

УДК 631.4:631.459

А. В. П'яткова, канд. геогр. наук, доц.
Одеський національний університет імені І.І.Мечникова,
кафедра фізичної географії і природокористування,
пров. Шампанський, 2, Одеса, 65058, Україна
avpyatkova@mail.ru

ОЦІНКА МОЖЛИВОСТЕЙ ПРОСТОРОВОЇ ГІС-РЕАЛІЗОВАНОЇ МОДЕЛІ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ

Представлений сучасний варіант просторової ГІС-реалізованої моделі раціонального використання земельних ресурсів ерозійно-небезпечних земель. Оцінка можливостей моделі виконана на прикладі двох тестових ділянок в умовах Лісостепу України. Інтерпретовані результати розрахунків, виконаних з використанням моделі.

Ключові слова: водна ерозія ґрунту, ерозійна небезпека, ерозійно-стійкі агроландшафти, геоінформаційні системи, геоінформаційне моделювання, просторова мінливість.

ВСТУП

На сьогоднішній день водна ерозія ґрунтів набула статусу проблеми планетарного характеру. В агроландшафтах величина середньорічних ерозійних втрат ґрунту перевищує темпи геологічної ерозії у десятки разів. Прояв ерозійних процесів образно називають «тихою кризою планети». Поступово з розряду загрози для ефективного господарювання водна ерозія переросла у глобальну екологічну проблему, що загрожує у кінцевому результаті спустелюванням територій [1, 3, 4, 5, 9]. Усвідомлення унікальності ґрунту як незамінного компонента біосфери призводить до розуміння екосистемної функції ґрунтового покриву, що забезпечує стійкість ландшафтів.

Збереження ґрунтів багато у чому залежить від адекватної оцінки і прогнозу ерозійної небезпеки території, заходів протиерозійного захисту ґрунтів, протиерозійної організації та облаштування агроландшафтів, що у комплексі є оптимізацією використання ерозійно-небезпечних земель, результатом якої являється перехід на принципово новий рівень використання земель, наприклад, адаптивно-ландшафтні або ландшафтно-екологічні системи землеробства.

Базу проектування та створення ерозійно-стійких агроландшафтів складають математичні, частіше емпіричні, моделі, які дозволяють виконувати кількісну оцінку та прогноз ерозійної небезпеки території та визначати найбільш раціональні підходи до використання земель у даних природно-господарських умовах [1, 2, 9, 12 та ін.]. Ресурсний аспект ерозієзнавства, обґрунтований Г. І. Швєбсом (1981), дозволив йому розробити оптимізаційну модель раціональ-

ного використання земельних ресурсів, метою якої є довгострокове управління родючістю ґрунту. Дана модель відображає основні особливості функціонування ґрунтової системи у агроландшафті і дозволяє на основі кількісної оцінки фактичних та оптимальних у даних умовах запасів ґрунтового ресурсу визначити сценарій оптимізації використання ерозійно-небезпечних земель та обрати найбільш небезпечний шлях господарювання на даній території. На сьогодні вона є однією з найбільш обґрунтованих для умов Степу та Лісостепу України.

У подальшому модель раціонального використання земельних ресурсів була модифікована [6, 9], а її рівняння реалізовані у середовищі геоінформаційних систем (ГІС) [8, 10, 11]. Однією з переваг сучасного ГІС-реалізованого варіанту моделі раціонального використання земельних ресурсів є урахування просторової внутрішньосхилової мінливості основних факторів якості ґрунтів, у тому числі вміст гумусу у ґрунті, потужність гумусового горизонту, водно-ерозійні втрати ґрунту, доцільно допустимі у даних умовах втрати ґрунту та інші компоненти, що визначають функціонування ґрунту як цілісної системи і це дозволяє кількісно обґрунтувати системи захисту та оптимізувати використання ґрунтів в межах господарств на рівні окремих полів або їх частин.

Об'єктом дослідження є просторова ГІС-реалізована модель раціонального використання земельних ресурсів. Мета дослідження полягає в оцінці можливостей та переваг, що надає врахування просторового аспекту моделі в оптимізації використання ерозійно-небезпечних земель.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Оцінка можливостей просторової ГІС-реалізованої моделі раціонального використання земельних ресурсів виконана на основі наборів даних для сільськогосподарських ділянок, що розташовані на протилежних схилах (північно-східної (1) та південно-західної експозиції (2)) балкового водозбору Лабушна (с. Кринички Балтського району Одеської області) (рис. 1).

