

ISSN 1992-4224

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
імені В. Н. КАРАЗІНА

**ЛЮДИНА  
ТА  
ДОВКІЛЛЯ**

**ПРОБЛЕМИ НЕОЕКОЛОГІЇ**

---

**№ 1 – 2**

Харків  
2015

# Людина та довкілля

## Проблеми неоекології

Науковий журнал  
Харківського  
національного  
університету  
імені В. Н. Каразіна  
Заснований 1999 р.

2 0 1 5

№ 1 – 2

Засновник  
Харківський  
національний  
університет  
імені В. Н. Каразіна  
Випуск 23

Затверджено до друку рішенням Вченої ради Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна (протокол № 7 від 01.07.15 р.)

### Редакційна колегія:

Крайнюков О. М., д-р геогр. наук, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, (головний редактор);

Тітенко Г. В., канд. геогр. наук, доц., Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, (заступник головного редактора);

Костріков С. В., д-р геогр. наук, проф., Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна;

Максименко Н. В., канд. геогр. наук, доц., Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна;

Некос А. Н., д-р геогр. наук, проф., Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна;

Пересадько В. А., д-р геогр. наук, проф., Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна;

Черваньов І. Г., д-р техн. наук, проф., Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна;

Шкорбатюв Ю. Г., д-р біол. наук, с.н.с., Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна;

Ачасов А. Б., д-р сільгосп. наук, проф., Харківський національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва;

Балюк С. А., д-р сільгосп. наук, проф., ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського»;

Гриценко А. В., д-р геогр. наук, проф., НДУ «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем»;

Крайнюкова А. М., д-р біол. наук, проф., НДУ «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем»;

Кіосопулос Дж., д-р філософії, університет Пантеон, Афіни, Греція;

Московкін В. М., д-р геогр. наук, проф., Белгородський державний університет, Росія;

Нахтнебель Х.-П., проф., університет природних ресурсів та прикладних наук – ВОРУ, Австрія;

Баскакова Л. В., ст. наук. співр., Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,

(відповідальний секретар).

Адреса редакційної колегії: 61022, Харків, майдан Свободи, 6,

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, екологічний факультет, кімн. 477

Тел. 057-707-53-86, e-mail: [ecology\\_journal@karazin.ua](mailto:ecology_journal@karazin.ua)

[http://journals.urau.ua/ludina\\_dov](http://journals.urau.ua/ludina_dov)

[www-ecology.univer.kharkov.ua](http://www-ecology.univer.kharkov.ua)

*Вміщено результати досліджень з теоретичних та практичних проблем екології та географії, екологічної освіти, екологічних проблем міських систем, проблем впливу на природне середовище та його еколого-економічних наслідків та ін.*

*Для науковців і фахівців-екологів, а також викладачів, аспірантів, магістрів і студентів вищих навчальних закладів*

Results of researches on theoretical and practical problems of ecology and geography, ecological education, environmental problems of city systems, problems of influence on the natural environment and its ecological-economic consequences contain.

For scientific workers and specialists-environmentalists, and also teachers, graduate students, master's degrees and students of higher educational establishments

Статті пройшли внутрішнє та зовнішнє рецензування

МАТЕРІАЛИ ДРУКУЮТЬСЯ МОВОЮ ОРИГІНАЛУ

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 5097 від 03.05.2001

© Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, оформлення, 2015

## ЗМІСТ

### Сучасні географічні та екологічні дослідження довкілля

<b>Костріков С. В.</b> Вибірки та запити як базові ГІС-операції при вирішенні геоекологічних задач.....	9
<b>Ачасов А. Б., Ачасова А. О., Селіверстов О. Ю., Сєдов А. О., Товстокорий О. В.</b> Використання геоінформаційних технологій для оцінки просторової неоднорідності вологості орних ґрунтів.....	18
<b>Холопцев О. В., Нікіфорова М. П.</b> Атмосферна циркуляція в Північній півкулі Землі та арктична осциляція (рос.) .....	24
<b>Тітенко Г. В., Клещ А. А.</b> Особливості геохімічної міграції елементів та сполук у природних та природно-антропогенних комплексах річкової долини р. Лопань .....	35
<b>Карпець К. М.</b> Щодо моделювання руслових витрат під час підвищення водності річки.....	46
<b>Лісняк А. А.</b> Методичні основи оцінювання екологічного ризику деградації ґрунтового покриву (рос.).....	50
<b>Максименко Н. В., Добронос А. М., Воронін В. О.</b> Просторово-часові зміни ландшафтів Васищівського лісництва і прилеглих територій.....	55
<b>Квартенко Р. О.</b> Шляхи оптимізації територіальної організації НПП «Слобожанський» на ландшафтній основі.....	62
<b>Пархоменко О. Г.</b> Оцінка екологічного стану ландшафтів великого Ходосівського городища на Київщині (палеопедологічний аспект).....	70
<b>Коцюба А. І.</b> Особливості збереження спелесто-рекреаційних об'єктів міста Києва.....	77
<b>А н т р о п о г е н н и й   в п л и в   н а   п р и р о д н е   с е р е д о в и щ е</b>	
<b>Гриценко А. В., Крайнюков О. М.</b> Дослідження взаємозв'язку між рівнями токсичності і компонентним складом стічних вод.....	84
<b>Агапова О. Л.</b> Альтернативні енергетичні ресурси як об'єкт картографування.....	95
<b>Жук В. М., Коробкова Г. В.</b> Інтегральна оцінка сучасного якісного стану Р. Сіверський Донець у межах Харківської області.....	103
<b>Боярин М. В., Савчук Л. А.</b> Оцінка ступеня придатності озер Турійського району для цілей рекреації.....	110
<b>Койнова І. Б., Штойко Р. І.</b> Геоекологічні загрози поширення борщівника Сосновського на території Турківського району Львівської області .....	115

<i>Кулик М. І.</i> Утилізація відпрацьованих моторних мастил: еколого-економічний аспект.....	122
--	-----

**Екологічна та географічна освіта**

<i>Мусієздов О. О., Лісовенко Д. О.</i> Особливості екологічної свідомості населення України.....	129
--	-----

<i>Правила оформлення статей.....</i>	134
---------------------------------------	-----



## CONTENTS

### Modern Geographic and Ecological Environment Research

<b><i>Kostrikov S. V.</i></b> Sampling and requests as basic GIS operation of decision geoeological problems.....	9
<b><i>Achasov A. B., Achasova A. O., Seliverstov O. Yu., Sedov A. O., Tovstokory O. V.</i></b> Use of geoinformation technologies for the estimate of spatial heterogeneity of arable soil moisture .....	18
<b><i>Holoitsev O. V., Nikiforova M. P.</i></b> Atmospheric circulation in the Northern hemisphere and the arctic oscillation .....	24
<b><i>Titenko G., Klesch A.</i></b> Peculiarities of geochemical migration of elements and compounds in natural and natural- anthropogenic complexes of river p. Lopan.....	35
<b><i>Karpez K. M.</i></b> On modeling channel incurred during a water content improving river.....	46
<b><i>Lisnyak A. A.</i></b> The methodical approaches to estimation of the ecological risk degradation topsoil.....	50
<b><i>Maksymenko N. V., Dobronos A. M., Voronin V. O.</i></b> Spatial and temporal changes landscapes Vasishevskogo forestry and connected areas.....	55
<b><i>Kvartenko R. O.</i></b> Ways of optimization of territorial npp «Slobozhanskiy» on the landscape basis.....	62
<b><i>Parkhomenko O. G.</i></b> Assessment of environmental of landscapes «Great Hodosivsky Mound» in Kyiv region (paleopedological aspect).....	70
<b><i>Kotsyba A. I.</i></b> Specialities features of the Kiev spelesto-recreational objects reservation.....	77

### Anthropogenic Influence on a Natural Environment

<b><i>Grytsenko A. V., Krainiukov A. N.</i></b> Research of intercommunication is between level of toxicity and component structure of sewage.....	84
<b><i>Agapova O.</i></b> Alternative energy resources as an object of mapping.....	95
<b><i>Zhuk V. M., Korobkova G. V.</i></b> The integrated assessment of a current state of the Siversky Donets river withing the Kharkiv region.....	103
<b><i>Boyarin M. V. Savchuk L. A.</i></b> Assessment of the suitability of lakes Turiysk district for recreational purposes.....	110
<b><i>Koynova I. B., Shtoyko R. I.</i></b> Geoeological the threat spreading of heracleum Sosnowskyi on the territory in Turkivskyi district of Lviv region.....	115

<i>Kulyk M. I.</i> Utilization of waste motor oils: environmental-and-economical aspect.....	122
---	-----

### **Environmental and Geography Education**

<i>Musiyezdov O. O., Lisovenko D. O.</i> Features environmental awareness Ukraine.....	129
---	-----

<i>Formatting rules</i> .....	134
-------------------------------	-----

## СОДЕРЖАНИЕ

### Современные географические и экологические исследования окружающей среды

<b>Костриков С. В.</b> Выборки и запросы как базовые ГИС-операции при решении геоэкологических задач.....	9
<b>Ачасов А. Б., Ачасова А. О., Селиверстов О. Ю., Седов А. О., Товстокорый О. В.</b> Использование геоинформационных технологий для оценки пространственной неоднородности влажности пахотных почв.....	18
<b>Холощев А. В., Никифорова М. П.</b> Атмосферная циркуляция в Северном полушарии Земли и арктическая осцилляция (рус.).....	24
<b>Титенко А. В., Клещ А. А.</b> Особенности геохимической миграции элементов и соединений в природных и природно-антропогенных комплексах речной долины р. Лопань.....	35
<b>Карпец К. М.</b> К вопросу моделирования русловых расходов при повышении водности реки.....	46
<b>Лисняк А. А.</b> Методические основы оценивания экологического риска деградации почвенного покрова (рус.).....	50
<b>Максименко Н. В., Добронос А. М., Воронин В. А.</b> Пространственно-временные изменения ландшафтов Васищевского лесничества и прилегающих территорий.....	55
<b>Квартенко Р. А.</b> Пути оптимизации территориальной организации НПП «Слобожанский» на ландшафтной основе.....	62
<b>Пархоменко А. Г.</b> Оценка экологического состояния ландшафтов большого Ходосовского городища Киевщины (палеопедагогический аспект).....	70
<b>Коцюба А. И.</b> Особенности сохранения спелесто-рекреационных объектов города Киева.....	77
<b>А н т р о п о г е н н о е   в л и я н и е   н а   п р и р о д н у ю   с р е д у</b>	
<b>Гриценко А. В., Крайнюков А. Н.</b> Исследование взаимосвязи между уровнями токсичности и компонентным составом сточных вод.....	84
<b>Агапова Е. Л.</b> Альтернативные энергетические ресурсы как объект картографирования.....	95
<b>Жук В. Н., Коробкова А. В.</b> Интегральная оценка современного качественного состояния р. Северский Донец в пределах Харьковской области.....	103
<b>Боярин М. В., Савчук Л. А.</b> Оценка степени пригодности озер туристского района для рекреационных целей .....	110
<b>Койнова И. Б., Штойко Р. И.</b> Геоэкологические угрозы распространения борщевика Сосновского на территории Турковского района Львовской области.....	115

<i>Кулик М. И.</i> Утилизация отработанного моторного масла: эколого-экономический аспект.....	122
<b>Экологическое и географическое образование</b>	
<i>Мусиездов А. А., Лисовенко Д. А.</i> Особенности экологического сознания населения Украины.....	129
<b>Правила для авторов.....</b>	<b>134</b>

# СУЧАСНІ ГЕОГРАФІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДОВКІЛЛЯ

УДК 912.681

**С. В. КОСТРИКОВ**, д-р геогр. наук, проф.  
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна  
майдан Свободи, 4, м. Харків, 61022  
[sergiy.kostrikov@geocloud.com.ua](mailto:sergiy.kostrikov@geocloud.com.ua)

## ВИБІРКИ ТА ЗАПИТИ ЯК БАЗОВІ ГІС-ОПЕРАЦІЇ ПРИ ВИРІШЕННІ ГЕОЕКОЛОГІЧНИХ ЗАДАЧ

Подается загальна концепція базових функціонально-аналітичних операцій в середовищі геоінформаційних систем. Обговорюються деякі особливості окремих ГІС-операцій, які доцільно використовувати в предметній галузі геоєкології. На прикладах вирішення регіональних геоєкологічних задач доводиться, що вибірки та запити по інформації, що знаходиться в БД ГІС, є ефективним засобом, який може бути успішно застосований як до просторових, так і до атрибутивних даних, щоб, зокрема, сприяти досягненню цілей територіального природоохоронного менеджменту.

Наводяться релевантні приклади ГІС-операцій з посиланням на графічний інтерфейс користувача програмного забезпечення відомої ГІС-платформи.

**Ключові слова:** функціонально-аналітична операція ГІС, операції над просторовими та непросторовими даними, вибірки та запити, інтерактивна вибірка, Булева алгебра логіки

## **Kostrikov S. V. SAMPLING AND REQUESTS AS BASIC GIS OPERATION OF DECISION GEO-ECOLOGICAL PROBLEMS**

The paper represents the general concept of the GIS analytical capabilities provided through basic GIS-operations. Some particular procedures of these operations are described and discussed due to the geoeological subject area. Few examples of the regional environmental tasks are provided with their solutions through GIS-operations. It is proved that data selections and queries to both spatial and non-spatial information are the effective method, which can be performed for the areal environmental management.

The paper provides some relevant interface examples from a well-known GIS-platform.

**Key words:** a functional-analytical GIS-operation, GIS-operations on spatial and non-spatial data, data selections and queries, interactive data selection, Boolean logic

## **Костриков С. В. ВЫБОРКИ И ЗАПРОСЫ КАК БАЗОВЫЕ ГИС-ОПЕРАЦИИ ПРИ РЕШЕНИИ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ**

Излагается общая концепция базовых функционально-аналитических операций в среде геоинформационных систем. Обсуждаются некоторые особенности отдельных ГИС-операций, которые целесообразно использовать в предметной отрасли геоэкологии. На примерах решения региональных геоэкологических задач обосновывается, что выборки и запросы по информации, которая находится в БД ГИС, являются эффективным инструментом, который может быть успешно применен как к пространственным, так и к атрибутивным данным. В частности, для того, чтобы способствовать достижению целей территориального природоохранного менеджмента.

Приводятся релевантные примеры ГИС-операций с ссылкой на графический интерфейс пользователя программного обеспечения известной ГИС-платформы.

**Ключевые слова:** функционально-аналитическая операция ГИС, операции над пространственными и непространственными данными, выборки и запросы, интерактивная выборка, Булева алгебра логики

### **Вступ**

В нещодавно опублікованому авторському навчальному посібнику з геоінформаційних систем (ГІС) окремо підкреслюється достатньо відома істина – найбільш характерною рисою сучасного суспільства є процеси -

його *інформатизації* – тотального проникнення програмних і апаратних засобів у всі сфери суспільно-історичної практики людства [1]. Зараз є загальнозрозумілим, що на сучасному етапі розвитку методів збору, обробки та аналізу *просторово-координованої інформації (ПКІ)* зростає роль ГІС, як універса-

льного інструменту географічного та екологічного дослідження, причетного до цих двох предметних галузей. Оскільки, за своєю суттю *географічна модель ПКІ* визначає тезаурус опису і пояснення об'єктів і процесів, які знаходяться в межах географічної оболонки, а *екологічна модель ПКІ* – відповідні дефініції щодо глобальної соціоекосистеми, то важко переоцінити значення подібних моделей для ключового змісту університетської освіти щодо географічних і екологічних дисциплін. Це, зрозуміло, має відноситися до теоретичного аспекту навчального процесу підготовки фахівців із географії та екології. В цей саме час, в прикладному аспекті треба мати на увазі, що географічні та екологічні моделі ПКІ є тими засадами, на яких будуються буквально всі сучасні геоінформаційні платформи.

Через поглиблений огляд фундаментальних публікацій щодо функціональності ГІС-платформ автором статті свого часу був зроблений висновок щодо неповноти класифікації *базових операцій* в ГІС, які стосуються більшості дослідницьких задач в предметних галузях геоелекології, геоморфології та гідрології. На підставі чого була запропонована наступна вдосконалена класифікація [2] (рис. 1):

### Результати дослідження

Відповідно до вдосконаленої класифікації, що створена на підставі її першої версії (рис. 1), базові предметні ГІС-операції, які стисло характеризуються в цьому розділі, доцільно поділити на наступні класи:

- Операції, які впроваджуються в базах даних ГІС (в базах геоданих) над просторовими та непросторовими даними – *вибірки та запити до даних* (інтерактивна вибірка, побудова довідкової таблиці, створення числових порогів для вибірки по кількісним даним; застосування Булевої алгебри логіки); *перерахунок*;

- Операції, які виконуються на окремому шарі просторових даних – *конвертація одних структур і форматів даних в інші; вимірювання* (атрибутивні вимірювання, вимірювання розміру, фрактальна розмірність, індексування зразків та шаблонів географічних сутностей); *просторові агрегація та генералізація; операції «ковзного вікна»; аналіз безпосереднього сусідства й накладання; створення буферних зон; просторова фрагментація*;

- 1) операції із базами геоданих – базові функціонально-аналітичні операції ГІС, які передбачають процедури збереження, обробки й аналізу як просторової, так і непросторової інформації; 2) операції, які забезпечують процедури обробки та аналізу окремих шарів просторової інформації; 3) операції, які передбачають геообробку та аналіз композитних (складних) шарів просторової інформації.

Враховуючи різницю між растровими та векторними моделями, треба мати на увазі, що існують певні методичні відмінності при впровадженні ГІС-операцій під час роботи з даними одного чи іншого типу, хоча переважна більшість цих операцій схожим чином застосовується для даних обох моделей [5]. У випадку окремого розгляду растрових та векторних структур даних слід мати на увазі, що растрові структури передбачають кількісні та якісні *процедури геообробки* у той час, коли векторні структури – *процедури просторового та атрибутивного аналізу*.

**Метою статті** є узагальнене подання відповідно уточненої авторської класифікації основних класів тих базових операцій в середовищі ГІС, які переважно використовуються при вирішенні геоелекологічних задач.

- Операції, які виконуються на декількох шарах просторових даних – *геометрична трансформація* (реєстрація через «абсолютну позицію», реєстрація через «відносну позицію», об'єднання та узгодження країв); *вирізки; операції оверлею* (графічний оверлей, логічний оверлей, арифметичний оверлей);

- *Функціональні операції геообробки та геовізуалізації* – на відміну від усіх попередніх базових ГІС-операцій є комплексними сукупностями процедур і операцій в середовищі геоінформаційної платформи, двома з трьох головних складових її функціональності – база геоданих, геообробка та геовізуалізація [2].

Детальніше зупинимося лише на першій групі вказаних ГІС-операцій, яка, на нашу думку, є найбільш функціональною при геоелекологічних дослідженнях.

*Операції в БД ГІС над просторовими та непросторовими даними* – найбільш широкий клас ГІС-операцій, на який існує попит в предметних галузях географії та екології.

Програмне забезпечення ГІС, подібно іншим СУБД, може бути застосоване для

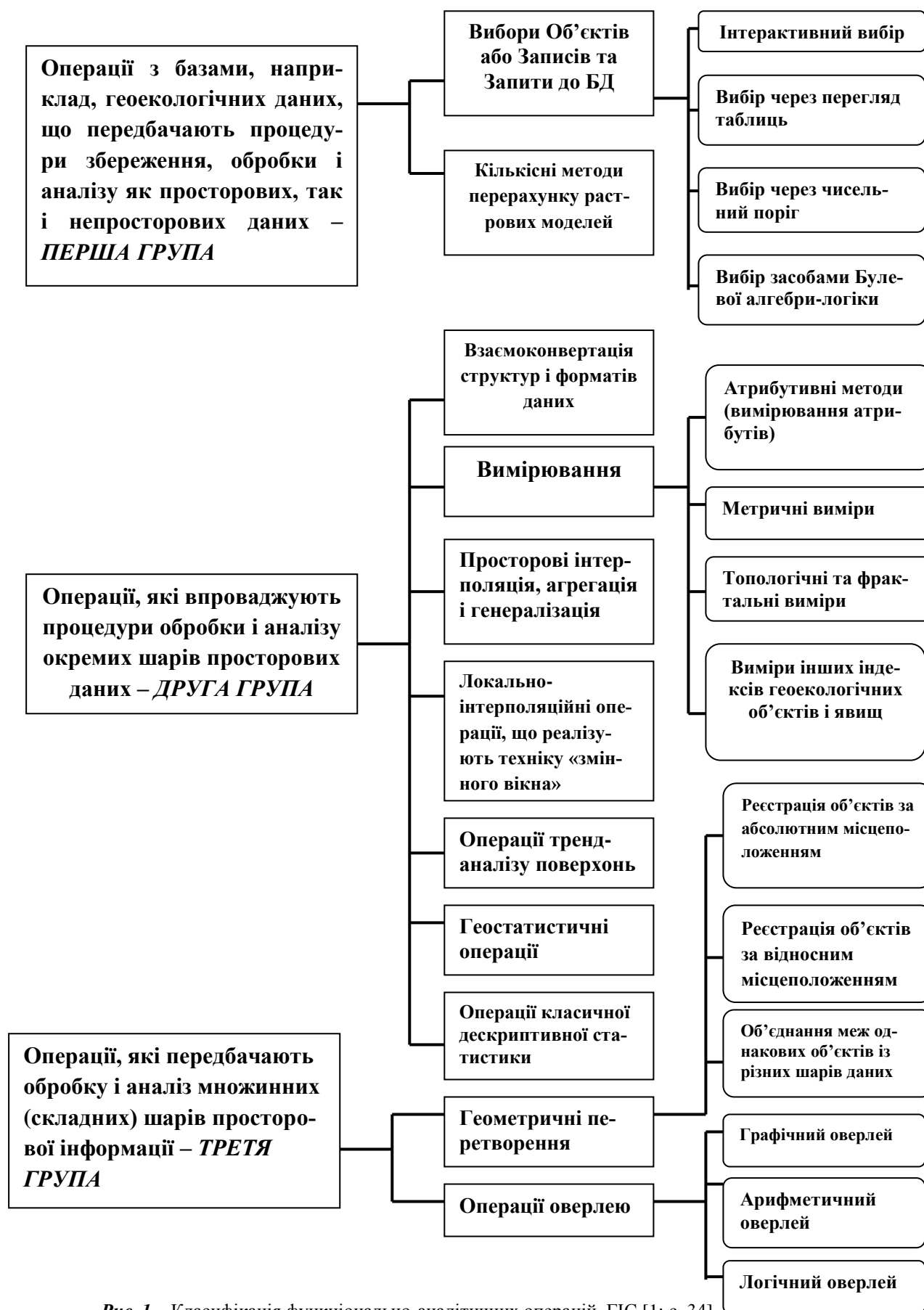


Рис. 1 – Класифікація функціонально-аналітичних операцій ГІС [1; с. 34]

вибірки по масиву даних і для побудови запитів до даних, які задовольняють певним критеріям. Незважаючи на схожість концептуального підходу щодо вибірок та запитів, який застосовується в «звичайних СУБД» і в ГІС, в рамках подібних операцій непотрібні масиви «зайвих даних» відфільтровуються саме тими ГІС-засобами, через які виконуються ключові рішення в рамках другої та третьої груп операцій, зазначених на ілюстрації вище (див. рис. 1). Тобто йдеться про «операції на окремому шарі просторових даних» та про «операції, які виконуються на декількох шарах просторових даних».

