирішення цього завдання [5]. Суть останнього полягає у поєднанні (зведенні) декількох інформаційних шарів з отриманням якісно нового інформаційного шару, аналіз якого шляхом зонування надає реальну можливість проведення територіальної диференціації ділянок ріллі за величиною балу агроекологічної небезпеки забруднення сільськогосподарської продукції за інших однакових умов. При цьому в якості пріоритетного і найбільш агроекологічно визначального виступає шар, який містить дані про щільність забруднення ґрунтів ^{137}Cs . В основі методу картографо-аналітичної оцінки агроекологічної небезпеки вирощування сільськогосподарської продукції лежить виділення агроекологічно однорідних ділянок ріллі, що формують відносно однорідний земельний масив, який має бути чітко виокремлений територіально.

Такий підхід додатково до загальноприйнятого еколого-технологічного районування ріллі забезпечить більш екологічно зважене та економічно обґрунтоване впорядкування її території.

Особливо складною є ситуація, коли забруднення ґрунтового покриву у господарстві носить комплексний характер: він забруднений як цезієм, так і стронцієм.

У цьому випадку слід розрізняти ділянки, які забруднені переважно ^{137}Cs або ^{90}Sr . Зрозуміло, що рівень агроекологічної небезпеки господарювання у випадку забруднення радіостронцієм буде незрівнянно вищим. Адже інтенсивність транслокації ^{90}Sr до рослинної продукції у середньому в 7-8 разів вища порівняно з радіоцезієм. Тому при виборі культур для сівозмін перевагу необхідно надавати у першу чергу тим культурам, які схильні до накопичення мінімальної кількості радіонуклідів. Коефіцієнти переходу ^{137}Cs в урожай сільськогосподарських культур на одному й тому ж ґрунті залежатимуть від їх біологічних особливостей. Наприклад, за здатністю до накопичення радіоцезію урожаєм зернових та зернобобових культур їх можна розмістити так: кукурудза < тритикале < просо < ячмінь < жито < пшениця < овес < горох < квасоля < боби < соя < гречка. Тож отриманню екологічно чистої продукції буде сприяти оптимізація структури посівних площ з урахуванням значення коефіцієнтів переходу (пропорційності) радіоцезію-137 в урожай. Існує необхідність проведення чіткої диференціації ґрунтового покриву господарства за рівнем його

Рис. 3.

