

СУЧАСНІ ГЕОГРАФІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДОВКІЛЛЯ

УДК 631.4:445.4

А. Б. АЧАСОВ *, д-р с.х. наук, доц., **Г. В. ТИТЕНКО ****, канд. геогр. наук, доц.
О. В. ВЛАСОВ *, **В. І. КУРІЛОВ ***

**Харківський національний аграрний університет імені В. В. Докучаєва*

*** Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна*

ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ЯК ОСНОВА СУЧАСНОГО КАРТОГРАФУВАННЯ ҐРУНТІВ

Запропоновано шляхи удосконалення методики ґрунтового картографування за рахунок використання геоінформаційних технологій. Наведені результати сумісного використання даних дистанційного зондування та цифрових моделей рельєфу для великомасштабного картографування ґрунтів. Показано, що інтегральне дешифрування цих даних значно підвищує якість створюваних ґрунтових карт за рахунок об'єктивізації одержуваної інформації.

Ключові слова: ґрунт, картографування, дистанційне зондування, цифрова модель рельєфу, геоінформаційна система

Ачасов А. Б., Титенко А. В., Власов А. В., Курилов В. И. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМИ КАК ОСНОВА СОВРЕМЕННОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ПОЧВ

Предложены пути усовершенствования методики почвенного картографирования за счет использования геоинформационных технологий. Приведены результаты совместимого использования данных дистанционного зондирования и цифровых моделей рельефа для крупномасштабного картографирования почв. Показано, что интегральное дешифрирование этих данных значительно повышает качество создаваемых почвенных карт за счет объективизации получаемой информации.

Ключевые слова: почва, картографирование, дистанционное зондирование, цифровая модель рельефа, геоинформационная система

Achasov A. B., Titenko G. V., Vlasov O. V., Kurilov V. I. GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS AS THE BASIS OF MODERN SOIL MAPPING

The ways of improvement of method of the soil drawing a map are offered due to the use of geoinformation technologies. The results of the remote sensing data and digital elevation model combined using for large-scale soil mapping are presented. The integral decoding of this information is considerably improving quality of the created soil maps.

Keywords: soil, mapping, remote sensing, digital elevation model, geoinformation system

Вступ

На сьогодні в Україні найбільш детальним нормативним документом, що регламентує порядок складання ґрунтових карт є «Общесоюзная инструкция по почвенным обследованиям...» (1973). Необхідно відмітити, що на момент складання дана інструкція була зразковою. Навіть зараз, під час стрімкого розвитку нових технологій та методів одержання й аналізу просторової інформації, згадана методика не втратила значущості та залишається базовою в ґрунтовій картографії.

Її головним недоліком вважається відсутність чіткої, кількісно обґрунтованої процедури виділення меж ґрунтових контурів, що призводить до суб'єктивізму при складанні ґрунтової карти та знижує точність останньої. Нанесення ґрунтових кордонів на карту рекомендується виконувати окомірно дотримуючись природних змін рельєфу, гідрографічної мережі, рослинності, тону аерофотознімки і т.ін. [1]. Відзначимо, що вказаний недолік обумовлюється складністю ґрунтового покриву як об'єкту дослідження, що в свою чергу пояснюється низкою об'єктивних причин: 1) ґрунтовий покрив є континуальним утворенням, яке,

як правило, позбавлене чітких природних меж в принципі; 2) ґрунт є «прихованим» об'єктом, повна діагностика якого можлива лише за умов закладки ґрунтового розрізу, що вимагає великих витрат часу та зусиль. При цьому кількість розрізів завжди має бути мінімізована через порушення рослинного та ґрунтового покриву, що також ускладнює інвентаризацію останнього; 3) більшу частину року ґрунтовий покрив вкритий сільськогосподарською рослинністю, що знижує можливість дослідження його структури як дистанційними методами так і методами фітоіндикації.

