

УДК: 911.9:631.459.21:504.062

СТВОРЕННЯ МОДЕЛІ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ЕРОЗІЙНО- НЕБЕЗПЕЧНИХ ЗЕМЕЛЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

П'яткова А.В.

*Одеський національний університет імені І.І.Мечникова, Одеса, Україна
E-mail: AVPyatkova@mail.ru*

У статті наведена просторова реалізація моделі раціонального використання ресурсів ґрунтової родючості ерозійно-небезпечних земель з використанням сучасних геоінформаційних технологій. Приведений приклад використання розробленої моделі для тестової ділянки.

Ключові слова: водна ерозія ґрунту, просторова мінливість, геоінформаційні технології.

ВСТУП

Водна ерозія є одною з основних причин погіршення агрономічних та екологічних властивостей ґрунтів, зниження їх продуктивності. На думку багатьох учених цей небезпечний деградаційний процес може призвести до спустелювання території, торкаючись всіх компонентів ландшафту. Тому збереження ґрунтів як ресурсу багато у чому залежить від заходів їх протиерозійного захисту, а також від раціональної організації та адекватної оцінки і прогнозу ерозійної небезпеки території.

Агроекологічна оцінка ерозійної небезпеки земель зазвичай виконується на основі співставлення розрахованих значень фактичного змиву для площі даної території із відповідними величинами припустимих втрат ґрунту [1, 2, 3, 4, 5, 6].

Частіше ерозійні втрати ґрунту та доцільно припустимі втрати приймають незмінними по всій площі дослідної ділянки, але такий підхід не може забезпечити переходу на принципово новий рівень господарювання – ландшафтно-адаптивні системи землеробства. Тому при розробці та реалізації моделі раціонального використання ґрунтового ресурсу необхідно враховувати просторову внутрішньосхилову мінливість факторів ерозії ґрунту, що дозволить обґрунтувати систему захисту ґрунту для кожного окремого поля. Тим більше, що сучасні технології геоінформаційних систем, або ГІС-технології, дозволяють реалізувати складні алгоритми розрахунків просторово неоднорідних величин.

Методи та матеріали. Г.І.Швебсом (1981) [1] була запропонована модель, яка відображає основні особливості функціонування ґрунтової системи у агроландшафті і дозволяє на основі кількісних оцінок припустимих втрат ґрунту обґрунтувати раціональне використання ерозійнонебезпечних земель. У подальшому вона була всебічно обґрунтована і названа логіко-математичною моделлю раціонального використання ґрунтових ресурсів [3, 6].

У відповідності до [1] узагальнену оцінку якості ґрунтового ресурсу – бонітету ґрунту (B_{II}) – запропоновано представляти у вигляді добутку потужності гумусового горизонту (H_{Γ} , см) та середнього вмісту гумусу у цьому горизонті ($\bar{\Gamma}$, %) [3, 6]:

$$B_{II} \approx H_{\Gamma} \bar{\Gamma} \quad (1)$$

У залежності від співвідношення існуючого та оптимального для даної культури або групи культур значень показника ґрунтового ресурсу здійснюється вибір сценарію оптимізації використання ґрунтових ресурсів:

I сценарій – регульоване витрачання ґрунтового ресурсу –

$$(H_{\Gamma} \bar{\Gamma})_{ucx} > (H_{\Gamma} \bar{\Gamma})'_{onm} \quad (2)$$

II сценарій – просте відтворення ґрунтового ресурсу –

$$(H_{\Gamma} \bar{\Gamma})'_{onm} \geq (H_{\Gamma} \bar{\Gamma})_{ucx} \geq (H_{\Gamma} \bar{\Gamma})''_{onm} \quad (3)$$

III сценарій – розширене відтворення ґрунтового ресурсу –

$$(H_{\Gamma} \bar{\Gamma})_{ucx} < (H_{\Gamma} \bar{\Gamma})''_{onm} \quad (4)$$

де $(H_{\Gamma} \bar{\Gamma})_{ucx}$ – вихідне значення бонітету ґрунту; $(H_{\Gamma} \bar{\Gamma})'_{onm}$ та $(H_{\Gamma} \bar{\Gamma})''_{onm}$ – граничні оптимальні значення бонітету ґрунту [3].

