



УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **103979**

(13) **U**

(51) МПК

**G01N 33/24** (2006.01)

**G01S 17/89** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки:	<b>u 2015 05971</b>	(72) Винахідник(и):	<b>Куценко Микола Васильович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки:	<b>17.06.2015</b>	(73) Власник(и):	<b>НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР</b>
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель:	<b>12.01.2016</b>		<b>"ІНСТИТУТ ҐРУНТОЗНАВСТВА ТА АГРОХІМІЇ ІМЕНІ О.Н. СОКОЛОВСЬКОГО",</b>
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	<b>12.01.2016, Бюл.№ 1</b>		<b>вул. Чайковська, 4, м. Харків-24, 61024 (UA)</b>

## (54) АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КАРТОГРАФУВАННЯ ТА МІНІМІЗАЦІЇ РИЗИКУ ВОДНОЇ ЕРОЗІЇ

### (57) Реферат:

Автоматизована система картографування та мінімізації ризику водної ерозії включає польові спостереження за проявами ерозійних процесів з визначенням за допомогою GPS координат вершин ерозійних рівчаків, ієрархічне кодування елементів рельєфу, розрахунки й картографування індексу ерозійної небезпеки. Додатково створюють універсальну базу даних (BDV) з векторними файлами вхідної інформації, Mapinfo, оригінальну систему управління BDV (СУБД) для автоматизованої оцінки та картографування ерозійної небезпеки земель з детальним урахуванням рельєфу, протиерозійних рубежів, різних напрямків основного обробітку земель на значних територіях, при цьому для всіх територіальних одиниць і складових оцінки й мінімізації ризику ерозії використовують універсальний принцип кодування географічної інформації, що дає можливість значно заощаджувати трудові витрати на планування протиерозійних заходів, а картограми зберігають з розширенням Geotif для подальшого використання за допомогою польових ГІС у сучасних GPS-приладах та планшетах.

UA 103979 U



Корисна модель належить до сільського господарства та землеустрою, а саме для захисту ґрунтів від ерозії.

Відома автоматизована інформаційна система керування геопросторовими даними [UA № 62561. Автоматизована інформаційна система керування геопросторовими даними "Платформа геопросторових даних"], що включає модуль планування, пристосований для обробки запитів на придбання продуктів геопросторового середовища; модуль придбання, пристосований для придбання об'єктів візуальної, звукової, текстової і геопросторової інформації; виробничий модуль; модуль розповсюдження, пристосований для розповсюдження укомплектованих цифрових відбірок даних середовища та інформації; специфікацію геопросторових даних.

Недоліками способу є те, що дані представлено в вигляді растрових мап, які несуть значну кількість збиткової інформації, потребують значного об'єму пам'яті, істотно ускладнюють математичне моделювання, спрямоване на вирішення прикладних завдань користувачів.

Відомо спосіб зберігання та швидкого визначення висот рельєфу цифрових моделей місцевості [RU № 2326434 Спосіб і система для хранения и быстрого извлечения высотных отметок цифровых моделей местности для использования в системах определения местоположения], що належить до цифрових моделей рельєфу і передбачає визначення та збереження висот у певних стислих порціях, яким приписують індекси. Індекси представляють собою коди адрес чарунок пам'яті, що зберігають відповідні висоти. Спосіб дає можливість ефективно зберігати та визначати висоти точок місцевості.

Недоліком способу є необхідність збереження всієї інформації про висоти в кожній точці растрової моделі, в той час як для практичного використання потрібна лише невелика частка цієї інформації, узагальненої певним чином.

Відомо спосіб картографування ерозійної небезпеки земель [UA № 79888. Спосіб картографування ерозійної небезпеки схилів земель], що включає польові дослідження з визначенням за допомогою північного інтенсивності зливи, а за допомогою GPS - координат вершин ерозійних рівчаків, упорядковане ієрархічне кодування елементів рельєфу та подальші автоматичні розрахунки й картографування значень індексу ерозійної небезпеки за щільною мережею точок при цьому враховують просторову диференціацію водних потоків, протиерозійні рубежі й передбачають автоматичне створення та збереження у базі даних картограми ерозійної небезпеки та легенди до неї.