КАРТОСХЕМА ЗАБЕЗПЕЧЕНОСТІ ҐРУНТІВ ОБМІННИМ КАЛІЄМ, мг-екв/кг ґрунту

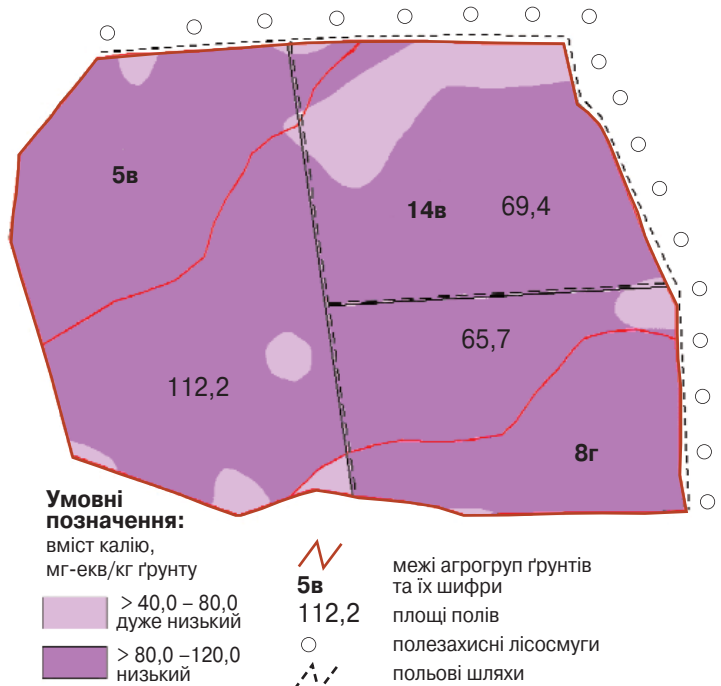
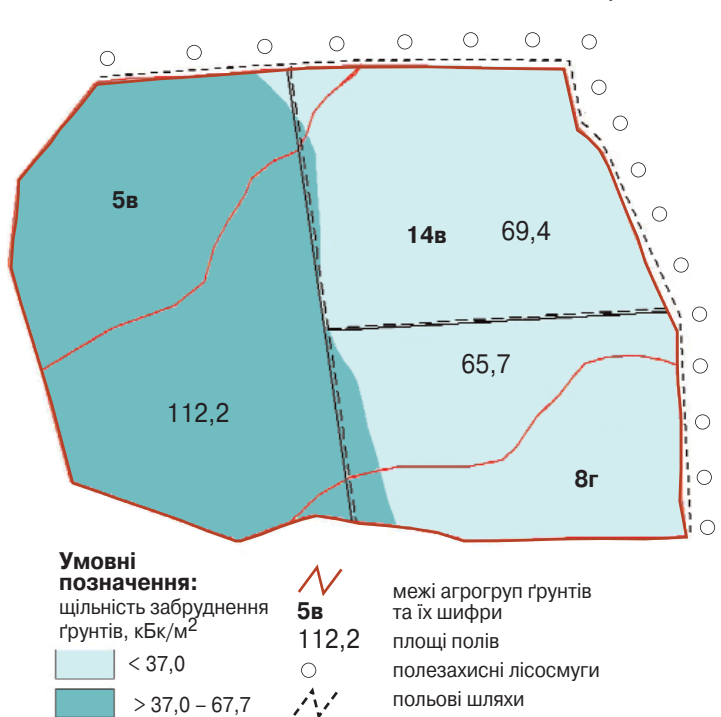


Рис. 4.

КАРТОСХЕМА ЩІЛЬНОСТІ ЗАБРУДНЕНOSTI ҐРУНТІВ ^{137}Cs , кБк/м²



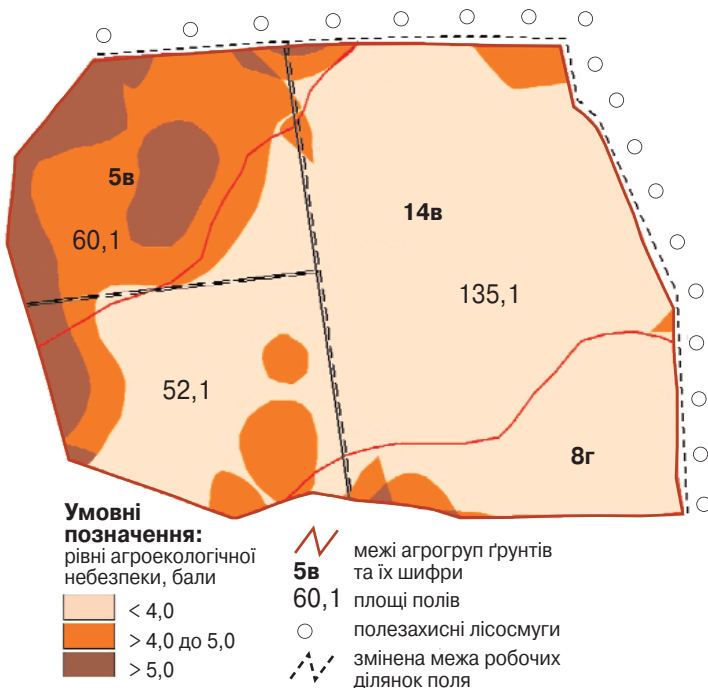
спроможності щодо вирощування на ньому такої продукції.

Агроекологічно однорідні за балом агроекологічної небезпеки ділянки ґрунтового покриву слід виділяти з урахуванням традиційних меж еколого-технологічних груп земель (I, II). У цьому випадку забезпечується відносно однакові технологічні умови господарювання (гранулометричний склад ґрунтів, ухил тощо), що є важливою умовою якісної оцінки.