Згідно з [3, 6] перевищення фактичних запасів ґрунтового ресурсу над оптимальними (I-й сценарій) дозволяє припускати прояв ерозії з інтенсивністю, що перевищує темпи ґрунтоутворення. Припустимі щорічні втрати ресурсу ґрунтової родючості ($\Delta(H_{\Gamma} \bar{\Gamma})_{don}$) розраховуються за формулою

$$\Delta(H_{\Gamma} \bar{\Gamma})_{don} = \frac{\gamma [(H_{\Gamma} \bar{\Gamma})_{onm} - (H_{\Gamma} \bar{\Gamma})_{ucx} (e^{-bt_1} - e^{-bt_2})]}{(t_2 - t_1)}, \quad (5)$$

де γ – об'ємна маса ґрунту у межах гумусового горизонту, г/см³; $(t_1 - t_2)$ – проміжок часу, роки; e – основа натурального логарифму; b – параметр, який визначає інтенсивність змін у часі, являючись визначником кривизни функції $H_{\Gamma} \bar{\Gamma} = f(t)$.

Коли фактичний бонітет ґрунту близький до його оптимального значення (II-й сценарій землекористування), вважається, що змін ресурсу ґрунту не повинно відбуватися – рівень ґрунтової родючості підтримується у завданих межах оптимального бонітету. Припускається, що доцільно-припустимі втрати ґрунту відсутні: $\Delta(H_{\Gamma} \bar{\Gamma})_{don} = 0$.

Землі з виснаженими земельними ресурсами, на яких реалізується III-й сценарій землекористування, зазвичай характеризуються високим ступенем еродованості та малою потужністю гумусового горизонту. Тут припустимі втрати ґрунту призначаються мінімальними на основі еколого-економічних критеріїв.

Оптимізація використання ерозійно-небезпечних земель на основі наведеної моделі зводиться до розрахунків доцільно припустимих втрат ґрунту при різних можливих варіантах землекористування та порівняння їх з відповідними розрахунковими втратами ґрунту. У тому разі, коли розрахункові втрати ґрунту не перевищують доцільно припустимі, землекористування забезпечує бездефіцитний баланс гумусу та рівень змиву ґрунту, який не порушуватиме рівноваги у агроландшафті в цілому.

Більшість факторів, які характеризують цінність ґрунту як ресурсу та які визначають приходні та витратні частини балансу гумусу у ґрунті, а саме вміст гумусу у гумусовому, орному та верхньому (0-10 см) горизонтах ґрунтового профілю, потужність гумусового горизонту, урожайність сільськогосподарських культур мають значну просторову неоднорідність, спричинену як природними умовами, так і антропогенним впливом.

Результати та обговорення. Відомо, що вміст гумусу та потужність гумусового горизонту визначаються типом та підтипом ґрунту, значною мірою – ступенем еродованості ґрунтового покриву, а також – особливостями землекористування та рівнем агротехніки. Швидкість формування гумусового горизонту, крім факторів ґрунтоутворення, визначається типом та підтипом ґрунту і ступенем еродованості.

Поповнення гумусу у ґрунті в основному визначається кількістю рослинних решток, які залишаються після збирання урожаю, та внеском органічних добрив. Оскільки можна вважати, що органічні добрива вносять у ґрунт рівномірно по площі поля, просторова мінливість поповнення гумусу у ґрунті визначається кількістю рослинних залишків, яка напряму залежить від типу основної продукції та урожайності даної культури. Просторова неоднорідність урожайності культур визначається мінливістю ґрунтово-кліматичних факторів.

Урожайність культур також визначає і витрати гумусу ґрунту в результаті живлення рослин, які виносять з ґрунту поживні речовини. Виніс поживних речовин залежить як від кількості продукції, так і від виду рослин, що вирощуються.

