



УКРАЇНА

(19) UA (11) 92534 (13) C2  
(51) МПК (2009)  
G01N 33/24  
G01N 5/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЙ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ҐРУНТІ

1

2

(21) а200900727

(22) 02.02.2009

(24) 10.11.2010

(46) 10.11.2010, Бюл.№ 21, 2010 р.

(72) ПЕНДЕРЕЦЬКИЙ ОРЕСТ ВОЛОДИМИРОВИЧ,  
ГОРБІЙЧУК МИХАЙЛО ІВАНОВИЧ, ШУФНАРОВИЧ  
МАР'ЯНА АНТОНІІВНА

(73) ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ

(56) UA 49788 C2; 15.10.2002

SU 1455300 A1; 30.01.1989

RU 2133487 C1; 20.07.1999

RU 2264636 C2; 10.06.2004

RU 2310844 C2; 10.06.2007

DE 4331357 A1; 14.04.1994

JP 2003098085 A; 03.04.2003

US 5133901 A; 28.07.1992

US 5414195 A; 09.05.1995

(57) Спосіб визначення концентрацій важких металів у ґрунті, який включає два етапи: експедиційно-аналітичне накопичення екологічної інформації та екологічне картографування, де на першому етапі за топографічною картою досліджуваної місцевості з певним кроком визначають координати точок, з яких відбирають і аналізують проби ґрунтів з важкими металами  $i$ , після аналітичної обробки отриманої інформації, здійснюють другий етап - складання комплексу екологічних карт, який **відрізняється** тим, що отримані на етапі експедиційно-аналітичного накопичення інформації результати досліджень середнього вмісту кожного з елементів важких металів у земній корі (кларк) та середнього вмісту кожного елемента у ґрунті досліджуваного регіону (регіональний фон) апроксимують за відповідною залежністю за допомогою узагальненої радіальної нейромережі, для чого на вхідний блок, з'єднаний із мережею, подають координати точок відбору проб за такими формулами:

$$x_i = \frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}},$$

$$y_i = \frac{Y_i - Y_{\min}}{Y_{\max} - Y_{\min}},$$

де  $X_i, Y_i$  - координати відбору  $i$ -проби,  $i = \overline{1, N}$ ,

$N$  - кількість відбору проб,

$X_{\min}, Y_{\min}$  - мінімальні значення координат  $X_i, Y_i$ ,  
 $X_{\max}, Y_{\max}$  - максимальні значення координат  
 $X_i, Y_i$ ,

а як навчальну послідовність на вхідний блок мережі подають значення концентрацій кожного з елементів важких металів у ґрунті, які визначають за результатами аналізу проб, взятих з точок з відповідними координатами  $x_i, y_i$ , обчислених за залежністю:

$$Z_i = \frac{C_i - C_{\min}}{C_{\max} - C_{\min}},$$

де  $Z_i$  - дійсне значення концентрації певного елемента у відносних одиницях,

$C_i$  - концентрація певного елемента в  $i$ -пробі,

$C_{\max}$  - максимальна концентрація елемента в  $i$ -пробі,

$C_{\min}$  - мінімальна концентрація елемента в  $i$ -пробі, сформований вхідним блоком сигнал надходить в радіальну нейромережу, в якій накопичуються в процесі навчання знання про головні властивості кожної проби, після чого сигнал надходить у вихідний блок, з'єднаний з мережею, який перераховує відносні величини у розмірні і формує сигнали, відповідні значенню дійсних концентрацій елементів важких металів у ґрунті будь-якої точки місцевості, яку охоплено навченою нейромережею, за формулою:

$$C_{\text{ел}} = Z^* \left( C_{\text{ел}}^{\max} - C_{\text{ел}}^{\min} \right) + C_{\text{ел}}^{\min},$$

де  $C_{\text{ел}}$  - дійсна концентрація у розмірних величинах певного елемента важкого металу у ґрунті для обстежуваної місцевості,

$Z^*$  - отримане за моделлю на виході нейромережі значення концентрації певного елемента у безрозмірних одиницях,

$C_{\text{ел}}^{\max}$  - максимальна концентрація певного елемента у ґрунті для обстежуваної місцевості,

$C_{\text{ел}}^{\min}$  - мінімальна концентрація певного елемента у ґрунті для обстежуваної місцевості,

далі сформовані вихідним блоком сигнали надходять на ПЕОМ, яка згідно з розробленою програ-

(13) C2

(11) 92534

(19) UA

мою формує карту ліній ізоконцентрацій важких металів у ґрунтах як складових екологотехногеохі-

мічних карт обстежуваної місцевості.