Недоліками способу є те, що він не враховує вплив культурних рослин та сівозмін на ерозійну небезпеку, а також ерозійну небезпеку, що виникає за борознами оранки і не передбачає геінформаційний супровід мінімізації ризику ерозії.

Найбільш близьким за технічною суттю до заявленого є спосіб картографування ерозійної небезпеки земель та мінімізації ризику ерозії [UA № 93665. Спосіб картографування ерозійної небезпеки земель та мінімізації ризику ерозії], що включає польові дослідження з визначенням за допомогою північного інтенсивності зливи, а за допомогою GPS - координат вершин ерозійних рівчаків, ієрархічне кодування елементів рельєфу, розрахунки й картографування індексу ерозійної небезпеки земель у поперечних перерізах борозен - за кожним з можливих напрямків обробітку та вибір оптимального напрямку обробітку, що має мінімальне середнє значення індексу.

Недоліками способу є те, що він не передбачає одночасне автоматизоване визначення оптимальних напрямків обробітку на декількох ділянках і комплексну оцінку та мінімізацію ризику ерозії з урахуванням сівозмін.

Багаторічні дослідження дозволили нам встановити важливі закономірності ерозійних процесів [Куценко М.В. Геосистемні основи регулювання ерозійно-аккумулятивних процесів: геоморфосистемний аспект [Текст]. - Харків: КП "Міська друкарня", 2012. - 320 с]. Ерозійно-аккумулятивні процеси, внаслідок взаємодії із створюваним ними рельєфом, прагнуть до врівноваженого стану. В природних умовах такий стан досягається завдяки зменшенню поздовжніх ухилів довгих схилів та долин яружно-балкових мереж пропорційно збільшенню витрат водних потоків; скорочення довжини схилів у ході ускладнення структури ерозійного рельєфу; розосередження водних потоків на випуклих вододільних просторах.

Сільськогосподарська діяльність супроводжується зміною технологічних операцій зрощування культурних рослин у просторі й часі, які ненавмисно змінюють умови розвитку ерозійних процесів і штучно підтримують невірноважений стан цих процесів. Значно ускладнює просторову диференціацію процесів водної ерозії штучний перерозподіл поверхневого стоку, обумовлений обробітком земель, лісосмугами, дорожньою мережею, межами земельних ділянок.

Для ефективного захисту земель від ерозії необхідно проводити комплексну оцінку ерозійної небезпеки з метою досягнення максимальної просторової адекватності протиерозійних заходів реальному ризику ерозії.

В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалення системи картографування та мінімізації ризику водної ерозії за рахунок векторного збереження просторової інформації про природні та антропогенні чинники ерозії та створення оригінальних блоків накопичення й управління цією інформацією, що дають можливість здійснювати в автоматичному режимі комплексний моніторинг ерозійної небезпеки та отримувати оптимальне розміщення культур, напрямків обробітку, протиерозійних рубежів з мінімальним ризиком ерозії за умов будь-якої складності просторового розміщення технологічних ділянок господарства.

Поставлена задача досягається тим, що у відомій автоматизованій системі картографування та мінімізації ризику водної ерозії, яка включає польові дослідження, визначення за допомогою GPS координат вершин ерозійних рівчаків та ієрархічно упорядковане кодування елементів рельєфу, розрахунки й картографування індексу ерозійної небезпеки згідно з винахідницьким задумом додатково створюють універсальну базу даних (BDV) з векторними файлами вхідної інформації, Mapinfo, оригінальну систему управління BDV (СУБД) для автоматизованої оцінки та картографування ерозійної небезпеки земель з детальним урахуванням рельєфу, протиерозійних рубежів, різних напрямків основного обробітку земель на значних територіях, при цьому для всіх територіальних одиниць і складових оцінки й мінімізації ризику ерозії використовують універсальний принцип кодування географічної інформації, що дає можливість значно заощаджувати трудові витрати на планування протиерозійних заходів, а картограми зберігають з розширенням Geotif для подальшого використання за допомогою польових ПК у сучасних GPS-приладах та планшетах.