**Вибірки та запити: підсумовування таблиці та інтерактивна вибірка.** Наступний приклад складений на підставі учбових даних для ГІС-платформи ArcView 3.X [6].

Припустимо, що фахівець із стану природного довкілля працює в Африці в рамках програми допомоги ООН для країн «третього світу». За допомогою ГІС він має спрогнозувати для регіону Марсабіт (Кенія), які території в найбільшій мірі є вразливими щодо можливих засух. Це має запобігти загибелі худоби і, відповідно – розоренню місцевих фермерів. В якості первинних даних фахівець має *ізолійну карту*, яка відбиває розподіл річної суми опадів у цьому регіоні. Території з річною сумою опадів, меншою ніж 300 мм, треба вважати такими, які є під загрозою засухи. Території, які відповідають цьому критерію, вибираються з *атрибутивної таблиці* шару *Rainfall*, який є сукупністю полігонів (регіонів), границя яких проходить по ізолінії певної річної кількості опадів (рис. 2).



Рис. 2 – Просторова і атрибутивна інформація в БД ГІС ArcView 3.x

Місцеположення певного полігону (екорегіону) є *просторовою інформацією*, а сума опадів, що асоціюється з кожним полігоном – *непросторовою*. Всі дії фахівця з цими даними при наповненні БД ГІС підпадають під широку категорію операцій і процедур з просторовими та непросторовими даними, ключовими з яких є, що вже підкреслювалося вище – *вибірки та запити*.

Всі екорегіони, до яких прив'язані значення опадів, мають бути поділені на дві категорії: 1) *засушливі* (*dry* – англ.), для яких ці значення менше 300 мм та 2) *помірні* (*medium* – англ.) із значеннями більше 300 мм (рис. 2). Фахівець обирає необхідні (*dry*) екорегіони – просторові об'єкти – че-

рез вибірку записів – атрибутів відповідно до вказаного кількісного критерію. Можна буде визначити загальну площу, яка може бути вражена засухою, а потім поєднати всі потенційно засушливі регіони в один об'єкт.

Стандартним засобом ГІС-платформи для базової ГІС-операції запитів є діалог *Виробника Запитів*, через який обираються всі записи в таблиці, що задовольняють обраному критерію суми опадів (рис. 3).

За результатами запиту буде отримано наступне статистичне повідомлення:

Бачимо, що засушлива площа складає майже 42 тисячі кв. км, тобто її складають регіони, для яких сума опадів буде меншою



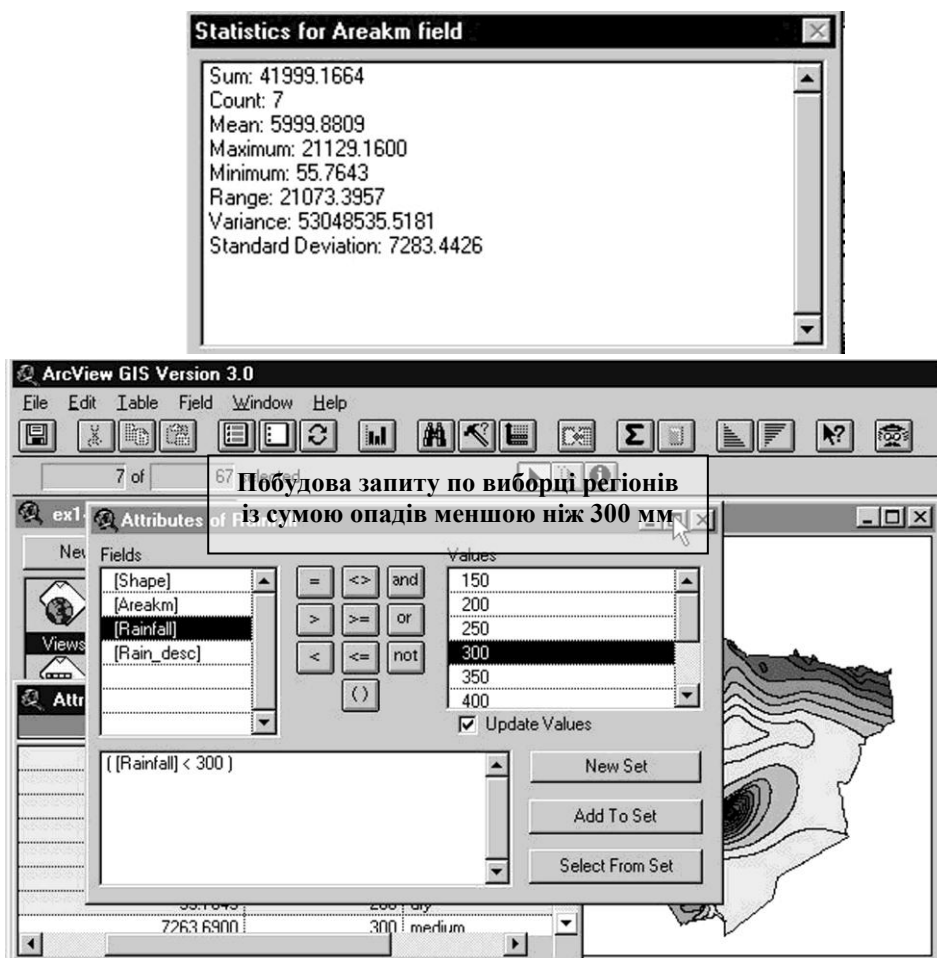


Рис. 3 – Діалог Виробник Запитів у середовищі ГІС ArcView 3.x

за 300 мм. Крім сумарної площі наводяться основні статистичні показники – характеристики центру групування і розсіювання.

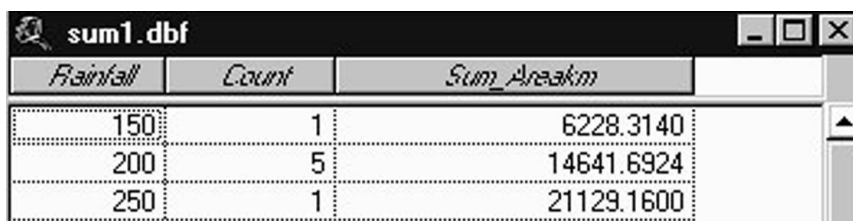
Після вибірки через побудований запит виконується така процедура як *Підсумовування Таблиці*. Коли ГІС впроваджує цю процедуру, створюється нова таблиця, яка містить щонайменш два поля (стовпчик): одне, для унікальних значень, що, власне, і підсумовується; інше поле вказує скільки разів в таблиці було знайдене кожне унікальне значення. Припустимо, ГІС-користувач відкрив атрибутивну таблицю, яка складається з 10 записів (стрічок). Поле (стовпчик) таблиці, яке називається *Тип* вказує на те, що подає кожен запис – наприклад, фабрику, або ферму. Коли ГІС-користувач впроваджує процедуру *Підсумовування Таблиці* по цьому полю, він в результаті отримає похідну таблицю з двома записами (стрічками) тільки в окремих стовпчиках: значення «фабрика» та «3»; зна-

чення «ферма» та «7». ГІС-карта території, де розташовані ці об'єкти, візуалізувала би 10 дискретних сутностей двох типів із таким саме розподілом – 3 проти 7.

Здійснення процедури *Підсумовування Таблиці* в регіональному прикладі, що розглядається, має, як результат рис.4.

Таким чином, через операції вибірки і запиту до атрибутивної таблиці встановлено, що серед семи полігонів, які задовольняють значенню <300 мм річної суми опадів, два опиняються в класах крайніх значень (150 і 250, відповідно) і п'ять – в середньому класі (200). Поле *Sum\_Areakm* демонструє фахівцю, котрий досліджує район Марсабіт, яка за розміром площа із тих, що є потенційно засушливими, отримає лише 150 мм опадів на рік, яка – 200 мм, а яка – 250 мм.

**Побудова довідкової таблиці та вибірка через числові пороги.** Підтип базових ГІС-операцій вибірок та запитів, через



Rainfall	Count	Sum_Areaskm
150	1	6228.3140
200	5	14641.6924
250	1	21129.1600

Рис. 4 – Вигляд підсумкової таблиці

який зроблена просторова класифікація унікальних значень по полю *Rainfall* (дощ) атрибутивної таблиці, є так званою *інтерактивною вибіркою*. Такий прийом застосовується для простих вибірок і, відповідно, для просторової класифікації по відносно невеликим таблицям атрибутів, коли число записів (стрічок) таке, що дозволяє інтерактивно створювати просторові класи об'єктів.

При складних вибірках або при простих, але таких що регулярно повторюються, застосовується інший підтип ГІС-операцій із типу операцій вибірок та запитів, який визначається як *побудова довідкової таблиці*. Такий прийом не розділяє первинні та похідні дані в атрибутивних таблицях і саме тому дозволяє в деяких випадках оперативного впроваджувати більш узагальнені схеми просторової класифікації. Наприклад, через побудову довідкової таблиці щодо району Марсабіт (щодо прикладу, наведеному вище, і відповідній класифікації) можна всі полігони (екорегіони) поєднати в три загальні класи: *засушливі*, *помірні* та *вологі*. Таким чином, буде виконана процедура *злиття ГІС-об'єктів*, яку ми дещо детальніше розглянемо далі в тексті посібника при розгляді відповідного типу ГІС-операцій.

Щодо впровадження операції «побудова довідкової таблиці» треба зробити важливе зауваження. Оскільки ця операція часто виконується для *просторової перекласифікації*, треба пам'ятати, що хоча перекласифікація і може генерувати нові дані, ці дані ні в якому разі не можуть бути більш детальними ніж інформація, отримана на кроці первинної просторової класифікації. Вторинна БД ГІС, що була побудована на підставі перекласифікації просторових даних із первинної БД ГІС, яка мала, припустимо, вісім класів, повинна мати також вісім класів даних *або менше*. Дев'ятий клас у цьому випадку (крім, зрозуміло, «пустих» класів як-то *Невідомі* або *Інші*) не може бути доданий без отримання додаткових емпіричних даних.

Таким чином, дуже важливо при роботі з БД ГІС починати з детальної класифікації через операцію «*інтерактивна вибірка*» та застосовувати прийом «побудова довідкової таблиці» для подальшої генералізації через перекласифікацію, якщо такі дії є необхідними.

Створення *числових порогів* для вибірки по кількісним даним переважно застосовується в геоекологічних ГІС-застосуваннях. Найпоширеніший приклад – просторова класифікація будь-якої, природно виокремленої території, наприклад, водозбірного басейну по таксонам розповсюдження вздовж річкового русла безхребетних тварин класу комах – *весьнянок* (*Plecoptera*), *поденок* (*Ephemeroptera*) та «струмочників» (*Trichoptera*). На підставі зібраних польових спостережень складалася, в даному випадку, вузькопредметна «екологічна» БД ГІС, яка містила *ЕРТ-таксони* (*таксономічні групи* по перших літерах латинських назв цих безхребетних) на двох водозборах річок штату Мічиган (США) – ділянки переважного мешкання тих або інших видів безхребетних [4] (рис. 5).

Висока якість природного довкілля в межах водозбірного басейну визначалася *індикативним методом* на підставі показника *багатства безхребетних* – *R* (*Richness* – англ.). Цей показник є похідною величиною від кількості *агрегованих ЕРТ-таксономічних груп* на ділянку площі вздовж русла річки і взагалі по водозбору. Причому, ця величина залежить від *співвідношення* між собою цих різних видів комах, що визначається за наступною простою формулою [4]:

$$\text{Агреговані ЕРТ-таксони} = \text{Таксони Ephemeroptera} + \text{таксони Plecoptera} + \text{таксони Trichoptera}$$

Показник *R* непрямо залежить від значення агрегованих таксонів, і останнє (кількість ЕРТ-таксонів) навіть скоріше за

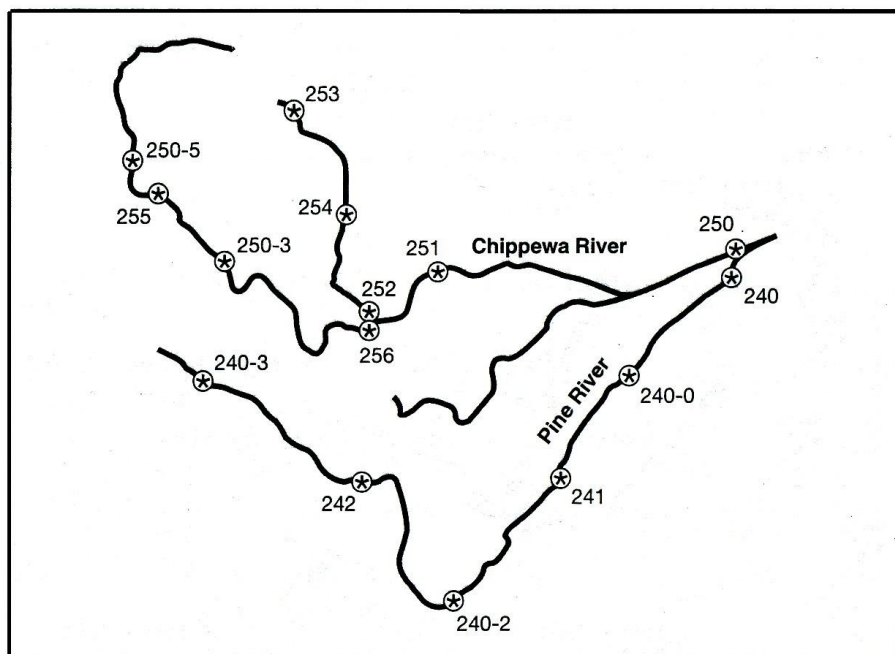


Рис. 5 – Точки спостереження по водозборам двох річок (штат Мічиган, США) щодо наповнення «екологічної» БД ГІС – дослідження розповсюдження безхребетних тварин з класу комах; по кожній точці прописані ID ділянки вздовж русла, наприклад 251 [4, с. 51]

показник  $R$  використовується для оцінки якості довкілля водозбору. Взагалі: велика кількість ЕРТ-таксонів – висока якість довкілля; низька кількість – низька якість. Таким чином і встановлюється прос-

торова класифікація через вибірку по числовому порозі, однак, частіше за все, встановлюється багаторазовий числовий поріг вибірки, як на наступній ілюстрації (рис. 6):

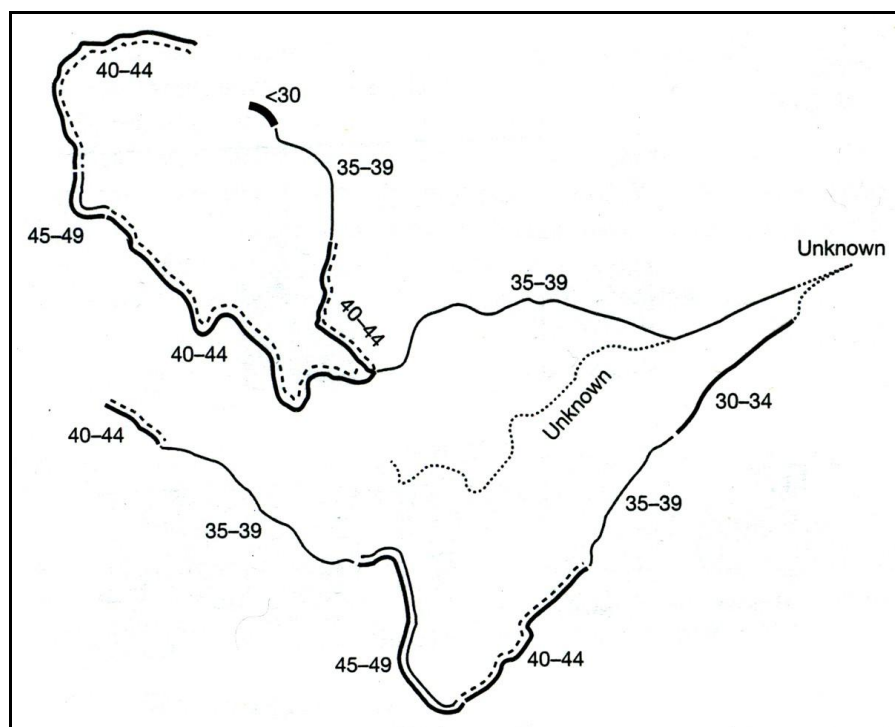


Рис. 6 – Ділянки русел по водозборах двох річок (див. рис. 4), класифіковані за показником  $R$  через вибірку по числових порогах [4, с. 75]

Показник  $R$  по басейнах цих двох річок коливається в межах 31-49, і вибірка через числові пороги на підставі агрегованих *EPT*-таксонів фактично впроваджується, щоб районувати ділянки русел по *характеристиці біологічного різноманіття*. Для цього і встановлюється багаторазовий числовий поріг вибірки що, в свою чергу, дозволяє зробити просторову класифікацію окремих ділянок русла по обраному екологічному показнику (рис. 6). Окремі ділянки русел просторово класифікуються по числових порогах між такими значеннями  $R$  як: < 30; 30-34; 35-39; 40-44; 45-49. В даному

випадку нижні границі просторових класів (<30, 30, 35, 40, 45) є критеріями вибірки по числовому порогу.

**Вибірki через Булеву алгебру логіки.** Такий прийом часто використовується при формуванні вибірок із сукупностей географічних даних та запитів до них. Його відносять до *локальних операцій картографічної алгебри* [3]. В предметній галузі ГІС цей розділ математики використовує наступні оператори для впровадження операцій вибірки по двох і більше сукупностях даних, відповідно так званій «діаграмі Венна» (рис. 7):

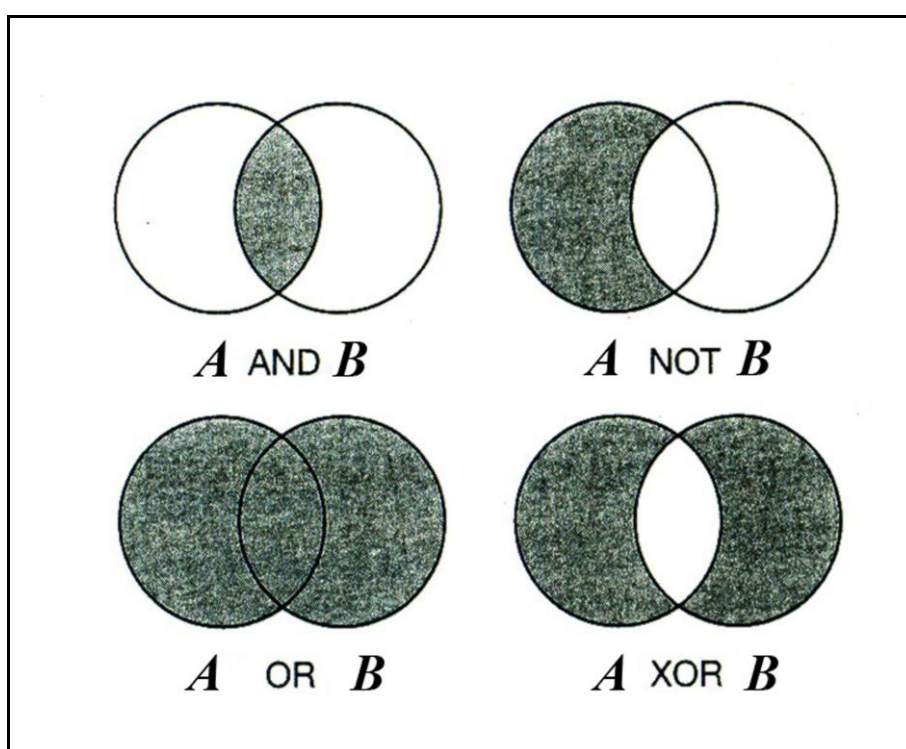


Рис. 7 – Діаграма Венна, що подає операції Булевої алгебри логіки, які можуть застосовуватися для просторової вибірки

Базовими Булевими операторами є наступні:

**AND** – *логічне множення* (логічне *і*), яке у випадку просторової вибірки через Булеву алгебру, відбиває *перетинання* двох територій (рис. 7);

**OR** – *логічне складання* (логічне *або*), яке у випадку просторової вибірки через Булеву алгебру, відбиває *поєднання* двох територій;

**NOT** – *логічне заперечення* (логічне *ні*), яке у випадку просторової вибірки че-

рез Булеву алгебру, відбиває *поєднання* двох територій;

**OR** – *логічне виключення* (логічне *або/або*), яке у випадку просторової вибірки через Булеву алгебру, відбиває *незбіг* двох територій.

При вибірках через логічні оператори із атрибутивних таблиць ГІС завжди є задіяні *два* (або більше) *атрибути*. Якщо в якості прикладу, звернемося до табличних даних, що наводяться в літературному джерелі, на яке ми посилалися вище [4], то можна обрати дві наступні атрибутивні характери-

стики. Останні відносяться до досліджуваної території, яка наводиться на двох ілюстраціях вище (рис. 5, 6).

Таким чином, наприклад, якщо атрибутивною характеристикою **A** є «біологічний рід = *Cladopelma* (лат.)», а атрибутивною характеристикою **B** є «число агрегованих *EPT*-таксонів  $\geq 12$ », тоді ми отримаємо наступні результати впровадження Булевих операцій:

**A AND B** – ділянки русел, де домінує біологічний рід *Cladopelma*, і для яких виконується умова «*EPT*-таксонів  $\geq 12$ »;

**A NOT B** – ділянки русел, де домінує біологічний рід *Cladopelma*, і для яких виконується умова «*EPT*-таксонів  $< 12$ »;

**A OR B** – ділянки русел, де домінує біологічний рід *Cladopelma*, або для яких виконується умова «*EPT*-таксонів  $\geq 12$ »; обидві умови можуть виконуватися разом;

**A NOT B** – ділянки русел, де або домінує біологічний рід *Cladopelma*, або для яких виконується умова «*EPT*-таксонів  $\geq 12$ »; має виконуватися лише одна із цих двох умов.

Наступна таблиця подає результати вибірки із застосуванням Булевої алгебри логіки через вказані вище умови по двох атрибутивних характеристиках на території двох водозборів (рис. 5, 6).

Порівняння результатів просторової класифікації по вибірках через застосування числових порогів (рис. 6), з одного боку, і через застосування операторів Булевої алгебри логіки (табл.), з іншого, надає фахівцю-екологу додаткові важелі для прийняття зважених рішень у природоохоронному менеджменті.

Таблиця

Вибірка через оператори Булевої алгебри логіки на території двох водозборів (див. рис. 5)

Булеві операції	ІД точки спостереження-ділянки вздовж русла, на якій виконується умова даної Булевої операції
<b>A AND B</b>	250-5, 255
<b>A NOT B</b>	240, 240-0, 241
<b>A OR B</b>	240-2, 242, 250, 255
<b>A XOR B</b>	240, 240-2, 250-3, 254, 256

### Висновок

На прикладах вирішення регіональних геоecологічних задач доводиться, що вибірки та запити по даних, які знаходяться в БД ГІС, є ефективною функціонально-аналітичною операцією ГІС. Дана базова ГІС-

операція може бути успішно застосована як до просторової, так і до атрибутивної інформації та, наприклад, сприяти досягненню цілей територіального природоохоронного менеджменту.

### Література

1. Бережной В. А. Работа в среде ГИС-платформы *MAPINFO* - компьютерный практикум / В. А. Бережной, С. В. Костриков. – Х.: ХНУ им. В.Н. Каразина, 2015. – 108 с.
2. Костриков С. В. Геоинформаційне моделювання природно-антропогенного довкілля: наукова монографія / С.В. Костриков. – Х.: Вид-во ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2014. – 484 с.
3. Світличний О. О. Основи геоінформатики: навчальний посібник / О. О. Світличний, С. В. Плотницький. – Суми : Університетська книга, 2006. – 295 с.