Основою для реалізації просторової моделі урожайності культур [7] послужила модель дійсно можливої урожайності (ДМУ), розроблена А.М.Польовим [8].

Просторова модель раціонального використання земельних ресурсів реалізована у ГІС-пакеті *PCRaster* і складається з декількох програмних модулів, спрямованих на кількісні розрахунки окремих складових: просторової мінливості фактичних втрат ґрунту в результаті зливової ерозії [9], просторової мінливості урожайності сільськогосподарських культур, які використовуються у даній сівозміні, припустимих втрат ґрунту, кількості органічних добрив, необхідних для підтримання родючості ґрунту.

Апробація просторової моделі раціонального використання ресурсів ґрунтової родючості і розробка методики її практичного застосування виконана для умов експериментальної ділянки Банівка – типової ділянки ріллі площею 81 га, розташованої на схилі долини малої річки Катлабух (Болградський район, Одеської області). В якості робочих обрані варіанти використання орних земель згідно з рекомендаціями сільськогосподарської науки для регіону Дунай-Дністровського межиріччя [10]: 1) ділянка зайнята одним полем традиційної прямокутної форми шестипільної польової сівозміни; 2) ділянка зайнята одним полем традиційної прямокутної форми чотирипільної ґрунтозахисної сівозміни; 3) застосування контурної організації території з різними сівозмінами у межах контурів.

Аналіз отриманої карти сценаріїв оптимізації землекористування (рис.1) дає змогу виявити ділянки, на яких необхідно реалізувати той чи інший сценарій.

Частини ділянки, на яких можуть бути реалізовані I-ий та II-ий сценарії займають близько третини площі території (відповідно 15,3 та 13,3 % площі всієї території) на привододільному схилі та на надпойменній терасі. А на більшій частині території (71,4 % площі) не може бути реалізований навіть сценарій простого відтворення ґрунтового ресурсу, тобто тут необхідно реалізувати III-й сценарій оптимізації землекористування – розширеного відтворення ресурсів ґрунтової родючості.

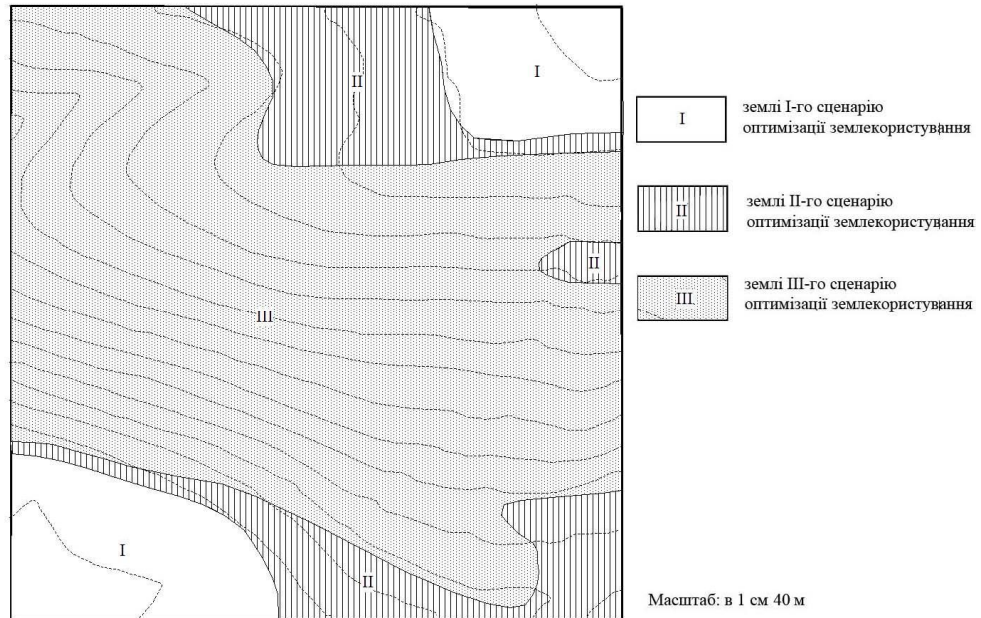


Рис. 1. Сценарії оптимізації землекористування для території ділянки Банівка при впровадженні шестипільної польової сівозміни (варіант №1)

Розрахований змив ґрунту представлений на рис.2.