Блок-схему автоматизованої системи картографування та мінімізації ризику водної ерозії наведено на Фіг. 1.

Основу системи складає оригінальна система управління базою даних (СУБД), що служить для перетворення, математичної обробки та збереження географічної інформації у вигляді картограм. Mapinfo забезпечує візуалізацію географічної інформації у ході введення даних і збереження картограм ерозійної небезпеки. Блокнот використовують в якості носія TXT-файлів, для введення та збереження атрибутивної інформації, що служить для впорядкування BDV, діагностики ерозійної небезпеки та креслення легенд картограм, окрім того BDV містить певним чином упорядковані папки. Блок Excel служить для вирішення розподільчих задач ґрунтозахисної оптимізації, ArcPad - вводить картограми для подальшого використання в польових умовах. На Фіг. 2 наведено структурну схему СУБД.

Таблиця 1 пояснює призначення модулів папки IMPORT СУБД.

Таблиця 1

№	Назва	Об'єкт, що імпортується або створюється
1	LS	Лінії стоку
2	VSDMR	Векторна структурна цифрова модель рельєфу
3	CS	Полігони, для яких здійснюють поточну оцінку ризику ерозії
4	PZ	Полігони технологічних ділянок
5	PZS	Полігони певного кроку розподілу сівозмін між ділянками
6	PW	Полігони для визначення оптимального напрямку обробітку
7	LW	Лінії можливих напрямків обробітку
8	R	Протиерозійні рубежі

Призначення модулів папок EXER, ZONER, OPT\_S, OPT\_W СУБД показано в таблиці 2.

Таблиця 2

Назва папки	Назва модуля	Адреса та зміст допоміжного файлу	Результат роботи модуля (адреса та зміст)
1	2	3	4
EXER	EXERM		D:\BDV\EXER\ INiM_j.MIF - картограма індексу ерозійної небезпеки земель, розрахованого з кроком просторової мережі L, для всієї території дослідження (i), з j-м кроком врахування протиерозійних рубежів LGiM_j.MIF - легенда цієї картограми
	EXERMS	D:\BDV\EXER\ Inf_M.TXT: Індекс ерозійної небезпеки земель delta, 1 plt.0.01 rub, 0 vr, 0.18 1,2 ks, 0.3 nh, 0.07 L, 10	D:\BDV\EXER\: IN_i_j - картограма індексу ерозійної небезпеки земель, розрахованого з кроком просторової мережі L, в межах ділянок шару PZi, з j-м кроком врахування протиерозійних рубежів LP_i_j - легенда цієї картограми INSi_j - картограма індексу ерозійної небезпеки земель, розрахованого з кроком просторової мережі L та узагальненого в межах ділянок шару PZi, з j-м кроком врахування протиерозійних рубежів LS_i_j - легенда цієї картограми
ZONER	ZONERS	D:\BDV\EXER\ Inf_M.TXT D:\BDV\ZON_ERZON_ER\TXT: Пар, Пар, 1	D:\BDV\ZON_ER\: 11 kS\$ - картограма індексу ерозійної небезпеки k-го кроку врахування рубежів для сільськогосподарської культури (сівозміни) S\$, розрахованого з кроком просторової мережі L LI kS\$ - легенда до картограми I1_kS\$ I2_kS\$ - картограма індексу ерозійної небезпеки k-го кроку врахування рубежів для сільськогосподарської культури (сівозміни) S\$, узагальненого для ділянок шару PZi L2\ kS\$ - легенда до картограми I2\kS\$
	ZONERD	D:\BDV\EXER\ Inf_M.TXT	I1_i_D - картограма індексу ерозійної небезпеки для господарства (земельного масиву), з умовним номером "i", в точках мережі із диференційованим за технологічними ділянками врахуванням значень коефіцієнту ерозійної небезпеки сільськогосподарських культур або сівозмін L1_i_D - легенда до картограми I1_i_D I2_i_D - картограма індексу ерозійної небезпеки, узагальнена для технологічних ділянок шару PZi L2_i_D - легенда до картограми I2_i_D
OPT_S	OPT_S	D:\BDV\OPT S\ OPT_S.TXT: Польова 1,1500,6.4	D:\BDV\OPTS \: P1_j - картограма індексу ерозійної небезпеки в точках мережі для чорного пару на ділянках поточного кроку ґрунтозахисного розподілу сільськогосподарських культур, з j-м режимом врахування рубежів (При j=0 рубежі не враховують, а при j=1 - враховують) P1_j - легенда картограми P1_j P2J - картограма індексу ерозійної небезпеки, узагальненого для ділянок поточного кроку ґрунтозахисного розподілу сільськогосподарських культур, з j-м режимом врахування рубежів OPT_S.XLS - файл, що містить початкову частину постановки розподільчої задачі оптимального