Ділянка 1 має північно-східну експозицію та опукло-ввігнуту форму, середні ухили 3-4°, максимальний ухил 8,5°. Територія повністю розорюється і тривалий час використовується під різні культури, у тому числі під сою, соняшник, кормові культури, озиму пшеницю, ячмінь тощо. Цифрова модель рельєфу та ґрунтова карта ділянки представлені на рис. 2.

Ділянка 2 має південно-західну експозицію і складну опукло-ввігнуто-опуклу форму у профілі. Середні ухили 4-4,5°, максимальні сягають 18° (рис. 2). Ділянка також тривалий час у більшій своїй частині (рис. 2) використовується під сільськогосподарські культури, решта території знаходиться під тривалими перелогами.

Характеристика сучасного варіанту просторової ГІС-реалізованої моделі раціонального використання земельних ресурсів, математичні рівняння та особливості реалізації у середовищі ГІС детально представлені у [6, 8, 10, 11].

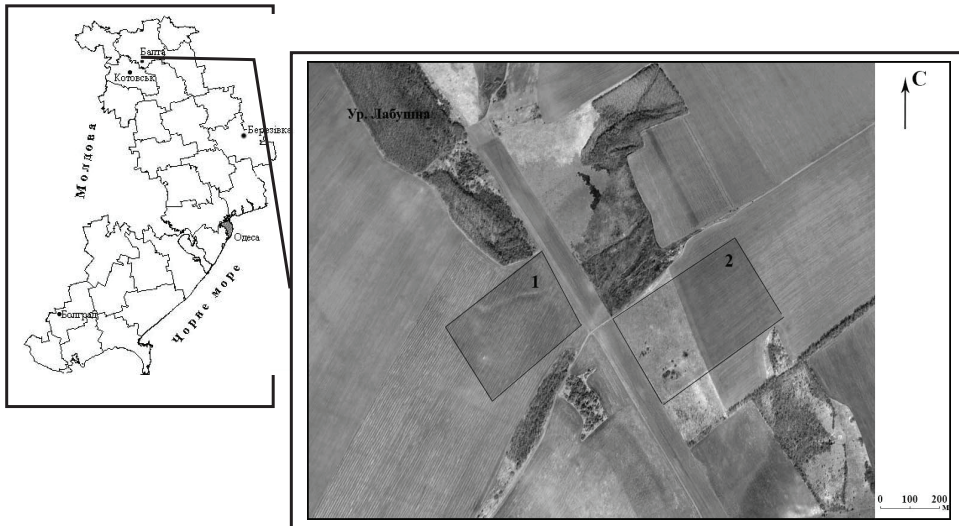
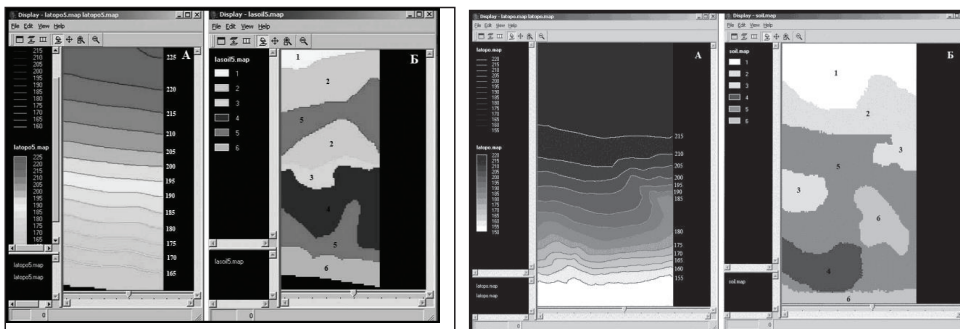


Рис. 1. Місцезнаходження ділянок дослідження



А – цифрова модель рельєфу; Б – ґрунтовий покрив: 1 – чорноземи звичайні важко суглинкові на лесовидних суглинках незмиті; 2 – ті ж слабкозмиті; 3 – ті ж середньозмиті; 4 – ті ж сильнозмиті; 5 – ті ж змито-намиті; 6 – ті ж намиті

Рис. 2. Цифрові моделі рельєфу та ґрунти ділянок 1 (зліва) та 2 (справа)

Вхідними даними для розрахунків є гідрологічно коректна цифрова модель рельєфу, цифрові (електронні) карти генетичних типів і підтипів ґрунтів та еродованості ґрунтового покриву, цифрові карти типів землекористування та видів сільськогосподарських угідь, сівозмін і протиерозійних заходів. Крім того, додатково необхідна просторова інформація про глибину гумусового шару, вміст гумусу в ґрунтовому профілі і у верхньому 10-ти сантиметровому шарі, урожайність сільськогосподарських культур, щільність ґрунту.

