

ОХОРОНА ТА ВІДНОВЛЕННЯ ҐРУНТІВ SOIL PROTECTION and RECLAMATION

УДК 631.459.2

ЛОКАЛЬНЕ ПРОТИЕРОЗІЙНЕ ЗОНУВАННЯ ЗЕМЕЛЬ

М.В. Куценко

ННЦ "Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського"
(kutsenkonv53@gmail.com)

Метою статті є обґрунтування нового методичного підходу до локального протиерозійного зонування земель, суть якого полягає у виділенні земель, ерозійно безпечних для вирощування запланованих сільськогосподарських культур, і розрахунку мінімально достатніх протиерозійних властивостей ґрунтозахисних сівозмін для захисту від ерозії найбільш ерозійно-небезпечних земель. Використано методи індексного оцінювання ерозійної небезпеки земель, математико-картографічного моделювання та ГІС-технологію. В результаті розроблено алгоритм інформаційного забезпечення оптимального ґрунтозахисного розміщення сільськогосподарських культур на землях із різною ерозійною небезпекою.

Ключові слова: ерозійна небезпека; оцінка; захист ґрунтів; протиерозійне зонування; картографування.

Постановка проблеми. Сільськогосподарські культури характеризуються різними коефіцієнтами ерозійної небезпеки. Це дає можливість оптимізувати захист ґрунтів від ерозії шляхом використання протиерозійних властивостей всіх сівозмін, а не тільки ґрунтозахисних. З цією метою доцільно здійснювати локальне протиерозійне зонування земель задля створення інформаційної основи просторової ґрунтозахисної оптимізації сівозмін.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ґрунтозахисні рішення потребують кількісного обґрунтування, яке до теперішнього часу залишається проблематичним через низку причин. Калібрування та перевірка моделей ерозії завжди були проблематичними через складну природу ерозійно-аккумулятивних процесів. Для перевірки балансових моделей змиву часто використовують метод вимірювання об'ємів ерозійних рівчаків. Таку перевірку здійснювали О.О. Світличний [1], Е. Альбертс, Ф. Гідей [2]. З цією метою, а також для калібрування моделей ерозії використовують стокові майданчики [3]. Використання однієї з найбільш досконалих моделей ерозії WEPP дуже ускладнюється великою кількістю параметрів і необхідністю її калібрування у США за допомогою інструментально-програмного комплексу GLIGEN [4]. Практично неможливо забезпечити моделі змиву ґрунту, навіть спрощену USLE (RUSLE), репрезентативною інформацією для їх калібрування на рівні деталізації внутрішньогосподарського землеустрою [5].

Однаковий змив веде до різних втрат родючості на ґрунтах різної еродованості [6]. Чим більше еродованість ґрунту тим меншими є такі втрати. Тому для незмитих ґрунтів норми змиву є меншими ніж для змитих [3]. Цим пояснюється потреба в такому розміщенні сівозмін, щоб їх ґрунтозахисна здатність максимальною мірою збалансовувала втрату стійкості ґрунту на ріллі. У практиці ґрунтозахисного землевпорядкування використовують протиерозійну типізацію земель за технологічними групами. Така типізація спирається на врахування лише кутів нахилу і передбачає виділення на ріллі трьох технологічних груп земель за кутами нахилу: I – до 3°, II – 3 – 7°, III – понад 7° і визначення для них ґрунтозахисних технологій вирощування сільськогосподарських культур [7]. Зазначена типізація не враховує довжини схилів, площі водозборів улоговин, існуючі полезахисні лісові смуги, які істотно впливають на ерозійну небезпеку земель, і не дозволяє досягти просторової диференціації щільності протиерозійних заходів, адекватної реальній ерозійній небезпеці ріллі.

Відомі способи оцінки та картографування ерозійної небезпеки земель передбачають просторово адекватне калібрування моделі на основі географічної прив'язки ерозійних подій та врахування ерозійних чинників [8 - 9]. Вони дозволяють проводити адекватну просторову оцінку ерозійної небезпеки земель, але не передбачають врахування протиерозійних властивостей культурних рослин.

Мета дослідження полягала в розробці методу кількісного визначення та картографування земельних ділянок, ерозійно безпечних для вирощування певних сільськогосподарських культур, суть якого полягає в протиерозійному зонуванні земель.