4. Arthur J. Evaluation of watershed quality in the Saginaw River Basin / J. Arthur, T. Roush, J. Thompson // US Environmental Protection Agency Publication EPA/600/R-95/153. – Washington, DC: EPA Office, 1996. – 183 p.
5. Bailey J. ArcCatalog: Руководство пользователя / J. Bailey, A.Vienneau. - - М.: Дата+, 2006. - 265 с.
6. *Getting to Know ArcView GIS*. 3<sup>rd</sup> Edition – Redlands, CA: ESRI Press, 1999. – 411 p.

Надійшла до редколегії 29.04.2015

УДК 528.88:502.37

**А. Б. АЧАСОВ\***, д-р с.-г.н., доц., **А. О. АЧАСОВА\*\*** канд. біол. наук., доц.,  
**О. Ю. СЕЛІВЕРСТОВ\*\*\***, **А. О. СЕДОВ\*\***, **О. В. ТОВСТОКОРИЙ\*\***

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

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

\*\*\*Компанія «Інтетікс-Гео»

## ВИКОРИСТАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ОЦІНКИ ПРОСТОРОВОЇ НЕОДНОРІДНОСТІ ВОЛОГОСТІ ОРНИХ ҐРУНТІВ

Показана принципова можливість використання геоінформаційного аналізу рельєфу з метою просторової оцінки вологості ґрунтів на рівні мезоландшафту. Проведений аналіз окремих параметрів рельєфу, що впливають на просторову неоднорідність вологості орного шару ґрунту. Доведено, що найбільш придатним для прогнозу вологості автоморфних схилів ґрунтів є коефіцієнт ксероморфності.

**Ключові слова:** вологість ґрунту, рельєф, ЦМР, геоінформаційний аналіз, схилі ґрунту

### Achasov A. B., Achasova A. O., Seliverstov O. Yu., Sedov A. O., Tovstokory O. V. USE OF GEOINFORMATION TECHNOLOGIES FOR THE ESTIMATE OF SPATIAL HETEROGENEITY OF ARABLE SOIL MOISTURE

The possibility of geoinformation terrain analysis using for the purpose of spatial estimation of soil moisture is shown. The analysis of the individual parameters of the relief affecting the spatial heterogeneity of topsoil moisture. It is proved that the coefficient of xeromorphic most suitable for the prediction of automorphic soil moisture.

**Keywords:** soil moisture, topography, DEM, GIS analysis, slope soil

### Ачасов А. Б., Ачасова А. О., Селиверстов О. Ю., Седов А. О., Товстокорый О. В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ ВЛАЖНОСТИ ПАХОТНЫХ ПОЧВ

В статье показана принципиальная возможность использования геоинформационного анализа рельефа с целью пространственной оценки влажности почв на уровне мезоландшафту. Проведен анализ отдельных параметров рельефа, влияющих на пространственную неоднородность влажности пахотного слоя почвы. Доказано, что наиболее подходящим для прогноза влажности автоморфных склоновых почв является коэффициент ксероморфности.

**Ключевые слова:** влажность почвы, рельеф, ЦМР, геоинформационный анализ, склоновые почвы

### Вступ

**Постановка проблеми:** Кризовий стан української економіки суттєво підвищує роль сільського господарства у створенні ВВП країни та забезпеченні національного експорту [9]. В той же час, як ніколи актуальним стає впровадження будь-яких заходів, спрямованих на зниження собівартості та підвищення кількості та якості отриманої сільськогосподарської продукції.

Одним із головних чинників формування врожаю є, як відомо, вологість ґрунтів. Саме вона не лише безпосередньо впливає на інтенсивність фотосинтетичних

процесів та створення біомаси, а й контролює процеси надходження мінеральних поживних речовин в рослини, а також трансформації органічних речовин в ґрунтах, тобто обумовлює ефективність використання мінеральних та органічних добрив. Від вологості залежать і важливі для розвитку рослин фізичні характеристики - в першу чергу температура ґрунту та приземного шару повітря.

Розвиток технологій точного землеробства робить необхідним детальне експресне врахування вологості ґрунтів, та, в ідеалі, можливість прогнозувати зміни вологості у період активного синтезу біомаси. Найточнішим методом оцінки вологості ґрунту, безперечно, є лабораторний терміч-

но-ваговий аналіз. Однак, цей метод доволі трудомісткий, часовитратний, та не дає можливості одночасної оцінки вологості на значних масивах земель. Портативні вологоміри мають свої, досить вагомні, вади, що ускладнює їх використання для аналізу ґрунтів. В той же час, сучасні умови диктують необхідність швидкого, притому достатньо точного детального просторового аналізу вологості ґрунту, що дає змогу агрономам вчасно коригувати застосування окремих агрозаходів та суттєво підвищити точність прогнозу врожаїв сільгоспкультур.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Одним із перспективних сучасних підходів до оцінки властивостей ґрунтів, та, зокрема, вологості, є використання геоінформаційного моделювання. А саме розрахунок вологості ґрунтів в окремих точках поля та створення детальний карт вологості за обмеженим масивом даних, отриманих у ключових точках, та цифровою моделлю рельєфу на підставі статистико-математичних моделей залежності вологості від параметрів мезорельєфу.

Питання про вплив рельєфу на вологість ґрунтів вже багато років є предметом пильної уваги ерозіознавців, що досліджують, в першу чергу, фізичний процес взаємодії водного потоку з ґрунтом. Однак, незважаючи на велику кількість проведених натурних експериментів, на теоретичному рівні поки немає однозначного вирішення питання впливу рельєфу на вологонасичуваність ґрунту. Залежності, які були встановлені, наприклад, Г. П. Сурмачем, М. М. Протодьяконовим, Г. А. Ларіоновим, А. В. Швобсом, Н. Г. Галущенком, В. Б. Гусаком чи С. І. Небольсіним [5, 6, 7, 8, 10, 11, 12] суттєво розрізняються за характером,

що можна пояснити як різними теоретичними та методичними підходами дослідників так і значною строкатістю об'єктів, що досліджувались. У цілому можна погодитися з А. М. Бурикіним [4] та Г. А. Ларіоновим [7] що в реальних умовах кількість стоку з ростом крутості схилу може як збільшуватися, так й зменшуватися залежно від інтенсивності опадів, характеру рельєфу, стану поверхні орного ґрунту і т.ін.

Однак, абсолютна більшість ґрунтознавців, ще з часів В. В. Докучаєва, погоджується з тим, що схилі землі є зоною специфічного схилового ґрунтоутворення, саме внаслідок зміни гідротермічних умов, порівняно із плакором. Однак, спроби математичної формалізації впливу рельєфу на ґрунтоутворення, та, зокрема, на гідротермічний режим ґрунтів, досі мають одиничний характер. Так, дуже цікавими є роботи І.В. Флоринського (2000 – 2010 рр.) по встановленню та математичному описанню залежності вологості ґрунтів від рельєфу, що здійснювались на прикладі вкритого лісом яру поблизу м. Пушцін та чорноземоподібних ґрунтів агроландшафтів Канади. Нами [1, 2] для формалізації впливу рельєфу на гідротермічний режим ґрунтів був запропонований коефіцієнт ксероморфності  $K_{ks}$ , що враховує як відміни у надходженні сонячної радіації, так і неоднорідність умов зволоження залежно від експозиції та крутості схилів.

**Метою статті** є оцінка можливості використання геоінформаційного аналізу рельєфу, та, зокрема, авторського коефіцієнта ксероморфності, з метою просторової оцінки вологості ґрунтів на рівні мезорельєфу.

### **Виклад основного матеріалу**

Вологість орного шару ґрунту є функцією надходження, фільтрації, та евапорації вологи. Відповідно, вона зумовлюється наступними чинниками:

— Клімат – надходження вологи з опадами, характер опадів, температурний режим, вітровий режим, що обумовлюють особливості подальшого перерозподілу опадів, що випали.

— Ґрунт – в першу чергу його фільтраційні та вотоутримуючі властивості, а також як передумова створення неоднорідності рослинного покриву.

— Рослинність, що чинить як прямий вплив, через транспірацію вологи, так і опосередкований, через зниження температури ґрунту та прямих витрат на випаровування з його поверхні, а також через підвищення вологозабезпечення внаслідок



сприяння снігоутриманню (в даному аспекті важливу роль відіграють лісонасадження та високостеблові рослини).

— Рельєф - головний чинник перерозподілу атмосферної вологи в ґрунтах через регулювання інтенсивності, напряду, відносної частки поверхового та внутрігрунтового стоку, інфільтрації та випаровування. Отже, поєднання роботи таких чинників як крутизна, форма, експозиція схилу та довжина лінії стоку, а також висота відносно місцевого базису ерозії, створюють, як результат, конкретне значення вологості ґрунту, вірніше певне відхилення цього значення, від середнього для плакорних умов при тих самих параметрах ґрунту та агрофону.

Отже, рельєф є одним з головних факторів перерозподілу вологи в ландшафті, а для умов окремих полів з однорідним ґрунтовим покривом та гранулометричним складом це, фактично, головний чинник, що регулює вологообмін.

Звідси впливає принципова можливість створення моделей залежності вологості ґрунту від параметрів рельєфу з метою їх використання для створення детальних карт вологості ґрунтів. Дослідженнями І. В. Флоринського [13] доведено, що вологість орного шару ґрунтів на 46% може бути описана суто через параметри рельєфу, серед яких провідне значення мають крутизна схилів, вертикальна та середня для водозбору кривизна поверхні та площа водозбору. Нашими дослідженнями [1, 2] доведено, що середньобагаторічний режим зволоження ґрунтів, що відбивається у грубізній гумусового горизонту добре описується через такі параметри як крутизна, експозиція схилів та виведений на їх основі авторський коефіцієнт ксероморфності  $K_{ks}$ , що є співвідношенням коефіцієнтів інсоляції та зволоження [3].

Для проведення досліджень залежності вологості ґрунтів на рівні мезорельєфу від його параметрів, нами був проведений аналіз вологості верхнього, 0-10 см шару орних ґрунтів на території, розташованій поблизу учбового господарства ХНАУ (Роганський полігон). Зразки відбирались в межах сусідніх полів, з однорідним ґрунтовим покривом (чорнозем типовий) та неод-

норідних за агрофоном та характером рельєфу. Зразки відбирали у два терміни – наприкінці квітня, та на початку травня (рис. 1). З урахуванням кризового стану сучасної науки та, відповідно, обмежених можливостей виконання досліджень, відбір зразків нами проводився за нерегулярною мережею, з метою мінімізації витрат. Точки відбору зразків були розташовані таким чином, щоб характеристики схилу (експозиція, крутизна, відстань від вододілу) були якомога більш різноманітними (рис. 1).

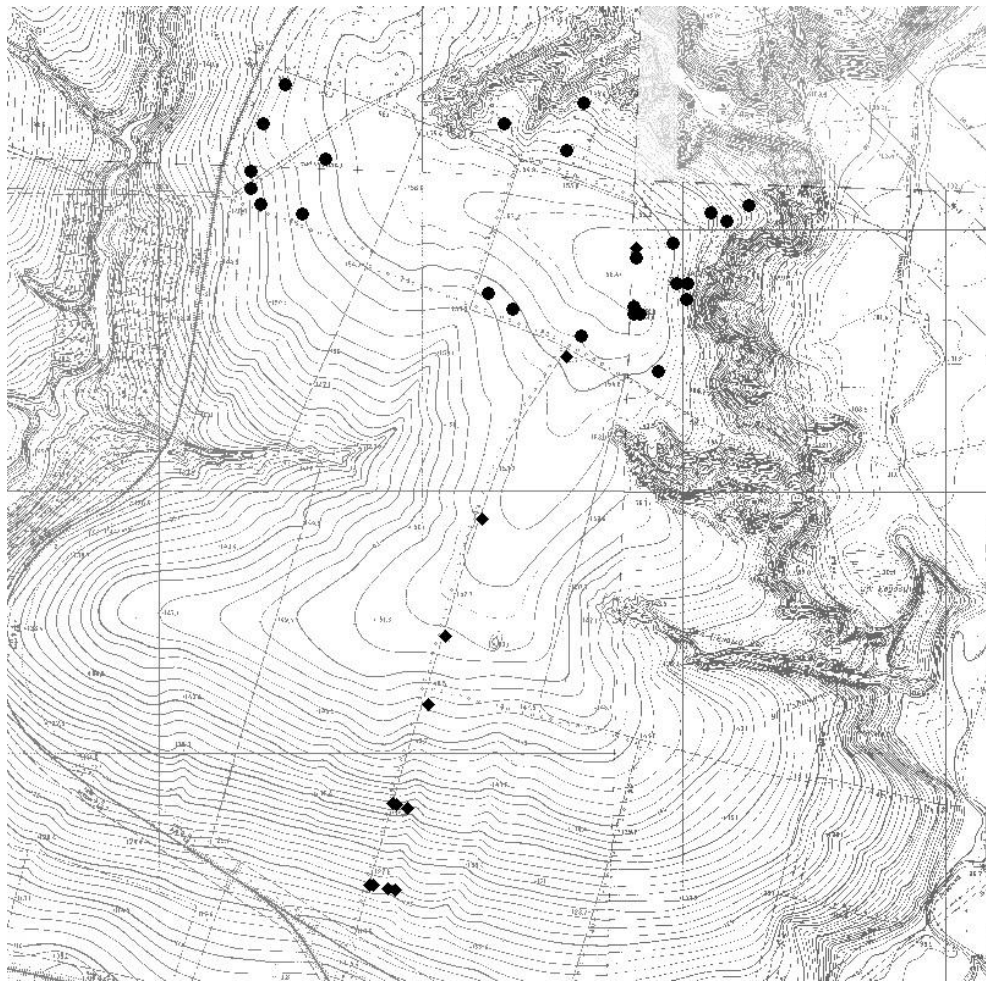
Отримані результати, таким чином, є, так би мовити, рекогносцирувальними, тобто такими, що дають лише попередні висновки та встановлюють подальші напрямки для детальних досліджень.

Всі отримані результати зведені в одну вибірку, а також розділені за окремими, дрібнішими вибірками, що були більш однорідні за критерієм вибору точок відбору: В1 – загальна вибірка; В2 – травневий відбір; В3 – квітневий відбір; В4 – зразки з полів, де ще не зійшли сходи (загальна за 2 терміни відбору); В5 – зразки з поля під озимою пшеницею, В6 – те же, що й В4, але лише травневий відбір. В подальшому за даними вибірками проведено кореляційний та регресійний аналіз залежностей вологості від параметрів рельєфу з метою вибору найбільш інформативних параметрів, та підтвердження ефективності використання  $K_{ks}$  для опису умов зволоження.

В таблиці 1 наведено результат кореляційного аналізу зв'язків між вологістю ґрунту, та розрахованими за цифровою моделлю рельєфа (ЦМР) параметрами рельєфа (крутість схилу (I), показник експозиції схилу (E), відстань від вододілу (L), висота над рівнем моря (h)) і гідротермічними параметрами (коефіцієнти інсоляції (Ki), зволоження ( $\mu$ ) та коефіцієнт ксероморфності ( $K_{ks}$ ). Методика розрахунку цих параметрів наводиться в наших роботах [1-3].

Як показує аналіз кореляційних зв'язків вологості ґрунту з дослідженими параметрами, найбільш вагомим показником для визначення вологості є коефіцієнт ксероморфності. Найменш впливовим, що фактично не має значення, є висота над рівнем моря.





**Умовні позначення**  
 Точки відбору зразків  
 ● Травень, 2015  
 ◆ Квітень, 2015

Рис. 1 – Схема розташування точок відбору зразків

Таблиця 1  
 Парні коефіцієнти кореляції\* вологості 0-10 см шару орного ґрунту Роганського полігону та параметрів, розрахованих за ЦМР

Показник/ вибірка	N	I	E	L	h	Ki	μ	Kкc
Вся вибірка (B1)	34	-0,33	<b>0,35</b>	-0,21	0,26	-0,32	0,33	<b>-0,53</b>
Травень всі (B2)	22	<b>-0,62</b>	-0,11	<b>0,55</b>	0,26	0,07	<b>0,62</b>	<b>-0,70</b>
Без озимих, 2 відбори (B4)	28	-0,35	<b>0,45</b>	-0,26	0,27	<b>-0,59</b>	0,34	<b>-0,53</b>
Без озимих, травень (B6)	16	<b>-0,63</b>	0,04	<b>0,51</b>	0,10	-0,35	<b>0,62</b>	<b>-0,73</b>
Квітень (B3)	12	-0,41	<b>0,72</b>	-0,48	-0,02	-0,31	0,42	-0,38
Озимина (B5)	6	-0,34	<b>0,90</b>	<b>0,86</b>	0,28	-0,49	0,35	-0,77

\*Жирним виділено значення, значущі на 95% рівні вірогідності

Крім того, навіть при об'єднанні у одну вибірку даних про вологість з полів з різними агрофонами, та з двохтижневим часовим інтервалом між відборами, вологість значуще корелює з  $K_{ks}$  із середньою тісністю, що дає можливість для певної територіальної екстраполяції значень вологості. Однак, що зрозуміло, набагато тісніші зв'язки вологості із використаними параметрами спостерігаються для внутрішньо більш однорідних вибірок за терміном відбору та станом поверхні. Так, між значенням вологості та  $K_{ks}$  спостерігається вже тісна кореляція, для більш об'ємної та різ-

норідної за параметрами рельєфу травневої вибірки суттєве значення набувають ухил поверхні та відстань від вододілу. При цьому, для весняного періоду відмінності в агрофоні, на перший погляд, не вносять суттєвого внеску у залежності вологості ґрунту від положення точки в рельєфі. Зростання тісноти зв'язку вологості з показниками експозиції та інсоляції, що використовуються в розрахунках  $K_{ks}$ , при незмінній тісноті зв'язку вологості з  $K_{ks}$ , не можна вважати підтвердженням впливу саме різниці між агрофонами. Тобто цей аспект потребує подальших досліджень.

Таблиця 2

Регресійні рівняння залежності вологості верхнього шару ґрунту (W) від параметрів, розрахованих за ЦМР

Вибірка	Рівняння	R	R <sup>2</sup>
Загальна	$W=108,7855 - 80,2140 K_{ks}$	0,53	0,28
Травень (B2)	$W=129,595 - 101,435 K_{ks} + 0,005 L$	0,85	0,73
Травень (B6)	$W=142,383 - 112,618 K_{ks} + 0,005 L$	0,87	0,76

Регресійні рівняння залежності вологості від  $K_{ks}$  та L (табл. 2), отримані методом множинної покрокової регресії для травневої вибірки, дозволяють описати від 73 (без урахування агрофону) до 76% всіх значень, що спостерігаються. Значущими показниками, за якими розраховується вологість для даної вибірки є  $K_{ks}$  та відстань

від вододілу.  $K_{ks}$ , за методом його розрахунку, враховує також такі параметри рельєфу, як експозиція та крутість схилу.

Зрозуміло, що для більш коректного аналізу необхідно мати більший обсяг вибірки, але попередні результати, на нашу думку, досить обнадійливі.

### Висновки

Вологість верхнього 0-10 см шару ґрунту значною мірою обумовлена положенням точки в рельєфі, яке впливає на надходження та витрачання вологи через поверхневий стік та випаровування.

Коефіцієнт ксероморфності, розрахований з урахуванням крутизни схилу та його експозиції, що характеризує відмінність умов зволоження на схилових землях від плакору, може ефективно використовуватись для просторового аналізу та прогнозу вологості ґрунтів на основі аналізу вологості обмеженої кількості зразків та подальшої побудови регресійних моделей.

Однак, багатфакторність впливів на вологість верхнього шару ґрунтів не дозволяє обмежуватись використанням лише

коефіцієнта ксероморфності. Важливим є, також, урахування форми схилу, відстані від вододілу, впливу рослинності та характеру використання ґрунту.

Експертний картографічний аналіз отриманих даних, а також аналіз літературних джерел, дозволяє встановити наступні напрямки досліджень.

1. Розрахунок за ЦМР, та включення в аналіз залежностей вологості автоморфних ґрунтів від рельєфу таких параметрів, як середня, горизонтальна та вертикальна кривизна поверхні та площа водозбору.

2. Проведення подальших польових та камеральних досліджень по виділенню так би мовити "позарельєфних" впливів, тобто тих, що не пов'язані безпосередньо із

рельєфом поверхні - впливом лісосмуг та відмін у характері рослинного покриву на накопичення та перерозподіл вологи, відмін

у вологості, пов'язаних із особливостями ґрунтового покриву та характером його використання.

### Література

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

2. Ачасов А. Б. К вопросу влияния рельефа на гумусированность черноземов / А. Б. Ачасов. // Почвоведение.-2006.-№9.-С. 931-938

3. Ачасов А. Б., Ачасова А. О., Оцінка просторової диференціації гідротермічних умов ґрунтоутворення на рівні мезорельєфу/ А. Б. Ачасов, А. О. Ачасова.// Вісник ХНАУ. – №3. - 2009. – С.51-55

4. Бурькин А. М. Определение водопроницаемости почв в условиях горного рельефа. / А. М. Бурькин // Изв. отд. естеств. наук АН ТаджССР. — 1956. — Вып. 17. — С. 24 — 32.

5. Галущенко Н. Г. Типизация кривых впитывания по экспериментальным данным. / Н. Г. Галущенко. // Труды УкрНИГМИ. – 1967.– вып.69. – С.72-74

6. Гуссак В. Б. Эродированность почв, пути исследования и некоторые связанные с ней проблемы: автореф. дис. на соискание науч. степени докт. с.-х. наук / В. Б. Гуссак. — Ташкент, 1959. — 35 с.

7. Ларионов Г. А. Влияние крутизны склонов на впитывание воды в почву / Г. А. Ларионов // Эрозия почв и русловые процессы. — 1973. — Вып. 3. — С. 142 — 156.

8. Небольсин С. И. Элементарный поверхностный сток. / С. И. Небольсин, П. П. Надеев М.-Л.: Наука, 1937. – 138 с.

9. Перетворення сільського господарства

України на рушійну силу економічного зростання. Стратегія розвитку сектору зернових та олійних культур. (На замовлення Американської торгівельної палати в Україні (Палата) та Європейської бізнес асоціації (ЄБА)). – Режим доступу:

[http://www.eba.com.ua/sites/default/files/files/comm\\_files/grain/EBA\\_Grain\\_Strategy\\_230112.pdf](http://www.eba.com.ua/sites/default/files/files/comm_files/grain/EBA_Grain_Strategy_230112.pdf). — 17.06.2015 г.— Назва з титулу сторінки звіту.

10. Протодьяконов М. М. Основные положения современной теории стока поверхностных вод / М. М. Протодьяконов // Максимальный сток с малых бассейнов. — М., 1940. — С.40 — 56.

11. Сурмач Г. П. Изучение водопроницаемости, стока и смыва на каштановых щебнистых почвах правобережья Нижней Волги в целях их мелиорации / Г. П. Сурмач // Тр. Почвенного ин-та им. В. В. Докучаева. – 1955. — Т. 48. – С. 45 — 70.

12. Швец А. В. К методике прогноза запасов почвенной влаги для отдельных хозяйств / А. В. Швец. // Тр. УкрНИГМИ. – 1965– Вып. 49 – С.45-49.

