

## ЗБАЛАНСОВАНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

УДК 631.41

**О. В. КРУГЛОВ<sup>1</sup>**, канд. геолог. наук, **В. П. КОЛЯДА<sup>1</sup>**, канд. с.-г. наук,  
**А. О. АЧАСОВА<sup>1</sup>**, канд. біол. наук, доц., **П. Г. НАЗАРОК<sup>1</sup>**,  
**М. В. ШЕВЧЕНКО<sup>2</sup>**, д-р с.-г. наук, доц.

<sup>1</sup>ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського»  
вул. Чайковська, 4, м. Харків, 61024  
м. Харків, Україна

<sup>2</sup>Харківський національний аграрний університет імені В. В. Докучаєва  
п/в «Докучаєвське – 2», 62483, Харківський район, Харківська область

E-mail: [alex.kruglov@ukr.net](mailto:alex.kruglov@ukr.net) <https://orcid.org/0000-0003-2663-0935>  
[koliadavalerii@gmail.com](mailto:koliadavalerii@gmail.com) <https://orcid.org/0000-0003-2682-5687>  
[achasova@ukr.net](mailto:achasova@ukr.net) <https://orcid.org/0000-0002-6294-2445>  
[pavelnazarok@gmail.com](mailto:pavelnazarok@gmail.com) <https://orcid.org/0000-0002-4655-0679>  
[zemlerobstvo@knu.kharkov.ua](mailto:zemlerobstvo@knu.kharkov.ua) <https://orcid.org/0000-0003-4915-1435>

### ПРОТИЕРОЗІЙНА ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕРИТОРІЇ АГРАРНИХ ГОСПОДАРСТВ НА ПРИКЛАДІ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ, УКРАЇНА

**Мета.** Показати послідовність дій по протиерозійній оптимізації структури землекористування на прикладі агропідприємств Харківської області та подальші шляхи підвищення її ефективності. **Методи.** Картографічні, статистичні, геоінформаційного аналізу, математичного моделювання, магніторозвідка. **Результати та висновки.** Показаний приклад протиерозійної оптимізації землекористування на основі математичного моделювання потенційного змиву ґрунту за різних умов землекористування для трьох типових фермерських господарств Харківської області (Україна). Моделювання проводили за моделлю Ц. Мірцхулави із використанням цифрових моделей рельєфу в середовищі ArcGIS. Використання ГІС для проведення моделювання та візуалізації результатів дозволяє виділити найбільш ерозійно небезпечні ділянки та здійснити індивідуальний підбір сівозмін для кожного господарства. Виявлена в результаті моделювання потенційна загроза ерозії може бути попереджена за допомогою організаційних та агротехнічних заходів, що потребує від господарства мінімальних економічних витрат. Запропоновано шляхи перевірки ефективності агролісомеліоративних заходів з застосуванням методів та засобів магніторозвідки. **Висновки.** Протиерозійна оптимізація землекористування дозволяє досягти допустимих значень змиву ґрунту на всіх полях досліджених господарств. При цьому втрати ґрунту зменшуються, залежно від початкового рівня небезпеки та ступеня трансформації сівозміни від 10 % на схилах до 1,5°, до 4,2 разів на ускладнених ділянках.

**Ключові слова:** водна ерозія, ГІС, змив ґрунту, магніторозвідка, моделювання водної ерозії, оптимізація землекористування, сівозміни

**Kruhlov O. V.<sup>1</sup>, Kolyada V. P.<sup>1</sup>, Achasova A. O.<sup>1</sup>, Nazarok P. G.<sup>1</sup>, Shevchenko M. V.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>National scientific center «Institute for soil science and agrochemistry research named after O. N. Sokolovsky»

<sup>2</sup>V.V. Dokuchaev Kharkiv National Agrarian University

### ANTI-EROSION OPTIMIZATION OF THE TERRITORY OF AGRARIAN FARMS ON THE EXAMPLE OF THE KHARKIV REGION, UKRAINE

**Purpose.** Show the sequence of actions on anti-erosion optimization of land use structure on the example of agro-enterprises of the Kharkiv region and further ways to increase its efficiency. **Methods.** Cartographic, statistical, geoinformation analysis, mathematical modeling, magnetizing. **Results.** An example of erosion optimization of land use is shown on the basis of mathematical modeling of potential soil losses under different land use conditions for three typical farms of the Kharkiv region (Ukraine). The simulation was carried out using the model of C. Myrshulawa using DEM in the ArcGIS environment. Using GIS to simulate and visualize the results allows you to identify the most erosionally hazardous areas and make an individual selection of crop rotation for each farm. The erosion risk which

modeling was revealed can be prevented by means of organizational and agronomic measures, which requires the minimal economic costs. The ways of checking the effectiveness of agro-forest-meliorative measures with application of methods and means of magnetic investigation are offered. **Conclusions.** Anti-erosion optimization of land use allows achieving the values of soil losses in all fields of investigated farms. At the same time, soil losses decrease, depending on the initial level of danger and the degree of transformation of crop rotation from 10% on slopes to 1.5 °, up to 4.2 times in complicated areas.