Методи, що використані у дослідженні – геоінформаційне та імітаційне моделювання.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Оптимізації використання ерозійно-небезпечних земель включає наступні режими:

- 1) розрахунки потенційного змиву та водно-ерозійних втрат ґрунту при відповідних варіантах землекористування (фактичний змив ґрунту);
- 2) визначення бонітету ґрунту (оцінка ґрунтового ресурсу);
- 3) визначення сценаріїв оптимізації використання ґрунтового ресурсу (I-й, II-й або III-й);
- 4) розрахунки доцільно допустимих втрат ґрунту при різних можливих варіантах землекористування у даних природно-господарських умовах;
- 5) порівняння розрахованих втрат ґрунту із доцільно допустимими та обрання на основі цього найкращого варіанту землекористування у досліджуваних умовах.

У тому разі, коли розраховані втрати ґрунту не перевищують доцільно допустимі, можна вважати, що землекористування забезпечує бездефіцитний баланс гумусу та рівень змиву ґрунту не порушує рівноваги у агроландшафті на даному етапі господарювання. За інших умов необхідні зміни використання земель.

Схема реалізації цього алгоритму за допомогою ГІС-реалізованої моделі раціонального використання ресурсів ґрунтової родючості представлена на рис. 3.

Згідно з [9, 12] перевищення вихідних запасів ґрунтового ресурсу над оптимальними (I-й сценарій землекористування) дозволяє допускати прояв ерозії з інтенсивністю, що перевищує темпи ґрунтоутворення.

Коли фактичний бонітет ґрунту близький до його оптимального значення реалізується II-й сценарій землекористування, або сценарій простого відтворення. Доцільно допустимі втрати розраховуються у припущенні, що ґрунтовий ресурс не змінюється [4, 12].

Землі з виснаженим ресурсом ґрунтової родючості, на яких реалізується III-й сценарій землекористування, зазвичай характеризуються високим ступенем еродованості та малою потужністю гумусового горизонту. Тут допустимі втрати ґрунту призначаються мінімально можливими на основі еколого-економічних критеріїв [12]. Для таких умов компенсація ерозійних втрат здійснюється за рахунок ефективних протиерозійних та ґрунтовідновлюючих заходів, додаткових доз органічних добрив тощо.

Для оцінки можливостей ГІС-реалізованої моделі раціонального використання земельних ресурсів та переваг її просторового аспекту в якості робочого обраний існуючий на даний момент часу варіант сільськогосподарського використання земель: організація території – паралельно-прямокутна; основна