13. Флоринский И. В. Теория и приложения математико-картографического моделирования рельефа : автореферат дис. ... доктора технических наук : 25.00.33 /И. В. Флоринский ; [Место защиты: Моск. гос. ун-т геодезии и картографии] – М., 2010 – 42 с.

Надійшла до редколегії 22.05.2015

УДК911.2;551.513;551.513.7

**А. В. ХОЛОПЦЕВ**, д-р геогр. наук, проф., **М. П. НИКИФОРОВА**

*Севастопольская морская академия*  
ул. Рыбаков, 5, г. Севастополь 99000  
[kholoptsev@mail.ru](mailto:kholoptsev@mail.ru)

## **АТМОСФЕРНАЯ ЦИРКУЛЯЦИЯ В СЕВЕРНОМ ПОЛУШАРИИ ЗЕМЛИ И АРКТИЧЕСКАЯ ОСЦИЛЛЯЦИЯ**

Выявлены условия, при которых статистические связи межгодовых изменений суммарных продолжительностей периодов преобладания в Северном полушарии Земли Элементарных Циркуляционных Механизмов, относящихся по классификации Б. Л. Дзердиевского к группам Меридиональной Северной и Меридиональной Южной, с вариациями состояния Арктической осцилляции, являются значимыми. Показано, что происходящие в современном периоде изменения характеристик этих связей могут быть обусловлены изменениями распределения поверхностных температур Мирового океана.

**Ключевые слова:** элементарный циркуляционный механизм, Арктическая осцилляция, температура поверхности океана, межгодовые изменения

### **Холопец О. В., Никифорова М. П. АТМОСФЕРНА ЦИРКУЛЯЦІЯ В ПІВНІЧНІЙ ПІВКУЛІ ЗЕМЛІ ТА АРКТИЧНА ОСЦИЛЯЦІЯ**

Виявлено умови, за яких статистичні зв'язки міжрічних змін сумарних тривалостей періодів переважання в Північній півкулі Землі Елементарних циркуляційних Механізмів, що відносяться за класифікацією Б. Л. Дзердієвського до груп Меридіональної Північної та меридіональної Південної, з варіаціями стану Арктичної осциляції, є значимими. Показано, що в сучасному періоді зміни характеристик цих зв'язків можуть бути обумовлені змінами розподілу поверхневих температур Світового океану.

**Ключові слова:** елементарний циркуляційний механізм, Арктична осциляція, температура поверхні океану, міжрічні зміни

### **Holoptsev O. V., Nikiforova M. P. ATMOSPHERIC CIRCULATION IN THE NORTHERN HEMISPHERE AND THE ARCTIC OSCILLATION**

The conditions under which the statistical relationships interannual change in the total duration of the period prevalence in the northern hemisphere elementary circulation mechanisms regarding classification BL Dzerdievskogo groups meridional North and South meridional, with variations of the state of the Arctic oscillation, are significant. It is shown that in the contemporary period, changes in the characteristics of these connections may be due to changes in the distribution of surface temperature of the oceans.

Keywords: elementary circulation mechanisms, Arctic oscillation, the surface temperature of the ocean, interannual changes

### **Введение**

Атмосферная циркуляция во многом обуславливает тепловой режим нашей планеты, а также распределение по ее поверхности атмосферных осадков, благодаря чему она является одним из важнейших факторов развития ландшафтной оболочки и всей климатической системы. Поэтому развитие представлений об особенностях влияния на нее различных природных процессов является актуальной проблемой не только метеорологи, но также физической географии, геофизики ландшафтов и биогеографии.

Наибольший интерес решение данной

проблемы представляет в отношении процессов, способных оказывать влияние на циркуляцию атмосферы в Северном полушарии нашей планеты, где проживает основная часть ее населения и размещается практически вся Мировая экономика. Одним из таких процессов является Арктическая осцилляция (далее АО) – квазипериодические изменения разности атмосферного давления между приполярными и умеренными широтами этого полушария.

**Обзор литературы.** Индекс АО является одним из глобальных климатических индексов, который характеризует несезонные вариации атмосферного давления в регионах Северного полушария, расположен-

ных к северу от его 20-й параллели, а также во многом определяет особенности происходящих в нем в зимние месяцы синоптических процессов. Его значение определяется как первая мода разложения на естественные ортогональные функции аномалий высоты поверхности 1000 гПа, а информация о нем представлена в [1].

В фазе АО, при которой атмосферное давление над Арктикой понижено, приток в нее из Атлантики теплой воды увеличивается, средние поверхностные температуры (далее ТПО) ее акватории возрастают, а абсолютная влажность арктического воздуха повышается. Поэтому в периоды времени, когда подобные фазы АО преобладают, в северной Европе и многих других регионах Северного полушария происходит потепление и увлажнение климата. В периоды доминирования противоположных фаз данного процесса климатические условия во многих регионах Северного полушария становятся более суровыми [2]. Изучение закономерностей, обуславливающих изменения состояния атмосферной циркуляции, является одной из главных научных проблем физики атмосферы и синоптики. Решению данной проблемы посвящены работы многих отечественных и зарубежных авторов.

Установлено, что непосредственной причиной изменений атмосферной циркуляции являются вариации атмосферного давления над различными участками земной поверхности. Наиболее мощным процессом, способным генерировать подобные барические «сигналы», является взаимодействие Мирового океана и атмосферы. В процессе этого взаимодействия с поверхностей океанических акваторий в атмосферу поступают потоки тепла и водяного пара, которые и порождают соответствующие неоднородности барического поля. Так как вариации ТПО разных участков поверхности таких акваторий осуществляются по разным законам, соотношения между этими потоками непрерывно изменяются, что и порождает изменчивость в поле атмосферного давления. При этом количество квазистойчивых состояний, в которых может находиться атмосферная циркуляция, может быть фиксированным [3 – 5].

Выявлено подобие некоторых особенностей межгодовых изменений состояний АО, а также Североатлантического колебания [6], что позволяет рассматривать эти процессы как главные факторы межгодовой и долгопериодной изменчивости циркуляции внетропической тропосферы и стратосферы над Арктикой. Показано, что особенности АО в период с конца 60-х годов XX в., существенно отличаются от имевших место в его первой половине [7]. В северных частях Тихого и Атлантического океанов Е. А. Жадиным определены области, где межгодовые изменения ТПО в некоторые месяцы значимо положительно и отрицательно коррелированы с вариациями АО, и действуют на поле атмосферного давления как дипольные структуры. Это позволило ему выдвинуть гипотезу, согласно которой причиной возбуждения АО могут быть воздействия на атмосферу подобных структур, обусловленные изменениями распределения ТПО в указанных океанических регионах [8].

Ныне мониторинг изменчивости атмосферного давления осуществляется отнюдь не повсеместно, вследствие чего многие барические «сигналы» являются ненаблюдаемыми, а закономерности изменений состояния АО изучены недостаточно. Поэтому при моделировании подобных изменений приходится допускать, что них присутствует весьма мощная случайная составляющая.

Впервые предположил возможность типизации синоптических процессов в 1915 г. Б. П. Мультановский. Им впервые предложено рассматривать систему воздушных течений и распределения атмосферного давления на пространстве естественного синоптического района, которая в основном сохраняется на протяжении 3 – 4 суток, как «элементарный синоптический процесс». Показано, что подобные процессы группируются в «естественные синоптические периоды», которые сменяются квазициклично [9]. В 1944 г. Х. Виллетт [10, 11] и К. Г. Россби [12] установили, что квазициклическая смена различных типов атмосферной циркуляции происходит не только в естественных синоптических районах, но и во всей атмосфере нашей планеты. Обнару-

женное метеорологическое явление получило название «цикл индекса». По оценкам Х. Виллетта и К. Г. Россби средняя продолжительность цикла индекса составляет 3 – 4 недели. При этом в южном полушарии типичное значение его продолжительности 18 – 23 суток, а в северном полушарии 20 – 26 суток [13]. Основой современных представлений о межгодовой и сезонной изменчивости преобладающих типов макроциркуляционных процессов в Северном полушарии Земли являются работы Г. Я. Вангейма [14], Б. Л. Дзердиевского [15] и А. А. Гирса [16].

В результате анализа ежедневных синоптических карт для Северного полушария за 1936 – 1946 гг. Б.Л. Дзердиевским, а также его ученицами В. М. Курганской и З. М. Витвицкой, предложена схема типизации этих процессов, которая основана на учете перемещений циклонов и антициклонов во внетропических широтах. Ими выделен 41 вид макроциркуляционных процессов Северного полушария, которые различаются направлением и количеством арктических блокингов, а также выходов южных циклонов. Соответствующие этим видам системы воздушных течений во всем Северном полушарии Земли получили название элементарных циркуляционных механизмов (ЭЦМ).

Каждый ЭЦМ обладает устойчивостью на протяжении в среднем 4 – 6 суток и обеспечивает в это время происходящий в данном полушарии воздухообмен и теплообмен. Смена ЭЦМ происходит практически скачкообразно. Среди выявленных видов ЭЦМ выделены их 13 типов, которые различаются наличием или отсутствием блокирующих процессов и их направлениями. В зависимости от количества блокирующих процессов упомянутые типы ЭЦМ объединены в 4 группы циркуляции: зональной (З), нарушения зональности (НЗ), меридиональной северной (МС) и меридиональной южной (МЮ).

К группе З, отнесены типы ЭЦМ 1 и 2, при которых над Арктикой атмосферное давление повышено, блокирующие процессы отсутствуют, отмечаются одновременные выходы южных циклонов в двух - трех секторах полушария. В группу НЗ вошли типы ЭЦМ 3 – 7, для которых характерно

расположение антициклона в районе Северного полюса, а также наличие одного арктического блокинга и до трех выходов южных циклонов. Группа МС объединила типы ЭЦМ 8 – 12, при которых атмосферное давление в районе Северного полюса также повышено, но блокирующих процессов происходят 2 – 4. При этом также наблюдается 2 – 4 выхода южных циклонов. В группу МЮ включен тип 13 ЭЦМ, при котором над Арктикой располагается область пониженного атмосферного давления, происходит развитие циклонической деятельности на арктическом фронте, а также наблюдается вхождение из низких широт в высокие 3 – 4 циклонов, которые увлекают за собой теплый и влажный воздух. ЭЦМ, относящиеся к данной группе МЮ, чаще наблюдаются летом. При этом выходы южных циклонов происходит четыре, а атмосферное давление над материками понижено. В период их возникновения зимой наблюдается три выхода южных циклонов, а атмосферное давление над материками повышено.

Изменения указанных характеристик атмосферной циркуляции в Северном полушарии Земли в период с 1899 г. изучены в [17]. Показано, что ЭЦМ, входящие в группу З, преобладали здесь в начале XX в. В его 20 – 40-е годы в данном полушарии господствовали ЭЦМ, относящиеся к группе НЗ. Приблизительно с середины 50-х годов, в Северном полушарии доминируют ЭЦМ, которые входят в группу МЮ. При этом оцененные за год суммарные продолжительности периодов преобладания ЭЦМ НЗ и З снижаются. В XXI в. суммарные продолжительности за год периодов преобладания ЭЦМ, относящихся к группам НЗ и МЮ, уменьшаются, а для ЭЦМ группы З они практически равны нулю. При этом значения данной характеристики для ЭЦМ группы МС возрастают.

Несмотря на то, что изучению закономерностей, которые вызывают смену ЭЦМ в Северном полушарии нашей планеты, а также изменения суммарных продолжительностей периодов преобладания различных их групп посвящены работы многих отечественных и зарубежных авторов, конкретные природные механизмы, порож-

дающих эти явления, до сих пор не установлены [18]. Принято считать, что одним из них является взаимодействие океана и атмосферы [2, 19]. Тем не менее, особенно влиятельно на атмосферную циркуляцию вариаций ТПО различных районов Мирового океана не выявлены.

Как видим, современные представления о связях атмосферной циркуляции, а также АО, с вариациями ТПО различных районов Мирового океана, позволяют выдвинуть следующие гипотезы.

1. Между изменениями суммарных продолжительностей периодов преобладания в Северном полушарии ЭЦМ, относящихся к тем или иным группам и вариациями состояния АО в некоторые месяцы существуют значимые статистические связи.

2. В Мировом океане существуют районы, в которых вариации их ТПО способны значимо влиять на изменения как суммарной продолжительности периодов преобладания ЭЦМ, относящихся к той или иной группе, так и состояния АО.

**Постановка задач.** Ныне мониторинг изменчивости поля атмосферного давления в Северном полушарии Земли осуществляется многими его метеорологическими обсерваториями, а оцененные по его результатам значения индекса АО за каждый месяц представлены в [1]. Систематически ведутся также наблюдения за изменениями ТПО многих акваторий Мирового океана, а полученные при этом временные ряды аномалий среднемесячных значений данной характеристики представлены в [20]. Информация об изменениях оцененных за тот или иной месяц суммарных продолжительностей периодов преобладания в Северном полушарии Земли ЭЦМ, относящихся к той или иной группе, представлена в [21]. Несмотря на это особенности статистических связей между этими процессами ныне изучены недостаточно. В том числе ранее не проверялась адекватность выдвинутых гипотез. Это не позволяет использовать результаты мониторинга индекса АО, а также

ТПО океанических районов, где их вариации значимо влияют на изменения суммарных продолжительностей периодов преобладания в Северном полушарии Земли ЭЦМ, относящихся к тем или иным группам, при моделировании и прогнозировании подобных изменений.

Учитывая изложенное, объектом исследования в данной работе являются межгодовые изменения соответствующих различным месяцам суммарных продолжительностей периодов преобладания в земной атмосфере ЭЦМ, относящихся к группам МЮ, МС и НЗ, ТПО различных районов Мирового океана, а также вариации индекса АО.

Предметом исследования являются статистические связи межгодовых изменений суммарных продолжительностей периодов преобладания в земной атмосфере ЭЦМ, относящихся к различным группам, а также вариаций индекса АО, соответствующих различным месяцам.

Целью работы является проверка адекватности выдвинутых гипотез, а также выявление условий, при которых статистические связи между рассматриваемыми процессами являются наиболее сильными.

Для достижения указанной цели решены следующие задачи:

- определение условий, при которых связи между вариациями индекса АО, а также изменениями суммарных продолжительностей в том или ином месяце периодов преобладания ЭЦМ, относящихся к группам МЮ, МС и НЗ, являются наиболее сильными;

- выявление районов Мирового океана, в которых межгодовые вариации их ТПО значимо статистически связаны с совпадающими по времени изменениями суммарных продолжительностей периодов преобладания ЭЦМ, относящихся к изучаемым группам, а также с изменениями индекса АО.

### **Методика исследований и фактический материал**

Как известно, количественной мерой силы статистической связи между реализациями двух стационарных случайных про-

цессов является значение коэффициента их парной корреляции [22]. Достоверность статистического вывода о значимости связи

между ними может быть определена с использованием критерия Стьюдента [23].

Стационарность процессов, изучаемых в данной работе, не доказана. Более того, особенности этих процессов позволяют допускать их нестационарность. По указанной причине упомянутый подход применим лишь для качественной оценки силы связи как между ними. Тем не менее, он позволяет решить поставленные задачи. Поэтому, в данной работе как качественная характеристика силы связи рассматриваемых процессов использовано соответствующее значение коэффициента парной корреляции рассматриваемых фрагментов их временных рядов, а при решении указанных задач использован метод корреляционного анализа [22]. Принималось, что сила связи между такими фрагментами временных рядов является значимой, если значение указанной характеристики превышает уровень 95% порога достоверной корреляции по критерию Стьюдента, который рассчитан для реализаций стационарных процессов с таким же числом степеней свободы.

При решении первой задачи, с использованием указанного метода, для групп ЭЦМ МЮ, НЗ и МС, и каждого месяца оценены значения временного сдвига  $\delta$  между изменениями суммарной продолжительности периода ее преобладания (следствие), а также вариациями индекса АО (причина), при которых сила статистической связи между ними является максимальной. Кроме того аналогичным образом определена оптимальная длина сопоставляемых фрагментов временных рядов рассматриваемых процессов, при которых отношение максимального значения коэффициента их корреляции к уровню 95% порога является наибольшим. Для каждого месяца изучена также зависимость силы связи между фрагментами изучаемых процессов, обладающими оптимальной длиной, от года их начала.

Вторая задача решается в два этапа. На первом этапе, для каждого такого месяца определены расположения океанических акваторий, где межгодовые изменения суммарных продолжительностей периодов преобладания ЭЦМ, относящихся к группам МЮ, НЗ и МС, либо индекса АО значимо коррелированы с вариациями их ТПО.

При оценке силы связи между рассматриваемыми процессами анализировались фрагменты их временных рядов оптимальной длины, выявленной в ходе решения первой задачи. На втором этапе для каждого месяца выявлялись океанические районы, где изменения их ТПО значимо влияют и на межгодовые вариации индекса АО, и на изменения суммарной продолжительности периодов преобладания тех же групп ЭЦМ. При этом как характеристика значимости в некотором месяце изменений ТПО в некотором районе, рассматривалось значение произведения коэффициента их корреляции с вариациями индекса АО, на коэффициент их корреляции с вариациями суммарной продолжительности периодов преобладания ЭЦМ, относящейся к некоторой группе.

Значимость изменений ТПО в некотором районе признавалась существенной, если значение указанной характеристики превышало по модулю уровень, соответствующий квадрату 95% порога достоверной корреляции по критерию Стьюдента для изучаемых фрагментов временных рядов. Границы областей, которые включают все выявленные для некоторого месяца подобные районы, нанесены на контурные карты соответствующих океанов с использованием метода триангуляции Делоне [24].

В ходе подобных исследований как фактический материал использованы соответствующие каждому месяцу временные ряды суммарных продолжительностей ЭЦМ, относящихся к группам МЮ, НЗ и МС, которые получены из [21]. Упомянутые временные ряды, сформированы по методике Б. Л. Дзердиевского и соответствуют периоду 1899 – 2013 г. Как фактический материал об изменениях среднемесячных значений индекса АО, использованы соответствующие каждому месяцу временные ряды, представленные в [1]. Указанные ряды соответствуют периоду, начинающемуся с января 1950 г. Как фактический материал об изменениях ТПО различных районов Мирового океана использованы результаты реанализа среднемесячных значений их аномалий, временные ряды которых, представлены в [20]. При этом учитывались океанические районы, размерами  $5^\circ \times 5^\circ$ , в которых в период с января 1950 г. пропуски данных отсутствуют.



**Результаты исследования и их анализ**

В процессе решения первой задачи, установлено, что в любые месяцы наиболее сильной статистической связью межгодовых вариаций индекса АО с изменениями суммарных продолжительностей периодов преобладания ЭЦМ, относящихся к группам МЮ и МС, при условии, что временной сдвиг между изучаемыми их временными рядами равен нулю. При этом в некоторые месяцы значения коэффициента парной корреляции данных процессов ощутимо превышают по модулю уровень 99% порога достоверной корреляции по критерию Стьюдента. Столь же значимых связей рассматриваемого фактора с изменениями суммарных продолжительностей периодов преобладания ЭЦМ, относящихся к группе НЗ не выявлено. При любых временных сдвигах между ними, а также в любые ме-

сяцы значения отношения коэффициента корреляции этих процессов к тому же порогу не превышают по модулю 1.

Максимальные значения отношений к уровню 95% порога по критерию Стьюдента, коэффициентов парной корреляции межгодовых вариаций индекса АО, с изменениями суммарных продолжительностей периодов преобладания ЭЦМ, относящихся к группам МЮ и МС ( $\alpha$ ), а также соответствующие им оптимальные длины ( $L$ ) фрагментов их временных рядов и годы их начала ( $T$ ), приведены в табл. 1.

Из табл. 1 следует, что в любые месяцы корреляция межгодовых вариаций индекса АО с изменениями суммарной продолжительности периодов преобладания в Северном полушарии ЭЦМ, относящихся к группе МЮ, положительна, а для ЭЦМ группы МС

**Таблица 1**

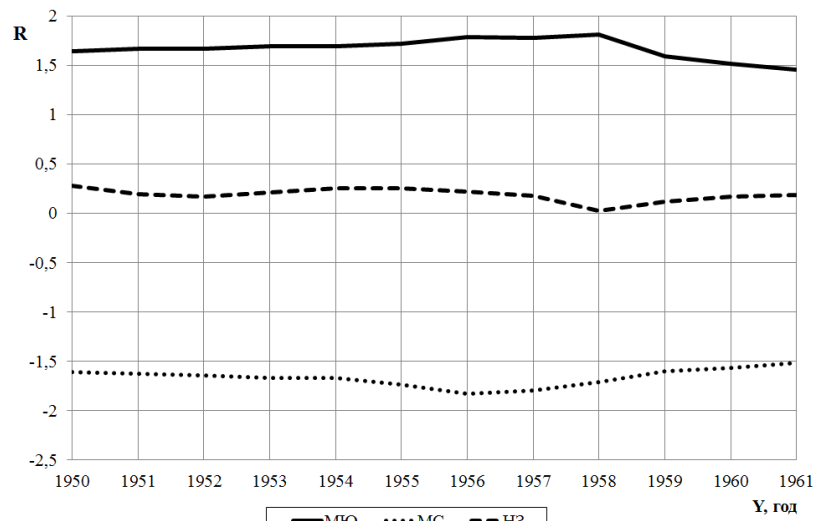
**Максимальные значения характеристик связей изучаемых процессов при нулевом сдвиге между ними, а также условия ( $\alpha$ ,  $L$ ,  $T$ ), при которых они достигаются**

Месяц	ЭЦМ МЮ			ЭЦМ МС		
	$\alpha$	$L$	$T$	$\alpha$	$L$	$T$
Январь	1,81	52	1958	-1,83	52	1956
Февраль	1,49	51	1955	-1,27	51	1952
Март	1,66	51	1962	-1,23	52	1950
Апрель	1,41	52	1958	-1,73	52	1958
Май	1,99	49	1964	-1,49	51	1950
Июнь	1,63	49	1963	-2,25	50	1962
Июль	1,50	49	1964	-1,05	50	1963
Август	2,28	50	1953	-1,76	50	1950
Сентябрь	1,30	48	1956	-1,37	52	1951
Октябрь	1,66	50	1963	-2,14	51	1956
Ноябрь	1,99	52	1952	-1,95	52	1952
декабрь	1,45	48	1952	-1,37	50	1951

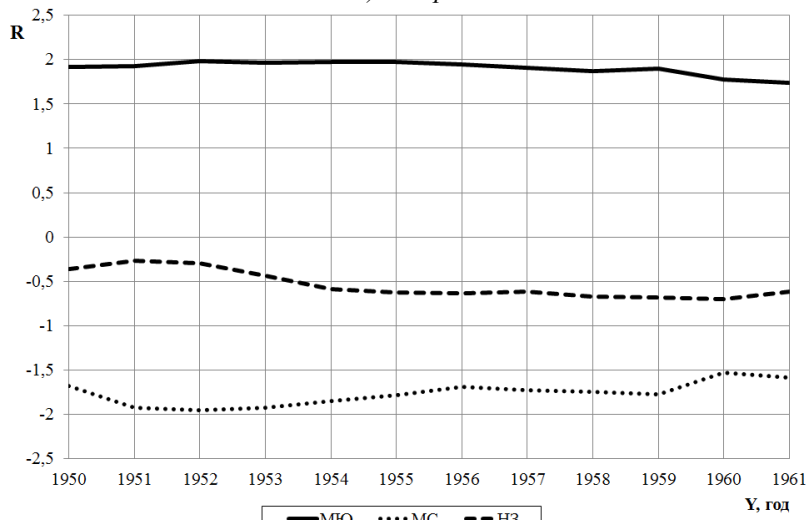
она отрицательна (что соответствует современным представлениям о сущности изучаемых процессов). При этом статистические связи межгодовых вариаций индекса АО с изменениями суммарной продолжительности периодов преобладания в Северном полушарии ЭЦМ, относящихся к группе МЮ, обладают наибольшей силой в августе, мае, ноябре и январе. Статистические связи тех же вариаций с межгодовыми изменениями аналогичной характеристики ЭЦМ, входящих в группу МС, наиболее сильны в июне, октябре, ноябре и январе. Из данной табли-

цы также следует, что зависимости от года начала сопоставляемых фрагментов изучаемых процессов для разных месяцев могут существенно различаться. Об адекватности этого предположения свидетельствуют упомянутые зависимости для января, ноября и августа, представленные на рис. 1.