			ґрунтозахисного розподілу сільськогосподарських культур чи сівозмін між технологічними ділянками
OPTW	OPTW	D:\BDV\OPT W\ INF_W.TXT: Індекс ерозійної небезпеки земель vr, 0.2 1,2 ks, 0.3 n, 0.07 h, 0.2 LI, 0.4 L2, 0.2 L3,10	D:\BDV\OPT_W/q/p/: INDq_p.MIF - картограма індексу ерозійної небезпеки q-ї ділянки шару CS, p-го напрямку обробітку LEGq_p.MIF - легенда до картограми INDq_p.MIF Hq_p.MIF - висоти в точках мережі з кроком заданим у файлі inf W.txt TWq_p.MIF - вододільні точки за напрямком обробітку р TNq_p.MIF - точки тальвегів за напрямком обробітку р PALq_p.MIF - напрямки течії водних потоків за напрямком обробітку р TPq_p.MIF відрізки, на яких очікується переповнення штучних рівчаків r-го напрямку обробітку D:\BDV\OPT_W/q/OPT/: INOq.MIF - картограма індексу ерозійної небезпеки за оптимальним напрямком обробітку q-ї ділянки LEGOq.MIF - легенда до картограми INOq.MIF TPOq.MIF - відрізки, на яких очікується переповнення водою штучних рівчаків оптимального напрямку обробітку

#### Приклад використання

Загальну послідовність роботи автоматизованої системи картографування та мінімізації ризику водної ерозії показано на Фіг. 3.

5 1. Земельним ділянкам господарства приписують умовні номери, яким відповідають кореневі папки BDV.

2. Створюють структуру BDV, зображену на Фіг. 4, в якій корневим папкам відповідають номери земельних масивів. В кожній такій папці, починаючи з 1, створюють по 6 папок, назви яких показано на Фіг. 4.

10 3. Вводять вхідну інформацію у вигляді растрових електронних топографічних карт масштабу 1:10000 до корневих папок BDV відповідних земельних масивів.

4. За допомогою Mapinfo роблять географічну прив'язку карт у проекції Universal Transverse Mercator (WGS 84) (UTM Zone 36, Northern Hemisphere (WGS84)).

15 5. За певними правилами у Mapinfo створюють файли вхідної інформації: LSi.MF, PZiMIF, PZSiMIF, Ri.MIF, PWi.MIF, LWLMIF, сенс яких показано у таблиці 1.

6. З метою автоматичного врахування робочих ділянок їх нумерують за допомогою модуля CS.

7. Створюють TXT-файли з інформацією, зміст якої показано у таблиці 2.

20 8. За допомогою модулів папки IMPORT перетворюють географічну інформацію у TXT-файли прийнятні для математичного обробітку.