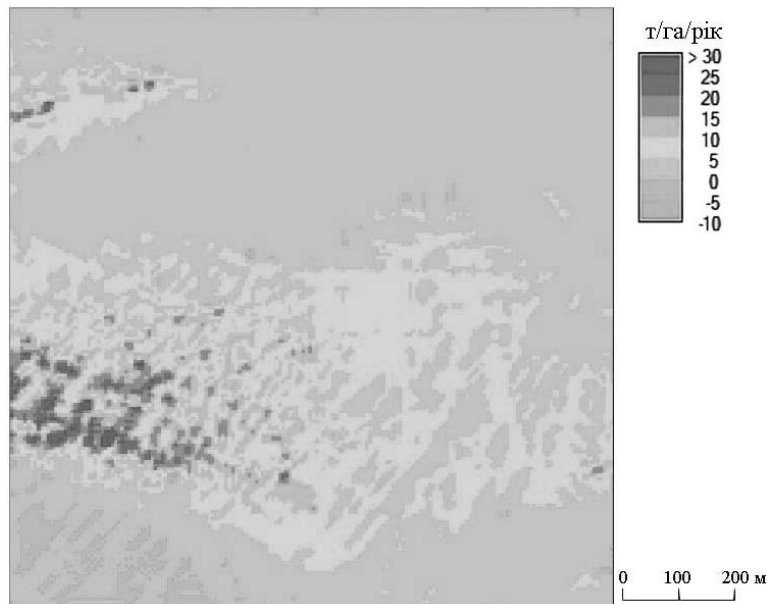


Рис. 2. Розрахований змив ґрунту для ділянки Банівка при впровадженні шестипільної польової сівозміни

Доцільно припустити втрати ґрунту для земель I-го сценарію оптимізації використання не перевищують 3 т/га/рік. Тобто варіант землекористування 1) не забезпечить збереження ресурсу родючості ґрунту.

При впровадженні чотирьохпольної ґрунтозахисної сівозміни розрахований змив ґрунту дещо зменшується, але його величини по всій площі ділянки лишаються вищими за припустимі втрати ґрунту.

На основі виконаних розрахунків у межах ділянки запропоновано виділити чотири контури за переважаючими величинами розрахованого змиву ґрунту, які розділяються між собою рубежами першого порядку. Виділені контури є полями сівозмін (рис.3). Після виконання численних імітаційних експериментів отримано, що найбільш оптимальним варіантом землекористування на дослідній ділянці є контурна організація території із впровадженням різних сівозмін, включаючи залуження території у межах контуру 2 (площею 22,2га).

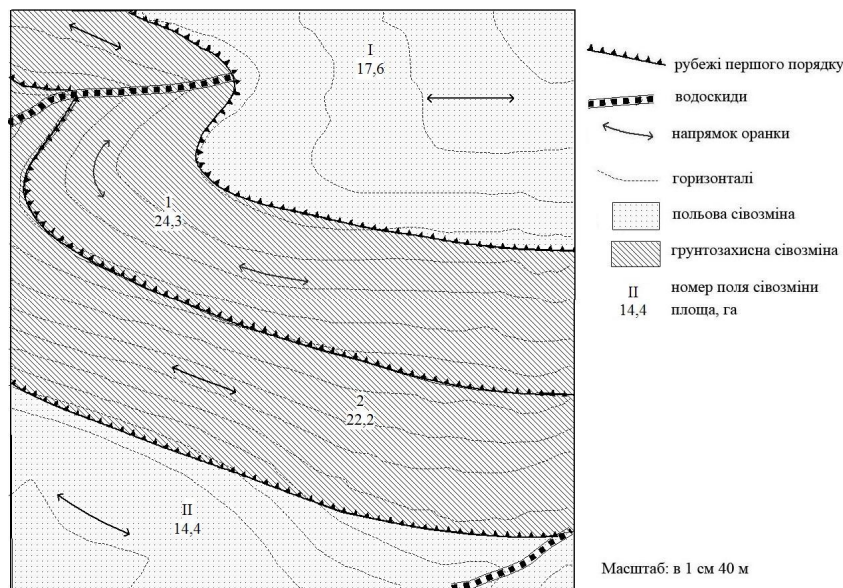


Рис. 3. Схема землекористування на ділянці Банівка при контурній організації території