**Key words:** crop rotation, GIS, magnetism indicators, optimization of land use, potential soil losses, soil erosion modeling, water erosion

**Круглов А. В.<sup>1</sup>, Коляда В. П.<sup>1</sup>, Ачасова А. А.<sup>1</sup>, Назарок П. Г.<sup>1</sup>, Шевченко Н. В.,<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ННЦ «Институт почвоведения и агрохимии имени О. Н. Соколовского»

<sup>2</sup>Харьковский национальный аграрный университет имени В. В. Докучаева

### **ПРОТИВОЭРОЗИОННАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕРРИТОРИИ НА УРОВНЕ АГРАРНЫХ ХОЗЯЙСТВ НА ПРИМЕРЕ ХАРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ, УКРАИНА**

**Цель.** Показать последовательность действий по противоэрозионной оптимизации структуры землепользования на примере агропредприятий Харьковской области и дальнейшие пути повышения ее эффективности. **Методы.** Картографические, статистические, геоинформационного анализа, математического моделирования, магниторазведка. **Результаты.** Показан пример противоэрозионной оптимизации и землепользования на основе математического моделирования потенциального смыва почвы при различных условиях землепользования для трех типичных фермерских хозяйств Харьковской области (Украина). Моделирование проводили по модели Ц. Е. Мирцхулавы с использованием цифровой модели рельефа в среде ArcGIS. Использование ГИС для проведения моделирования и визуализации результатов позволяет выделить наиболее эрозионно опасные участки и осуществить индивидуальный подбор севооборотов для каждого хозяйства. Обнаруженная в результате моделирования потенциальная угроза эрозии может быть предупреждена с помощью организационных и агротехнических мероприятий, что требует от хозяйства минимальных экономических затрат. Предложены пути проверки эффективности агролесомелиоративных мероприятий с помощью методов магниторазведки. **Выводы.** Противоэрозионная оптимизация землепользования позволяет достичь допустимых значений смыва почвы на всех полях исследованных хозяйств. При этом потери почвы уменьшаются в зависимости от начального уровня опасности и степени трансформации севооборота от 10% на склонах до 1,5°, до 4,2 раз в осложненных участках.

**Ключевые слова:** водная эрозия, ГИС, магниторазведка, моделирование процессов эрозии, оптимизация землепользования, потери почвы, севооборот

### **Вступ**

Досягнення нульового рівня деградації земель є одним з головних завдань сталого розвитку людства, визначених у програмному документі «Перетворення нашого світу: Порядок денний сталого розвитку на період до 2030 року», що був прийнятий Генеральною асамблеєю ООН 25 вересня 2015 року [1]. Деградація земель, як комплексний процес погіршення якості земельних ресурсів значною мірою обумовлена процесами деградації ґрунтів, серед яких одне з головних місць в світі займають водна та вітрова ерозії ґрунтів [2, 3].

Перед Україною проблема ерозії ґрунтів стоїть також дуже гостро. До 40 % площ орних земель є ерозійно небезпечними та потребують застосування додаткових протиерозійних заходів [4, 5]. З другої половини ХХ сторіччя в Україні напрацьовано величезний успішний досвід системного вирішення проблеми раціо-

нального використання земель та охорони ґрунтів в умовах потенційно високого прояву ерозії [4]. Нажаль, цей досвід отриманий в умовах жорсткого централізованого управління, притаманного соціалістичному радянському суспільству та державної власності на землю. Він базується на використанні системного підходу, що передбачає комплекс взаємопов'язаних організаційних, агротехнічних, гідротехнічних та агролісомеліоративних заходів, що застосовуються в межах водозбірних басейнів.

Після розпаду СРСР, в результаті зміни державного ладу та проведення земельної реформи, в Україні понад 80,0% земельного фонду держави передано у приватну власність. Громадянам виділено понад 6,9 млн. земельних наділів (паїв) з середнім розміром 4,0 га [6]. Внаслідок цього для сучасного агровиробництва в Україні характерна мозаїчна структура

землекористування, що пов'язана із специфікою дрібноділянкового розпаювання земель з подальшою передачею окремих паїв в оренду виробникам сільськогосподарської продукції. За даними [6] середній розмір сучасного сільськогосподарського підприємства в Україні складає 112 га, з яких рілля становить 100 га, тобто понад 97%. При цьому землі окремих фермерських господарств, як правило, являють собою не суцільний масив, а декілька відокремлених, часто досить віддалених одна від одної, ділянок.