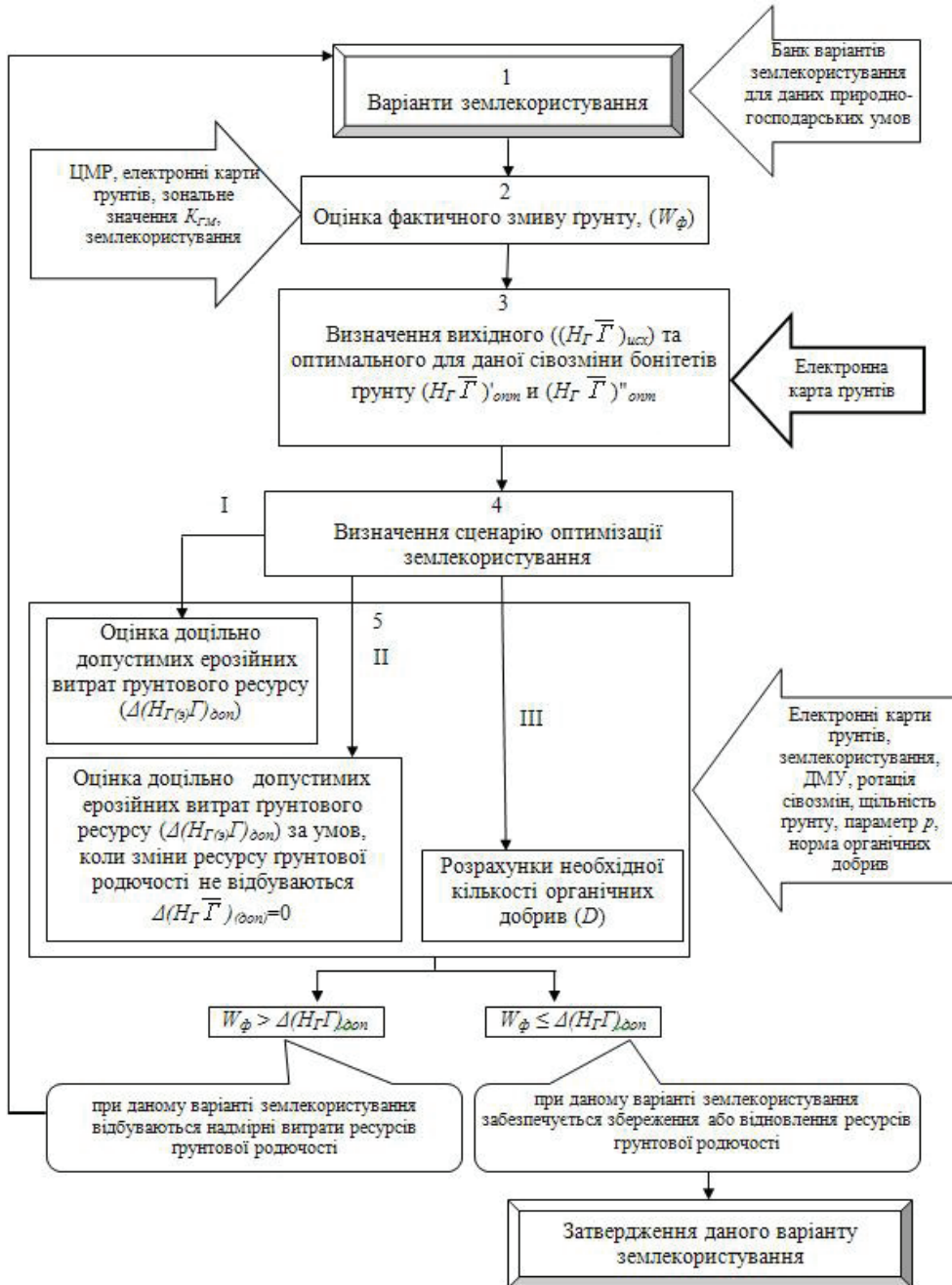


Рис.3. Схема функціонування ГІС-реалізованої моделі раціонального використання земельних ресурсів ерозійно-небезпечних земель

обробка земель – глибока відвальна оранка; спеціальні протиерозійні заходи відсутні; сівозміна – озима пшениця, озимий ячмінь, соняшник, соя, однолітні кормові трави (люпин, свиріпа тощо).

Виконані розрахунки потенційного змиву ґрунту (режим 1) показали, що у межах ділянки 1 лише 8% площі території має низькі показники (до 2,0 т/га/рік), розрахунковий осереднений за площею модуль середньорічного потенційного змиву складає близько 80 т/га/рік. На ділянці 2 на майже третині території розрахунковий потенційний змив складає до 2,0 т/га/рік, а осереднений за площею потенційний змив складає 57 т/га/рік. Розподіл площі земель обох ділянок відповідно рівнів ерозійної небезпеки наведений у табл. 1.