Об'єкт, методи та результати дослідження. Об'єктом дослідження були землі Русько-Тишківської сільської ради, розташовані в Харківському районі Харківської області. Ґрунтовий покрив території дослідження представляють різновиди чорнозему типового важкосуглинкового.

В основу протиерозійного зонування покладено індекс ерозійної небезпеки земель, що враховує коефіцієнт ерозійної небезпеки сільськогосподарської культури [8]:

$$I_e = \frac{v}{v_p} = K_p K_s (FI)^{0,4} J^{0,3}, \quad (1)$$

де: I_e – індекс ерозійної небезпеки земель;
 v – середня швидкість водного потоку, м/с;
 v_p – розмивна швидкість водного потоку для ріллі, м/с;
 K_p – коефіцієнт ерозійної небезпеки сільськогосподарської культури (для чорного ґрунту $K_p = 1$);
 K_s – коефіцієнт, що об'єднує ерозійні властивості земель певної ділянки;
 F – площа водозбору, що замикається створом 10 м, м²;
 I – інтенсивність зливи, м/с;
 J – ухил схилу.

Послідовність локального протиерозійного зонування земель має бути такою:

1. За допомогою приладу GPS визначають координати меж досліджуваної території.
2. У географічній інформаційній системі MapInfo роблять географічну прив'язку електронної топографічної карти масштабу 1 : 10000.
3. Креслять лінії стоку за допомогою команди Polyline від вододільної до базисної точки, з фіксацією точок їх перетину з горизонталями. Сусідні лінії стоку вводять проти годинникової стрілки. Лінії стоку вводять у межах кожної суцільної ділянки водозбірного басейну до тих пір, поки перепад висот між початковими точками сусідніх ліній стоку не перевищуватиме перепад висот між сусідніми точками лінії стоку, або наступна ділянка, що підлягає діагностиці буде розташована в просторовому розриві з попередньою. У випадках, що суперечать цим вимогам, до TAB-файлу вводять ознаку початку нової ділянки водозбірного басейну. Необхідність такого введення інформації обумовлена вимогами до автоматичної побудови векторної структурної цифрової моделі рельєфу, яка є інформаційною основою протиерозійного зонування земель.
4. Протиерозійні рубежі креслять у довільній послідовності також за допомогою команди Polyline.
5. Креслять робочі ділянки в довільній послідовності за допомогою команди Polygon.
6. Для подальших математичних розрахунків шари, що містять географічну інформацію, зберігають у проекції Universal Transverse Mercator (WGS 84), в якій координати точок представлено в метрах.

7. Дані MIF– файлів, що містять інформацію про рельєф, зберігають у вигляді векторної структурної цифрової моделі рельєфу (ВСЦМР) – системи TXT-файлів, що містять структурно впорядковані координати точок ліній стоку та висоти рельєфу [9].

У вершинах ерозійних рівчаків, що утворились внаслідок зливи певної інтенсивності I , значення індексу ерозійної небезпеки земель дорівнює 1,0. Це дає можливість проводити калібрування моделі оцінки ерозійної небезпеки шляхом розрахунку значень коефіцієнту K_s для чорного пару [8].

8. Після проходження потужної зливи визначають за допомогою пловіографу її інтенсивність, а за допомогою GPS – координати вершин ерозійних рівчаків, обумовлених цією зливою.

9. За допомогою ВСЦМР розраховують коефіцієнт K_s для чорного пару ($K_p = 1$) [9]. За результатами дослідження розраховали значення цього коефіцієнту для земель Русько-Тишківської сільської ради складо – 8,85.

10. Визначають склад сільськогосподарських культур у сівозмінах на досліджуваній території.

11. За довідковими даними розраховують середні впродовж вегетаційного періоду значення коефіцієнта ерозійної небезпеки для кожної із запланованих сільськогосподарських культур (табл. 1) [10].