9. Використовують модулі папок EXER, ZONER, OPT\_S, OPT\_W для автоматизованого креслення картограм ерозійної небезпеки, локального протиерозійного зонування земель та послідовного вибору найбільш економічних, диференційованих у просторі протиерозійних заходів в залежності від природних умов та господарських потреб (ґрунтозахисна оптимізація просторового розміщення сільськогосподарських культур, напрямків основного обробітку, протиерозійних рубежів).

25 На Фіг. 5 показано результат розміщення 3-х сівозмін з коефіцієнтами ерозійної небезпеки: 1-0,64; 2-0,52; 3-0,35, що зводить ризик водної ерозії до мінімуму, а саме до 1 % від площ ріллі. На Фіг. 6 зображені найбільш ерозійно-безпечні напрямки основного обробітку земельних ділянок: 68, 69, 70, 83, 84. Для кожної ділянки автоматично розраховано та збережено в електронному вигляді картограму оптимального напрямку основного обробітку, оцінку ерозійної небезпеки земель за цим напрямком і легенду оцінки. Ділянки для діагностики обрано користувачем.

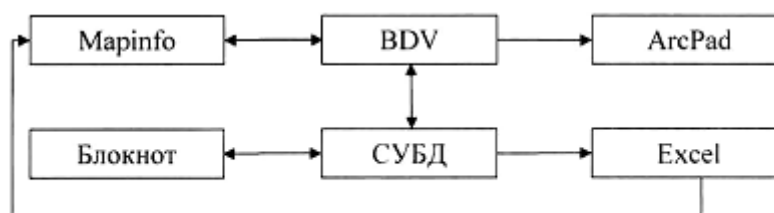
35 Автоматизовану систему картографування та мінімізації ризику водної ерозії можна широко використовувати для комплексної автоматизованої оцінки й картографування ерозійної небезпеки земель з урахуванням сільськогосподарських культур, ґрунтозахисного впорядкування сівозмін та вибору напрямків основного обробітку, що забезпечують мінімальний ризик ерозії земель. Суттєвими перевагами системи перед іншими є: автоматизація складних

розрахунків, що одночасно забезпечують різні складові картографування та мінімізації ризику ерозії на значних територіях з ускладненим рельєфом; адекватність оцінки ерозійної небезпеки, що досягається просторовою детальністю врахування ерозійних факторів; можливість подальшої просторової оптимізації ґрунтозахисних заходів в польових умовах із застосуванням ArcPad у GPS та сучасних планшетах.

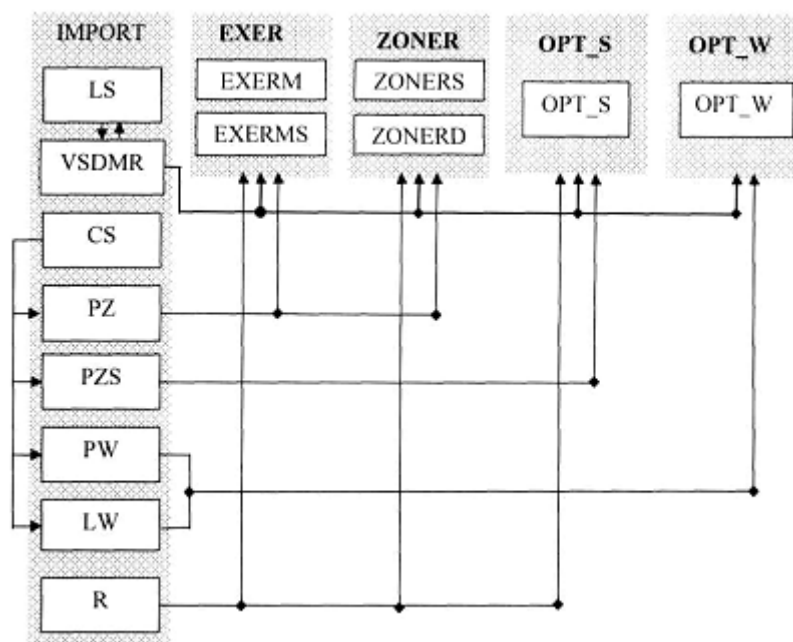
Автоматизована система картографування та мінімізації ризику водної ерозії дозволяє здійснювати детальне картографування та мінімізацію ризику водної ерозії в межах господарств з площами ріллі в тисячі й десятки тисяч гектарів.

## ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

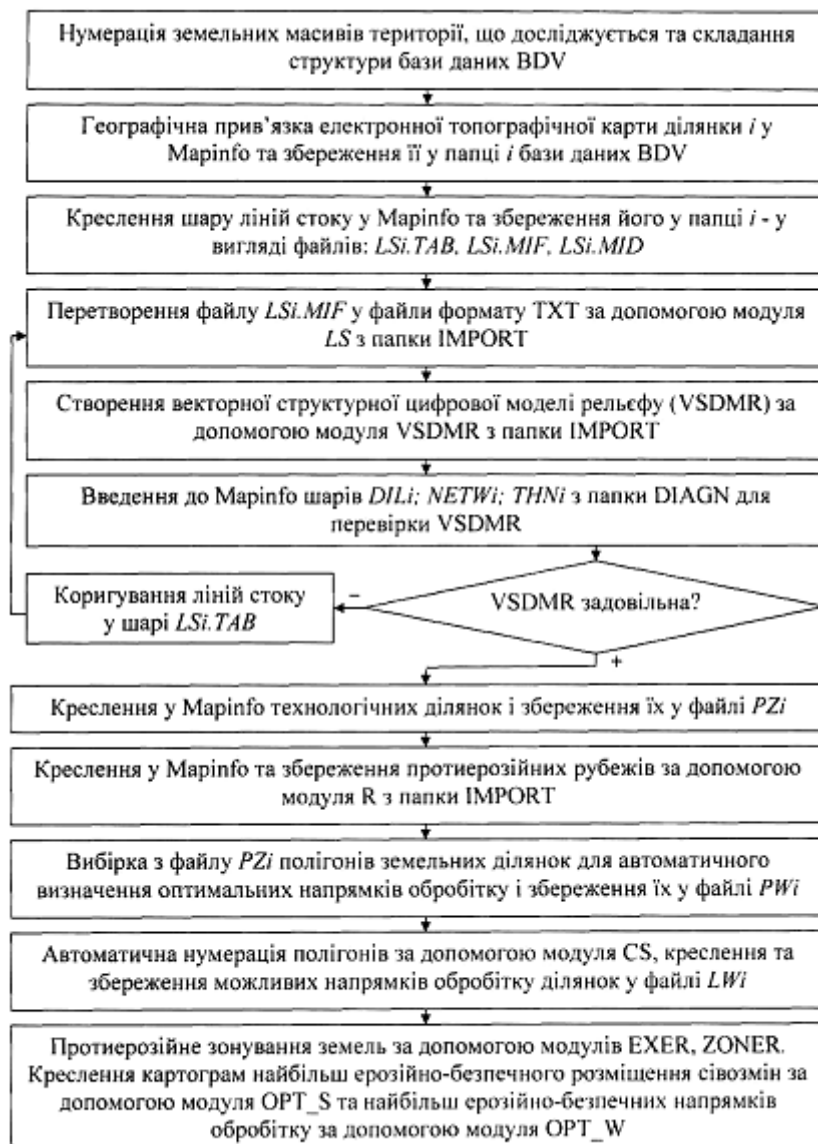
Автоматизована система картографування та мінімізації ризику водної ерозії, що включає польові спостереження за проявами ерозійних процесів з визначенням за допомогою GPS координат вершин ерозійних рівчаків, ієрархічне кодування елементів рельєфу, розрахунки й картографування індексу ерозійної небезпеки, яка **відрізняється** тим, що додатково створюють універсальну базу даних (BDV) з векторними файлами вхідної інформації, Mapinfo, оригінальну систему управління BDV (СУБД) для автоматизованої оцінки та картографування ерозійної небезпеки земель з детальним урахуванням рельєфу, протиерозійних рубежів, різних напрямків основного обробітку земель на значних територіях, при цьому для всіх територіальних одиниць і складових оцінки й мінімізації ризику ерозії використовують універсальний принцип кодування географічної інформації, що дає можливість значно заощаджувати трудові витрати на планування протиерозійних заходів, а картограми зберігають з розширенням Geotif для подальшого використання за допомогою польових ГІС у сучасних GPS-приладах та планшетах.