Крупні об'єкти ґрунтозахисної системи, такі як лісосмуги, гідротехнічні споруди, меліоративні системи після реформи залишились у державній та комунальній власності. Таким чином, в останні роки функціональність системи охорони ґрунтів від ерозії порушилась внаслідок як руйнування протиерозійних споруд та вікових змін лісонасаджень, так і в результаті зміненої структури землекористування. Землекористувачі за таких умов не можуть здійснювати управління протиерозійними об'єктами та контроль за їх функціонуванням, а отже й не зацікавлені в підтримці їх функціональності. Як наслідок нехтування протиерозійним захистом території зростає пряма та опосередкована шкода від проявів ерозійних процесів.

За цих умов на перше місце в системі

### Об'єкти та методи дослідження

Основою для проведення розрахунків є цифрові моделі рельєфу (ЦМР), побудовані шляхом векторизації топографічної карти масштабу 1:10000, картограми ґрунтового покриву масштабу 1:25000. Перевірка стану протиерозійної мережі проводилась за даними супутникової зйомки високого дозволу із використанням матеріалів сервісу Google Earth.

охорони ґрунтів від ерозії в Україні виходить застосування агротехнічних та організаційних заходів, що полягають в протиерозійно обґрунтованому підборі сівозмін, а також напрямів та способів обробітку для кожної робочої ділянки з урахуванням параметрів рельєфу та властивостей ґрунтів. При чому, форма та розмір робочих ділянок також мають корегуватись відповідно до вимог ерозійної безпеки.

Проведення робіт із розробки системи протиерозійних заходів для кожного конкретного господарства можливе лише на основі математичного моделювання процесів ерозії з урахуванням дії вказаних чинників (форма та розмір робочих ділянок, їх орографічне положення, характер використання та властивості ґрунтів) [7, 8]. Окремо постає питання оперативної перевірки функціональності протиерозійних агролісомеліоративних заходів. Попередні дослідження показують ефективність залучення для вирішення цієї задачі одного з методів магніторозвідки – визначення питомої магнітної сприйнятливості ґрунту [9, 10].

**Мета дослідження** – показати послідовність дій по протиерозійній оптимізації структури землекористування на прикладі агропідприємств з різних районів Харківської області та запропонувати подальші шляхи підвищення її ефективності.

Обробіток інформації проводився у ArcGIS.

Моделювання процесів ерозії та розрахунок потенційного змиву ґрунту проводили згідно із чинним в Україні стандартом ДСТУ 7905 [11] за гідродинамічною моделлю водної ерозії (ГММЕ) Ц.С. Мірцхулави в модифікації С.Ю. Булигіна за формулою

$$W_{x_2 T} = 0,011 \times b_{\rho_s} \times \omega \times \bar{d} \left[ \frac{308 \times \sigma^{0,6} \times (1,67 \times 10^{-5} \times I)^{0,6} \times I g \alpha^{0,7} \times M_1^{1,4} \times n_0^{0,6} \times X_2^{1,6}}{v_{\Delta} \Delta \omega n^2} + \frac{0,000013 \times v_{\Delta} \Delta \omega n^{3,32}}{1,67 \times 10^{-5} \times I \times \sigma \times I g \alpha^{1,16} \times M_1^{2,32} \times n_0} - X_2 \right] \frac{T \times 60}{X_2} \quad (1)$$

де  $b_{\rho_s}$  – щільність будови ґрунту, т/м<sup>3</sup>;  
 $\omega$  – середня частота пульсаційної швидкості, с<sup>-1</sup>;

$\bar{d}$  – середньозважений діаметр водотривких агрегатів, м;  
 $\sigma$  – коефіцієнт стоку;  
 $I$  – середня інтенсивність зливи, мм/хв.;

$\alpha$  – кут нахилу поверхні схилу, градус;

$M_1$  – коефіцієнт, який враховує відхилення характеру руху схилового стоку від прийнятого в розрахунковій схемі руху рівного шару води, що визначають як коефіцієнт поборозненості [11];

$n_0$  – коефіцієнт шорсткості, м, згідно з формулою (2);

$$n_0 = \frac{(0,7 \times \bar{d})^{1/6}}{22,2} \quad (2)$$

$X_2$  – довжина схилу, м;

$T$  – тривалість зливи, хв.;

$v_{\Delta \text{дон}}$  – нерозмиваюча (допустима) швидкість на висоті виступів шорсткості, м/с, згідно з формулою (3);

$$v_{\Delta \text{дон}} = 1,55 \times \sqrt{\frac{g}{1,46 \times \rho_w} \times (\rho_s - \rho_w) \times \left(1 - \frac{P}{100}\right) \times \bar{d} \times (\cos \alpha - \sin \alpha)} / 1,4 \quad (3)$$

де:  $g$  – прискорення вільного падіння, м/с<sup>2</sup>;

$\rho_w$  – щільність води, т/м<sup>3</sup>;

$\rho_s$  – щільність твердої фази ґрунту, т/м<sup>3</sup>;

$P$  – шпаруватість структурних агрегатів, %.

Рекомендації з розміщення сільськогосподарських культур та складання сівозміни проводились на підставі чинних нормативних документів України.