Винахід належить до контролю забруднення природного середовища важкими металами і може бути використаний у сільському господарстві, ґрунтознавстві, екологічних дослідженнях, для моделювання забруднення середовища від техногенного навантаження і оцінки екологічної безпеки території.

В теперішніх умовах господарської діяльності для захисту навколишнього середовища необхідні способи і методи, які дозволили б точно і швидко отримати об'єктивну інформацію про забруднення ландшафтів. Особливо це є важливим для ґрунтів, оскільки вони є головним накопичувачем природних та техногенних надходжень хімічних елементів та сполук. Вміст хімічних елементів в техногенно трансформованому ґрунті призводить до комплексної трансформації його біогеохімічних та екологічних параметрів. Незважаючи на те, що ґрунт здатен до біологічного самоочищення, тобто розщеплює і мінералізує відходи, внаслідок фізичного, хімічного, механічного перевантаження механізм самоочищення порушується, що призводить до деградації. Найгірше ґрунти справляються з токсичними хімічними елементами, важкими металами, які накопичуються поблизу промислових джерел викидів, а також поступово розповсюджуються по площі всього ґрунтового покриву. Деякі мікроорганізми ґрунтів можуть перетворювати солі важких металів в інші форми - розчинні або нерозчинні, тим самим впливають на порушення трофічних зв'язків, іноді до повного усунення з ґрунту безхребетних.

Для території України характерно формування системи "повітряні викиди в атмосферу - осадження на поверхні ґрунту". Динамічна рівновага концентрації аерозолів металів та радіонуклідів у приземному шарі забезпечується високою швидкістю їх осадження. Внаслідок цього на поверхні та у верхній зоні ґрунтів (до глибини 0,1 - 0,3м) формуються високі концентрації металів та радіонуклідів - ареали техногенних змін геохімічного поля, які негативно впливають на довкілля і безпеку життєдіяльності людей.

На даний час оцінка поточної екологічної ситуації та екологічного стану довкілля здійснюється за екологічними показниками стану і структури геоекосистем, які необхідно порівняти з нормативними. Ця процедура виконується згідно міжнародних і державних стандартів серії ISO 14000 на рівні державних установ, підприємств, галузі і територій. Процес оцінки екологічного стану довкілля здійснюється на підставі комплексу комп'ютерних екологотехногеохімічних карт як за окремими компонентами довкілля і за окремими елементами-забруднювачами, так і за інтегральною картою. За допомогою таких карт визначають зони екологічної небезпеки різного ступеня: сприятливі, задовільні, напружені, складні, незадовільні, передкризові, критичні, катастрофічні. Така оцінка здійснюється

експертами і носить суб'єктивний характер, що зменшує її достовірність.

Відомий спосіб визначення ступеню забруднення ґрунтів важкими металами [А. С. СССР № 1455300, Бюл. №4. 30.01.89]. Спосіб полягає в наступному.

В обстежуваному техногенному районі відбирають проби ґрунтів із шару товщиною 0,5см на віддалі 0,5 - 20км від границі джерела забруднення з інтервалом 0,5 - 2,0км. Проби звільняють від механічних домішок, розтирають, просіюють через сито з комірками 0,5 - 1мм, кладуть в чашки Петрі. У проби, відібрані на максимальній відстані від джерела забруднення (фонові), вводять різні кількості токсиканта у вигляді водних розчинів або твердих сполук пріоритетного металу для отримання концентрацій металу в ґрунті рівних  $n$  (або  $2n$  кларк), де  $n=0,1,2,3...$

Проби ретельно перемішують, зволожують до пастоподібного стану (на 1кг ґрунту 0,7 - 0,8г води). Потім в кожну чашку Петрі кладуть не менше 24 відрізків однакової довжини 2-3-денних паростків одного із сортів злакової культури і ставлять їх в термостат із температурою 25°C. Через 10-24 год. за допомогою мірної лупи вимірюють довжину кожного відрізка паростка.