Удосконалення діючої методики можливо в першу чергу за рахунок широкого застосування сучасних методів досліджень, зокрема: дистанційного зондування Землі, систем автоматизованого картографування, геоінформаційного аналізу рельєфу, геостатистики і т.ін. Фокусом всіх цих новітніх технологій має бути геоінформаційна система (ГІС), яка дозволяє не лише прискорювати процес створення та корегування карт, але, що найбільш важливо, створювати принципово нові продукти – цифрові ґрунтові карти (ЦГК). Переваги цифрових карт над звичайними паперовими картографічними матеріалами загально відомі, відмітимо лише, що сам процес побудови ЦГК засновуватиметься вже на кількісних об'єктивних засадах.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Прикладів досліджень ґрунтового покриву за допомогою сучасних геоінформаційних технологій існує вже достатньо як за кордоном, так і в Україні [2,3,4]. На нашу думку, найбільш перспективними з них є ті, що спрямовані на інтегральний аналіз різнопланової інформації, зокрема ДДЗ та топографічних карт, які є основними джерелами просторової інформації про структуру ґрунтового покриву.

При цьому якщо аерокосмічні матеріали надають інформацію про параметри ґрунтового покриву, які пов'язані з оптичними властивостями поверхні ґрунтів, то топографічні карти дозволяють прогнозувати структуру ґрунтового покриву виходячи з аналізу впливу рельєфу на розвиток певних елементарних ґрунтових процесів. Наведемо стислий перелік публікацій з цього напрямку.

Horvath ті ін. [5] на прикладі дешифрування даних КА Landsat на територію штату Аризона встановили, що виділені 12

спектральних класів (ареалів) добре корелюють з такими показниками, як материнська порода, крутість та експозиція схилу. Автори визначають, що складені за результатами досліджень картографічні матеріали є лише додатковими до звичайних ґрунтових карт. Lee та ін. [6] комбінували дані КА Landsat з параметрами цифрової моделі рельєфу для дослідження ґрунтових характеристик в умовах складного рельєфу південної частини штату Вісконсін (Wisconsin). Ними було встановлено, що одержана в ході роботи просторова ґрунтова класифікація на 72% збігається із середньомасштабною ґрунтовою картою. У роботі [7] показано, що використання ЦМР дозволяє покращити процедуру виділення меж ґрунтових ареалів за результатами дешифрування знімків КА Landsat і SPOT. Sharmaa зі співавторами [8] вказують, що врахування геоморфологічної неоднорідності території, яка визначається за допомогою ЦМР, разом з індексом вегетації, що визначається дистанційно, значно покращують результати ґрунтового картографування.

Amesskamp і Lamp вказують, що сумісне використання топографічних даних разом із матеріалами дистанційного зондування й традиційними картами мають бути основою сучасної земельної геоінформаційної бази Німеччини [9]. Hengl і Rossiter [10] наводять приклад сумісного використання даних ДЗ та ЦМР при створенні ґрунтових картографічних матеріалів для району Хорватії загальною площею 1062 км². За даними ДЗ виділялися однорідні ґрунтоволандшафтні ділянки, які в подальшому порівнювалися з картосхемами окремих параметрів рельєфу. У висновках відмічається доцільність такого підходу. Аналогічний підхід було використано в роботі [11] для створення дрібномасштабної карти ґрунтів одного з регіонів Угорщини.

Відмітимо, що більша частина публікацій стосуються дрібномасштабного картографування ґрунтів і встановлення окремих статистичних залежностей між даними ЦМР і ДЗ із параметрами ґрунтового покриву.

Метою статті є демонстрація можливостей коригування матеріалів крупномасштабних ґрунтових обстежень на засадах кількісного аналізу топографічних і аерокосмічних матеріалів в геоінформаційній системі.

Методи досліджень

Дослідження проводились в 2009-2012 рр на території Липкуватівського аграрного коледжу Нововодолазького району Харківської області. На попередньому етапі були зібрані такі картографічні матеріали: архівна ґрунтова карта 1960 р. (масштаб 1:10000), топографічна карта (масштаб 1:10000), а також аерокосмічні знімки з роздільною здатністю не менш 10 м, (сервіс GoogleEarth). Всі вони були прив'язані до географічної системи координат в ГІС TNTmips. На основі вказаних матеріалів надалі була створена база геоданих «Липкуватівка», яка складалась як векторних так і растрових шарів.

Польові дослідження, проводились згідно існуючим методикам. Було встанов-

лено, що ґрунтовий покрив досліджуваної території представлений в основному чорноземами типовими та опідзоленими важкосуглинковими різного ступеня еродованості.