ВИСНОВОК

Реалізована з використанням ГІС-технологій модель раціонального використання ресурсів ґрунтової родючості ерозійно-небезпечних земель дозволяє на основі кількісних експериментів в інтерактивному режимі обирати найбільш оптимальний варіант землекористування для невеликих схилів ділянок.

Список літератури

1. Швец Г.И. Теоретические основы эрозиоведения./ Г.И. Швец - Киев - Одесса: Выща школа, 1981. – 223 с.
2. Сурмач Г.П. Рельефообразование, формирование лесостепи, современная эрозия и противозерозионные мероприятия / Сурмач Г.П. – Волгоград, 1992. – 174 с.
3. Каштанов А.Н. Основы ландшафтно-экологического земледелия / Каштанов А.Н., Лисецкий Ф.Н., Швец Г.И. – М.: Высшая школа, 1994. – 126 с.
4. Лисецкий Ф.М. Определение допустимых эрозионных потерь почвы / Лисецкий Ф.М. // Земледелие – 1988. – №4. – С. 62-64.
5. Лисецкий Ф.М. Пространственно-временная организация агроландшафтов / Лисецкий Ф.М. – Белгород: Изд-во Белгородского ун-та, 2000. – 304 с.
6. Светличный А.А. Эрозиоведение: теоретические и прикладные аспекты / Светличный А.А., Черный С.Г., Швец Г.И. – Сумы: «Университетская книга», 2004. – 410 с.
7. Иванова А.В. Методика оцінки просторової мінливості показників урожайності сільськогосподарських культур / Иванова А.В. // Зб. Теоретичні та прикладні аспекти геоінформатики – Київ, 2006 р. – С.281-289
8. Полевой А.Н. Базовая модель оценки агроклиматических ресурсов формирования продуктивности сельскохозяйственных культур / Полевой А.Н. // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – Одеса: Екологія, 2004. – Вип. 48. – С. 195-205.
9. Пяткова А.В. Особенности моделирования водной эрозии с учетом пространственной изменчивости ее факторов / Пяткова А.В.// Метеорологія, кліматологія та гідрологія. Міжвід. наук. збірник України. Вип. 50. Частина II. – Одеса: Вид. "Екологія", 2008. – С.437-442.
10. Сайт Головного управління агропромислового розвитку Одеської області – Режим доступу до сайту: <http://apk.odessa.gov.ua>.

Пяткова А.В. Создание модели рационального использования эрозионно-опасных земель с использованием геоинформационных технологий / Пяткова А.В. // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. Серия: География. – 2011. – Т. 24 (63). – №2, ч. 2 – С.87-92.

В статье приведена пространственная реализация модели рационального использования ресурсов почвенного плодородия эрозионно-опасных земель с использованием современных геоинформационных технологий. Приведен пример использования разработанной модели для тестового участка.

Ключевые слова: водная эрозия почв, пространственная изменчивость, геоинформационные технологии.

Pyatkova A.V. The Creation of model of the rational use of erosive-dangerous earths by the use of geoinformational technologies / A.V.Pyatkova // Scientific Notes of Taurida National V. I. Vernadsky University. – Series: Geography. – 2011. – Vol. 24 (63). – № 2, p. 2 – P. 87-92.

In the article spatial realization of model of the rational use of resources of soil fertility of erosive-dangerous lands is created with the use of modern geoinformational technologies. The example of the use of the developed model is resulted for a test area.

Keywords: soil water erosion, spatial changeability, geoinformational technologies.

Поступила в редакцию 08.04.2011 г.