1. Значення коефіцієнтів ерозійної небезпеки сільськогосподарських культур

Культура	Коефіцієнт ерозійної небезпеки по місяцях протягом вегетаційного періоду							В середньому
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
Пар	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Озимі на зерно	0,40	0,25	0,15	0,15	0,30	0,80	0,40	0,35
Озимі на зелений корм	0,40	0,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80
Горох	1,00	0,25	0,20	0,15	1,00	1,00	1,00	0,66
Ячмінь ярий	0,70	0,25	0,20	0,15	0,30	1,00	1,00	0,51
Овес	0,70	0,25	0,20	0,15	0,30	1,00	1,00	0,51
Соняшник	1,00	0,95	0,80	0,75	0,60	0,60	1,00	0,81
Кукурудза на силос	1,00	0,95	0,80	0,70	0,55	1,00	1,00	0,86
Кукурудза на зерно	1,00	0,95	0,80	0,75	0,60	0,60	1,00	0,81
Буряк	1,00	0,95	0,80	0,80	0,70	0,80	1,00	0,86
Ячмінь з підсівом багаторічних трав	0,70	0,25	0,20	0,15	0,15	0,10	0,10	0,24
Багаторічні трави 1-го року	1,00	0,90	0,90	0,80	0,50	0,20	0,10	0,63
Багаторічні трави 2-го та 3-го років	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Соя	1,00	0,90	0,40	0,40	0,40	1,00	1,00	0,73
Ріпак ярий	1,00	0,40	0,20	0,20	0,25	1,00	1,00	0,58
Картопля	1,00	0,95	0,80	0,80	0,70	0,80	1,00	0,86

12. Здійснюють оцінку ерозійної небезпеки земель господарства за умов чорного пару та зберігають картограму й легенду такої оцінки у вигляді векторних шарів географічної інформації з розширеннями MIF і MID у базі даних. У файлі з розширенням MIF зберігають координати та коди умовних кольорів, що відповідають шкалі й легенді оцінки ерозійної небезпеки земель (табл. 2) [8], а в першому стовпчику файлу з розширенням MID – значення індексу ерозійної небезпеки за умов чорного пару.

2. Шкала оцінки ерозійної небезпеки земель

Інтервали I_e для чорного пару	Оцінка ерозійної небезпеки
0,0 – 0,5	Відсутня
0,5 – 1,0	Умовна
1,0 – 1,5	Допустима
1,5 – 2,0	Висока
> 2,0	Надмірно висока

13. У Mapinfo перетворюють ці файли у файли з розширеннями TAB за допомогою команди Import із меню Table.

14. Викликають файл із результатами оцінювання ерозійної небезпеки за умов чорного пару до Mapinfo, відкривають вікно SQL Select із меню Query і в ньому роблять вибір точок для відповідної сівозміни за оцінкою “ерозійна небезпека не більше ніж умовна”, що відповідає більшому значенню 2-го інтервалу таблиці 2:

$$(K_p K_s (FI)^{0,4} J^{0,3})_i \leq 1,0, \quad (2)$$

де i – номер сівозміни з коефіцієнтом ерозійної небезпеки K_p , а інші умовні позначки такі самі як у (1).

Такі вибірки роблять для кожної сівозміни, і зберігають у базі даних у вигляді окремих шарів точок.

15. Якщо в господарстві є землі, ерозійна небезпека яких не компенсується сівозміною з найменшим коефіцієнтом ерозійної небезпеки, то, за допомогою умови (2), складають ґрунтозахисну сівозміну, що забезпечує значення коефіцієнта ерозійної небезпеки не більше максимально допустимого.

16. Креслять картограму протиерозійного зонування земель.

Розроблено комп'ютерну технологію, що дозволила автоматизувати процес протиерозійного зонування земель (рис. 1). Легенда рисунку 1А відповідає шкалі оцінки ерозійної небезпеки земель (див. табл. 2). Числами у дужках позначено частку площі земель із певною ерозійною небезпекою у загальній площі земель сільради.

У ході оцінювання ерозійної небезпеки та зонування земель автоматично враховують ґрунтозахисну дію протиерозійних рубежів. Урахування існуючих протиерозійних заходів є важливим елементом протиерозійного зонування земель, який потенційно містить певну зацікавленість землекористувачів у збереженні таких заходів, що допускають використання більшої площі земель для інтенсивного обробітку.