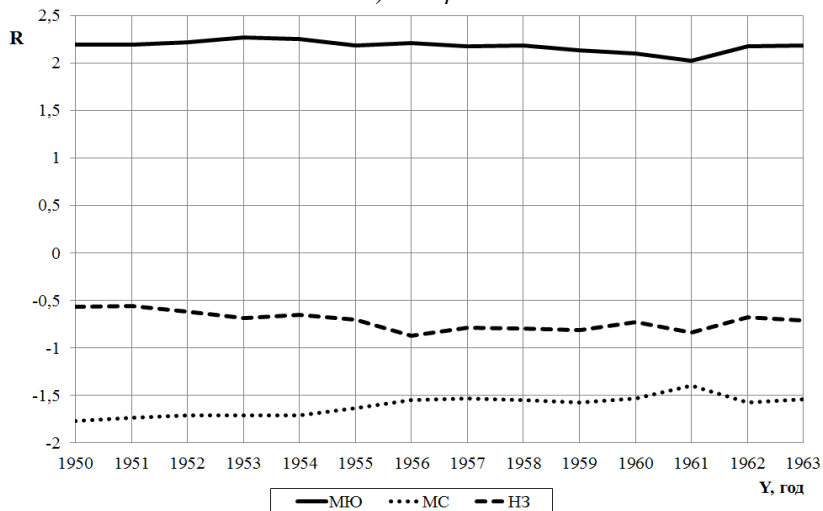
Как видим из рис. 1, для статистических связей вариаций индекса АО с изменениями суммарных продолжительностей периодов преобладания ЭЦМ, относящихся к группам МЮ, в любые месяцы свойственна тенденция к их ослаблению. Для связей того



А) январь



Б) ноябрь



В) август

Рис. 1 – Зависимости от года начала сопоставляемых фрагментов оптимальной длины временных рядов индекса АО, а также суммарных продолжительностей периодов преобладания ЭЦМ, относящихся к группам МЮ, МС и НЗ, значений коэффициента их корреляции

же фактора с изменениями суммарных продолжительностей периодов преобладания ЭЦМ, относящихся к группам МС в зимние месяцы свойственна та же тенденция, а в летние месяцы в период после 1961 г. они усиливаются. При этом при моделировании и прогнозировании изменений состояния обоих процессов в любые месяцы учитывать прогнозы совпадающих с ними по времени вариаций состояния АО представляется целесообразным.

Из рисунка 1 также следует, что связи межгодовых вариаций АО с изменениями суммарных продолжительностей периодов преобладания ЭЦМ, относящихся к группе НЗ, оцененные на фрагментах их временных рядов оптимальной длины, начинающихся в любые годы после 1950 г., значимыми не являлись. При решении второй задачи установлено, что значительные по площади акватории, на которых межгодовые вариации их ТПО в современный период значимо статистически связаны с изменениями индекса АО, а также суммарных продолжительностей периодов преобладания ЭЦМ, относящихся к группам МЮ и МС, в любые месяцы существуют в Тихом, Атлантическом и Индийском океане.

В качестве примера, на рис. 2 приведены расположения акваторий Тихого океана, на которых в ноябре вариации их ТПО в периоды 1952 – 2003 гг. и 1960 – 2011 гг. были значимо статистически связаны с изменениями как индекса АО, так и суммарных продолжительностей периодов преобладания ЭЦМ, относящихся к группам МЮ.

Как видно из рис. 2, районы, в которых межгодовые вариации их ТПО в ноябре в оба сопоставляемых периода были значимо связаны как с совпадающими по времени изменениями индекса АО, так и суммарных продолжительностей периодов преобладания ЭЦМ, относящихся к группе МЮ, расположены не только в северной части Тихого океана. Немало их и в его южной части.

Таким образом, установлено, что статистические связи межгодовых изменений суммарных продолжительностей периодов преобладания в Северном полушарии ЭЦМ, которые относятся к группам МЮ и МС, а также совпадающих с ними по времени ва-

При этом суммарное количество изучаемых районов в период 1952 – 2003 гг., в полтора раза больше, чем в период 1961 – 2012 гг. Как показали аналогичные исследования, количество подобных районов данного океана ныне монотонно убывает. Это является причиной выявленного уменьшения значимости статистической связи между изучаемыми процессами.

Аналогичная особенность характерна зависимостям коэффициента корреляции изменений суммарной продолжительности периодов преобладания в Северном полушарии ЭЦМ МЮ, а также межгодовых вариаций ТПО Атлантического и Индийского океана в ноябре, от года начала сопоставляемых фрагментов их временных рядов. Для других месяцев установлено, что общее количество океанических районов, где вариации их ТПО значимо связаны с рассматриваемым процессом, тем меньше, чем больше модуль разности года начала их фрагментов, от значения, приведенного в табл. 1.

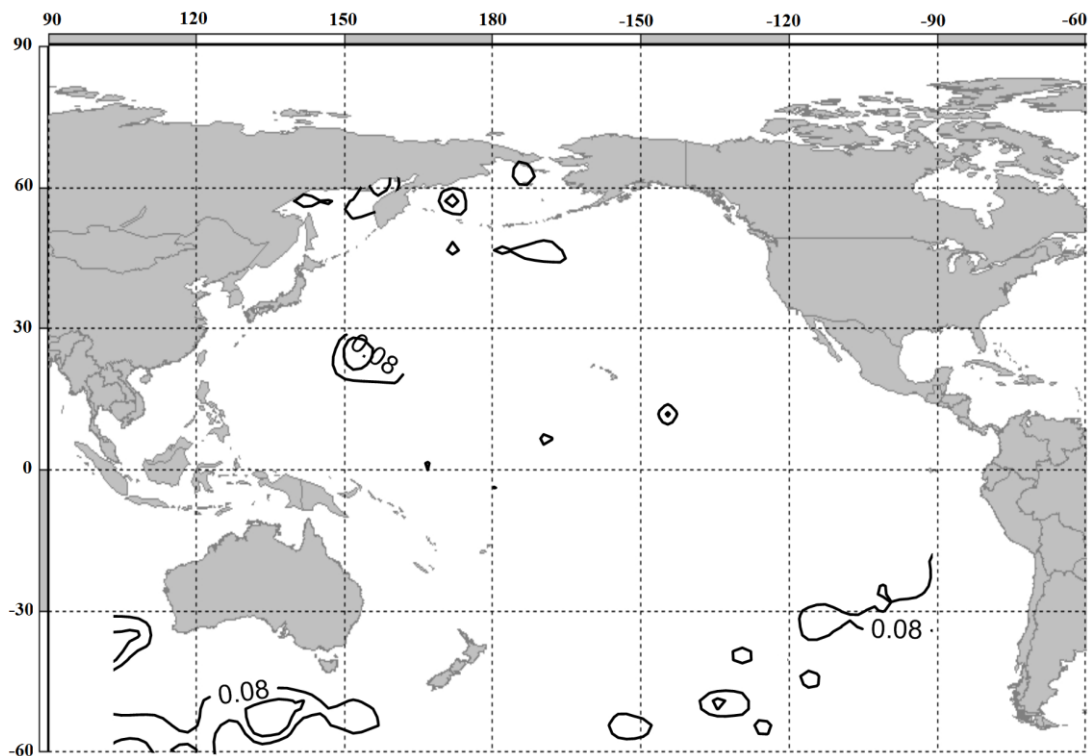
Такими же являются особенности изменения статистических связей вариаций ТПО районов различных океанов с изменениями как индекса АО, так и суммарных продолжительностей периодов преобладания ЭЦМ, относящихся к группе МС. Как пример этого, на рис. 3 показаны районы Тихого океана, для которых вариации их ТПО в ноябре, в периоды 1952 – 2003 гг. и 1960 – 2011 гг. были значимо статистически связаны с упомянутыми процессами.

Из рис.3 также видно, что суммарная площадь рассматриваемых районов в период 1960-2011 гг. значительно больше, чем в период 1952-2003 гг.. Это указывает на происходящее в современный период усиление связи между рассматриваемыми процессами и позволяет предполагать развитие данной тенденции также в ближайшем будущем.

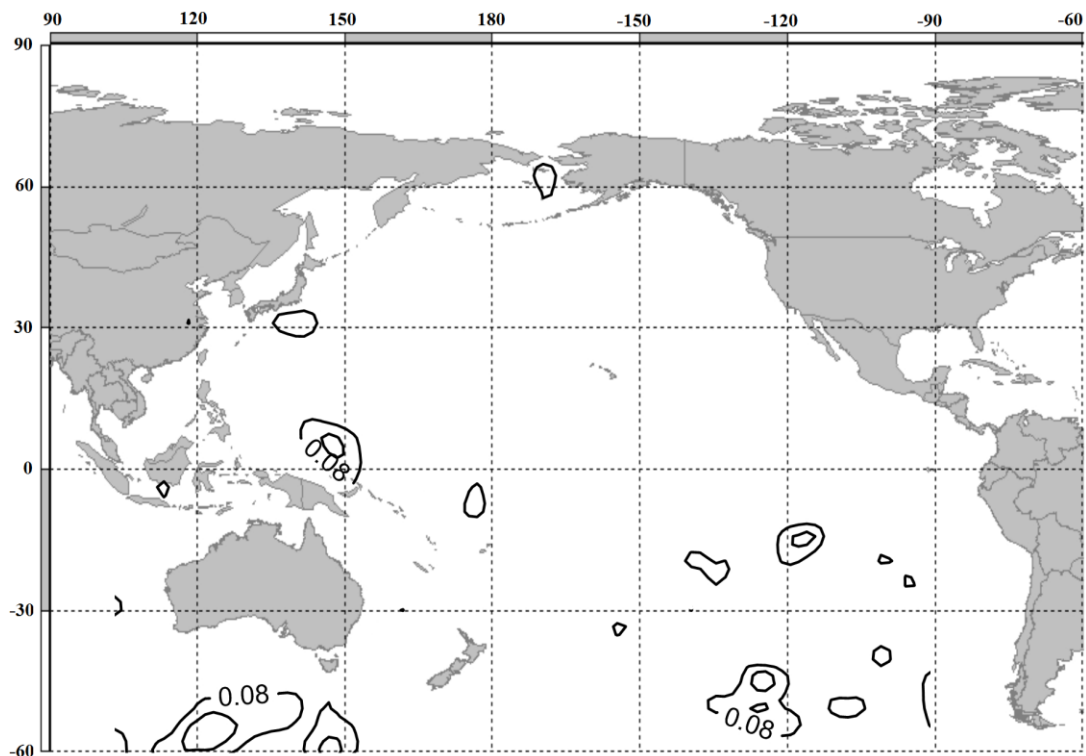
### **Выводы**

риаций индекса АО действительно могут быть значимым в любые месяцы.

Подобное всегда имеет место при условии, что длины фрагментов временных рядов рассматриваемых процессов и годы их начала совпадают со значениями, приведенными в табл. 1.

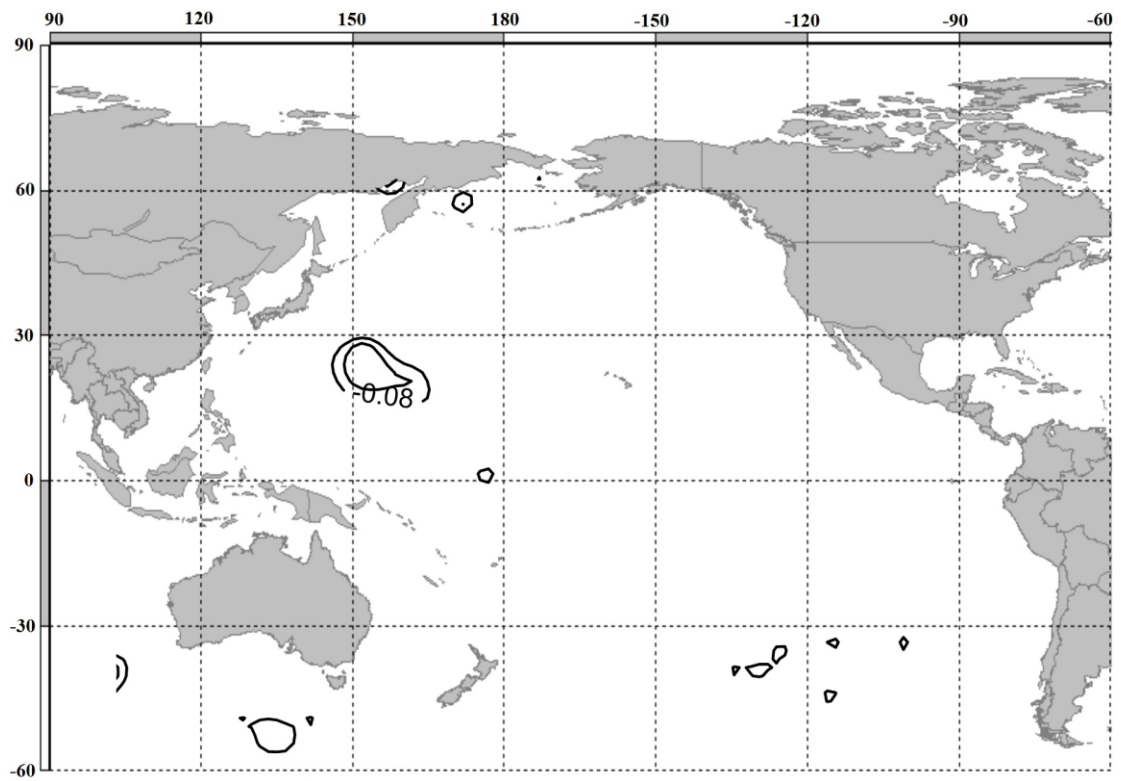


А) 1952 – 2003 гг

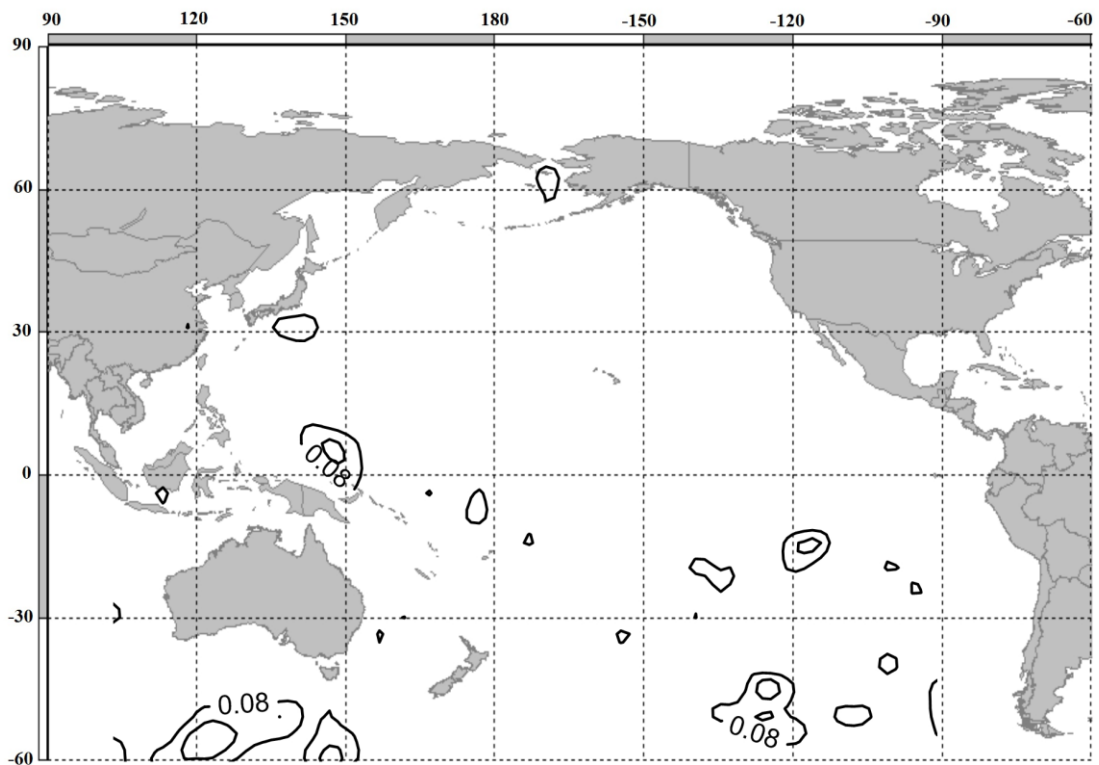


Б) 1960 – 2011 гг

**Рис 2** – Районы Тихого океана, где межгодовые вариации их ТПО в ноябре были значимо связаны как с совпадающими по времени изменениями индекса АО, так и суммарных продолжительностей периодов преобладания ЭЦМ, относящихся к группе МЮ



А) 1952 – 2003 гг



Б) 1960 – 2011 гг

**Рис 3** – Районы Тихого океана, где межгодовые вариации их ТПО в ноябре были значимо связаны с изменениями, как индекса АО, так и суммарных продолжительностей периодов преобладания ЭЦМ, относящихся к группе МС

В Тихом, Атлантическом и Индийском океане существуют районы, расположенные не только в Северном, но и в Южном полушарии, в которых межгодовые изменения ТПО, для любого месяца, значимо коррелированы с вариациями как суммарных продолжительностей периодов преобладания в Северном полушарии ЭЦМ МЮ и МС, так и значений индекса АО. Для

ЭЦМ относящихся к группе НЗ подобных связей не обнаружено.

Выявленные особенности вариаций характеристик статистических связей между рассматриваемыми процессами позволяют предположить, что их причинами являются перемены состояния процессов, обуславливающих пространственно-временную изменчивость ТПО Мирового океана.

### Литература

1. База данных Центра прогноза климата национальной администрации по океану и атмосфере (National Oceanic and Atmospheric Administration's – NOAA) - <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/>
2. Матвеев Л. А. Теория атмосферной циркуляции и климата Земли [Текст] / Л. А. Матвеев–Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 291с.
3. Монин А. С. Введение в теорию климата / А. С. Монин. – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 247 с.
4. Гилл А. Динамика атмосферы и океана в 2-х томах / Пер. с англ. В.Э. Рябинина, А. И. Филатова, под ред. Г. П. Курбаткина. // М.: Мир, 1986. – т.1 – 396 с., т.2 – 415 с.
5. Каган Б. А. Взаимодействие океана и атмосферы / С.-Пб: Гидрометеиздат, 1992. – 333 с.
6. Нестеров Е. С. Североатлантическое колебание: атмосфера и океан / Е. С. Нестеров. –М.: Триада, 2013. — 144 с.
7. Thompson D. W. J.: The Arctic Oscillation signature in the wintertime geopotential height and temperature fields. / D. W. J. Thompson, J. M. Wallace // *Geophys. Res. Lett.* – 1998. – 25, No. 9. – P. 1297–1300
8. Жадин Е. А. Арктическое колебание и межгодовые вариации температуры поверхности Атлантического и Тихого океанов / Е. А. Жадин. // *Метеорология и Гидрология.* – 2001. – №8. – С. 28–40
9. Мультиановский Б. П. Основные положения синоптического метода долгосрочных прогнозов погоды / М.: Издательство ЦУЕГМС, 1933. – 140 с.
10. Willett H. C. Patterns of world weather changes // *Trans. Amer. Geophys. Union*, 1948. – 29. – No 6. – p. 803–805
11. Willett H. C. *Descriptive meteorology* / New York: Academic press, 1944. – 310 p.
12. Rossby C. G., Willett H. C. The circulation of the upper troposphere and lower stratosphere // *Science*, 1948. – 108. – No 2815. – p. 643–652
13. Kononova N. K. Peculiarities of atmospheric circulation of Northern hemisphere during end XX – beginning XXI centuries and its reflection in climate // *Complex systems.* – 2014. – No.2 (11). – pp. 11–36
14. Вангейм Г. Я. О колебаниях атмосферной циркуляции над Северным полушарием [Текст] / Г. Я. Вангейм. // *Известия АН СССР. Сер. Географ. и Геофиз.* – 1946. – № 5. – С. 405–416
15. Дзердиевский Б. Л. Типизация циркуляционных механизмов в северном полушарии и характеристика синоптических сезонов. [Текст] / Б. Л. Дзердиевский, В. М. Курганская, З. М. Витвицкая. // Тр. Н.-и. учреждений Гл. упр. Гидрометеорол. Службы при Совете Министров СССР. Сер.2 Синоптическая метеорология; Вып. 21. Центральный институт прогнозов. М., Л.: Гидрометеиздат, 1946. – 80 с.
16. Гирс А. А. Макроциркуляционный метод долгосрочных метеорологических прогнозов [Текст] / А. А. Гирс–Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 488 с.
17. Кононова Н. К. Циркуляция атмосферы в Европейском секторе северного полушария в XXI веке и колебания температуры в Крыму [Текст] / Н. К. Кононова. // *Геополитика и экогеодинамика регионов.* – Том 10. – Вып. 1. – С. 633–640
18. Сидоренков Н. С. Многолетние изменения атмосферной циркуляции и колебания климата в первом естественном синоптическом районе [Текст] / Н. С. Сидоренков, П. И. Свиренко. // *Труды Гидрометцентра СССР.* – 1991. – Вып. 316. – С. 93–105
19. *Climate Change 2007 –Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to Assessment Report Four of the Intergovernmental Planes of Cimate Change (IPCC).* Cambridge University Press. – Cambridge. UK. – 2007. – 973p.
20. База данных об изменениях за весь период наблюдений аномалий ТПО различных районов Мирового океана, ограниченных квадратами координатной сетки 5x5 градусов: <http://wxweb.meteostar.com/SST/index.shtml?point=730>
21. База данных об изменениях в 1899 – 2011 гг. суммарных продолжительностей периодов, в течение которых ЭЦМ различных групп преобладали в северном полушарии: [www.Atmospheric-circulation.ru](http://www.Atmospheric-circulation.ru)
22. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебное пособие для вузов. 10-е издание, стереотипное / В. Е. Гмурман. – М.: Высшая школа, 2004. – 479 с.
23. Закс Ш. Теория статистических выводов / Ш. Закс. –М.: Мир, 1975. – 776 с.
24. Скворцов А. В. Триангуляция Делоне и ее применение / А. В. Скворцов. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2002. — 128 с. Надійшла 24.05. 2015



УДК 502.2:001.991.5:712.2

**Г. В. ТІТЕНКО**, канд. геогр. наук, доц., **А. А. КЛЄШ**

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

м. Харків, м. Свободи, 6, 61022,

titenko555@gmail.com, klewnastya@gmail.com

## **ОСОБЛИВОСТІ ГЕОХІМІЧНОЇ МІГРАЦІЇ ЕЛЕМЕНТІВ ТА СПОЛУК У ПРИРОДНИХ ТА ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННИХ КОМПЛЕКСАХ РІЧКОВОЇ ДОЛИНИ р. ЛОПАНЬ**

Визначено, що ґрунтовий покрив річкової долини Лопані характеризується суттєвим перетворення головних хімічних, фізико-хімічних властивостей ґрунтів та гумусового стану, що відбивається на головних напрямках та інтенсивності геохімічної міграції хімічних елементів. У річковій долині Лопані є ознаки формування нового техногенного фізико-хімічного лужного геохімічного бар'єру у супераквальних та елювіально-аккумулятивних ландшафтах (заплави та надзаплавних терас р.Лопань), який сприяє інтенсифікації поверхневого накопичення хімічних елементів та гальмуванню процесів вертикальної та горизонтальної міграції. Встановлено, що на більшій частині дослідженої долини підлучення поверхневого шару міських ґрунтів призводить до зменшення міграційної здатності різноманітних забруднюючих речовин, у тому числі важких металів.