Для демонстрації картографування ґрунтів з використанням новітніх технологій було обрано поле площею 20 га, яке на архівній ґрунтовій карті характеризувалось одним ґрунтовим виділом – чорнозем слабореґрадований важкосуглинковий на лесових породах. В результаті польових досліджень на цьому полі було закладено та описано 2 розрізи і 2 прикопки. Всі вони прив'язувались до системи географічних координат за допомогою приладу GPS.

Результати досліджень та їх обговорення

Аналіз ЦМР показав, що поле розташовано на плакорі, при цьому середній ухил не перевищує 1,5°. Тобто згідно існуючої методики така невелика територія, яка характеризується простим рельєфом, однорідними материнськими породами, відсутністю впливу підґрунтових вод, може при обстеженні характеризуватись лише прикопками. Вірогідно саме так вважали й укладачі архівної ґрунтової карти, згідно якій на полі не відмічено жодного ґрунтового розрізу.

В той же час візуальний аналіз космічного знімку довів, що поле є дуже строкатим за яскравістю відкритої поверхні ґрунту (рис.1а). При цьому за результатами кластерного аналізу космічного зображення (рис.1б) було встановлено, що строкатість має чітко виражену просторову структуру, що свідчить про зміни в забарвленні самого ґрунту, а не, скажемо, про вплив якихось технологічних операцій.

Польове обстеження показало, що виділ 1 (рис.1б) представлений чорноземами реґрадованими незмитими, виділ 2 – чорноземами опідзоленими слабозмитими, виділ 3 – темно-сірими опідзоленими слабозмитими ґрунтами. Крім того, в північно-східній частині поля (виділ 2) було зафіксовано намиті ґрунти, які займають невелику територію і не виділяються по матеріалах космічної зйомки.

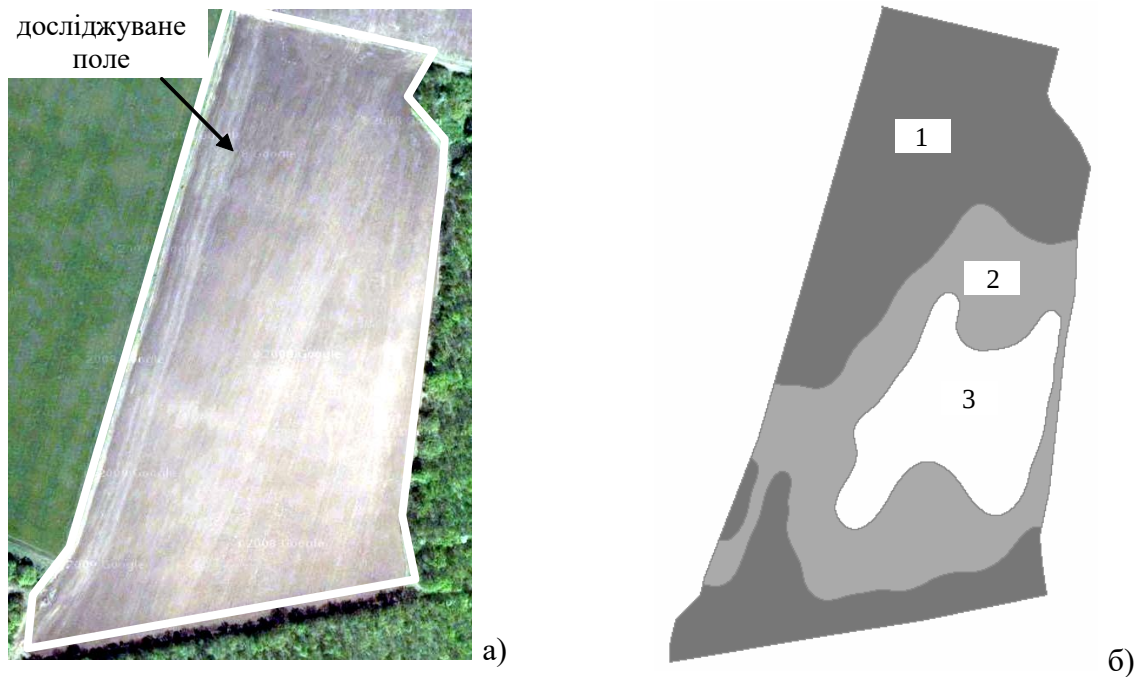
Така складна структура ґрунтового покриву для невеликого поля може бути пояснена двома основними процесами – опідзолюванням ґрунтів під впливом лісової рослинності, яка вочевидь займала в різний час різну площу даної території, та

давніми процесами ерозії, які вирували на цій території ще до проведення топографічної зйомки. Можна припустити, що раніше рельєф місцевості був більш складний, з вираженою западиною в північно-східній частині, яка надалі була замулена і вирівняна. Непрямим підтвердженням цього є прояв продовження цієї западини у вигляді яру в лісі, що оточує поле зі сходу і півдня, а також помітні наслідки сильної ерозії, які характерні для всієї території Липкуватівського аграрного коледжу.