Фіг. 1

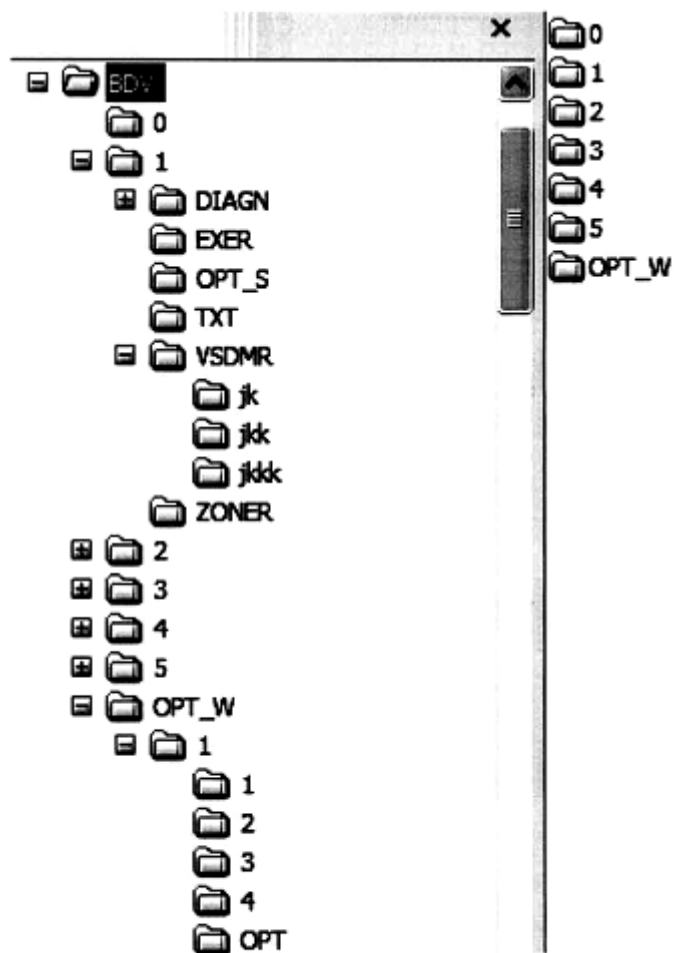


Фіг. 2

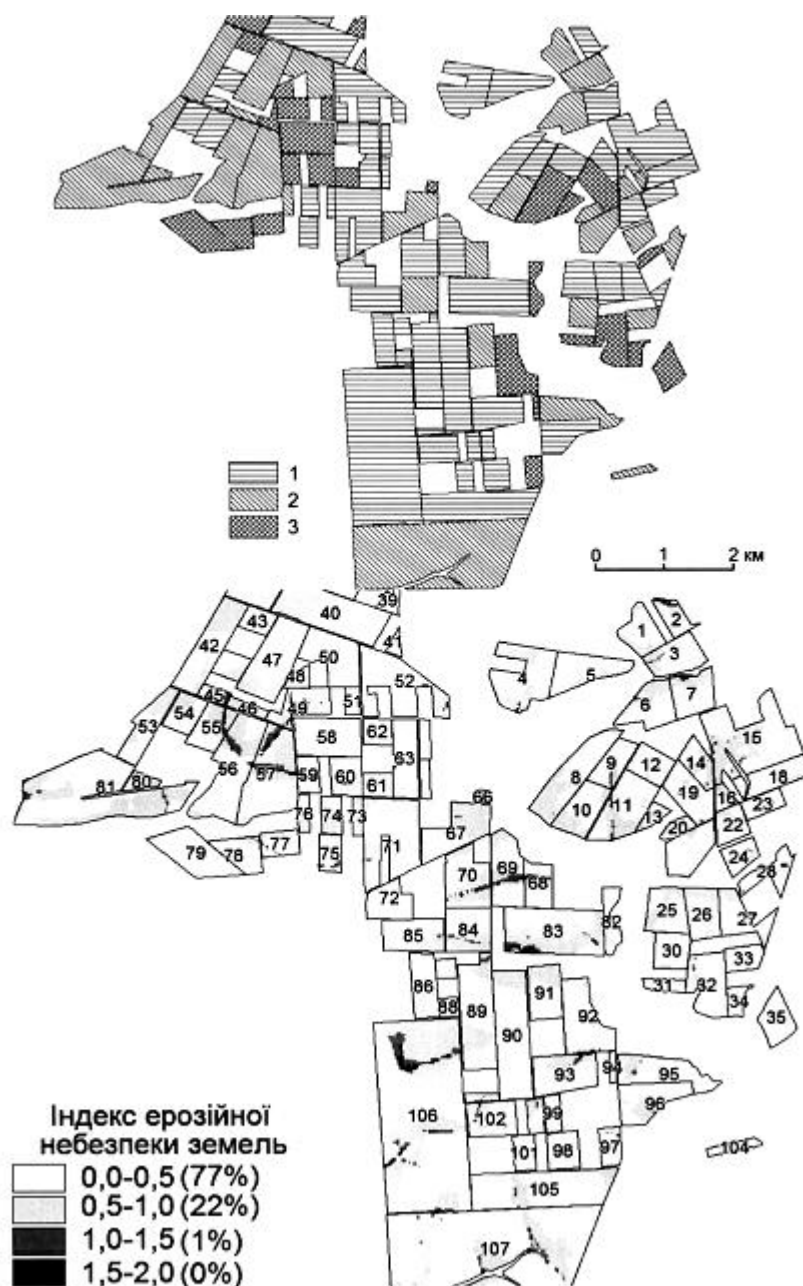


Фіг. 3





Фир. 4