**Ключові слова:** геохімічна міграція елементів, ґрунтовий покрив, геохімічні бар'єри, міські ґрунти

### **Titenko G., Klesch A. PECULIARITIES OF GEOCHEMICAL MIGRATION OF ELEMENTS AND COMPOUNDS IN NATURAL AND NATURAL-ANTHROPOGENIC COMPLEXES OF RIVER LOPAN**

It was determined that the soil cover of the river valley is characterized by a significant transformation of basic chemical, physical-chemical properties of soil and humus condition that affects the main areas and the intensity of the geochemical migration of chemical elements. In the river valley Lopan there are signs formation of a new man-made physical-chemical alkaline geochemical barrier in supraequal and eluvial-accumulative landscapes (floodplain and floodplain terraces r.Lopan), which contributes to the intensification of surface accumulation of chemical elements and braking processes of vertical and horizontal migration. It is established that the most of the investigated valley alkalization urban soil surface layer reduces the migration ability of various contaminants, including heavy metals.

**Keywords:** Geochemical migration of elements, the soil cover, geochemical barriers, urban soil

### **Титенко А. В., Клещ А. А. ОСОБЕННОСТИ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ МИГРАЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ И СОЕДИНЕНИЙ В ПРИРОДНЫХ И ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫХ КОМПЛЕКСАХ РЕЧНОЙ ДОЛИНЫ р. ЛОПАНЬ**

Определено, что почвенный покров речной долины Лопани характеризуется существенным преобразованием основных химических, физико-химических свойств почв и гумусового состояния, что отражается на главных направлениях и интенсивности геохимической миграции химических элементов. В речной долине Лопани есть признаки формирования нового техногенного физико-химического щелочного геохимического барьера в супераквальных и элювиально-аккумулятивных ландшафтах (поймы и надпойменных террас р.Лопань), который способствует интенсификации поверхностного накопления химических элементов и торможению процессов вертикальной и горизонтальной миграции. Установлено, что на большей части исследованной долины подщелачивание поверхностного слоя городских почв приводит к уменьшению миграционной способности различных загрязняющих веществ, в том числе тяжелых металлов.

**Ключевые слова:** геохимическая миграция элементов, почвенный покров, геохимические барьеры, городские почвы

### **Вступ**

Дослідження зовнішніх (ландшафтно-геохімічних) факторів міграції елементів є фундаментом існуючих сучасних геохімічних класифікацій ландшафтів (А. І. Перельмана, М. А. Глазовської, В. А. Алексеєнка, А. Г. Ісаченка, Г. І. Денисика, Л. Л. Малишевої).

При цьому, єдиним для всіх класифікацій є те, що на певних таксономічних рівнях обов'язково враховуються особливості міграції хімічних елементів у ґрунтах. У ґрунтах природних та природно-антропогенних ландшафтів спостерігається найбільша інтенсивність геохімічних процесів, з максимумом у гумусовому горизонті, якій виступає своєрід-



ним геохімічним центром. З одного боку, у ґрунтах пов'язані міграційні потоки природної і техногенної міграції елементів, а з іншого ґрунти знаходяться на перетині міграційних потоків від корінних порід, ґрунтових вод, приземної атмосфери та живих організмів [1].

Геохімічна класифікація ландшафтів України, яка розроблена у межах ландшафтно-геохімічного аналізу і оцінки ландшафтів Л. Л. Малишевою [2], також ґрунтується на визначенні певних властивостей ґрунтового покриву. За Л. Л. Малишевою (1997), всі таксоны геохімічної класифікації ландшафтів пов'язані з фізико-хімічними властивостями та хімічним складом гумусового шару ґрунтів, який визначається як геохімічний центр ландшафтно-геохімічних систем. Чинниками ландшафтно-геохімічної диференціації території є: 1) хімічний склад рухомих і нерухомих елементів у верхньому гумусовому шарі ґрунтів; 2) мінералогічний склад ґрунтів і ґрунтоутворюючих порід; 3) їх фізичні властивості. Гумусовий шар розглядається як індикатор, що відбиває просто-

рову диференціацію хімічного складу і фізико-хімічних властивостей ландшафтно-геохімічних, а властивості ґрунту є похідною від усіх процесів, які тривають в ландшафті, певним усередненням хімічного складу всіх його компонентів. Зокрема, гумусовий горизонт є ареною дії різноманітних геохімічних агентів, у ньому сконцентрована більшість геохімічних процесів, його властивості є головним чинником усіх видів міграції речовин [2].

Здійснення ландшафтно-геохімічної оцінки екологічного стану міст [3], не передбачає суворої формалізації набору показників щодо оцінки ґрунтів. Передусім вона залежить від ландшафтно-геохімічних умов, від специфіки промислового виробництва, транспортного навантаження тощо.

Мета дослідження визначити особливості латеральної геохімічної міграції хімічних елементів та сполук у природних та природно-антропо-генних системах річкової долини (р. Лопань) з використанням експериментальних даних обстеження гумусового шару на модельних ділянках.

#### **Методика дослідження**

Методика ландшафтно-геохімічного аналізу територій [2] передбачає використання конкретизованого набору показників. Серед них: 1) хімічні властивості (рН ґрунтів, окисно-відновний потенціал, вміст та склад гумусу, мікро- та макроелементний склад, ємність катіонного обміну, карбонатність тощо); 2) мінералогічний склад (співвідношення монтморилоніту та вермикуліту до польового шпату та кварцу); 3) фізичні властивості (вміст мулуватої фракції).

Головними факторами, що зумовлюють характер міграційних процесів у ґрунтах є: кислотно-лужні умови, гумусний стан ґрунтів та здатність середовища міграції до поглинання та утримання елементів. Дане дослідження надає можливість охарактеризувати головні з цих факторів в умовах природних та природно-антропогенних комплексах річкової долини Лопані. Дослідна територія характеризується складною ландшафтною структурою, що обумовлено процесом освоєння корінних природно-територіальних комплексів басейну р. Лопань та формуванням природно-антропо-генних комплексів м. Харкова.

Вибір модельних експериментальних ділянок ґрунтувався на закладенні рівномірної мережі пунктів дослідження, які були

визначені із врахуванням характеристик ландшафтно-геохімічної структури та охоплювали всі функціональні зони міста. Експериментальні ділянки розташовані у вузлах умовної регулярної решітки та знаходяться на відстані 2 км одна від одної. У басейні р. Лопань закладено 28 модельних ділянок: 22 – в межах міста, 6 – на територіях прилеглих до міста. Комплекс рекогносцувальних та польових робіт з дослідження та паспортизації експериментальних модельних ділянок проводився у період з червня по жовтень 2014 року.

Визначення важких металів виконано методом атомно-абсорбційної спектроскопії на приладі ААС-115 ПК. Визначення рН, обмінних  $\text{Ca}^{2+}$  та  $\text{Mg}^{2+}$ , рухомого К виконано за загальноприйнятими сертифікованими методиками. Визначення рН проводили на потенціометрі за допомогою електродів ЭВЛ-1М4 та ЭСЛ-15-11, з'єднаних з цифровим іонометром рН-150. Визначення вмісту  $\text{Ca}^{2+}$  у воді та сольовій витяжці проводили потенціометрично із застосуванням іоноселективного електрода. Вміст рухомих форм  $\text{K}^+$  у ґрунті визначали аналогічно. Визначення  $\text{Cl}^-$  проводили на основі титрування  $\text{Cl}^-$  у кислому середовищі розчином азотнокислої ртуті в присутності діфенілкарбозону. Визначення карбонатів  $\text{CO}_3^{2-}$  та гідрокарбо-

натів  $\text{HCO}_3^-$  здійснювали методом двохетапного титрування сірчаною кислотою. Визначення вмісту  $\text{Na}^+$  проводилось потенціометричним методом з застосуванням іонселективних електродів (ЭВЛ-1м4). Вміст водорозчинних мінеральних та органічних сполук у воді і водних витяжках з ґрунту вивчали методом вагового визначення сухо-

го залишку (термостат ТС-80, ваги ВЛА -200 гМ). Вміст гумусу досліджували за допомогою титрометричного методу визначення органічного вуглецю мокрим спаленням за Тюрнім. Хімічний аналіз проводився у лабораторії аналітичних екологічних досліджень екологічного факультету ХНУ імені В. Н. Каразіна.

### Результати дослідження

**Кислотно-лужні умови міграції хімічних елементів.** Форми, у яких мігрує той чи інший елемент, а відповідно з цим й інтенсивність його міграції, тісно пов'язані з таким параметром середовища як рН. Реакція середовища є обов'язковим показником насамперед тому, що саме цей показник здебільшого характеризує міграційну спроможність різноманітних хімічних елементів і сполук. Так, стійкість комплексів, що утворюються при взаємодії гумусових речовин з іонами металів, залежить насамперед від рН і іонної сили. Ці ж умови визначають можливість зв'язування важких металів ґрунтом у цілому та окремими компонентами. Відомо, що збільшення рН від 4 до 5,5 веде до зростання сорбції цинку на гідроксидах заліза і алюмінію. При рН 7,5 розчинність цинку збільшується через утворення комплексів з органічною речовиною [4]. Таким чином, із зміною рН змінюється роль ґрунтових компонентів у сорбції важких металів.

Зміни рН середовища також впливають на життєдіяльність мікроорганізмів через активізування одних груп та пригнічення інших. Від концентрації водневих іонів залежить рівень ферментативної активності ґрунту, яка більшою мірою пов'язана з мікробіологічними процесами. Це, в свою чергу, не може не позначитися на відношенні швидкостей мінералізації, гуміфікації та темпах накопичення гумусу.

Відомо, що реакція ґрунтового середовища залежить від співвідношення в ній вільних іонів  $\text{H}^+$  і  $\text{OH}^-$  і зумовлена спільною дією водно-розчинних речовин неорганічного (солей, кислот, основ) і органічного походження, колоїдів, специфічної і неспецифічної природи (гумінових і фульвокислот, щавлевої, лимонної, оцтової, мурашиної і ін.) кислот, а також глинястими мінералами. Крім того, на реакцію ґрунтового середовища впливають кореневі виділення рослин, що разом з органічними кислотами містять іони  $\text{H}^+$ ,  $\text{OH}^-$ ,

$\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$  [5]. Значним є внесок у формування реакції ґрунтового середовища продуктів метаболізму ґрунтових мікроорганізмів.

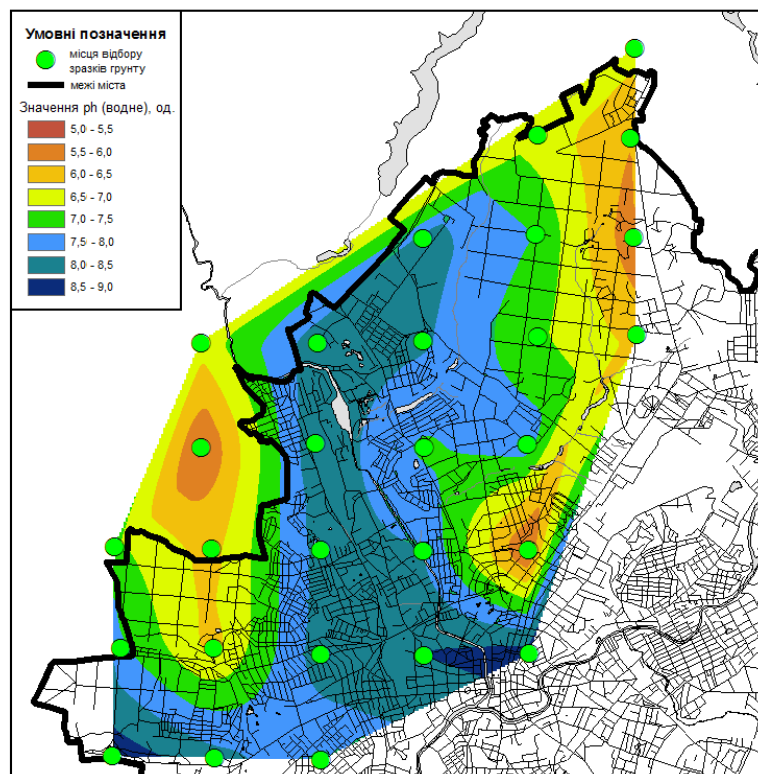
Реакція середовища також безпосередньо впливає на рухомість елементів. Однією з причин цього є те, що при підвищенні рН знижується окисно-відновний потенціал окислювальних реакцій, тобто при більш високих значеннях рН елемент може знаходитись в окисленому, а при більш низьких – у відновленому стані при тому ж самому значенні Eh середовища [6].

Як вказують окремі дослідники [7, 8] рухомість елементів, тобто їх здатність до міграції, найвища для Co, Cd, Mn, Fe, Ni, Zn у слабовідновних умовах (Eh становить близько +400 мВ), Cu - у окисних умовах (Eh сягає 700–800 мВ). Найнижчу рухомість усі перелічені елементи мають у сильно відновних умовах (при зниженні Eh до -50 – -150 мВ), а також в лужному середовищі (до рН≈8,5 – 9).

В кислому середовищі більшість катіоногенних елементів активно мігрує, в той час як підвищення рН призводить до різкого зниження інтенсивності їх міграції завдяки утворенню слабозчинних сполук цих елементів. рН осадження гідроксидів найчастіше наводиться як межа різкого зниження інтенсивності міграції елементу.

Для визначення лужно-кислотних умов міграції елементів у долині р. Лопань було проведено виміри рН водної та сольової витяжки [9] ґрунту.

Переважає більшість досліджених ґрунтів (за зразками з глибини 0 – 30 см) мають реакцію близьку до нейтральної та слаболужну (рис. 1) Досліджений поверхневий шар міських ґрунтів має доволі значну амплітуду коливання рН( $\text{H}_2\text{O}$ ) – від 5,36 до 8,81. Середнє значення рН досліджених ґрунтів у долині р. Лопань – 7,33. Середньоквадратичне відхилення становить – 1,04, дисперсія – 1,08. Ґрунтотвірні породи у цьому районі (за даними ННЦ ІПА) мають здебільшого



**Рис.1** – Показники реакції поверхневого шару ґрунтів в басейні р.Лопань в межах м. Харків

слаболужну реакцію. Слід зазначити, за результатами агрохімічного обстеження ґрунтів Харківської області за період 2010 – 2013 рр. середнє значення рН ґрунтів області (в середньому, без розподілу на типи) –6,02; мінімум – 5,5; максимум – 6,6; середньоквадратичне відхилення – 1,68; дисперсія –0,06. Таким чином, з порівняння значень показника реакції середовища для ґрунтів Харківської області та м. Харкова (в долині р. Лопань), для останніх – наявні суттєві зміни у лужно-кислотному балансі зі здвигом у лужний бік.

В автоморфних ґрунтах полігона рН водної витяжки в першу чергу зумовлений вмістом іонів  $\text{Ca}^{2+}$  та  $\text{HCO}_3^-$ . В гідроморфних ґрунтах вплив водорозчинних солей на рН не такий однозначний, та на відміну від автоморфних ґрунтів, більш важливу роль грають іони  $\text{Cl}^-$  та  $\text{Mg}^{2+}$ . Зворотна залежність між вмістом водорозчинного карбонату кальцію та рН спостерігається в лучному ґрунті, який постійно підживлюється капілярною вологою майже до самої поверхні завдяки близькому розташуванню ґрунтових вод. Максимальний, в цілому для ландшафту, вміст водорозчинних карбонатів, в верхньому шарі цих ґрунтів пояснюється їх осадженням на випарувальному бар'єрі. Такого осадження не

спостерігається в лучно-чорноземному ґрунті, в якому ґрунтові води залягають значно глибше, та немає умов для випадіння карбонату кальцію.

Головним чином зона підлуження ґрунтів локалізована в центральній частині району досліджена, тобто приурочена до заплави та надзаплавних терас р.Лопань. Це територія щільної старої забудови різного функціонального призначення. Більшість дослідників пов'язують загальну тенденцію до підлуження міських ґрунтів з надходженням у складі викидів сполук, що містять карбонатний пил [10, 11, 12]. Тривалість та систематичність подібного забруднення зумовлюють стійкість тренду ґрунтів до підлуження.

Здобуті значення  $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$  та  $\text{pH}(\text{KCl})$  свідчать про повсюдне підлуження міських ґрунтів, що, як відомо, у більшості випадків зумовлено присутністю карбонатів лужних та лужноземельних металів. Реальний внесок різних аніонів у формування лужності ґрунтів залежить як від константи основності, так і від концентрації цих іонів у ґрунтових витяжках. У міських ґрунтах з лужною реакцією домінують карбонати. Встановлено також, що  $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$  має достовірно тісну як негативну, так і позитивну кореляцію з гідрокарбона-

тами та завжди позитивну, і у ряді випадків тісну – з кальцієм.

Таким чином, можливе підкислення ґрунтів міських територій за рахунок інтенсивності викидів  $S_xO_y$ ,  $NO_x$  та інших речовин, здатних впливати на величину кислотності ґрунтів, у районі не відбувається. Це може пояснюватися кількома обставинами. По-перше, під впливом осадків із великою кількістю розчиненої вуглекислоти у ґрунтах утворюються бікарбонати, які є гідролітично лужними солями. І саме вони можуть змінити реакцію ґрунтового середовища у лужний бік. По-друге, через атмосферний перенос підкислення ґрунтів у безпосередній близькості від джерела забруднення (до 1 – 1,5 км) не відбувається. По-третє, вільний кисень зв'язується ґрунтом, і його неможливо виявити, аналізуючи водну витяжку. Іони водню, що витягаються водною витяжкою, складають незначну частину всієї кількості водневих іонів ґрунту.

Явище майже повсюдного підлуження міських ґрунтів встановлено різними дослідниками для міст різної промислової спеціалізації та розташованих у різних природних зонах. Відзначається, що у ґрунтах, природні аналоги яких мають більш кислу реакцію, наприклад, дерново-підзолисті, ця закономірність є наочнішою, ніж у природно нейтральних ґрунтах, але процес підлуження притаманний і їм також.

Виявлена наявність техногенного лужного поверхневого геохімічного бар'єру створює ситуацію, за якої процеси поверхневого накопичення домінують і гальмують процеси вертикальної та горизонтальної міграції. Таким чином на більшій частині дослідженої долини підлуження поверхневих шарів міських ґрунтів призводить до зменшення міграційної здатності різноманітних забруднюючих речовин, у тому числі важких металів.

У різних ґрунтово-геохімічних асоціаціях (з кислими ґрунтами  $pH < 5.5$ , з слабкислими і нейтральними ґрунтами при  $pH 5.5 - 7.5$ , з лужними і сильнолужними ґрунтами при  $pH 7.5 - 9.5$ ) суттєво відрізняється ступінь рухомості елементів. За даними [13] ступінь міграційної активності варіює від практично нерухомих в лужних та сильнолужних умовах Pb, Ba, Co, до слабкорухомих в цих же умовах Zn, Ag, Sr, Cu, Cd та до рухомих  $Mo^{6+}$ ,  $V^{6+}$ ,  $As^{5+}$ ,  $S^{6+}$ .

Окисно-відновні умови оцінювались на підставі оцінювання непрямих показників. Автоморфні ґрунти лісостепу мають переважно окисні умови середовища, в той час, як

гідроморфні ґрунти заплави формуються при постійному чи спорадичному пануванні відновних умов, на що вказують ознаки оглеєння, які проявляються у лучних та лучно-болотних ґрунтах полігона у вигляді сизувато-чорного забарвлення, іржаво-вохристих плям та вуглистих зерняток двоervalентного марганцю. Згідно [14] окисно-відновний потенціал ґрунту безпосередньо залежить (в порядку зниження значущості фактору) від: 1) режиму зволоження; 2) кількості органічної речовини, що розкладається, та її речовинного складу; 3) мікробіологічної активності; 4) аерації ґрунту, яка зумовлена його щільністю.

В свою чергу, виникнення відновних умов в автоморфних ґрунтах лісостепу можливе за умов спорадичного перезволоження у ранне-весняний період. Найнижчі значення Eh для ґрунтів лісостепової зони спостерігаються у весняний період, завдяки створенню сприятливих умов для розвитку анаеробних біохімічних процесів та високій вологості ґрунту.

Заміна окисно-відновних умов в ландшафті відбувається як у просторі (від окисних у ґрунтах елювіальних та транселювіальних ландшафтів, до слабккислих у супераквальному і відновних у аквальному ландшафтах) так і у часі – від слабккислих у ранньовесняний період до окисних в інші пори року. Такі умови сприяють виникненню двостороннього глейово-кисневого геохімічного бар'єру на межі контакту кисневих поверхневих та ґрунтових вод схилів та глейових вод заплавлених ґрунтів та осадженню марганцю у верхніх горизонтах автоморфних ґрунтів на кисневому бар'єрі.

Рухомість хімічних елементів обумовлена геохімічними умовами, які склалися у природних та природно-антропогенних комплексах річкової долини. Так, pH осадження гідроксидів важких металів зростає у ряду:  $Fe^{3+} \ll Fe^{2+} < Cu < Zn < Ni < Co = Pb < Mn < Cd$ . Якщо припустити модельну систему, в якій важкі метали присутні лише у вигляді простих сполук, та відсутнє їх фізико-хімічне поглинання, тобто зводячи всі процеси до хімічного осадження-розчинення, то в умовах досліджених природних та природно-антропогенних, тобто при середній глибині залягання лужного бар'єру більшій ніж 50 см та середньому pH 50ти сантиметрового шару ґрунту, що дорівнює 6,6-7,2, можливість осадження на лужному бар'єрі зберігається головним чином для Ni, Co, Pb та Cd, а у відновних умовах - ще й Mn, оскільки Fe, Cu, Cr та більша частина Zn буде осаджуватись в верх-

ніх шарах ґрунту. Теоретично при величинах рН, визначених у ґрунтах, що досліджуються, важкі метали (відповідно, якщо існування іону можливе при існуючому ОБП) за ступенем рухомості можна поділити на: 1) нерухомі: Fe<sup>3+</sup>; 2) слабрухомі: Cu<sup>2+</sup>; Zn<sup>2+</sup>; Ni<sup>2+</sup> (рухомість зменшується в ряду: Ni<sup>2+</sup>>Zn<sup>2+</sup>>Cu<sup>2+</sup>); 3) рухомі в орному шарі та вилуженій від карбонатів частині профілю: Pb<sup>2+</sup>; Co<sup>2+</sup>; 4) рухомі за усім профілем: Fe<sup>2+</sup>; Mn<sup>2+</sup>; Cd<sup>2+</sup> (рухомість зменшується в ряду: Fe<sup>2+</sup>> Mn<sup>2+</sup>> Cd<sup>2+</sup>).