Локальне протиерозійне зонування земель спрямовано на інформаційне забезпечення ґрунтозахисного розміщення сільськогосподарських культур у просторі. Воно дає можливість оптимального вибору з багатьох варіантів землевпорядних рішень. У легенді рисунку 1Б наведено умовні позначки площ земель, ерозійно безпечних за умов їх використання для вирощування сільськогосподарських культур, коефіцієнти ерозійної небезпеки яких не перевищують відповідних значень. Якщо умова (2) виконується для сівозміни з певним значенням коефіцієнту ерозійної небезпеки (K_p), то вона також виконується і для кожної сівозміни із меншим значенням K_p . Тому кожна протиерозійна зона з більшим значенням K_p поглинає протиерозійні зони з меншими значеннями цього коефіцієнту. Оскільки ерозійна небезпека за суттю носить диференційований характер (див. рис. 1А), а вибір технологічних ділянок для оптимального ґрунтозахисного вирощування культур є дискретним, то виникає необхідність узагальнення оцінки ерозійної небезпеки й протиерозійного зонування земель у межах таких ділянок. Розроблено комп'ютерну технологію, що дозволяє в автоматичному режимі узагальнювати оцінку ерозійної небезпеки та робити протиерозійне зонування на основі дискретного вибору технологічних ділянок (рис. 2).

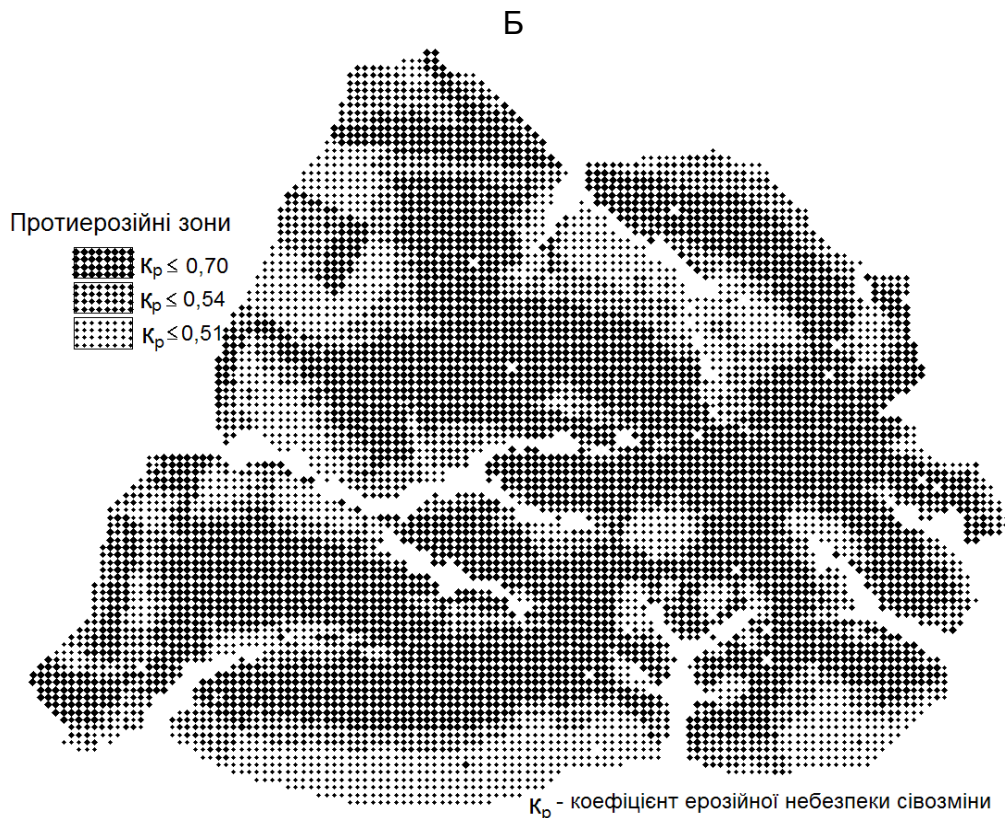
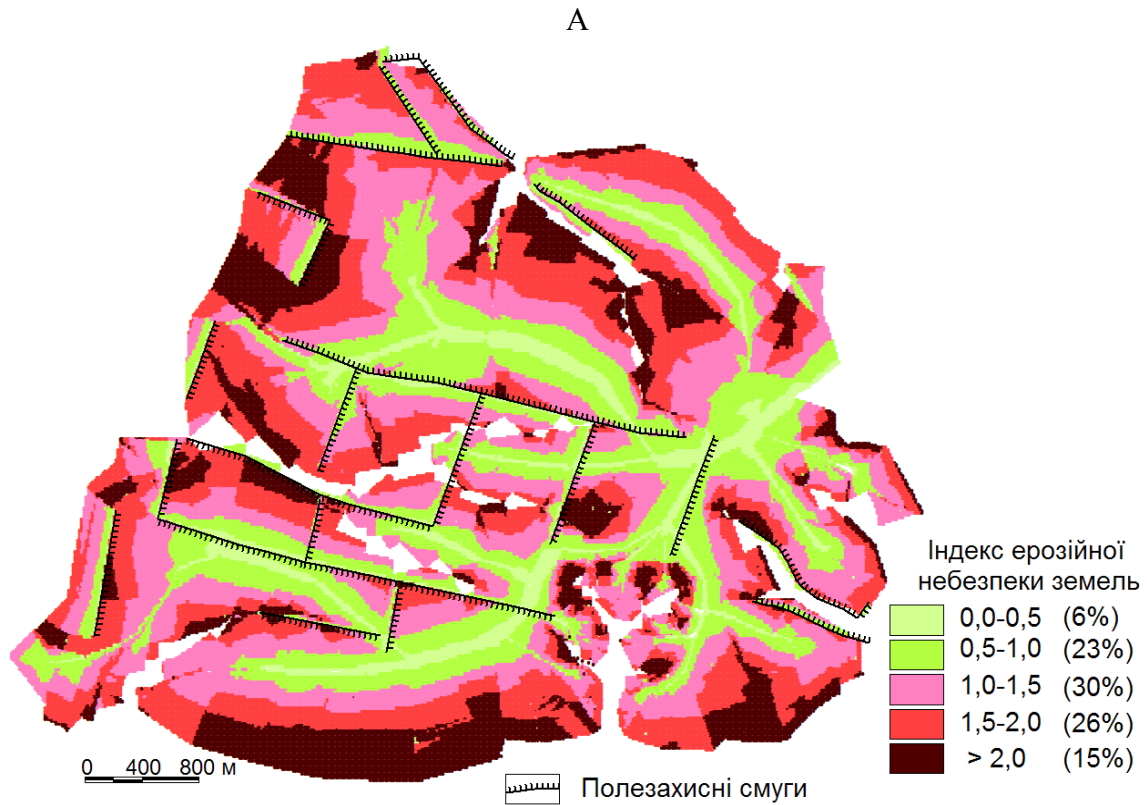