Фір. 5

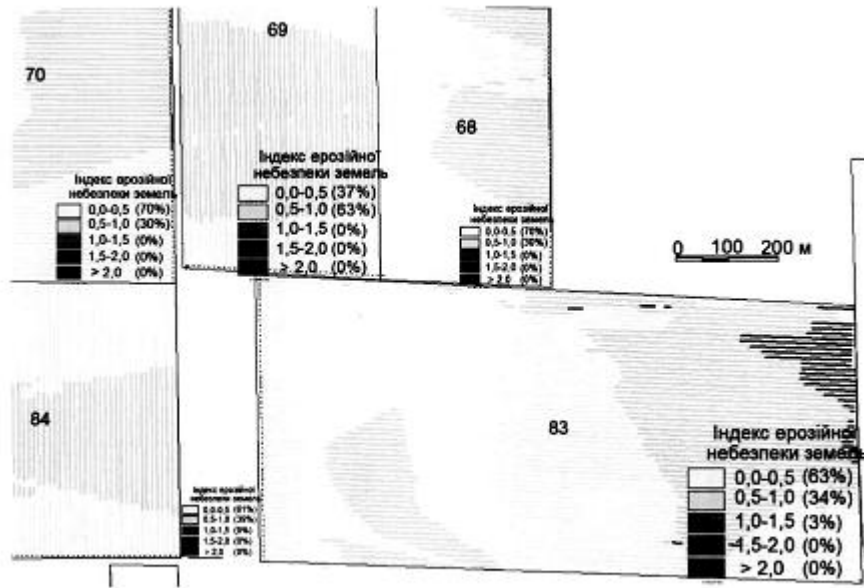


Fig. 6

Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601