Зміна рН від нейтральної до слаболужної на нижній межі ґрунтового профілю автоморфних ґрунтів сприяє виникненню лужного бар'єру. Тобто ґрунотвірні породи, які мають рН близько 8, є лужним бар'єром майже для всіх вказаних елементів, лише Cd<sup>2+</sup> осадження гідроксидів якого відбувається в межах рН 8-9,5 теоретично може зберігатися в цих породах деяку рухомість.

У слабовідновних умовах заплави можливе значне підвищення рухомості таких елементів як Mn та Fe, завдяки декілька нижчих значень рН. Однак при Eh≥200 мВ майже весь Fe<sup>2+</sup>, що утворюється окислюється Mn<sup>2+</sup> до

Fe<sup>3+</sup> [14]. Саме тому, рухомість заліза у слабовідновних умовах невелика. Також у гідроморфних ґрунтах заплави більш рухомі ніж у схилових ґрунтах такі елементи як Cd, Co, Pb, Ni та Zn.

Отже, умови міграції хімічних елементів у річковій долині Лопані слабконтрастні за профілем ґрунтів, та за поверхнею (за рН та за вмістом гумусу) (рис. 2).

**Вміст гумусу як умова міграції хімічних елементів.** Основні показники гумусового стану ґрунтів належать до числа консервативних властивостей ґрунту, кількісні характеристики яких формуються тривалий час і настільки ж довго зберігаються. Однак вплив урбанізації на ґрунти є настільки інтенсивним та тривалим, що відбуваються зміни і найбільш стійких властивостей.

Хімічні забруднення, впливаючи на склад і властивості гумусових речовин, можуть призводити до порушень екологічної рівноваги в біогеоценозах. Внаслідок промислового, побутового та інших видів забруднення в місті, запас органічних залишків

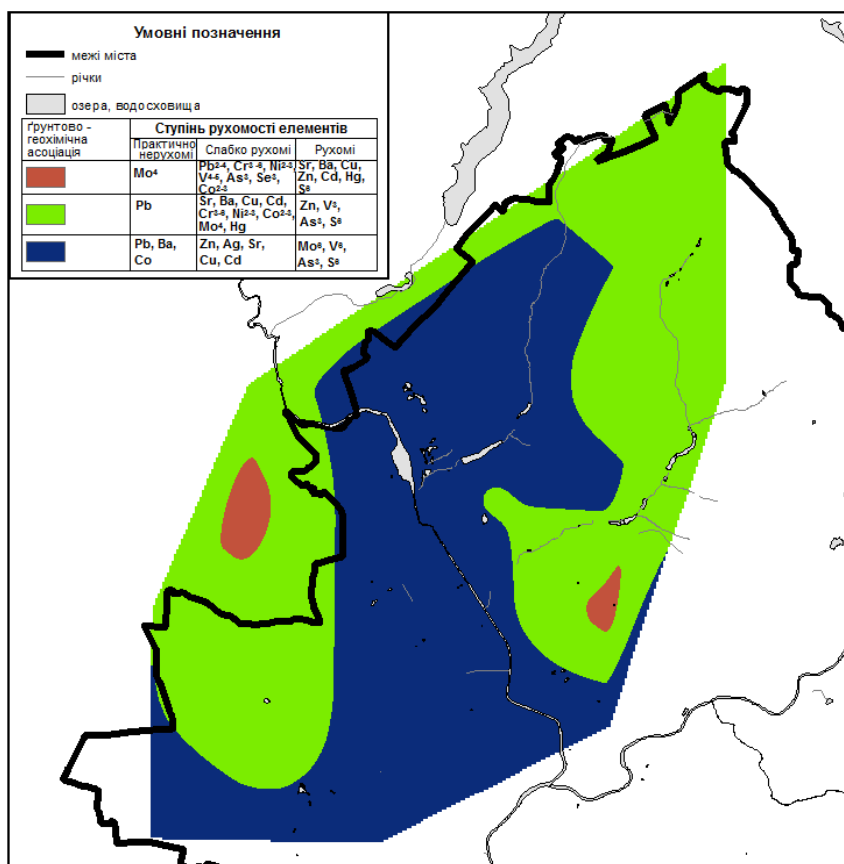


Рис. 2 – Потенційна інтенсивність геохімічної міграції хімічних елементів у долині р. Лопань (у залежності від показника рН) в межах м. Харків

може як збільшуватися – в разі пригнічення мікробіологічної активності, так і зменшуватися – через різке падіння продуктивності фітоценозів. Відповідно запаси гумусу також неоднозначно реагують на урбогенне забруднення різного складу та інтенсивності.

Вміст органічної речовини ( $C_{\text{орг}},\%$ ) у ґрунтах залежить як від збагаченості органічною речовиною субстрату, на якому формувався ґрунт, так і від використання органічних та мінеральних добрив (газони, сквери, сади) та кількісного і якісного складу забруднювачів.

У міських ґрунтах, як правило, кількість органічних речовин вища, ніж у фонових і сягає, особливо у ґрунтах старої забудови, 8-12% [15, 16].

Унаслідок промислового, побутового та інших видів забруднення в місті, запас органічних залишків може як збільшуватися – в

разі пригнічення мікробіологічної активності, так і зменшуватися – внаслідок різкого падіння продуктивності фітоценозів. Відповідно запаси гумусу також неоднозначно реагують на урбогенне забруднення різного складу та інтенсивності.

Вміст гумусу в ґрунтах Харківської області за даними обстежень 2010-2013 рр. коливається в межах 3,4 – 4,9 %; середнє значення – 4,2; стандартне відхилення – 4,3 та дисперсія 0,17.

Проведені нами дослідження вмісту гумусу (за Тюриним) в поверхневих зразках ґрунтів долини р. Лопань (в межах Харкова) показали, що діапазон коливання значень від 0,2 до 3,55%, при середньому 2,19%, стандартному відхиленні 0,82 та дисперсії 0,68.

У просторовому розподілі вмісту органічної речовини виявляються певні тенденції (рис. 3):

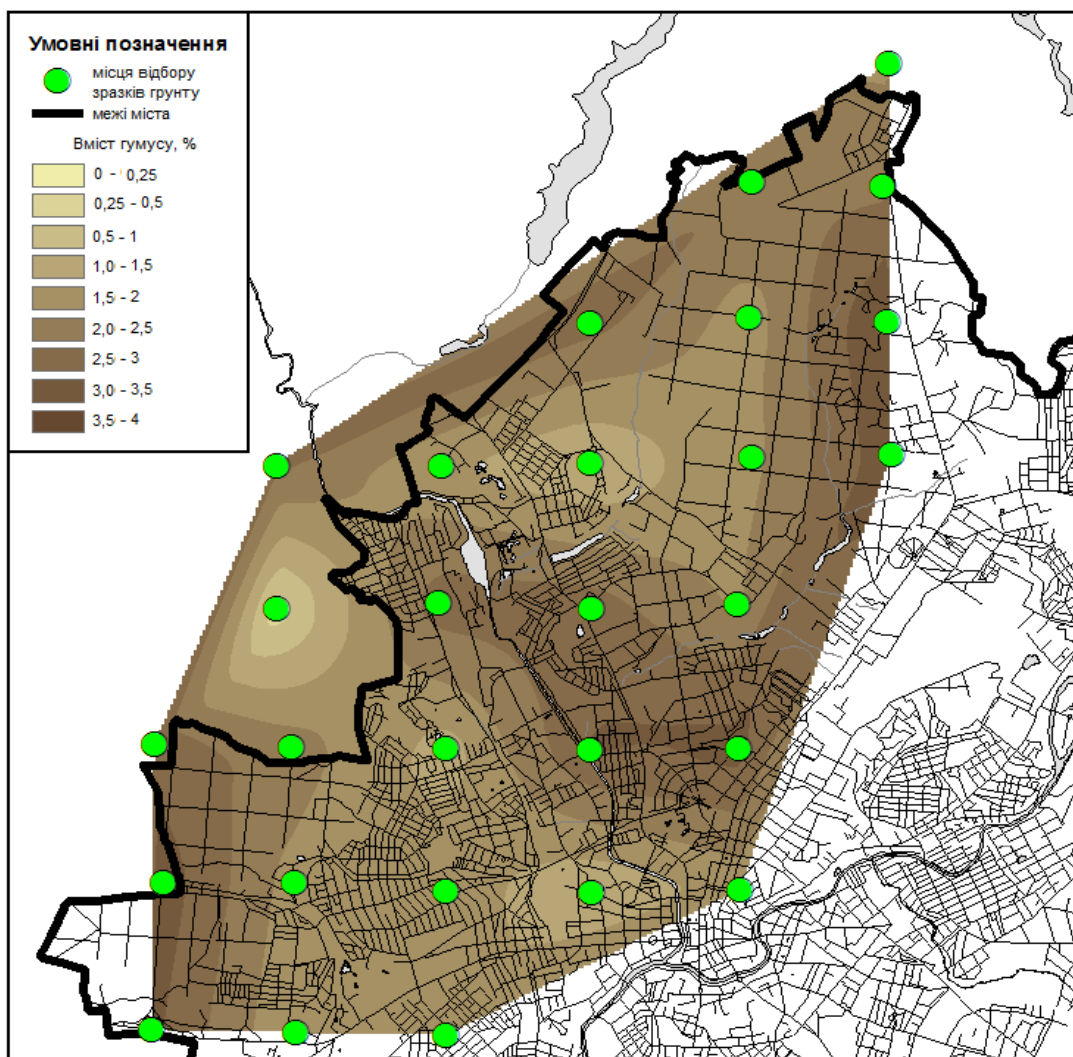


Рис. 3 – Вміст гумусу (%) у поверхневому шарі ґрунтів в басейні р.Лопань в межах м. Харків



- максимальні значення показнику валового вмісту гумусу спостерігаються на заплаві р.Лопань та на лесових терасах лівого берегу, які мають високий рівень урбогенного навантаження та переважно зайняті старою житловою забудовою (до 5 поверхів) та приватною житловою забудовою. Вміст гумусу на цих ділянках коливається від 2,78 до 3,55%, при середньому вмісті 3,2, який можна оцінювати як відносно високий. Максимальна кількість вмісту органічного вуглецю спостерігається у ґрунтах 5-поверхової старої житлової забудови;

- у промисловій зоні, навпаки, мають місце найменші у районі значення даного показника. В пробах, відібраних на цій території, поза межами промислових підприємств та на промислових майданчиках, кількість гумусу не перевищує 1,51% (мінімальне значення 0.2%). Такий вміст гумусу (<2%) можна класифікувати як дуже низький;

- райони багатоповерхової (понад 5 поверхів) забудови є осередками локального зменшення вмісту гумусу, що пояснюється легким механічним складом (з переважанням крупного та середнього піску) цих ґрунтів;

- більша частина приватного сектора характеризується середніми значеннями вмісту гумусу.

Для пояснення значних розбіжностей у значеннях консервативних ознак ґрунту необхідно проаналізувати основні причини втрат гумусу. По-перше, це, безумовно, ерозійні втрати гумусу, втрати за рахунок зменшення опаду та, по друге, це в даному випадку, розкладання і біодеградація гумусу під впливом фізіологічних лужних опадів і активізація мікрофлори внаслідок надмірного надходження хімічних каталізаторів. Безперечно, що вміст гумусу є чинником, що обумовлює напрям та інтенсивність міграції хімічних елементів. При цьому ґрунти з надзвичайно з низьким вмістом гумусу та, відповідно, низькою буферністю є майже «прозорими» для надходження забруднюючих речовин, й це може створити серйозну загрозу не тільки ґрунтовій рівновазі, а й стану і рівновазі природних та природно-антропогенних комплексів.

**Вміст основних іонів.** Вміст катіонів  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  у ґрунтах річкової долини р. Лопань в середньому є природним для зональних чорноземів типових. Аналізуючи аніонний склад ґрунтів, спостерігаємо, що концентрація  $\text{Cl}^-$  іонів (рис. 4) змінюється від 0,2 до 4,6 мг/100 г і досить вагомо відхиляється від параметрів, що характеризують властивості природних ґрунтів.

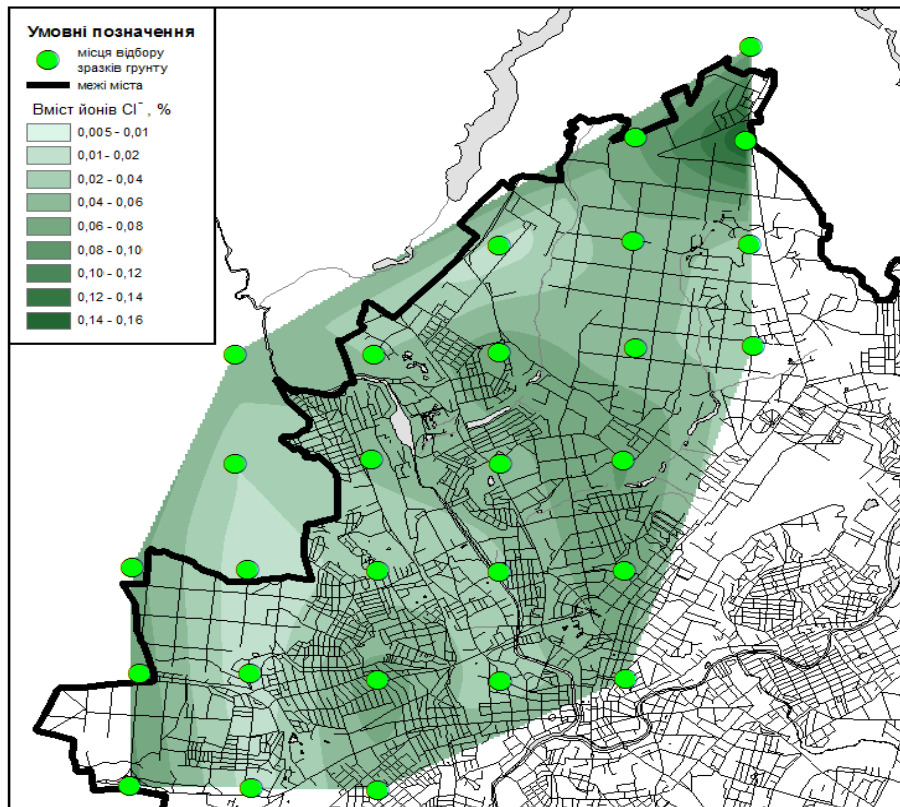


Рис. 4 – Вміст хлорид-іонів у поверхневому шарі ґрунтів в басейні р.Лопань в межах м. Харків

Співвідношення у міських ґрунтах обмінних катіонів у ґрунтовому розчині є досить специфічним. Міські ґрунти мають велику кількість обмінних катіонів, серед яких переважає кальцій – до 5 разів вище, ніж у фонових ґрунтах. Вміст обмінного магнію декілька нижчий, але його перевищення над фоновим є суттєвим і становить 2 – 3 місцевих кларки. Все це свідчить про високий ступінь насиченості поглинального комплексу міських ґрунтів іонами лужноземельних елементів. Порівняно з фоновими ґрунтами у міських значно збільшується ємність поглинання, що свідчить про їх високу сорбційну здатність до різноманітних забруднювачів.

Солонцюватість, наявність якої у міських ґрунтах відзначають багато дослідників [15, 16], не виявлена. У поверхневому горизонті ґрунтів долини р.Лопань не спостерігається засолення хлоридно-натрієвими солями, як у більшості обстежених великих міст. Вважаємо, що це пояснюється тривалим використанням у Харкові серед заходів проти ожеледиці піску замість піщано-сольової суміші, що використовується у інших містах.

При вивченні особливостей міграції хімічних елементів в межах річкової долини Лопані було зроблено спробу визначити ділянки різкої зміни умов міграції елементів (зміни геохімічних обстановок) та ідентифікувати латеральні та радіальні геохімічні бар'єри.

Серед головних кількісних характеристик геохімічних бар'єрів (за А.І. Перельманом) виділяють контрастність бар'єру  $S$ , яка визначається як [17]

$$S = m_1 / m_2, \quad (1)$$

де:  $m_1$  – значення показнику, який визначає зміни геохімічної обстановки на бар'єрі (рН, Eh, температура, тиск та ін.), зафіксоване в міграційному потоці перед бар'єром;

$m_2$ , – значення цього ж показнику після бар'єру.

Як правило, інтенсивність накопичення хімічних елементів (їх сполук) посилюється зі зростанням контрастності геохімічних бар'єрів. При цьому для концентрації будь-якого елемента на бар'єрі не обов'язковий його високий вміст у міграційному потоці.

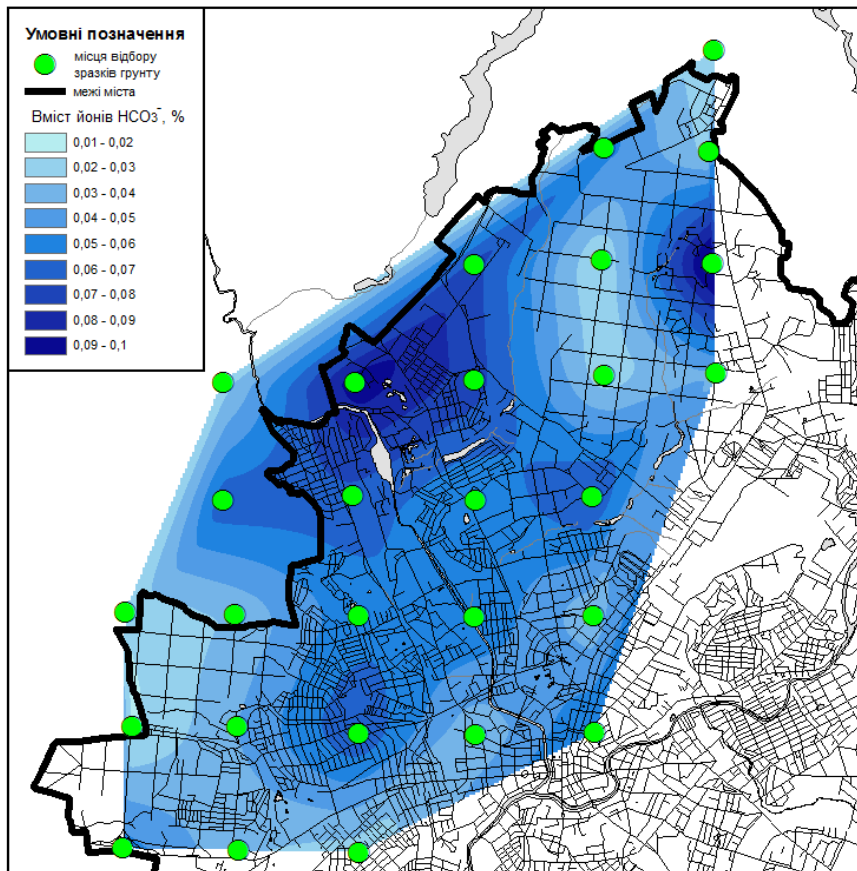
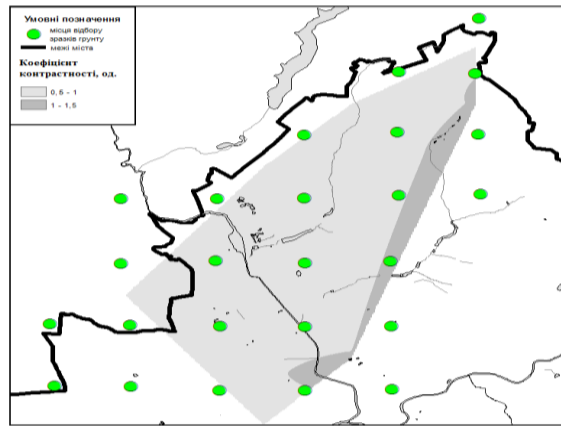
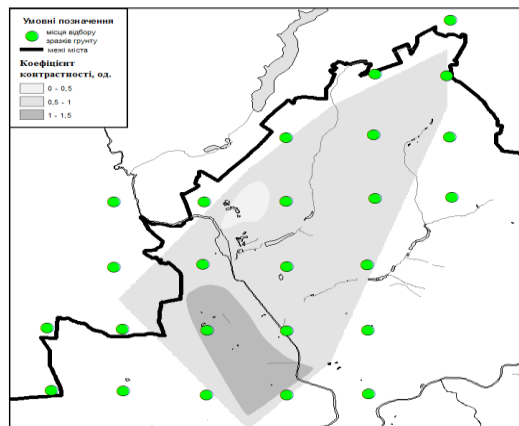


Рис. 5 – Вміст гідрокарбонат-іонів у поверхневому шарі ґрунтів в басейні р.Лопань в межах м. Харків

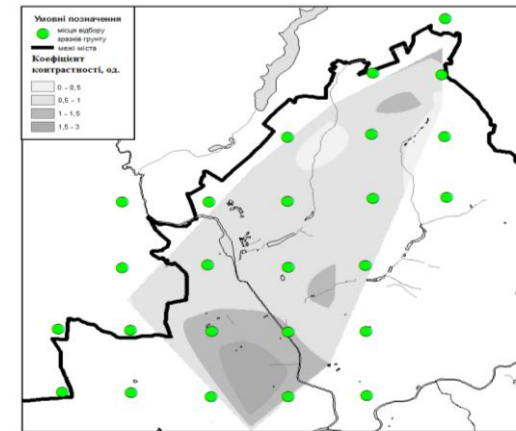




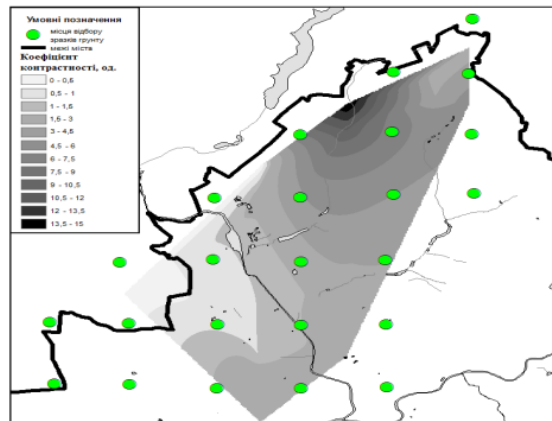
а – за показником рН<sub>H2O</sub>



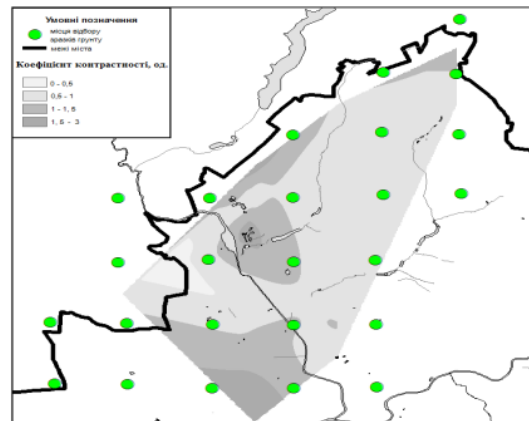
б – за показником рН<sub>КСІ</sub>



в – за показником вмісту гідрокарбонат - іонів



г - за показником вмісту іонів хлору



д – за показником вмісту гумусу

Рис. 6 – Контрастність потенційних латеральних геохімічних бар'єрів в басейні р.Лопань в межах м. Харків

Контрастність потенційних геохімічних бар'єрів було змодельовано за допомогою детермінованого методу (Natural Neighbor) у середовищі ArcGis.

Інтерполяцію здійснено за показниками рН(H<sub>2</sub>O), рН(KCl), вміст гумусу, вміст HCO<sup>3-</sup> – іонів та СГ іонів (рис. 6 – а, б, в, г, д).