Таблиця 1

Розподіл рівнів ерозійної небезпеки по площі ділянок дослідження

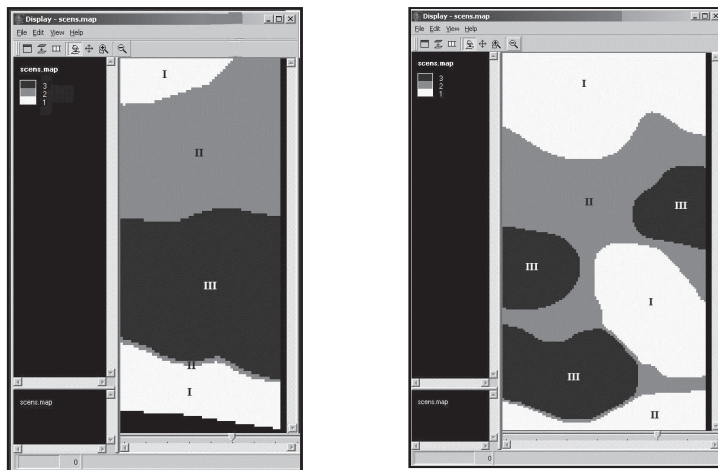
№ ділянки дослідження	Площа земель (% до загальної площі) по категоріях ерозійної небезпеки земель (т/га/рік)					
	< 0,5	0,5-2,0	2,0-5,0	5,0-10,0	10,0-20,0	> 20,0
1	1,4	6,5	7,3	3,7	15,2	66,1
2	22,8	9,7	6,4	7,5	11,5	42,0

Обчислення змиву ґрунту при існуючому варіанті землекористування дають представлення про те, що розрахунковий фактичний змив ґрунту на ділянці 1 має високі значення. Площі з умовно відсутньою та слабкою ерозією (до 5 т/га/рік) складають лише 14 % території і знаходяться переважно у верхній частині схилу. Для середньої та нижньої частини ділянки (66 % площі) розрахунковий змив дорівнює 20 т/га/рік і більше. За таких умов згідно рекомендацій [3, 9] землі потребують постійного залуження та вибіркового заліснення.

Змив ґрунту при існуючому варіанті використанні земель на ділянці 2 у середньому дещо нижчий, ніж у межах ділянки 1. Площі з умовно відсутньою та слабкою ерозією складають майже половину території (46,8 %). Високі та дуже високі значення розрахованого змиву ґрунту (більше 20 т/га/рік) характерні більше для нижньої опуклої частини ділянки, яка характеризується значними ухилами території.

На основі оцінки бонітету ґрунту та оптимальних його значень для даних природно-господарських умов (рис. 3) [2, 4, 6, 9] для обох ділянок визначені сценарії оптимізації використання ґрунтового ресурсу (рис. 4).

Як видно з рис. 4 ареали сценаріїв оптимізації використання земель мають достатньо складну конфігурацію і не співпадають із межами полів за існуючою паралельно-прямокутної організації території. Тому навіть на даному етапі розрахунків за просторовою ГІС-реалізованою моделлю раціонального використання земель можна зробити висновок про необхідність зміни організації території.



I-й сценарій землекористування – протягом деякого часу, що жорстко контролюється, допускається прояв ерозії ґрунту з інтенсивністю, яка перевищує темпи ґрунтоутворення.
II-й сценарій землекористування – допустимі втрати ґрунту не перевищують темпів ґрунтоутворення, тобто ресурс ґрунту протягом контрольованого часу не змінюється.
III-й сценарій землекористування - землі з виснаженим ресурсом ґрунтової родючості, для яких характерна висока степінь еродованості та мала потужність гумусового горизонту. Потребують корінних змін використання.

Рис. 4. Сценарії оптимізації використання ґрунтового ресурсу у межах ділянок дослідження

Як показали розрахунки, доцільно допустимі втрати ґрунту в геоморфологічних та ґрунтово-кліматичних умовах ділянок 1 і 2 коливаються від 2 до 3,1 т/га/рік у межах верхньої третини схилу.

Порівняння доцільно допустимих та існуючих розрахункових ерозійних втрат ґрунту є останнім режимом моделі. На досліджуваних ділянках лише на невеликій площі за існуючих умов господарювання зберігається бездефіцитний баланс гумусу (рис. 5). Решта території потребує корінних змін у використанні.

Як один з варіантів щадного землекористування для виконання імітаційних розрахунків є ґрунтозахисна сівозміна, рекомендована для умов лісостепу (чотирирічна із посівом багаторічних трав протягом двох років та озимих зернових) із застосуванням, наприклад, безвідвального обробітку ґрунту. В результаті послідовно виконаних розрахунків отримано, що навіть при ґрунтозахисній сівозміні більша частина території ділянок (рис. 5) втрачає ґрунтовий ресурс значно швидше, ніж відбувається його відтворення.

Подальші кількісні імітаційні експерименти показали, що більша частина тестових ділянок потребує вилучення з інтенсивного використання під суцільне залуження або навіть заліснення із чітким визначенням меж луків та лісових насаджень.