Визначають середній приріст відрізків на контрольному ґрунті (цей приріст приймають за 100%) і на кожному з досліджуваних і каліброваних ґрунтів (його визначають в процентах від контролю). За даними, отриманими на штучно забруднених фонових ґрунтах, будують калібрований графік відношення і відносного приросту паростків на досліджуваних і контрольних зразках із попередньо внесеною забруднюючою речовиною, у порівнянні із приростом на контрольних зразках без забруднюючої речовини.

Відомий спосіб біоіндикації дозволяє на протязі однієї доби визначити ступінь забруднення ґрунтів важкими металами. Однак, цей спосіб не дає достовірної оцінки забруднення всієї території і потребує великої кількості аналізів для достовірної оцінки. Крім цього, ґрунтуючись на узагальненні світового матеріалу, техногенна емісія важких металів у атмосферу, а з неї в ґрунти Землі, починаючи з 1983р. перевищила природну. Тому дуже важливим є визначення глобальних характеристик природного вмісту важких металів у ґрунтах (кларків), а також їх регіональних фонових значень, що дозволить провести порівняльний аналіз глобальних та регіональних кларків мікроелементів.

Найбільш близьким до запропонованого є відомий метод екологічного картування компонентів навколишнього середовища в природно-антропогенній геосистемі, які виділяються на основі фізико-географічного районування території. [Адаменко О. М., Рудько Г. І., Консевич Л. М. Екологічне картування. - Івано-Франківськ: Полум'я, 2003]. Метод включав два етапи: експедиційно-

аналітичне накопичення екологічної інформації і складання екологічних карт. Перший етап включає процес збору, аналізу і переробки інформації в польових експедиційних умовах. Екологічне картування містить цілий комплекс експедиційних досліджень екологічного стану літосфери, геофізсфер, геоморсфери та інших компонентів довкілля з польовими маршрутами, складанням еколого-геохімічних профілів, бурінням свердловин, вивченням ґрунтових розрізів, відбором проб гірських порід, вивітрювання ґрунтів і багато інших складових екологічного стану. Вся ця первинна інформація відповідним чином аналізується, систематизується з використанням інформаційних технологій, комп'ютерної техніки та аерокосмічних методів, а вже після цього здійснюються 2-й етап екологічного картування - екологічне картографування - складання екологічних карт, що включають цілий комплекс карт (комп'ютерних екологотехно-геохімічних карт як по окремих компонентах довкілля і окремих елементах-забруднювачах, так і синтетичної (інтегральної) карти).

Регіональний геохімічний фон важких металів в компонентах навколишнього середовища, в т. ч. і в ґрунтах, згідно з відомим методом, визначається на основі експедиційних досліджень, а обробка та узагальнення аналітичного матеріалу з розподілу елементів у ґрунтах проводиться як за допомогою традиційних методів варіаційної статистики в геохімії, так із використанням ПЕОМ. Розрахунки статистичних параметрів регіонального геохімічного фону важких металів у ґрунтах виконуються шляхом визначення максимального, мінімального, середнього арифметичного, середнього логарифмічного і середнього максимального правдоподібного з врахуванням дисперсії розподілу, середньоквадратичного відхилення коефіцієнтів асиметрії, ексцесу Пірсона - критерію Стьюдента і критерію Родіонова. В результаті отримують фоновий вміст елемента в ґрунтах, флукутацію фону, кларк концентрації і коефіцієнт аномальності.

Цей відомий метод дуже громіздкий, потребує значного об'єму фактичного матеріалу і не завжди враховує аномальні точки по всій території між ізолініями концентрації, що є дуже важливим для встановлення всієї території забруднення. До того ж оцінка екологічного стану через коефіцієнти потребує багато аналітичного матеріалу, який характеризує ступінь геохімічної вивченості певної території. Чим більше аналізів ґрунтів, води, повітря, рослинності, тим точніша оцінка екологічного стану ландшафту.

Наприклад, для оцінки придатності ґрунтів вирощувати на них екологічно чисту сільськогосподарську продукцію застосовують еколого-техногеохімічні карти розповсюдження того чи іншого елемента. Вони будуються шляхом нанесення на карту місцевості ліній ізоконцентрацій хімічних елементів, які забруднюють ґрунти. Недоліком такого методу є те, що він дає уявлення лише про середні значення концентрацій, які отримані з певним кроком. Для побудови більш детальної карти і зменшення кроку ізоконцентрацій необхідний більший об'єм експериментального матеріалу.