Визначення питомої магнітної сприйнятливості ґрунтів проводилось з допомогою капамістка KLY-2 (Чехія) за методикою О.Ф.

Вадюніної [12] в зразках, відібраних з орного шару ґрунту за регулярною сіткою.

Для проведення досліджень відібрано три аграрні господарства площею 316 га (Farm 1), 414 га (Farm 2) та 252 га (Farm 3). Основою для відбору ділянок стало домінування на території кожного з них одного з основних підтипів ґрунтів, що поширені в Харківській області [5]. Farm 1 – чорнозем опідзолений, Farm 2 – чорнозем звичайний та Farm 3 – чорнозем типовий. Схема розташування підприємств показана на рисунку 1.



1 – Farm 1; 2 – Farm 2; 3 – Farm 3

Рис. 1 – Схема розташування досліджуваних територій

Всі досліджені ділянки використовуються у інтенсивному сільськогосподарському виробництві. Польові дослідження,

проведені на території всіх трьох господарств виявили прояви прискореної ерозії ґрунтів – ривчаки на полях, конуси виносу поза їх ме-

жами. На всій території України у 1960-70 роках було закладено систему захисних лісосмуг, в тому числі з метою захисту від ерозії ґрунтів, в першу чергу – від дефляції. Як

правило, ці лісосмуги є кордонами існуючих землеволодінь, тому при складанні планів землеустрою їх непорушність є обов'язковою умовою.

### Результати дослідження

В Україні прийняті вимоги до обмежень щодо використання ґрунтів залежно від крутизни поверхні [13] поля, ці вимоги в першу чергу спрямовані на попередження розвитку водної ерозії ґрунтів. Залежно від кута нахилу поверхні сільськогосподарські землі мають поділятися на III технологічні групи з різними вимогами до використання земель. На землях I групи рекомендується вирощування будь-яких районованих сільськогосподарських культур за інтенсивними технологіями. У межах I групи виділяють дві технологічних підгрупи: Ia – рівнинні землі крутістю до  $1^{\circ}$ , на які немає обмежень у виборі напрямку обробітку й посіву; Ib – схилі землі крутістю  $1 - 3^{\circ}$ , де обов'язковий обробіток і посів впоперек або під припустимим кутом до схилу. На землях II групи рекомендується проектування зерно-трав'яних та ґрунтозахисних сівозмін з виключенням або обмеженням розміщення чорного пару та просапних культур. II технологічну групу поділяють на дві технологічних підгрупи: IIa – схили крутістю  $3 - 5^{\circ}$  без улоговин; IIb – схили крутістю  $3 - 7^{\circ}$ , а також

ускладнені улоговинами схили  $3 - 5^{\circ}$ . На землях технологічної підгрупи IIa пропонується розміщення зерно-трав'яних сівозмін, а на підгрупі IIb – травопільних ґрунтозахисних сівозмін.

При проведенні досліджень щодо протирозійної оптимізації структури землекористування фермерських господарств на першому етапі нами була проведена оцінка відповідності використання земель обмеженням щодо параметрів рельєфу.

Всі поля досліджених господарств використовувались як землі I технологічної групи, тобто без обмежень щодо ерозійної безпеки.

За допомогою аналізу цифрової моделі рельєфу було визначено кут нахилу для кожного з полів, та розподіл земель за технологічними групами I-III. Узагальнені результати показано на рисунку 2.

Як бачимо, фактично, більшість існуючих полів є неоднорідними за параметрами рельєфу. Найбільша невідповідність нормативним вимогам безпечного використання виявлена для