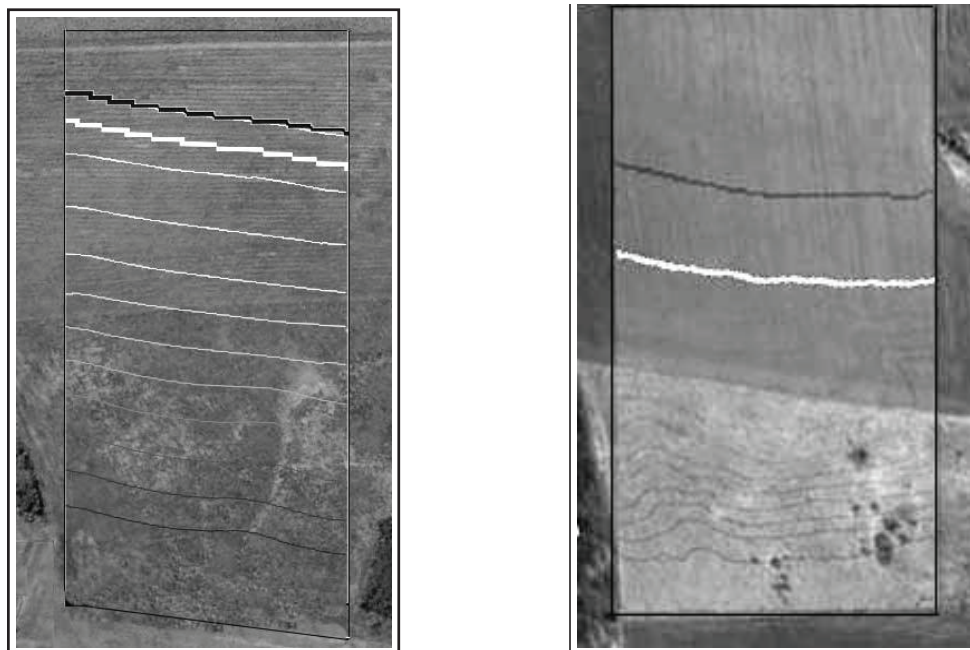


Рис. 5. Межі, вище яких забезпечується бездефіцитний баланс гумусу для ділянок 1 (зліва) і 2 (справа) (чорна лінія – при існуючому використанні земель, біла лінія – при чотирирічній ґрунтозахисній сівозміні (імітаційний варіант). Сірим тонкими лініями показані горизонталі рельєфу)

ВИСНОВКИ

Виконана оцінка можливостей просторової ГІС-реалізованої моделі раціонального використання земельних ресурсів ерозійно-небезпечних земель та інтерпретація отриманих результатів показали, що врахування просторової мінливості та реалізація моделі у середовищі сучасних ГІС виводить оцінку та прогноз водно-ерозійної небезпеки території на якісно новий рівень, який дозволяє давати чітко обґрунтовані рекомендації щодо землекористування, планування території у відповідності до певних ґрунтово-кліматичних та геоморфологічних умов та виокремлення земель для консервації з метою збереження земельних ресурсів. Слід відзначити, що саме просторовий аспект моделі надає їй суттєвих переваг у світлі сучасних поглядів на раціональне використання земель у згоді із ландшафтною структурою території.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Булыгин С. Ю. Формирование экологически сбалансированных ландшафтов: проблема эрозии [Текст] / С. Ю. Булыгин, М. А. Неаринг – Харьков: изд-во Эней ЛТД, 1999. – 272 с.
2. Каштанов А. Н. Основы ландшафтно-экологического земледелия [Текст] / А. Н. Каштанов, Ф. Н. Ли-сецкий, Г. И. Швец – Москва: Высшая школа, 1994. – 126 с.