Задача, що ставилася при створенні даного винаходу - вдосконалення способу визначення концентрацій важких металів у ґрунті, який би дозволив автоматизувати процес картографічного моделювання і, на підставі обробки обмеженої кількості результатів експедиційних досліджень, отримати дійсні значення елементів важких металів у ґрунті для обстежуваної території та побудувати дійсні значення необмеженої кількості ізоліній їх концентрації з меншим кроком, що дозволить визначити аномальний вміст елементів важких металів у будь-якій точці обстежуваного району і тим самим забезпечити отримання достовірної об'єктивної інформації про екологічний стан регіону при одночасному спрощенні способу.

Поставлена задача вирішується завдяки тому, що у способі визначення концентрації важких металів у ґрунті, який складається з двох етапів: експедиційно-аналітичного накопичення екологічної інформації та екологічного картографування, де на першому етапі за топографічною картою досліджуваної місцевості з певним кроком визначають координати точок, з яких відбирають і аналізують проби ґрунтів з важкими металами і, після аналітичної обробки отриманої інформації, здійснюють другий етап - складання комплексу екологічних карт. Згідно з винаходом, отримані на стадії експедиційно-аналітичного накопичення інформації результати досліджень середнього вмісту кожного з елементів важких металів у земній корі (кларк)  $C_k$ , середнього вмісту елемента у ґрунті (регіональний фон)  $C_\phi$ , апроксимують за певною залежністю за допомогою узагальненої радіальної нейромережі, для чого на вхідний блок, з'єднаний з мережею подають координати точок відбору проб за такими формулами:

$$x_i = \frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}},$$

$$y_i = \frac{Y_i - Y_{\min}}{Y_{\max} - Y_{\min}},$$

де  $X_i, Y_i$  - координати відбору  $i$ -проби,  $i = \overline{1, N}$ ;

$N$  - кількість відбору проб;

$X_{\min}, Y_{\min}$  - мінімальні значення координат

$X_i, Y_i$ ;

$X_{\max}, Y_{\max}$  - максимальні значення координат

$X_i, Y_i$ ,

а як навчальну послідовність на вхідний блок мережі подають значення концентрацій кожного з елементів важких металів у ґрунті, що визначаються за результатами аналізу проб, взятих з точок з відповідними координатами  $x_i, y_i$ , обчислених за залежністю:

$$Z_i = \frac{C_i - C_{\min}}{C_{\max} - C_{\min}},$$

де  $Z_i$  - дійсне значення концентрації певного елемента у відносних одиницях;

$C_i$  - концентрація певного елемента в  $i$ -пробі;

$C_{\max}$  - максимальна концентрація елемента в  $i$ -пробі;

$C_{\min}$  - мінімальна концентрація елемента в і-пробі;

сформований вхідним блоком сигнал поступає в радіальну нейромережу, де мережа накопичує в процесі навчання знання про головні властивості кожного елемента, після чого сигнал надходить у вихідний блок, з'єднаний з мережею, який перераховує відносні величини у розмірні і формує сигнали, відповідні значенню дійсних концентрацій елементів важких металів у ґрунті будь-якої точки місцевості, яку охоплено навченою нейромережею, за формулою:

$$C_{\text{ел}} = Z^* \left( C_{\text{ел}}^{\max} - C_{\text{ел}}^{\min} \right) + C_{\text{ел}}^{\min},$$

де  $C_{\text{ел}}$  - дійсна концентрація у розмірних величинах певного елемента важкого металу у ґрунті для обстежуваної території;

$Z^*$  - отримане за моделлю на виході нейромережі значення концентрації певного елемента у безрозмірних одиницях;

$C_{\text{ел}}^{\max}$  - максимальна концентрація певного елемента у ґрунті для обстежуваної території;

$C_{\text{ел}}^{\min}$  - мінімальна концентрація певного елемента у ґрунті для обстежуваної території, сформовані вихідним блоком сигнали надходять на ПЕОМ, де згідно з розробленою програмою, отримують карту ліній ізоконцентрацій важких металів у ґрунтах як складових екологотехногеохімічних карт обстежуваної території.

Узагальнена радіальна мережа завдяки під'єднанні її входу блоку, забезпечує обробку обмеженої кількості експедиційної інформації для подальшого її введення саме в нейромережу для навчання.