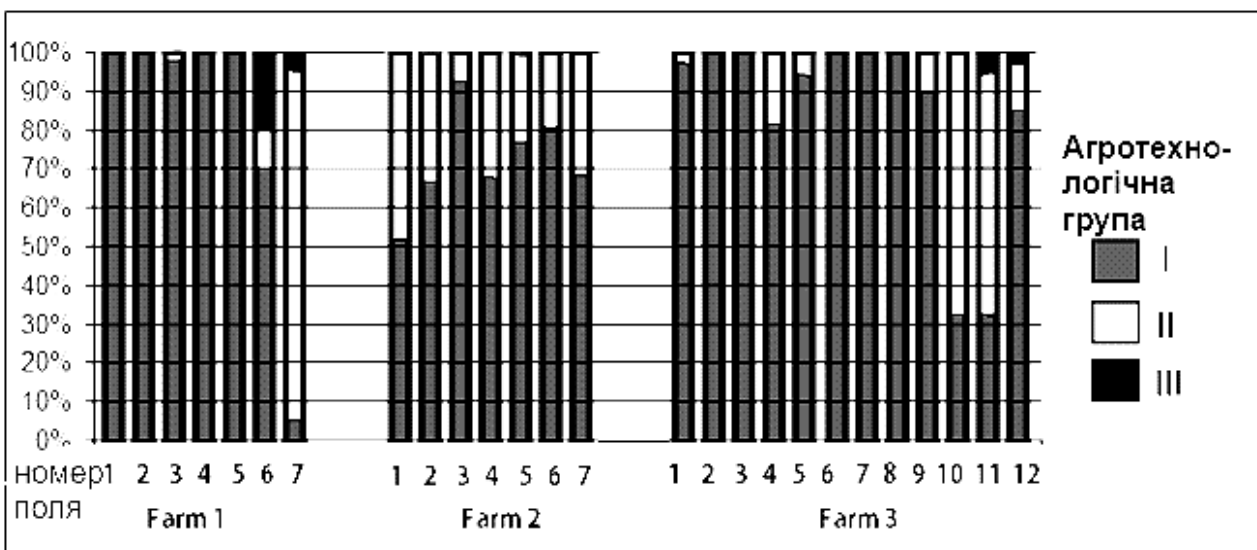


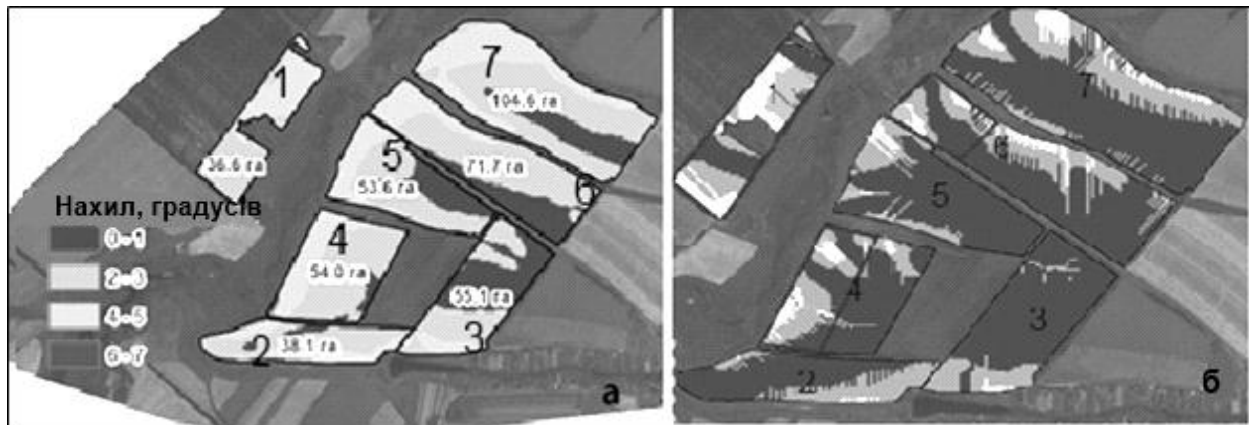
Рис. 2 – Розподіл кута нахилу поверхні по робочих ділянках (полях) досліджуваних підприємств

полів №6 та №7 підприємства Farm1, полів №1, №2, №4 та №7 підприємства Farm 2 та №10, №11, №12 підприємства Farm 3. При проведенні польових досліджень, більшість проявів процесу водної ерозії була зафіксована саме на їх території.

Вирішенням проблеми є виділення найбільш небезпечних ділянок до складу особливої ґрунтозахисної сівозміни (виросування багаторічних трав та інших ерозійно стійких культур) Основним критерієм вибору вирощуваних

культур окрім протиерозійної ефективності є економічна доцільність їх вирощування.

Досвід показує, що кут нахилу є важливим, проте не завжди коректним критерієм протиерозійного землевпорядкування (Рис. 3 а). Так, тут не враховуються інші важливі параметри: довжина та форма схилу, захисна дія лісосмуг. Більш достовірним є виділення ерозійно небезпечних ділянок за результатами математичного моделювання ерозійних процесів.



3а – Нахил поверхні, градусів

3б – Потенційний змив ґрунту та формування ґрунтозахисної сівозміни

Рис. 3 – Картограми земель господарства Farm 2

На рис. 3б показана картограма потенційних втрат ґрунту для господарства Farm 2, побудована за результатами моделювання змиву ґрунту за ГММЕ. Використання таких картограм дає змогу визначити найбільш небезпечні ділянки та виділити їх під ґрунтозахисну сівозміну. На рис. 3б ділянки, які рекомендовано вивести під ґрунтозахисну сівозміну виділені контуром. Це повністю поле №1 та частини полів №4 та №6.

Наступний етап ґрунтозахисного впорядкування – це підбір сільськогосподарських культур, захисна дія яких є адекватною ерозійній небезпеці. В Україні традиційно використовуються цифрові помісячні значення протиерозійної ефективності [14]. Бажаним є досягнення значення розрахункових втрат ґрунту нижче за 1,5 т/га. Основним критерієм підбору сільськогосподарських культур є побажання землекористувача.