3. Концепція охорони ґрунтів від ерозії в Україні [Текст] / [уклад. В. П. Ситник, М. Д. Безуглий, А. С. Заришняк і ін.] – Харків: Національний науковий центр УААН «Інститут ґрунтознавства і агрохімії імені О.Н. Соколовського», 2008. – 60 с.
4. Лисецкий Ф. М. Современные проблемы эрозиоведения [Текст] / Ф. М. Лисецкий, А. А. Светличный, С. Г. Черный – Белгород: «Константа», 2012. – 456 с.
5. Лисецкий Ф. Н. Проблемы эрозионного разрушения и формирования почв (научный обзор) [Текст] / Ф. Н. Лисецкий // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 2. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?Id=8478>. – Дата звернення 12.12.2016
6. П'яткова А. В. Просторове моделювання водної ерозії ґрунту як основа наукового обґрунтування раціонального використання ерозійно-небезпечних земель: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук: спец. 11.00.11. – Конструктивна географія і раціональне використання природних ресурсів [Текст] / А. В. П'яткова – Одеса: ФОП Попова Н. М., 2011. – 20 с.
7. П'яткова А. В. До питання про верифікацію просторово-розподілених моделей змиву ґрунту [Текст] / А. В. П'яткова, А. В. Кордіс // Вісник ОНУ. – Серія географічні та геологічні науки. – Том. 19. – Вип. 2(21). – 2014. – С. 115-121.
8. П'яткова А. В. Просторова ГИС-реалізація моделі раціонального використання ерозійно-небезпечних земель [Текст] / А. В. П'яткова // Вісник ОНУ. – Серія географічні та геологічні науки. – Том. 20. – Вип. 4(27). – 2015. – С. 74-88.
9. Светличный А. А. Эрозиоведение: теоретические и прикладные аспекты [Текст] / А. А. Светличный, С. Г. Черный, Г. И. Швец – Суммы: Университетская книга, 2004. – 410 с.
10. Светличный А. А. Геоинформационное моделирование водной эрозии почв [Текст] / А. А. Светличный, А. В. Пяткова // Проблеми безперервної географічної освіти і картографії. – Вип. 19. – Харків: ХНУ ім. В.Н.Каразіна 2014. – С. 83-87.
11. Светличный О. О. Геоінформаційне моделювання водної ерозії ґрунту як складова територіального планування [Текст] / О. О.Світличний, А. В. П'яткова // Геоінформаційні технології у територіальному управлінні: матеріали науково-практичної конференції. – Одеса: ОРІДУ НАДУ, 2014. – С. 100-105.
12. Швец Г. И. Теоретические основы эрозиоведения [Текст] / Г. И. Швец – Киев–Одесса: Выща школа, 1981. – 223 с.

REFERENCES

1. Bulygin, S.Yu., Nearing, M.A. (1999), Formirovanie ekologicheski sbalansirovannyih landshaftov: problema erozii [The formation of ecologically balanced landscapes: the erosion problem], Kharkiv: Eney LTD, 272 p.
2. Kashtanov, A.N., Lysetsky, F.N., Shvebs, H.I. (1994), Osnovyi landshaftno-ekologicheskogo zemledeliya [Fundamentals of landscape-ecological agriculture], Moscow: Vysshaya shkola, 126 p.
3. Концепція охорони ґрунтів від ерозії в Україні [The concept of the soil protection against erosion in Ukraine] (eds. Sytnyk, V.P., Bezuglyi, M.D., Zaryshnyak, A.S. etc.) (2008), Kharkiv: National scientific center UAAS "A.N. Sokolowski's Institute of soil science and agricultural chemistry", 60 p.
4. Lysetsky, F.N., Svetlychniy, A.A., Cherny, S.G. (2012) Sovremennyye problemy eroziovedeniya [Recent developments in erosion science], Belgorod: Konstanta, 456 p.
5. Lysetsky, F.N. (2013), Problemy erozionnogo razrusheniya i formirovaniya pochv (nauchnyiy obzor) [The problems of erosion damage and the formation of soils (scientific review)], *The Modern Problems of Science and Education*, No 2, URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?Id=8478>.
6. P'yatkova, A.V. (2011), Prostorove modelyuvannya vodnoyi eroziyi g'runту yak osnova naukovogo obg'runtuvannya racional'nogo vy'kory'stannya erozijno-nebezpechny'h zemel' [The Spatial Modelling of Water Soil Erosion as the Basis of Scientific Justification of the Rational Use of Erosion Dangerous Lands], *Extended abstract of candidate's thesis*, Odesa: Odesa Ecological University, 20 p.
7. P'yatkova, A.V., Kordis A.V. (2014), Do py'tannya pro very'fikaciyu prostоровo-rozpodileny'x modelej zmy'vu g'runту [The question of verification of spatially-distributed models of soil loss], *Odesa National University Herald*, No 2(21), pp. 115-121.
8. P'yatkova, A.V., (2015), Prostorova gis-realizatsiya modeli racional'nogo vy'kory'stannya zemel'ny'h resursiv erozijno-nebezpechny'h zemel' [The spatial GIS-realized model of rational land resources use of erosion-dangerous lands], *Odesa National University Herald*, No 4(27), pp. 74-88.
9. Svetlychniy, A.A., Cherny, S.G., Shvebs, H.I. (2004), Eroziovedenie: teoreticheskiye i prikladniye aspekty [Soil erosion science: theoretical and applied aspects], Sumy: University Book, 410 p.