Вихідний блок, під'єднаний до мережі, забезпечує перерахунок відносних величин навченої нейромережі у дійсні значення концентрації елементів важких металів у ґрунті. З'єднана з системою нейромережі ПЕОМ забезпечує автоматичне картографічне моделювання із складанням екологічних карт, що дозволяє визначити аномальний вміст важких металів у будь-якій точці обстежуваного району і забезпечити його екологічну безпеку.

Принцип закладений в побудову даного способу, ґрунтується на наступному.

Середній вміст елементів у земній корі (літосфері) називають кларком. Але в кожному регіоні залежно від геологічної будови, типу ґрунтів, географічної зональності, техногенного навантаження та інших чинників існує характерний тільки для цього регіону середній вміст того чи іншого елемента, так званий регіональний фон, який може бути більшим або меншим за кларк. Таким чином, тільки ті вмісти елементів, які перевищують кларк, а потім і фон можуть бути аномальними, а значить, і шкідливими для нормального розвитку геоекосистем.

Аномальний вміст речовини  $C_a$  у ґрунті визначається як:

$$C_a = C_i - C_k - C_{\text{ф}};$$

де  $C_i$  - вміст певного елемента у ґрунті для даної території;

$C_k$  - середній вміст того чи іншого елемента у земній корі (кларк);

$C_{\text{ф}}$  - середній вміст елемента у ґрунті (регіональний фон елемента).

Звідси, щоб елемент вважався аномальним, необхідно, щоб його вміст відповідав умові:

$$C_i > C_k + C_{\text{ф}}.$$

Для визначення  $C_i$  вмісту певного елемента у ґрунті для даної території у будь-якій точці вибраного району необхідно результати експедиційно-аналітичного накопичення інформації апроксимувати певною математичною залежністю:

$$C_i = f(X, Y),$$

де  $X$  і  $Y$  - координати точок відбору проб.

Основна ідея щодо нейромереж полягає в тому, що певні параметри необхідно відрегулювати так, щоб мережа із заданою точністю апроксимувала функціональне перетворення  $C_i \rightarrow (X, Y)$ , що досягається шляхом навчання нейромережі. Одна із проблем, що може виникнути під час навчання нейромережі - це неприйняття, суть якого полягає в тому, що мережа може бути досить добре навчена на навчальній послідовності введених параметрів, тобто середньоквадратичне відхилення між виходом мережі і експериментальними даними має дуже мале значення, але коли введені нові дані, що не входять до навчальної послідовності, похибка стає великою. В цьому ж випадку для усунення несприйнятливості більш ефективно використовувати радіальні мережі, які вимагають більшої кількості нейронів.

Апроксимація залежності  $C_i = f(X, Y)$  за допомогою радіальної нейромережі здійснюється наступним чином. На вхід мережі подають координати точок відбору проб за певними залежностями. Як навчальну послідовність на вхідний блок нейромережі подають значення концентрацій певного елемента у ґрунті, що визначається за результатами аналізу проб, взятих у деякій точці з певними координатами, переведених до безрозмірних одиниць:

$$Z_i = \frac{C_i - C_{\min}}{C_{\max} - C_{\min}},$$

де  $C_i$  - концентрація певного елемента в і-пробі;

$C_{\max}$  - максимальна концентрація елемента в і-пробі;

$C_{\min}$  - мінімальна концентрація елемента в і-пробі.

Сформований вхідним блоком сигнал поступає в радіальну нейромережу, де мережа накопичує в процесі навчання знання про головні властивості кожної проби, далі сигнал надходить на вихідний блок нейромережі, де за відомими значеннями координат будь-якої точки, яку охоплено навченою нейромережею, отримують концентрації певного елемента важкого металу  $Z^*$  у безрозмірних одиницях.

Концентрацію певного елемента важкого металу у ґрунті у розмірних одиницях мг/кг, обчислюють за формулою

$$C_i = C_{\min} + Z_i^* \left( C_{\max} - C_{\min} \right)$$

Отримане значення  $C_i$  дає можливість визначити аномальний вміст певного елемента у будь-якій точці обстежуваного району.

Завдяки властивостям нейронних мереж паралельно обробляти велику кількість інформації, стає можливим одночасно визначити аномальний вміст у ґрунтах всіх елементів важких металів, таких як Pb, As, Hg, F, Mn та інші.

Приклад реалізації способу.