Рис.1. Диференційована оцінка ерозійної небезпеки земель за умов чорного пару (А) та локальне протиерозійне зонування земель (Б)

Площу та склад ґрунтозахисної сівозміни розраховують за умовою (2) для земель, що залишаються ерозійно небезпечними після просторового впорядкування запланованих сівозмін [11].

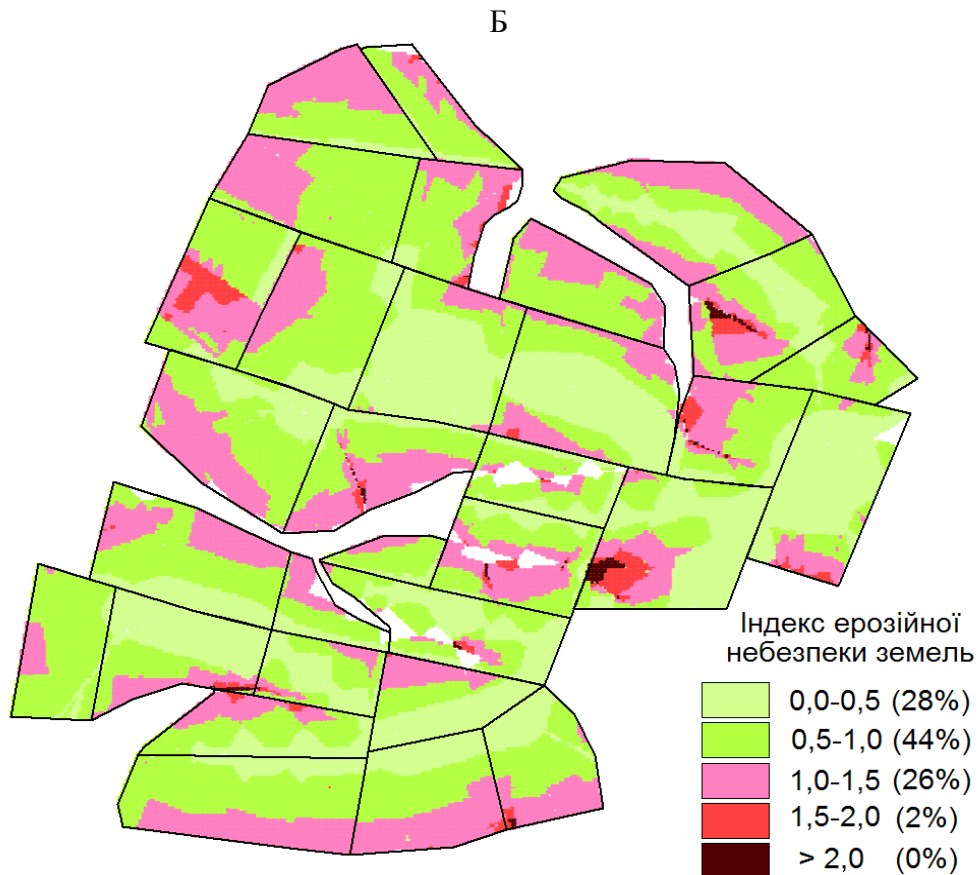
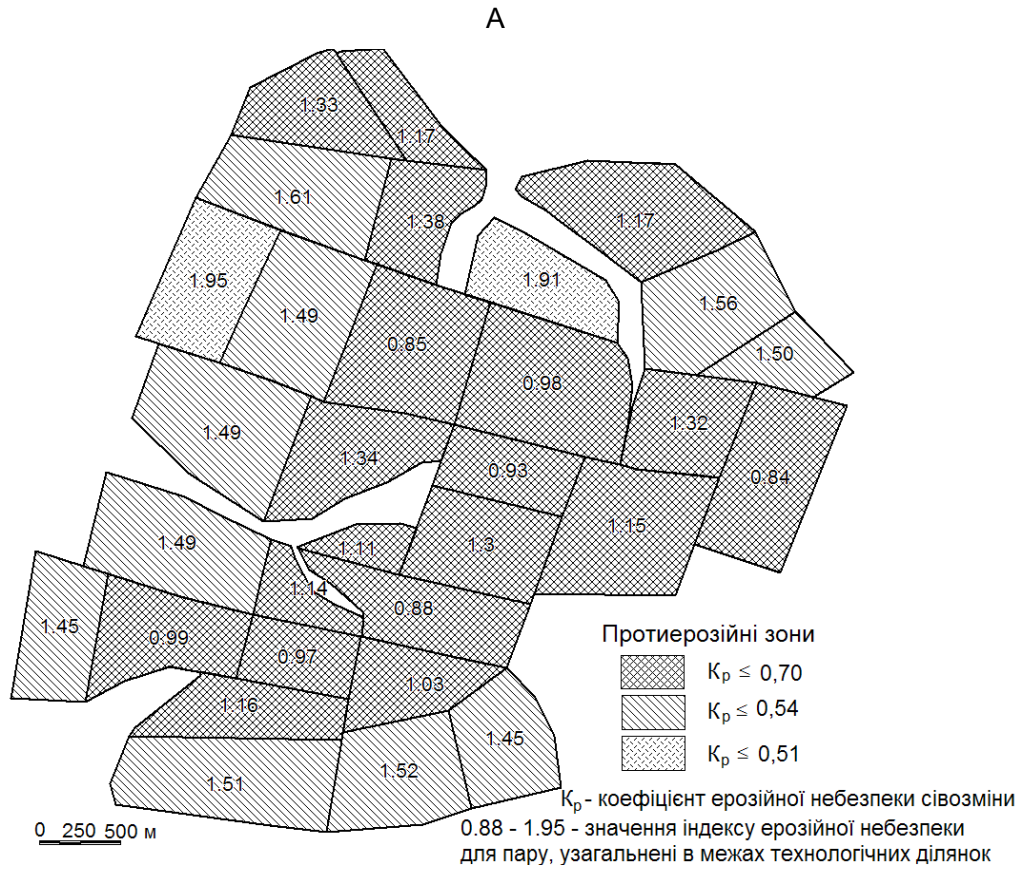