Певні обмеження, передбачені нормати-

вним документом, стосуються строків повернення культури на те ж саме поле та питомої ваги окремих культур у структури посівних площ. У середньому набір культур для сівозміни без технологічних обмежень знижує втрати ґрунту на 25-40 %, для ґрунтозахисної сівозміни на 65-75 %.

На рис. 4 показано порівняння втрат ґрунту по всіх полях досліджених господарств до та після протиерозійної оптимізації землекористування. Потенційний змив ґрунту розраховувався за ГММЕ з урахування захисного впливу сільськогосподарських культур. Впровадження оновленої структури сівозмін дозволяє знизити потенційний змив ґрунту до безпечного рівня для всіх досліджених полів. Ґрунтозахисні сівозміни на найбільш ерозійно небезпечних ділянках передбачають виключення просапних культур та пару та вирощування на частині сівозмінних площ багаторічних трав (люцерна).

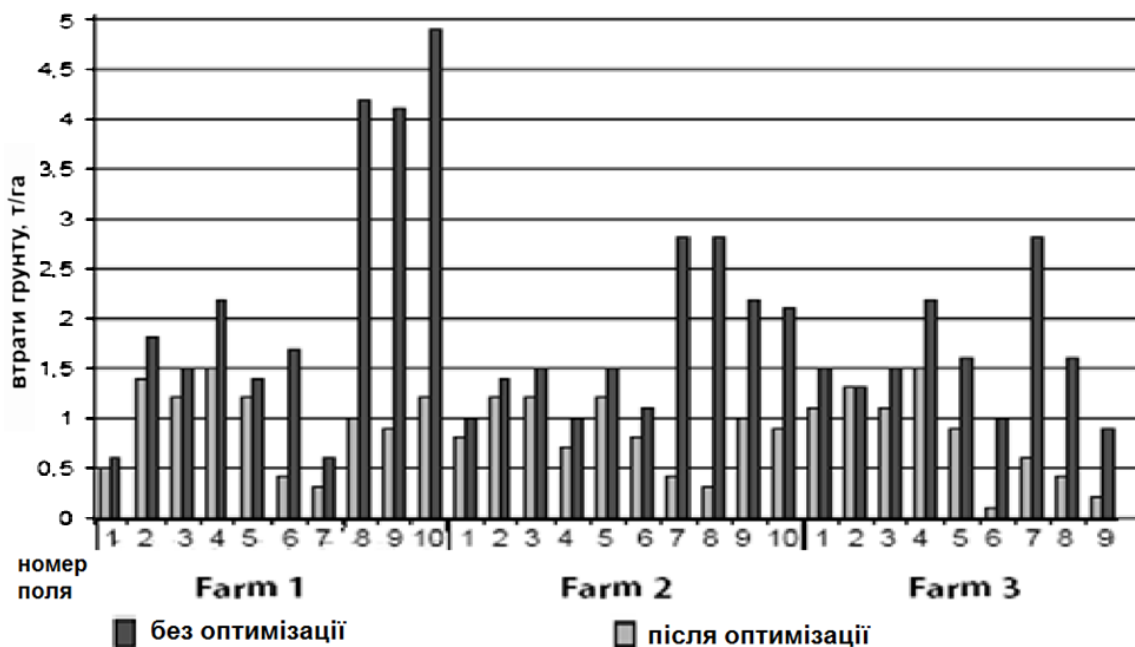


Рис. 4 – Розрахункові втрати ґрунту до та після проведення протиерозійної оптимізації

Окремо слід відзначити можливість введення поправок до результатів моделювання. Для цього використовуються картограми магнітної сприйнятливості (МС) ґрунтів, аналогічно до картограм умісту гумусу [15]. Ці дані порівнюються з результатами ерозійного моделювання. За умови коректності вихідних даних відмінності розподілу ознаки

на картограмах свідчать про некоректне функціонування існуючої системи протиерозійних агролісомеліоративних заходів (рис. 5). Представлений приклад ілюструє випадок адекватності результатів ерозійного моделювання та значень МС ґрунтів ( $R^2 = 0,77$ ). Ефективність захисних лісосмуг при цьому близька до проектної.