10. Svetlychniy, A.A., P'yatkova, A.V., (2014), Geoinformatsionnoe modelirovanie vodnoy erozii pochv [GIS modeling of water soils erosion], The problems of continuous geographical education and cartography, No 19, pp. 83-87.
11. Svetlychniy, A.A., P'yatkova, A.V., (2014), Geoinformacijne modelyuvannya vodnoyi eroziyi g`runtu yak skladova tery`torial'nogo planuvannya [GIS modelling of water soil erosion as a component of territorial planning], Geoinformation technologies in territorial management: materials of the scientific-practical conference, pp. 100-105.
12. Shvebs, H.I. (1981), *Teoreticheskie osnovy eroziovedeniya* [The Theoretical bases of erosion science], Kyiv-Odessa: Vysshaya shkola, 223 p.

А. В. Пяткова, канд. геогр. наук, доц.

Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,
кафедра физической географии и природопользования,
пер. Шампанский, 2, Одесса, 65058, Украина
e-mail: avpyatkova@mail.ru

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ГИС-РЕАЛИЗОВАННОЙ МОДЕЛИ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

Резюме

Представлен современный модифицированный вариант пространственной ГИС-реализованной модели рационального использования земельных ресурсов эрозионно-опасных земель. Апробация и оценка возможностей модели выполнена на примере двух тестовых участков в условиях Лесостепи Украины. Интерпретированы результаты расчетов, выполненных с использованием модели.

Ключевые слова: водная эрозия почв, эрозионная опасность, эрозионно-устойчивые ландшафты, геоинформационные системы, геоинформационное моделирование, пространственная изменчивость.

A. V. Pyatkova

Dept. [pulpit] Physical Geography,
Odessa I.I. Mechnikov's National University,
Shampansky lane, 2, Odessa, 65058, Ukraine
e-mail: avpyatkova@mail.ru

THE ASSESSMENT OF CAPABILITIES OF A SPATIAL GIS-REALIZED MODEL OF RATIONAL LAND RESOURCES USE

Abstract

Purpose. One of the most reasonable mathematical models of rational land use is a logical and mathematical model, which was proposed by H. I. Shvebs. The modern spatial version is realized in the GIS.

The purpose of current study is to analyze the possibilities of using this model for assessment and prognosis of water erosion risk of territory, optimal land-use planning and conservation of land resources.

Data & Methods. The basis of the spatial GIS implementation of the model of rational use of land resources is a system of mathematical equations of the optimization version of the logical and mathematical H. I. Shvebs model. The modified version of the model allows to consider the spatial variability of water erosion factors.

The optimizing of the use of erosion-dangerous land is reduced to the calculations in the following modes: 1) calculations of soil water-erosion losses under appropriate land-use options, 2) assessment of soil resource, 3) definition of scenarios of optimizing of the use of the soil resource (I-st, II-nd or III-d), 4) the appropriate calculation of allowable soil loss at various options for land use in these climatic conditions, 5) comparison of calculated soil loss with appropriate and valid election on the basis that the best option of land use in the studied conditions.

GIS and simulation modeling are the research methods of studding of the using specifics of the spatial GIS model of the rational use of land resources.

Results. The sequential implementation of the regime calculations and a series of simulation experiments within the test area allowed us to make reasonable conclusions on the existing variant of land use and suggest the most optimal under these conditions.

The completed verification of the GIS-realized model of rational use of land resources and the interpretation of the obtained results showed that taking into account the spatial variability and implementation of the model in the environment of modern GIS displays the forecast and assessment of water erosion risk to a qualitatively new level, which allows us to give clear recommendations regarding land use, planning of the territory in accordance with the specific soil, climatic and geomorphological conditions and allocation of land for conservation.

Keywords: water soil erosion, erosion dangerous, erosion-resistant landscapes, geographic information systems, geoinformation modeling, spatial changeability.