Дослідження проводились на території Галицького району Івано-Франківської області в м.Галичі з околицями в с.Крилос, де найбільш поширені трансформовані ґрунти - так званий культурний шар, в якому знаходяться сліди людської діяльності: будівельне сміття, бита цегла, уламки бетону тощо, в яких зосереджено також механічне, радіаційне, біологічне забруднення. В даному випадку визначали концентрацію міді у ґрунті.

За топографічною картою місцевості визначали її координати, обчислювали безрозмірні значення координат, які подавали на вхід нейромережі. За результатами аналізу проб, взятих в точках з цими координатами, визначали концентрацію

міді в ґрунті, яку також обчислювали в безрозмірних одиницях і подавали на вхід нейромережі. Навчена узагальнена радіальна мережа на виході дає значення концентрації міді у безрозмірних одиницях. Використовуючи формулу:

$$C_{(Cu)}^i = C_{(Cu)}^{\min} + Z_i^* (C_{(Cu)}^{\max} - C_{(Cu)}^{\min})$$

визначають вміст міді у ґрунті в розмірних одиницях.

На Фіг.1 зображений блок-схема для реалізації способу.

На Фіг.2-4 зображено зміну концентрації міді (у відносних одиницях) як функції координат  $x$ ,  $y$ , з якого видно, що просторова поверхня має яскраво виражені піки, що свідчить про неоднорідність розподілу міді у ґрунтах Галицького району.

На Фіг.5 зображена карта ліній ізоконцентрацій міді у ґрунтах Галицького району, побудована згідно з способом.

На таблиці наведені вихідні дані до побудови карти ліній ізоконцентрації міді у ґрунтах Галицького району.

Таблиця

Вихідні дані до побудови карти ліній ізоконцентрацій міді у ґрунтах Галицького району

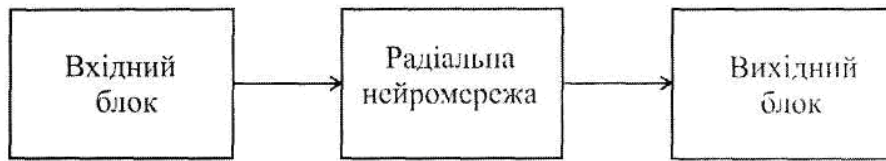
Координати		Концентрації	Координати		Концентрації
X	Y	C, мг/кг	X	Y	C, мг/кг
5325858,27	5466266,94	3,6	5324961,1	5436799,5	0,2
5332343,7	5460434,48	4,9	5325491,5	5435985	3,2
5335520,02	5462751,23	6,1	5326165,9	5435025,8	0,1
5340437,57	5462374,94	0,12	5322336,8	5451218,1	2,7
5321361,26	5452609,92	0,16	5323003,6	5450227,7	1,4
5323630,06	5454281,06	0,24	5323824	5449006,8	0,6
5330956,61	5451263,39	5,6	5324622,1	5447825,7	0,3
5326293,58	5460032,38	6,4	5325485,2	5446547,6	2,8
5334291,53	5454369,61	7,2	5326343,9	5445281	3,7
5339946,9	5450374,32	6,4	5327482,5	5443598,7	0,5
5342525,56	5452477,11	0,16	5328370	5442290,6	0,4
5326990,82	5444471,78	4,5	5328983	5441383,3	2,6
5334424,33	5445903,15	7,1	5329975,6	5439919,7	3,1
5343289,24	5434924,41	4,2	5330859,3	5438618,8	3,6
5334467,87	5443565,94	0,3	5319036,1	5458831,2	3,2
5335779,49	5444258,05	5,4	5320093,6	5457777,3	2,8
5337188,25	5444320,81	0,1	5321592,1	5456284,6	3,9
5338271,47	5444752,59	0,2	5322477,2	5455406,5	2,8
5339434,14	5445035,62	0,5	5323027,6	5454856,3	2,4
5333840,22	5442283,46	0,4	5324635	5453259,6	3,6
5335294,94	5442701,83	0,1	5325531,1	5452375,5	2,9
5336572,72	5443125,84	0,2	5326758,4	5451317	3,1
5338005,29	5443482,19	0,2	5327316,4	5450603,1	2,9
5339674,97	5443720,4	0,1	5328610,3	5449320,7	2,9
5340512,46	5444044,79	0,1	5329533,4	5448402,3	3,4
5336540,94	5442133,4	6,2	5330462,1	5447483,8	6,9
5338480,59	5442705,81	0,3	5331313,7	5446642,1	2,6
5341152,9	5443127,94	0,1	5332113,8	5445848,9	2,8
5337663,12	5441561,5	4,8	5333170	5444809,4	3,3
5338971,33	5441676,45	6,2	5337359,4	5440672,5	4,2
5340558,56	5442027,48	0,4	5339273,9	5438781,5	0,5
5341857,28	5442329,59	0,1	5341676,9	5436418,6	0,4
5338749,77	5439782,97	0,4	5323980,5	5462551,6	1,6