Рис. 5.
ПРОВЕДЕННЯ ЗОНУВАННЯ В Arc View-3.2a

арН	зона СЗ	акЗЗ	сума	середн.з
1	1	1	3	7
1	1	1	3	7
1	1	1	3	7
1	1	1	3	7
1	1	1	3	7
1	1	1	3	7
2	1	1	4	6
1	2	1	4	6
1	2	1	4	6
1	2	1	4	6
1	2	1	4	6
1	2	1	4	6
1	2	1	4	6
1	1	2	4	6

Рис. 6.
ВПОРЯДКУВАННЯ ДІЛЯНКИ РІЛЛІ З УРАХУВАННЯМ БАЛУ АГРОЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ЗАБРУДНЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ ¹³⁷Cs



У результаті проведення просторових операцій отримано картосхему впорядкування території ріллі на основі балу агроекологічної небезпеки забруднення сільськогосподарської продукції радіоцезієм (рис. 6). Як видно з отриманої картосхеми на цій ділянці ріллі, незважаючи на певну строкатість, виокремилися 3 земельні масиви з неоднаковою здатністю ґрунтів забезпечувати вирощування екологічно чистої продукції.

У результаті виявлення просторового поширення зон агроекологічної небезпеки на ділянці ріллі, яка підлягає оптимізації, проведено обрахунок середньозважених балів агроекологічної небезпеки щодо ¹³⁷Cs за такою формулою:

$$B_n = \frac{B_1 \cdot S_1 + B_2 \cdot S_2 + B_3 \cdot S_3 + B_n \cdot S_n}{\sum S}$$

- де
- B_n — бал агроекологічної небезпеки забруднення сільськогосподарської продукції забруднювачем (¹³⁷Cs);
 - $S_{1,2,3...n}$ — площа, яка відповідає балу агроекологічної небезпеки в межах поля (робочої ділянки поля) або земельного масиву ріллі, ділянки ґрунтового покриву (див. рис. 6).
 - $\sum S$ — загальна площа поля (робочої ділянки поля) або земельного масиву ріллі, ділянки ґрунтового покриву.

Визначальним чинником небезпеки забруднення сільськогосподарської продукції на земельній ділянці є забрудненість ґрунтів радіоцезієм, період напіврозпаду якого дорівнює 30 рокам. Зважаючи на те, що на даній ділянці ріллі наявні залишкові кількості радіонукліду, пріоритетним фактором екологічної безпеки на цій території під час картографо-аналітичної оцінки залишатиметься саме щільність забруднення ґрунтів цезієм-137.

Допоміжну роль у визначенні ділянок ріллі з різним рівнем агроекологічної небезпеки відіграють кислотність ґрунтів та вміст рухомого калію. Наявність у ґрунті іонів Н⁺ визначає рухомість цезію, а забезпеченість калієм, завдяки його подібності за геохімічними властивостями із цезієм, стримує або ж підсилює надходження ¹³⁷Cs у рослини.

Таким чином, середньозважений бал агроекологічної небезпеки забруднення рослинницької продукції радіоцезієм для поля з площею 135,1га розраховуємо таким чином:

$$B_n = \frac{4,0 \cdot 126,5 \text{ га} + 4,5 \cdot 7,0 \text{ га} + 5,5 \cdot 1,5 \text{ га}}{135,1 \text{ га}} = 4,04$$

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Обрахунки, які проведені за зазначеною формулою для всього масиву ріллі, свідчать про необхідність проектування в межах поля площею 112,2 га (рис. 3) двох робочих ділянок площею 60,1 та 52,1 га. Таким чином, у результаті виділено 3 агроекологічно однорідні, але неоднакові за ступенем агроекологічної небезпеки ділянки ріллі, які потребують відповідного використання. Найменший бал небезпеки забруднення продукції має поле площею 135,2 га, середній — робоча ділянка — 52,1 га, а найвищу — робоча ділянка площею 60,1 га.