Подальшим розвитком питання інтегрального дешифрування ДДЗ і ЦМР при проведенні ґрунтового картографування може бути кількісний аналіз ґрунтоутворюючого потенціалу місцевості згідно [12] та оцінка ерозійної деградації ґрунту шляхом порівняння первинного стану ґрунтів (за ЦМР) та їх сучасного стану (за ДДЗ).

Для підтвердження попередніх висновків щодо спектральної неоднорідності ґрунтового покриву досліджуваного поля була побудована картограма вмісту гумусу (Н) в верхньому шарі ґрунту, оскільки саме Н є головним чинником кольорової варіабельності лісостепових ґрунтів.

Для детальних досліджень на обраному полі був проведений відбір зразків ґрунту з шару 0-10 см за регулярною сіткою з кроком 50 м. Всього було відібрано 42 зразка, які висушувалися до повітряно-сухого стану, після чого подрібнювались до розміру 0,25 мм. Надалі проводилось фотографування зразків ґрунту за допомогою цифрової камери CanonA530 згідно розробленої раніше методики [13]. В результаті



а) оригінальне, б) після обробки кластерним аналізом
Рис. – Космічні зображення досліджуваного поля

забарвлення кожного зразка було охарактеризовано трьома коефіцієнтами спектральної яскравості (КСЯ) в червоному, зеленому і синьому діапазоні електромагнітного спектру. Крім цього в ГІС TNTmips було проведено визначення яскравості (Я) космічного знімку з високою роздільною здатністю даного поля (сервіс GoogleEarth) по всіх точках відбору проб в трьох вищевказаних діапазонах спектру.

Статистичний аналіз (табл.) кількісних характеристик забарвлення ґрунту підтвердив відомий факт, що колір ґрунтів чорноземного ґабітусу в першу чергу зале-

жить від вмісту гумусу. Результати кореляційного аналізу свідчать, що Н в обох випадках неконтактних спектрофотометричних вимірів найтісніше корелює з даними червоного діапазону. Слід відзначити, що результати польової фотометрії більш інформативні щодо індикації Н в порівнянні з космічною зйомкою – коефіцієнти кореляції становлять відповідно $r = -0,94$ і $r = -0,86$. Це не дивно враховуючи неможливість врахування при космічному зондуванні всіх факторів, що впливають на оптичні властивості поверхні ґрунту.

Таблиця

Результати кореляційного аналізу

	K_R	K_G	K_B	Н	Р	Г	В
K_R	1,00	0,90	0,98	-0,94	0,89	0,89	0,79
K_G	0,90	1,00	0,92	-0,82	0,76	0,76	0,64
K_B	0,98	0,92	1,00	-0,91	0,83	0,84	0,72
Н	-0,94	-0,82	-0,91	1,00	-0,86	-0,84	-0,86
Р	0,89	0,76	0,83	-0,86	1,00	0,99	0,94
Г	0,89	0,76	0,84	-0,84	0,99	1,00	0,95
В	0,79	0,64	0,72	-0,87	0,94	0,95	1,00

Примітка: K_R – КСЯ в червоному діапазоні; K_G – КСЯ в зеленому діапазоні; K_B – КСЯ в синьому діапазоні; Н – вміст гумусу; Р – Я в червоному діапазоні, Г – Я в зеленому каналі, В – Я в синьому діапазоні.

До інших цікавих результатів аналізу слід віднести тісну взаємозалежність між даними космічної та наземної фотометрії.

Кореляція між спектральними діапазонами коливається в межах 0,64-0,89. При цьому найкращий зв'язок спостерігається між да-

ними червоного діапазону, що дозволяє рекомендувати його як оптимальний інформаційно-технологічний вибір.