Продовження таблиці

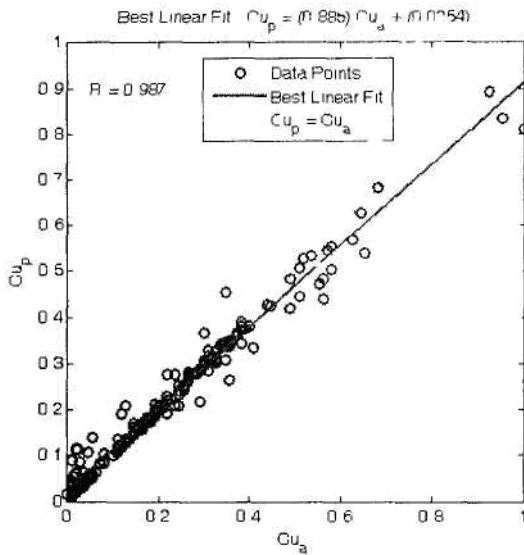
Координати		Концентрації	Координати		Концентрації
X	Y	C, мг/кг	X	Y	C, мг/кг
5339882,51	5439938	0,6	5325266,8	5461089,4	3,3
5341565,79	5440101,91	0,3	5326807,6	5459335,3	3,3
5340580,5	5437521,41	0,3	5328324,4	5457611,9	1,5
5321806,2	5441438	3,9	5329408,9	5456382,3	1,3
5322228,7	5440831,1	0,6	5330569,1	5455062	2,1
5322986	5439721	0,1	5331529,3	5453977	2,8
5323673,3	5438691,3	10,5	5332547,1	5452823,9	1,4
5324389,3	5437633,9	3,9	5333992,1	5451182	2,1
5336910	5447880,3	1,2	5322760,6	5453676,3	2,7
5338508,9	5446080,1	4,2	5324817,9	5455121,2	4,4
5343044,9	5440963,5	3,8	5326455,5	5456273,3	3,6
5344193,3	5439657,8	2,1	5330176,9	5458934,2	1,4
5345573,7	5438117	2	5333432,5	5461249,6	3,7
5346618,2	5436944,2	1,4	5336337,2	5463311,3	1,4
5327421,1	5466961	1,9	5321720,4	5443218,7	3,8
5328287,6	5465806,2	2,9	5323234,4	5444558,6	2,1
5329847,4	5463728,5	1,9	5324678,9	5445834,6	2,2
5330906,6	5462308,6	2,1	5326901,3	5447795,5	2,1
5333490,1	5458872,5	2	5330068,8	5450614,3	5,6
5334615,7	5457377,6	2,2	5331609,5	5451992,4	1,3
5335830,8	5455758,5	0,9	5334970,4	5454992,5	2,4
5336551,4	5454811,1	1,1	5337071,7	5456864,8	3,9
5337567,7	5453453	1,7	5339513,7	5459038	2,7
5338260,2	5452543,6	2,3	5340472,1	5459903,7	2,9
5339074,3	5451468,3	2,1	5341544,3	5460877,1	2,8
5340849,5	5449111,3	3,4	5342615,5	5461828,4	1,9
5342165,3	5447376,6	3,6	5322823,7	5436359	0,1
5343098,6	5446136,2	4,2	5326365,7	5439238,1	3,8
5344408,7	5444409,7	2,1	5327517,9	5440184,3	3,7
5345271,8	5443275,2	0,6	5330872,5	5442931,4	0,4
5346235,4	5442001,5	0,9	5332061,2	5443906,9	4,3
5346823,1	5441221,7	1,1	5335715,9	5446913,5	0,8
5347683,4	5440087,6	2,2	5337974,7	5448752	6,3
5336640,2	5461051,3	2,4	5341220,6	5451434,3	5,4
5337392,4	5459944,1	4,1	5343726	5453474,6	10,17
5338116,6	5458882,1	3,6	5345122,7	5454631,5	1,6
5338563,3	5458204,7	2,9	5346769,1	5455995,8	1,2
5339536,8	5456781,4	1,6	5348058,4	5457067,7	0,6
5340638,3	5455155,2	3,6	5349195	5457989	0,2
5341576,5	5453755,4	3,9	5341171,8	5444575,6	0,2
5343612	5450760	3,6	5342365,2	5445538,3	4,1
5344580,3	5449323,1	3,8	5344280,3	5447101,2	1,7
5345449,7	5448044,1	1,6	5339924,1	5437116,6	0,4
5346547,4	5446419,6	1,4	5341860,5	5438264,5	0,5
5347724,7	5444692,5	3,9	5343168,9	5439047,1	3,6
5348370,8	5443750,3	3,7	5345315,6	5440323,2	1,2
5349145,6	5442610,9	3,3	5350821,5	5443605,5	1,1
5350120,6	5441173,5	3,1	5352534,9	5444637,5	1,3
5317928,5	5457994,4	2,1	5322503,6	5466798,4	3,2
5320709,1	5460091,1	2,4	5323247,1	5464610,4	2,9
5322132,8	5461164,2	3,6	5322760,6	5453676,3	2,7
5325331	5463576,2	2,8	5324817,9	5455121,2	4,4
5326468,2	5464426,5	3,5	5326455,5	5456273,3	3,6
5328575,6	5466022	3,4	5330176,9	5458934,2	1,4
5319467,1	5451342,4	3,3	5333432,5	5461249,6	3,7
5328071,5	5461259,3	2,9	5325708,7	5443638,2	0
5328130,7	5463628,2	1,8	5333098,1	5448232,6	3,8
5328999	5462271,9	2,7	5335823	5453253,8	1,2