Зважаючи на результати проектування, у якості можливих доцільно розглядати декілька основних напрямів виявлення і подальшого використання різноякісних за агроекологічною небезпекою забруднення рослинницької продукції ^{137}Cs ділянок:

- провести насичення сівозміни культурами відносно індиферентними до накопичення радіоцезію, орієнтуючись на коефіцієнти пропорційності (здійснити оптимізацію сівозміни);
- на ділянках з високим балом агроекологічної небезпеки можливе їх виділення в окремі сівозміни з насиченням їх енергетично місткими культурами — такими як озимий ріпак, міскантус;
- використовувати означені у попередньому пункті ділянки поза сівозміною.

Під час дослідження представлено методологію картографо-аналітичної оцінки агроекологічного стану ґрунтового покриву із застосуванням функцій топологічного оверлею з використанням пріоритетного підходу.

На основі балу агроекологічної небезпеки забруднення рослинницької продукції забруднювачем ґрунту (на прикладі ^{137}Cs) наведено методологічний підхід щодо проектування полів (робочих ділянок полів).

Запропоновано формулу розрахунку балу агроекологічної небезпеки ділянок ґрунтового покриву, полів (робочих ділянок полів), земельних масивів щодо забруднення рослинницької продукції забруднювачем ґрунту (на прикладі ^{137}Cs).

Зважаючи на висвітлені результати та враховуючи актуальність дослідженої теми, перспективними слід вважати дослідження із розробки методів картографо-аналітичного проектування з використанням ГІС-технологій на агроекологічно нестабільних ділянках ґрунтового покриву із складним характером забруднення (наприклад, $^{137}\text{Cs}+^{90}\text{Sr}$). Чітка диференціація ґрунтового покриву за рівнем агроекологічної небезпеки забруднення рослинницької продукції полювантами дозволить виявити ділянки з неоднаковим еколого-економічним статусом щодо виробництва органічної (екологічно чистої продукції) та провести впорядкування території ріллі на новій картографо-екологічній основі.

У подальшому дослідження доцільно спрямувати на виявлення ступеня зв'язку між рівнем агроекологічної небезпеки впливу залишкової кількості ^{137}Cs та ^{90}Sr на виробництво продукції рослинництва. При цьому необхідно врахувати зв'язок між наявністю в ґрунтах радіонуклідів та їх буферністю, а також умовами рельєфу місцевості.

Література

1. Белова С.И., Шарапов Г.Е., Моисеев А.А. К вопросу о поведении цезия-137 в дерново-подзолистых почвах Украинского Полесья. — М.: Атомиздат, 1972. — 164 с.
2. Мельник А.І. Екологічні функції агрохімічних контрзаходів на забруднених радіонуклідами ґрунтах // Агрохімія і ґрунтознавство. — 2002 р. — Спец. вип. До 4 з'їзду УТГА 1-5 липня 2002 р., м. Умань. кн. 3. — С. 118-120.
3. Мельник А.І., Мукосій М.П., Проценко О.І. Особливості поширення та міграції стронцію-90 на сільськогосподарських угіддях Чернігівщини // Мат. міжнародної конференції «Проблеми сільськогосподарської радіології: 17 років після аварії на ЧАЕС». — Житомир: Державний агроекологічний університет. — 2003. — С. 34-39.
4. Трофименко П.І. Методичні підходи до оцінки забруднення ґрунтового покриву радіостронцієм (на прикладі Чернігівщини) // Агрохімія і ґрунтознавство. — 2003. — № 64. — С. 86-89.
5. Трофименко П.І., Трофименко Н.В. Картографо-аналітична оцінка небезпеки забруднення рослинницької продукції ^{137}Cs /Журнал картографії// 36. наук. праць КНУ ім. Тараса Шевченка, вип. 2, К. — 2011, С. 147-154.

АНОТАЦІЇ

Представлено методологію устроювання радіаційно-забрудненої пашни з використанням функцій топологічного оверлею (пріоритетного підходу). Приведен алгоритм вичислення бала агроекологічної небезпеки забруднення рослинницької продукції ^{137}Cs .

The methodology of radioactively polluted tillage using overlay topology function is presented. Algorithm of agroecology treat point calculation of Cs-137 content in crop produce is defined.