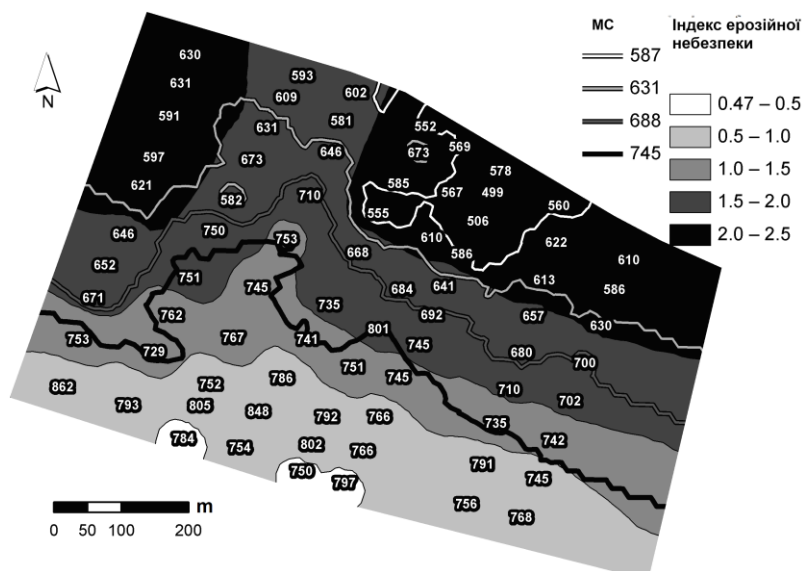


Рис. 5 – Обґрунтування ерозійної структури на основі просторового розподілу МС ґрунту на прикладі ділянки «Тішки», ґрунт – чорнозем типовий [15]

### **Висновки**

Використання моделювання процесів ерозії в ГІС дозволяє деталізувати та візуалізувати просторове положення ерозійно небезпечних ділянок та проводити підбір сільськогосподарських культур для кожного поля з урахуванням вимог ерозійної безпеки та економічної доцільності.

Як показали наші дослідження, проведення комплексу заходів з протиерозійної оптимізації території землекористування дозволяє досягти допустимих значень змиву ґрунту на всіх полях досліджених господарств. При цьому втрати ґрунту зменшувались від 10 % на схилах до 3°, до 4,2 разів на ускладнених крутосхилових частинах тери-

торії. За допомогою додаткових магнітометричних досліджень ґрунтового покриву вносять уточнення до модельних розрахунків, пов'язаних з функціональністю протиерозійних агролісомеліоративних заходів.

Коригування використання земель за результатами математичного моделювання ерозії не потребує кардинальних змін землекористування та значних капіталовкладень, тому може бути позитивно сприйнято фермерами та реалізовано в найкоротший термін. Саме цей шлях боротьби із водною ерозією в сучасних умовах України ми вважаємо найбільш реалістичним.

### **Література**

1. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. URL: <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld>
2. Нейтральный баланс деградации земельных ресурсов. Программа постановки целей. Постановка целей для нейтрального баланса деградации земельных ресурсов — Техническое руководство. Май, 2016. URL: [https://www.unccd.int/sites/default/files/inline-files/LDN%20TS%20Technical%20Guide\\_Draft\\_Russian.pdf](https://www.unccd.int/sites/default/files/inline-files/LDN%20TS%20Technical%20Guide_Draft_Russian.pdf)
3. Lynden G. W. J. van. Guidelines for the Assessment of Soil Degradation in Central and Eastern Europe (Soveur Project). Wageningen : ISRIC, 1997. 22 p.
4. Концепції досягнення нейтрального рівня деградації земель (ґрунтів) України / за наук. ред. С.А. Балюка, В.В.Медведєва, М.М. Мірошніченка. Х.: ФОП Бровін О.В., 2018. 32 с.
5. Тітенко Г.В., Медведєв В.В. Роль ґрунтового покриву в оптимізації соціальної політики України. *Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна серія «Екологія»*, 2018, вип. 18. С. 14-21.
6. Кількість сільськогосподарських підприємств і площа сільськогосподарських угідь у їхньому користуванні станом на 1 листопада 2017 року за регіонами. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
7. Куценко М.В. Комплексна просторова оптимізація структури сільськогосподарських угідь: регіональний рівень. *Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна серія «Екологія»*, 2014. № 1104., вип. 10. С. 99-105.
8. Коляда В. П., Шевченко М. В., Круглов О. В. та ін. Протиерозійна оптимізація землекористування сільськогосподарських підприємств: локальний рівень. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*, 2018. №1-2(29). С.57-63.
9. Назарок П.Г., Круглов О.В., Куценко М.В. та ін. До питання картографування ерозійних процесів. *Вісник аграрної науки*. 2015. №9. С.63-68.
10. Menshov, O., Kruglov, O., Sukhorada, A. Informational content of the soil magnetism indicators for solving agrogeophysical and soil science tasks. *Scientific Bulletin of the National mining University*. 2012. №3.Р.7-12.
11. ДСТУ 7904:2015. Якість ґрунту. Визначення потенційної загрози ерозії під впливом дощів. [Чинний від 2016-07-01]. Вид. офіц. Київ, 2016 12 с.
12. Вадюнина, А.Ф., Корчагина З.А. Методі исследования физических свойств почв. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с
13. Про затвердження Методичних рекомендації щодо розроблення проектів землеустрою, що забезпечують еколого-економічне обґрунтування сівозміни та впорядкування угідь. Наказ від 02.10.2013 № 396. Державне агентство земельних ресурсів України. *Землепорядний вісник*. 2013. № 10. С. 52 – 63.
14. Моргун, Ф.Т., Шикун Н.К., Тарарико А.Г. Почвозащитное земледелие. К.: Урожай, 1988. 256 с.
15. Menshov O., Kruglov O., Vyzhva S., et al Magnetic methods in tracing soil erosion, Kharkov Region, Ukraine. *Studia Geophysica et Geodaetica*, 2018. 62. 681-696, DOI: 10.1007/s11200-018-0803-1-681