Рис. 2. Протиерозійне зонування технологічних ділянок (А) та оцінка ерозійної небезпеки земель з урахуванням сівозмін (Б)

Протиерозійне зонування спрямовано на оптимальне використання ґрунтозахисних властивостей сільськогосподарських рослин за рахунок їх просторового впорядкування, але таке впорядкування в умовах ускладненого рельєфу повністю не виключає певний ризик прискореної ерозії. Тому для детального інформаційного супроводу агротехнічних протиерозійних заходів на локальному рівні просторової деталізації доцільно проводити диференційовану оцінку ерозійної небезпеки земель для протиерозійних зон. На рисунку 2Б наведено картограму такої оцінки, яка показала, що за шкалою оцінки ерозійної небезпеки (див. табл. 2) 28% земель залишаються ерозійно-небезпечними і потребують додаткових ґрунтозахисних заходів. Такими заходами можуть бути, наприклад, смуги з кулісних насаджень за межами переходу значень індексу ерозійної небезпеки через 1,0, або складні поля з достатнім для виконання умови (2) насиченням ґрунтозахисними сільськогосподарськими культурами.

Висновки

1. Локальне протиерозійне зонування земель є ефективним протиерозійним заходом, що дозволяє істотно зменшувати ризик ерозії за рахунок використання протиерозійних властивостей сільськогосподарських культур без додаткових витрат на інші заходи.

2. Протиерозійний ефект досягається завдяки розміщенню сівозмін на технологічних ділянках таким чином, що їхні протиерозійні властивості найбільшою мірою компенсують ерозійну небезпеку земель.

3. Якщо після ґрунтозахисного просторового розподілу запланованих сівозмін між технологічними ділянками залишаються ерозійно-небезпечні землі, то для їх раціонального використання доцільно вживати ґрунтозахисну сівозміну, склад якої необхідно розраховувати за обмеженням (2), з використанням інформації з таблиці 1.

4. Проблему охорони ґрунтів від ерозії неможливо вирішити лише завдяки протиерозійному зонуванню, через складну диференціацію ерозійних чинників у просторі, яка також присутня в межах окремих технологічних ділянок, але таке зонування є важливим заходом у плануванні ґрунтозахисного землеробства.

5. Для детального інформаційного супроводу протиерозійних заходів у просторі доцільно протиерозійне зонування супроводжувати диференційованою оцінкою ерозійної небезпеки земель та плануванням протиерозійних заходів, що відповідають реальній ерозійній небезпеці земель.

6. Попередження прискореної ерозії, на яке націлено протиерозійне зонування, є важливою стратегією сталого землекористування і збереження родючості ґрунтів.

Список використаної літератури

1. Светличный А. А. Рельефные условия склонового водно-эрозионного процесса и вопросы их моделирования [Текст] / А. А. Светличный // Геогр. и природные ресурсы. - 1991. - № 4. - С. 123 – 131.
2. Альбертс Е., Гидей Ф. Сопоставление фактического смыва сильными ливнями со значениями, рассчитанными по модели WEPP [Текст] / Е. Альбертс, Ф. Гидей // Почвоведение. - 1997. - № 5. - С. 642 - 646.
3. Светличный А. А. Эрозиоведение: теоретические и прикладные аспекты [Текст] / А. А. Светличный, С. Г. Черный, Г. И. Швобс. – Сумы: Университетская книга, 2004. – 410 с.
4. Черваньов І. Г. Флювіальні геоморфосистеми: дослідження й розробки Харківської геоморфологічної школи [Текст] / І. Г. Черваньов, С. В. Костриков, Б. Н. Воробйов – Харків: ХНУ, 2006. – 322 с.
5. Farre G. Calibration of Rainfall Simulator, Research Center for Sustainability in Ecological Engineering and Water Resources Technology, University of Western Sydney [Текст] / G. Farre. - Sydney, 2001. – 37 p.
6. Эколого-экономические проблемы сельскохозяйственного производства [Текст] / Под ред. О. Ф. Балацкого. – Киев: Урожай, 1992. – 144 с.
7. Наказ 02.10.2013 № 396 “Про затвердження Методичних рекомендації щодо розроблення

проектів землеустрою, що забезпечують еколого-економічне обґрунтування сівозміни та впорядкування угідь» [Текст] // Землевпорядний вісник. – 2013. – № 10. – С. 52 – 63.