Подальший статистичний аналіз дозволив встановити регресійну залежність вмісту гумусу в ґрунті від його яскравості на космічному знімку:

$$H = 9,933 - 0,0563 \cdot R \quad (1)$$

Рівняння характеризується високим коефіцієнтом кореляції ($r = -0,86$), описує варіабельність H на 74% і може бути використано для дистанційної індикації гумусованості ґрунтового покриття. Надалі згідно одержаному рівнянню методом геоформульного перетворення космічного знімку була отримана відповідна картограма для ґрунтів досліджуваного поля.

Космічні методи дослідження ґрунтів дозволяють максимально об'єктивно оцінити просторову неоднорідність ґрунтового покриття, але їх використання в умовах сучасної української науки дуже часто лімітується поєднанням природних та економічних факторів. Зокрема, хронічний брак коштів не дозволяє замовляти знімки на оптимальний з точки зору ґрунтознавства те-

рмін, коли ґрунт досліджуваної території не вкритий рослинністю та перебуває у повітряно-сухому стані. У випадку коли використання дистанційного зондування неможливо за різними причинами, альтернативою буде застосування методу польової фотометрії, який ґрунтується на використанні цифрових фотокамер.

Згідно одержаних нами даних залежність між вмістом гумусу та коефіцієнтами спектральної яскравості в червоному діапазоні описується наступною формулою:

$$H = 9,6479 - 1,1215 \cdot K_R, \quad (2)$$

Коефіцієнт кореляції дорівнює $r = -0,94$, що доводить більш високу точність даної математичної моделі в порівнянні з попередньої.

Перехід від дискретної інформації до континуальної проводився за допомогою методу кригінгу, який дозволяє аналізувати просторову структуру досліджуваної змінної та будувати відповідні квазіповерхні. Відмітимо, що за даними Д.І. Бідолаха [14] вартість визначення вмісту гумусу з використанням цифрової фотокамери в 13,7 раз нижче за традиційні аналітичні методи.

Висновки

Сумісне використання даних дистанційного зондування та цифрових моделей рельєфу дозволяє значно підвищити якість створюваних ґрунтових карт за рахунок об'єктивізації одержуваної інформації. Космічна зйомка має обов'язково використовуватись при великомасштабному картографуванні ґрунтів як основне джерело отримання кількісної просторової інформації про ґрунтовий покрив.

Підтверджено тісну залежність між забарвленням ґрунту та вмістом в ньому гумусу. Цей факт дозволяє рекомендувати технології реєстрації оптичних властивостей ґрунтів для створення ґрунтових картографічних матеріалів. При цьому матеріали космічної зйомки можуть бути замінені зв'язкою «дані польової фотометрії + геостатистичні методи обробки».

Література

1. Общесоюзная инструкция по крупномасштабным почвенным и агрохимическим исследованиям территории колхозов и совхозов и по составлению почвенных карт территорий производственных колхозно-совхозных управлений : Утв. министерством сель. хоз-ва СССР 26. 02. 1964 : М-во сель. хоз-ва СССР. – М.: Колос, 1964. – 112 с.
2. Ачасов А. Б. Возможности современных методов одержания просторової інформації про параметри ґрунтів [Електронний ресурс] / А. Б. Ачасов // Наукові доповіді НАУ. — 2007. — № 2. — С. 1 – 7. — Режим доступу до журн.: <http://www.nbu.gov.ua/e-Journals/nd/2007-2/07aabasc.pdf>
3. Сорокина Н.П. Опыт цифрового картографирования структуры почвенного покрова / Сорокина Н. П., Козлов Д.Н. // Почвоведение. — 2009. — № 2. — С.1–14.
4. Sharmaa S. K., Mohanty B. P., Zhuc J.

- Including Topography and Vegetation Attributes for Developing Pedotransfer Functions // Soil Sci Soc Am J 70:1430 – 1440 (2006)
5. Horvath, E. H., Post, D. F., and Kelsey, J. B., 1984. The relationships of Landsat digital data to the properties of Arizona range lands. Soil Science Society of America Journal. 48, 1331 – 1334.
6. Lee, K., Lee, G. B., and Tyler, E. J., 1988a. Thematic mapper and digital elevation modelling of soil characteristics in hilly terrain. Soil Science Society of America Journal. 52, 1104 – 1107.
7. Su H., Ransom M. D., Kanemasu E. T., 1989. Detecting soil information on a native prairie using Landsat TM and SPOT satellite data. // Soil Science Society of America Journal. 53, 1479 – 1483.
8. Sharmaa S. K., Mohanty B. P., Zhuc J. Including Topography and Vegetation Attributes for Developing Pedotransfer Functions // Soil Sci Soc Am

J 70:1430 – 1440 (2006).