### References

1. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development (2015). Available at: <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld>
2. Land Degradation Neutrality Target Setting – A Technical Guide. (2016). Available at: [https://www.unccd.int/sites/default/files/inline-files/LDN%20TS%20Technical%20Guide\\_Draft\\_English.pdf](https://www.unccd.int/sites/default/files/inline-files/LDN%20TS%20Technical%20Guide_Draft_English.pdf)
3. Lynden, G. W. J. van.(1997). Guidelines for the Assessment of Soil Degradation in Central and Eastern Europe (Soveur Project). Wageningen : ISRIC. 22 .
4. Balyuk, S.A., Medvedev, V.V., Miroshnychenko, M.M. (Ed.) (2018).Konceptiyi dosyagnennya nejtral`nogo rivnya degradaciyi zemel` (g`runtiv) Ukrayiny` [Conceptions of achieving a neutral level of land degradation (soil) of Ukraine]. Kharkiv: FOP Brovin O.V., 32. [in Ukrainian]
5. Titenko, G. V., Medvedev, V. V. (2018). Rol` g`runtovogo pokry`vu v opty`mizaciyi social`noyi polity`ky` Ukrayiny` [The role of soil cover in optimizing the social policy of Ukraine] *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University series «Ecology»*, 18, 14-21. [in Ukrainian].
6. Kil`kist` sil`s`kogospodars`ky`x pidpry`yemstv i ploshha sil`s`kogospodars`ky`x ugid` u yixn`omu kory`stuvanni stanom na 1 ly`stopada 2017 roku za regionamy` [The number of agricultural enterprises and the area of agricultural land in their use as of November 1, 2017 by regions]. Available at: <http://www.ukrstat.gov.ua/> [in Ukrainian].
7. Kucenko, M.V. (2014) Kompleksna prostorova opty`mizaciya struktury` sil`s`kogospodars`ky`x ugid`: regional`al`ny`j riven` [Integrated spatial optimization of the structure of agricultural land: regional level *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University series «Ecology»*, (1104(10)), 99-105. [in Ukrainian].
8. Kolyada, V. P., Shevchenko, M. V., Kruhlov, O. V. Et all. (2018). Proty`erozijna opty`mizaciya zemlekory`stuvannya sil`s`kogospodars`ky`x pidpry`yemstv: lokal`ny`j riven` [Anti-erosion optimization of land use of agricultural enterprises: local level.] *Man and environment. Issues of neoecology*, (1-2 (29)), 57-63. [in Ukrainian]
9. Nazarok, P.G., Kruglov, O.V., Kucenko, M.V. ta in. (2015). Do py`tannya kartografuvannya yerozijny`x procesiv [On the mapping of erosional processes]. *Bulletin of Agricultural Science*, 9, 63-68. [in Ukrainian]
10. Menshov, O., Sukhorada, A. (2012) Informational content of the soil magnetism indicators for solving agrogeophysical and soil science tasks. *Scientific Bulletin of the National mining University*. 3, 7-12.
11. DSTU 7904:2015. (2016) Yakist` g`runtu. Vy`znachennya potencijnoyi zagrozy` eroziyi pid vply`vom doshhiv. [The quality of the soil. Determination of the potential threat of erosion under the influence of rain]. Official edition, Kyiv, 12. [in Ukrainian]
12. Vadyuny`na, A.F., Korchagy`na, Z.A. (1986) Metodi y`ssledovany`ya fy`zy`chesky`x svojstv pochv [The methods for studying the physical properties of soils]. Moscow: Agropromy`zdat, 416. [in Ukrainian]
13. Pro zatverdzhennya Metody`chny`x rekomendaciyi shhodo rozroblennya proektiv zemleustroyu, shho zabezpechuyut` ekologo-ekonomichne obg`runtuvannya sivozminy` ta vporyadkuvannya ugid (2013). [On approval of the Methodological recommendations for the development of land management projects that provide ecological and economic rationale for crop rotations and farmland management]. Order of State Agency of Land Resources of Ukraine.02.10.2013 № 396. *Land Bulletin*. 10, 52 - 63. [in Ukrainian]
14. Morgun, F.T., Shy`kula, N.K., Tarary`ko, A.G. (1988). Pochvozashhy`tnoe zemledely`e. [Soil-protecting agriculture]. Kiyv, 256. [in Ukrainian]
15. Menshov, O., Kruglov, O., Vyzhva, S., et all (2018). Magnetic methods in tracing soil erosion, Kharkov Region, Ukraine. *Studia Geophysica et Geodaetica*. 62. 681-696, DOI: 10.1007/s11200-018-0803-1–681

Надійшла до редколегії 02.05.2019