Продовження таблиці

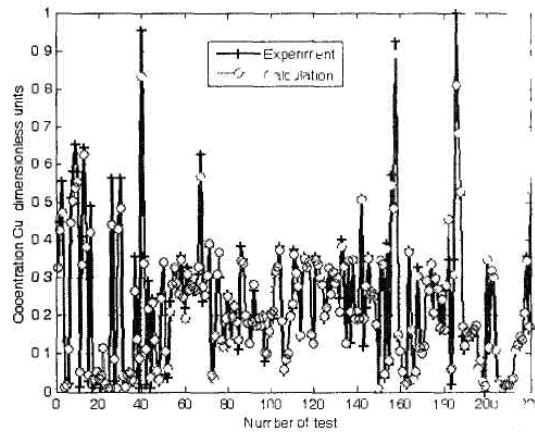
Координати		Концентрації	Координати		Концентрації
X	Y	C, мг/кг	X	Y	C, мг/кг
5331232,8	5465577,8	1,8	5342854,2	5457479,6	3,5
5326749,5	5452652,6	2,9	5344098,9	5460361	3,3
5327736	5453367,5	3,8	5346352,9	5459313,6	1,21
5326484,4	5453894,2	0,21	5346399,1	5457663,9	0,2
5328264,2	5454850,3	0,22	5343447,9	5455509,5	0,3
5327467,7	5455694,9	3,8	5321874,1	5437462,5	0,1
5328263,1	5452671,7	11	5325474,6	5433921	0,2
5329870,6	5452607,1	7,5	5328558,7	5436857,5	0,2
5328665,8	5451307,6	5,7	5332616,7	5440944,9	0,2
5334058	5455714,1	1,6	5339980,1	5446995,2	0,3
5332771,7	5456314,2	1,2	5334225,1	5441461,4	0,4
5333149,3	5457277,7	1,8	5351165,4	5445578,4	1,2
5331855,6	5457383,4	1,6	5349158,6	5445401,4	1,3
5331819	5458610,5	1,7	5353227,2	5439817	1,6
5332662,4	5459057,4	1,6	5352095,1	5442450,1	1,5
5335630,3	5458724,2	1,9	5346814,5	5439122	2,3
5321522,8	5448601,9	0,7	5328290,7	5460067,1	3,9
5321597,6	5445878,5	0,9	5329695,3	5461044	1,8
5319528,7	5439106,2	0,3	5336339	5451486,8	5,9



Фіг.1



Фіг.2



Фіг.3