9. Amesskamp M., Lamp J. Three-dimensional soil prediction: fuzzy rules and a GIS / Land information systems: development for planning the sustainable use of land resources. – Ispra: The European Soil Bureau. –1998.

10. Hengl T., Rossiter D. Supervised Landform Classification to Enhance and Replace Photo – Interpretation in Semi – Detailed Soil Survey // Sci. Soc. Am. J. 67:1810 – 1822 (2003).

11. Dobos E., Micheli E., Baumgardner M. F., Biehl L., Helt T. Use of combined digital elevation model and satellite radiometric data for regional soil mapping // Geoderma. 2000. V. 97. P. 367–391.

12. Ачасов А. Б. Деякі аспекти формалізації гідротермічних умов ґрунтоутворення / А. Б. Ачасов // Вісник аграрної науки. – 2006. – № 9. – С. 17 – 21.

13. Деклараційний патент на корисну модель № 4582, Україна, 7 G 01 N 33/24. Спосіб визначення вмісту гумусу в ґрунті / Булигін С. Ю., Ачасов А. Б., Бідолах Д. І. та ін (Україна); власник – Національний аграрний університет. – № 20040604549; заявл. 11.06.2004; опубл. 17.01.2005; Бюл. № 1.

14. Бідолах Д.І. Геоінформаційне картографування ґрунтів неконтактними методами на прикладі лівобережної низинної провінції Лісостепу України: автореф. дис... канд. с.-г. наук: 06.01. / Д. І. Бідолах; НАУ – К., 2008. – 20 с.

Надійшла до редколегії 7.05.2014

УДК 512.14:612.06

В. П. ДМИТРИКОВ, д-р хім. наук, проф.

Полтавська державна аграрна академія
вул. Сковороди, 1/3, Полтава, 36003.
E-mail: dmvp1@mail.ru

В. В. НИКИФОРОВ, д-р біол. наук, проф.

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева, 20, Кременчук, 39600.
E-mail: v-nik@kdu.edu.ua

БІОКОРЕКТУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ МОНІТОРИНГУ ПРИРОДНИХ СЕРЕДОВИЩ

Проаналізовано вплив біокоректування результатів визначень, отриманих в результаті багатофункціонального моніторингу природних середовищ. Для збільшення вірогідності результатів моніторингу поєднують методи біоіндикації та біотестування з фізико-хімічними методами і математичним моделюванням. При визначенні надмалих кількостей забруднень доцільно додатково використовувати факторний аналіз різних модифікацій.

Ключові слова: біоіндикація, біотестування, забруднення, математичне моделювання, навколишнє середовище, екологічний моніторинг

Дмитриков В. П., Никифоров В. В., БИОКОРРЕКТИРОВКА РЕЗУЛЬТАТОВ МОНИТОРИНГА ПРИРОДНЫХ СРЕД

Проанализировано влияние биокорректировки результатов определений, полученных в результате многофункционального мониторинга природных сред. Для увеличения достоверности результатов мониторинга сочетают методы биоиндикации и биотестирования с физико-химическими методами и математическим моделированием. При определении сверхмалых количеств загрязнений целесообразно дополнительно использовать факторный анализ различных модификаций.

Ключевые слова: биоиндикация, биотестирование, загрязнения, математическое моделирование, окружающая среда, экологический мониторинг

Dmitrikov V. P., Nykyforov V. V. BIOCORRECTION OF NATURAL ENVIRONMENTS MONITORING RESULTS

Influencing of biocorrection of determination results obtained via multifunction monitoring of natural environments was analyzed. For the increase of authenticity of monitoring results, it is necessary to combine the methods of bioindication and biotesting with physical and chemical methods, and mathematical design as well. While determining the supersmall contamination amounts it is expedient, additionally, to utilize the factor analysis of different modifications.

Key words: bioindication, biotesting, pollutants, mathematical modelling, environment, ecological monitoring