8. Пат. 70268. Україна. МПК⁵¹ А01D 13/00 Спосіб визначення ерозійної небезпеки схилових земель [Текст] / Куценко М.В.; заявник і власник Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»: - № у 2011 11105; заявл. 19.09.2011; опубл. 11.06.2012. Бюл. № 11.

9. Пат. 79888. Україна. МПК⁵¹ А01В 13/16 Спосіб картографування ерозійної небезпеки схилових земель [Текст] / Куценко М.В.; заявник і власник Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»: - № у 2012 10408; заявл. 03.09.2012; опубл. 13.05.2013. Бюл. № 9.

10. Моргун, Ф.Т. Почвозащитное земледелие [Текст] / Ф.Т. Моргун, Н.К. Шикун, А.Г. Тарарико. К.: «Урожай», 1988. – 256 с.

11. Пат. 95650 Україна. МПК⁵¹ А01В 13/16. Спосіб картографування ерозійної небезпеки та протиерозійного зонування земель [Текст] / Куценко М.В.; заявник і власник Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»: - № у 2014 08754 заявл. 04.08.2014; опубл. 25.12.2014. Бюл. № 24

Стаття надійшла до редколегії 15.03.2015

LOCAL ANTI-EROSION LAND ZONING

M.V. Kutsenko

NSC "Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky "
(*kutsenkov53@gmail.com*)

The purpose of this paper is to prove the new methodical approach to the local anti-erosion land zoning, which essentially consists in the allocation of erosion-safe lands for cultivation planned crops, and calculating the minimum adequate anti-erosion properties of soil conservation crop rotations to protect against erosion the most erosion dangerous lands. Methods of index estimation of land erosion hazard, mathematical and cartographic modeling and GIS technology were used. As a result, the algorithm of optimal soil conservation location of agricultural crops on lands with different erosion hazard was elaborated.

Key words: *erosion hazard; soil conservation; anti-erosion zoning; mapping.*

УДК 631.434.6; 631.6.02; 631.459.21

ТРАНСФОРМАЦІЯ ПРОТИДЕФЛЯЦІЙНОЇ СТІЙКОСТІ ҐРУНТУ В КОНТЕКСТІ СУЧАСНИХ ЗМІН КЛІМАТУ

С.Г. Чорний¹, О.М. Хотиненко¹, А.В. Волошенюк²

¹Миколаївський національний аграрний університет

²Асканійська державна сільськогосподарська дослідна станція ІЗЗ НААНУ
(*chorny@rambler.ru*)

Метою досліджень було визначення змін стійкості ґрунту до дефляції в умовах сучасних змін клімату. У модельному лабораторному досліді вивчали зміни в агрегатному складі чорнозему південного важкосуглинкового, викликані дією штучного заморожування та розтавання ґрунтової маси. За даними метеостанції Асканія-Нова визначили характер багаторічної динаміки середніх зимових температур та переходів температури повітря через 0°C на території Лівобережного Південного Степу. В результаті експерименту віднайшли, що під дією значних коливань температури відбувається інтенсивне руйнування вітрозливих структурних агрегатів ґрунту. Зокрема, за вихідного вмісту дефляційно вразливих агрегатів 38,6 %, під дією вже 30 циклів «заморожування–танення» спостерігали його зростання до 50 %. Аналізуючи результати багаторічних спостережень констатували, що в останні десятиріччя існує стала тенденція до підвищення температури повітря в зимовий період, що супроводжується змінами в кількості переходів температури повітря і ґрунту через 0 °C та зменшенням (особливо після 2000 року) кількості циклів «замерзання-танення» поверхневого шару ґрунту. Якщо в середині 70-х років ХХ століття кількість таких переходів досягала 125-130 протягом зимового періоду, то на початку ХХІ - лише 90. Висловлено припущення, що такі зміни мають привести до поліпшення структурного стану ґрунту навесні і зростання, таким чином, стійкості ґрунту до дефляції, тобто, до зменшення небезпеки вітрової ерозії.