Аналіз контрастності потенційних латеральних геохімічних бар'єрів в басейні р.Лопань в межах м. Харків свідчить про досить низький рівень відносної просторової контрастності. На заплаві р. Лопань за вмістом гумусу, показником вмісту гідрокарбо-

нат-іонів (рис. 5) та хлорид-іонів спостерігається контрастність до 2 разів, що показує відсутність чітко виражених латеральних геохімічних бар'єрів за цими показниками. Найвищі показники контрастності за показником вмісту хлорид-іонів (від 2 до 15 разів) були виявлені на межиріччі рр. Лопань та Харків у північній частині території дослідження. Виходячи з отриманих даних в поверхневому шарі (0 – 30 см) ґрунтів даної території існує фізико-хімічний геохімічна аномалія (можливо техногенної генези).

### Висновки

В цілому, можна констатувати, що ґрунтовий покрив річкової долини Лопані характеризується суттєвим перетворення головних хімічних, фізико-хімічних властивостей ґрунтів та гумусового стану, що відбивається на головних напрямках та інтенсивності геохімічної міграції хімічних елементів.

У річковій долині Лопані є ознаки формування нового техногенного фізико-хімічного лужного геохімічного бар'єру у супераквальних та елювіально-акумулятивних ландшафтах (заплави та надзаплавних

терас р.Лопань). Існування цього бар'єру має досить позитивні наслідки для підтримання екологічної рівноваги в природних та природно-антропогенних комплексах. Такий бар'єр сприяє інтенсифікації поверхневого накопичення хімічних елементів та гальмуванню процесів вертикальної та горизонтальної міграції. Таким чином, на більшій частині дослідженої долини підлуження поверхневих шарів міських ґрунтів призводить до зменшення міграційної здатності різноманітних забруднюючих речовин, у тому числі важких металів.

### Література

1. Визначник еколога - генетичного статусу та родючості ґрунтів України / [Полупан М. І., Соловей В. Б., Кисіль В. І., Величко В. А.]. – К.: «КОЛОБІГ», 2005. – 303 с.
2. Малишева Л. Л. Ландшафтно-геохімічна оцінка екологічного стану територій./Л. Л. Малишева. – К.: РВЦ «Київський університет», 1997. – 264 с.
3. Экогеохимия городских ландшафтов / Под ред. Касимова Н. С. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – 336 с.
4. Мотузова Г. В. Почвенно-химический мониторинг фоновых территорий./ Г. В. Мотузова, Е. А. Карпова, М. С. Малинина – М.: Изд-во МГУ, 1989. – 88 с.
5. Ковда В. А. Основы учения о почвах./ В. А. Ковда. – М.: Наука, 1973. – Кн.1. – 477 с.
6. Мейсон Б. Основы геохимии./ Б. Мейсон. – М.: Недра, 1971. – 292 с.
7. Ильин В. Б. Тяжелые металлы в системе почва – растение./ В. Б. Ильин. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991. – 151 с.
8. Кабата-Пендиас А. Микроэлементы в почвах и растениях./ А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
9. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. / Е. В. Аринушкина. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 487 с.
10. Hazelton P.A., Brian Murphy/ Understanding soil in Urban Environmental. / P. A. Hazelton, Murphy Brian. – CSIRO PUBLISHING/ Australia and New Zeland, 2011. – 145 p.
11. Польшина С. М. Регуляторна функція лісопаркових насаджень в урбоантропогенезі. / С. М. Польшина. // Екологія та ноосферологія. –2006. – Т. 17. – № 1–2. – С. 122- 128.
12. Титенко А. В. Динамика реакции почвенной среды антропогенно-преобразованных почв на примере Орджоникидзевского района г.Харькова./ А. В. Титенко. // Вісн. Харк. Ун-ту, № 456. Сер.Актуальні проблеми сучасної науки в дослідженнях молодих вчених м. Харкова. Ч.2. 2000. – С.63 - 66.
13. Проведення ґрунтового - геохімічного обстеження урбанізованих територій. Методичні рекомендації/ Укладачі: чл.-кор. УААН, доктор с.-г. наук, проф. Балюк С.А., доктор с.-г. наук Фатеев А.І., канд. с.-г. наук Мірошниченко М.М. – Х.: ННЦ «ІГА ім. О.Н. Соколовського» УААН, 2004. – 62 с.
14. Кауричев И.С. Окислительно-восстановительные процессы и их роль в генезисе и плодородии почв. / И. С. Кауричев, Д. С. Орлов. – М.: Колос, 1982. – 247 с.
15. Pavao-Zuckerman M.A. Scratching the surface and digging deeper: exploring ecological theories in urban soils./ M. A. Pavao-Zuckerman, L.B. Byrne. // Urban Ecosystems. – 2009. – № 12. – P. 9-20.
16. Urban Soils: Applications and Practices/ Phillip J. Craul, 1999. – P. 360.
17. Перельман А. И. Геохимия./ А. И. Перельман. – М.: Высш. школа, 1989. – 528 с.

Надійшла до редколегії 10.06.2015

УДК 504.064.3

**К. М. КАРПЕЦЬ**, канд. геогр. наук  
Національний університет цивільного захисту України  
вул. Чернишевська, 94, Харків, 61023  
[7361874@mail.ru](mailto:7361874@mail.ru)

## ЩОДО МОДЕЛЮВАННЯ РУСЛОВИХ ВИТРАТ ПІД ЧАС ПІДВИЩЕННЯ ВОДНОСТІ РІЧКИ

Наведено приклад моделювання руслових витрат в обраному перерізі русла під час весняної повені в басейні річки, змодельована імовірна зона затоплення, визначено руслові витрати під час літнього зливого паводку. Розглянуто можливість застосування комп'ютерних технологій водорозподілу для проведення оцінки екологічного стану поверхневих водних об'єктів та водозбірних територій.

**Ключові слова:** площа басейну, зона затоплення, моделювання, руслові витрати, цифрова модель

### **Karpez K. M. ON MODELING CHANNEL INCURRED DURING A WATER CONTENT IMPROVING RIVER**

An example of channel modeling costs in the selected channel section during the spring flood in the basin, likely modeled inundation zone, defined Channel consumption during the summer storm flood. The possibility of computer technology water distribution to assess the ecological condition of surface water bodies and catchment areas.

**Key words:** basin area, flooding zone, modeling, the channel costs, the digital model

### **Карпец К. М. К ВОПРОСУ МОДЕЛИРОВАНИЯ РУСЛОВЫХ РАСХОДОВ ПРИ ПОВЫШЕ- НИИ ВОДНОСТИ РЕКИ**

Приведен пример моделирования русловых расходов в выбранном сечении русла во время весеннего половодья в бассейне реки, смоделирована вероятная зона затопления, определены русловые расходы во время летнего ливневого паводка. Рассмотрена возможность применения компьютерных технологий водораспределения для проведения оценки экологического состояния поверхностных водных объектов и водосборных территорий.

**Ключевые слова:** площадь бассейна, зона затопления, моделирование, русловые расходы, цифровая модель

### **Вступ**

Зараз, на ліквідацію наслідків повені, паводку або катастрофічного затоплення на річках України, витрачається велика кількість грошових та матеріальних витрат. На величину характеристик повені, паводку або катастрофічного затоплення здійснюють вплив кількість опадів, їх інтенсивність, тривалість, площа охоплення, водопропускна здатність ґрунтів, рельєф басейну, величини ухилу русел, наявність і глибина мерзлоти та інші. Дана робота присвячена особливостям застосування цих та інших характеристик, що дає можливість моделювати зони повені та витрати води під час паводка та в свою чергу, отриману інформацію можливо використовувати відповідними управліннями міністерств з метою запобігання негативного впливу на навколишнє середовище.

В умовах, коли все частіше на річках формуються швидкоплинні гідрологічні

явища, коли погодні умови зими не сприяють формуванню стабільних чинників весняного водопілля для достовірного довгострокового прогнозування можливості виникнення надзвичайних ситуацій, найбільш актуальним стає розвиток систем короткострокового прогнозування [1, 2].

У [3] розглянуто науково-методичні засади створення басейнових прогностичних систем та показано застосування математичних моделей формування стоку води як основи методичної бази системи та її функціональних складових.

Установлено, що при розробці геоінформаційної моделі водозбору об'єктом моделювання є водозбірний басейн [4, 5]. Розроблена інформаційно-аналітична система [6], яка дає можливість виконувати оцінку зміни еколого-меліоративного стану території.

**Постановка завдання та його вирішення.** У складі застосування методів дистанційного зондування землі для проведен-

ня оцінки екологічного стану поверхневих водних об'єктів та водозбірних територій, для виявлення можливості виникнення надзвичайних ситуацій з метою своєчасної ліквідації їх наслідків, доцільним буде засто-

сування комп'ютерних технологій водорозподілу. У роботі ми розглядаємо процес моделювання максимальних руслових витрат від весняних повеней і літніх паводків на території м. Харкова.

### Результат дослідження

На першому етапі моделювання застосовується розподілене гідрологічне моделювання (РГМ) максимумів від талих вод, які в основному фізично визначаються групою метеорологічних факторів. Проте, ми розуміємо, що геометричні характеристики басейну і річки, зокрема, розвиток ме-

режі рельєфу реально впливають на весняні максимуми. Вказані характеристики для ГС-моделювання будуть прямо отримані із цифрової моделі рельєфу. Структура руслових витрат під час весняної повені, показана на рис. 1.

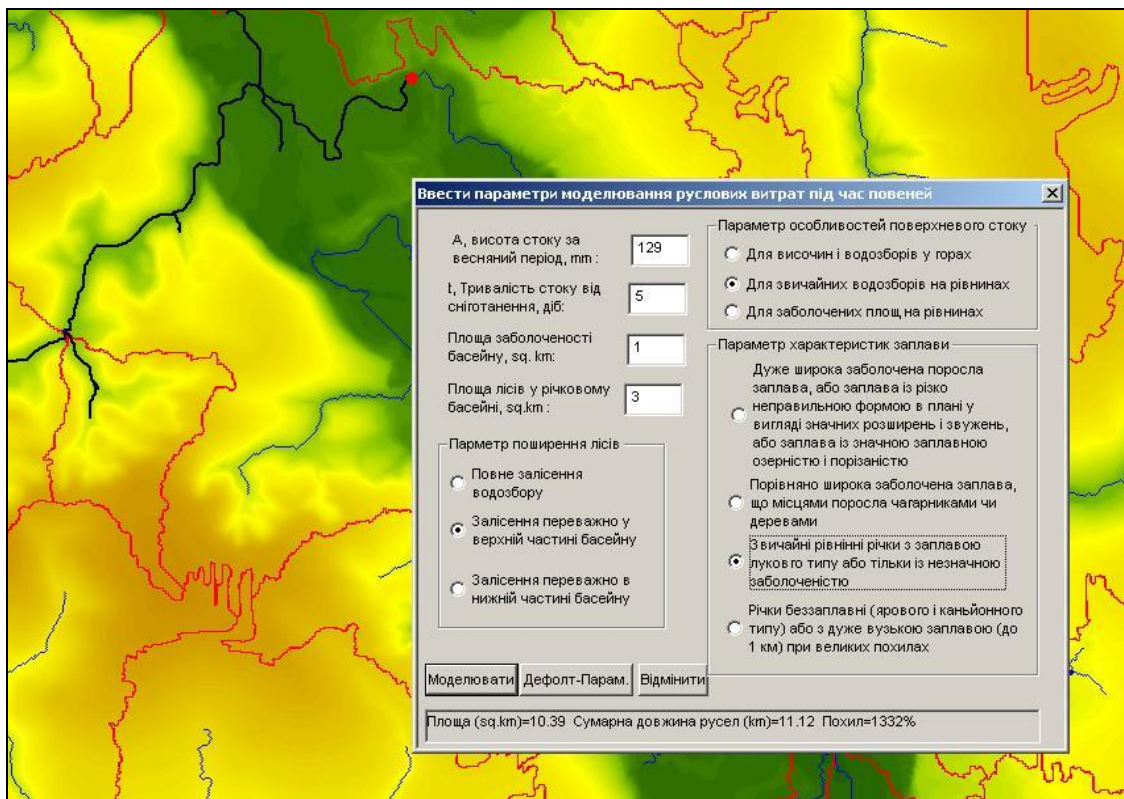


Рис. 1 – Структура руслових витрат під час весняної повені

Генерована витрата води під час весняної повені відображена на рис. 2. Даний приклад стосується моделювання руслових максимумів у гирлі великої балки під час активного весняного сніготанення.

В регіональному аспекті дана територія належить до басейну р. Сіверський Донець, і вхідні параметри моделі відбивають місцеві фізико-географічні умови відповідної пори року, які і обумовлюють весняну повінь 1% ступеню забезпеченості. На рис. 3 наведена імовірна зона затоплення під час такої повені. Ця зона обумовлюється відпо-

відними вхідними параметрами моделі (див. рис. 1), і подібний результат важко переоцінити для планування заходів щодо запобігання надзвичайних ситуацій.

Головним вихідним параметром другої РГМ – максимумів від літніх паводків є показник руслових витрат ( $Q$ ,  $m^3/сек$ ) 1-2% забезпеченості ( $p$ ) для певної точки поперечного перерізу (створу) річкового русла. Тобто, саме такий параметр, як і в РГМ витрат від весняних повеней. В РГМ руслових витрат від дощових злив таким же чином враховуються параметри тієї складової системи



водозбору, яка відбивається морфолого-морфометричними характеристиками рельєфу, котрі і склали першу групу вхідних параметрів цієї РГМ (рис. 4).

Тобто, крім залежності від домінуючого параметра – площі, також враховується зв'язок максимальних дощових витрат  $q$  із сумарною довжиною ділянок русла (від витoku до точки визначення – поперечного створу)  $L$  і із середньозваженим похилом русла  $J$ . Друга група вхідних параметрів складається із решти гідролого-

метеорологічних характеристик, наприклад – інтенсивність злив, і інших ландшафтних показників. Третя група вхідних параметрів РГМ витрат від дощових злив відбиває фактори місцевого характеру: лісистість водозбору; його заболоченість; ті особливості рельєфу, що не входять до першої групи, наприклад – характеристики русла та поверхні заплави; зарегульованість русла – природна (через озера) і штучна (ставки і водосховища).

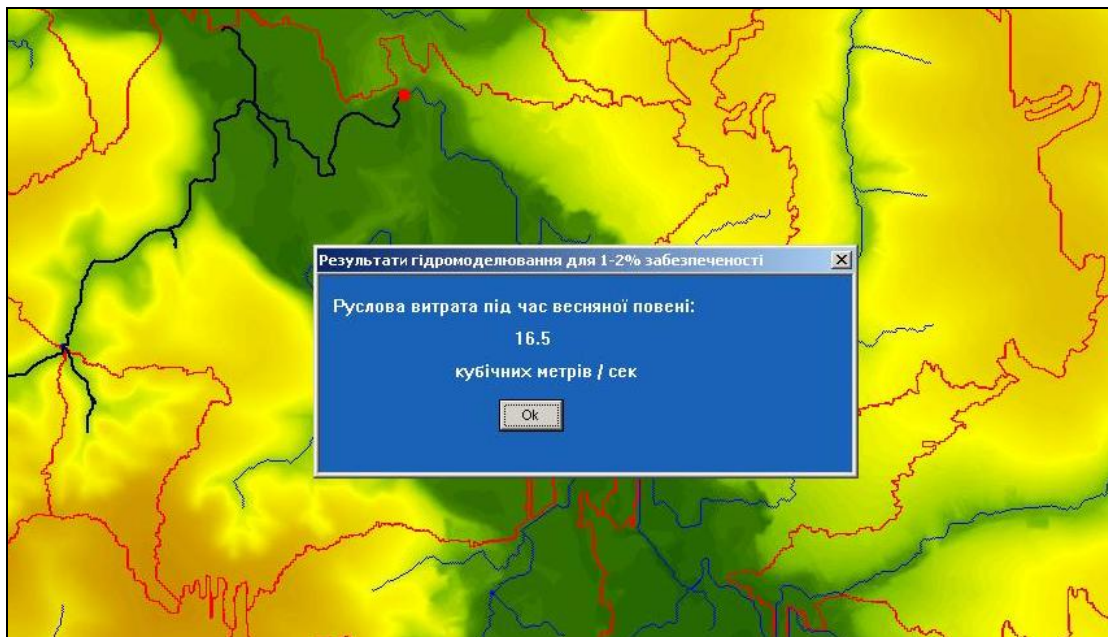


Рис. 2 – Результати моделювання руслових витрат в обраному перерізі русла під час весняної повені в басейні р. Уди

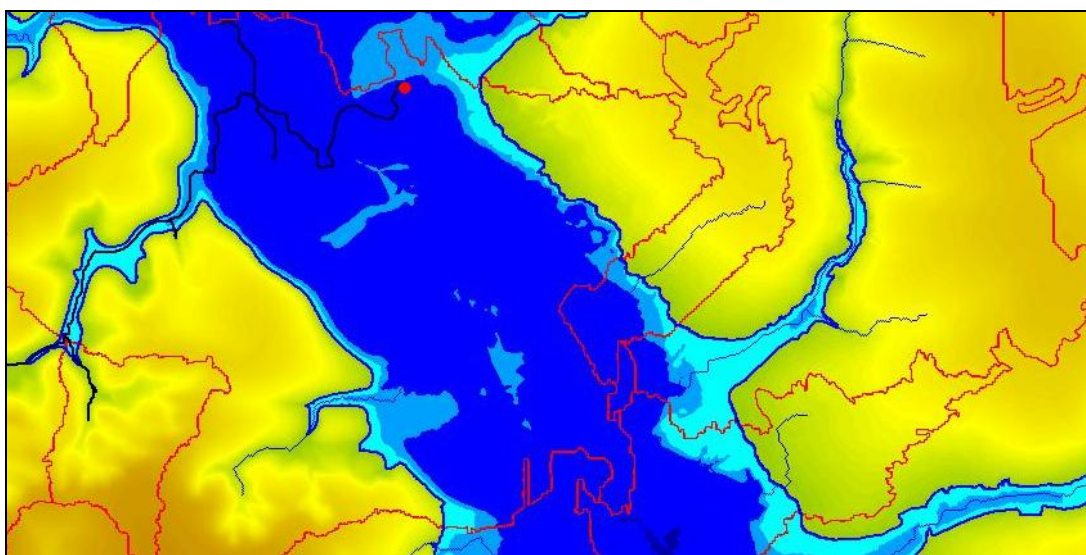


Рис. 3 – Імовірна зона затоплення

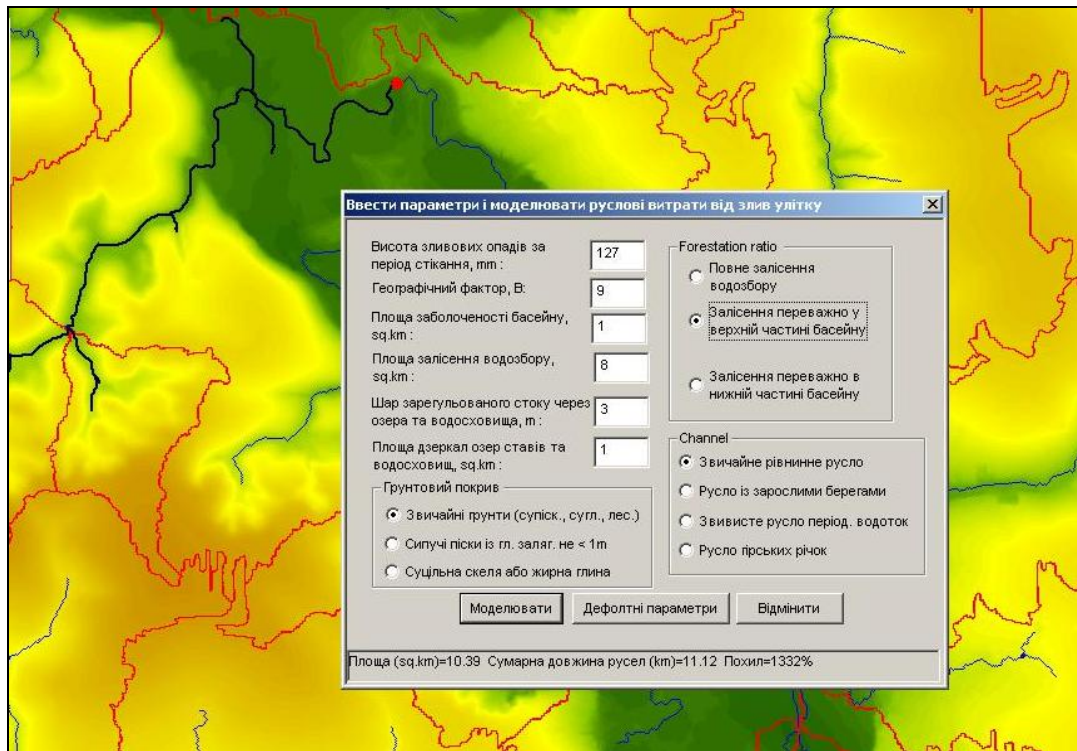


Рис. 4 – Руслові витрати під час літнього зливого паводку

Для уточнення остаточних результатів в другій РГМ шукалася залежність між: 1) географічним параметром розрахунків; 2) максимальним добовим шаром опадів 3)

значенням максимальної руслової витрати від зливи за певною емпіричною формулою; 4) значенням максимальної руслової витрати від зливи за даними спостережень.

### Висновки

Важливими параметричними характеристиками структури руслових витрат є, по-перше, емпіричний зв'язок довжини головного русла басейну із водозбірною площею, яка дренується цим руслом, а, по-друге – знову ж таки емпірична залежність між довжиною ділянки цього русла від витоків до певної точки на руслі і наростанням величини площі, яка дренується цією ділянкою, якщо робити виміри при русі спостерігача від витоків до гирла головного русла.

Так звана «Імовірнісна Модель Річкової Мережі» Р. Шрива пропонує вже аналітичний вираз залежності між показником магнітуди мережі (яка дорівнює кількості витоків у мережі і є, як правило, прямо пропорційною площі басейну)  $m$  і довжиною головного русла у мережі, що має таку магнітуду  $l(m)$ . Ця залежність передбачає коефіцієнт  $\theta(m)$ , який визначається середніми ухилами по ланках мережі:

$$\log l(m) = \theta(m) \cdot \log(m)$$

В цілому ж методи ГІС-аналізу дозволяють досить коректно реалізувати складні просторові моделі комплексної оцінки стану середовища й одночасно вивчати комбінації різних природно-техногенних чинників. Ці технології призводять до швидкого і ефективного оперування даними, що мають виразну, детальну (чітко координатну, тривимірну) просторову прив'язку, збереження даних, швидкий і зручний доступ до них. Що надасть можливість здійснювати удосконалення методики наукового обґрунтування розрахунку визначення зон затоплень при розташуванні дамб обвалування із врахуванням імовірності процесу формування стоку. Отримані результати стосуються покращення сучасної автоматизованої системи гідрометеорологічних спостережень та прогнозування гідроекологічного стану геосистем в межах басейну р. Уди.

### Література

1. Чіпак В.П. Система протипаводкових заходів у басейні р. Боржава / В.П. Чіпак, Т.П. Мельник. – Рівне: Волинські обереги, 2008. – 202 с.
2. Якушев А.І. Гідроморфологічний моніторинг стоку річок басейну р. Тиси і її приток / Якушев А.І., Зубач В.М., Мельник Т.П. – Рівне: Волинські обереги, 2009. – 64 с.
3. Лук'янець О.І. Комплексна басейнова система прогнозування паводків у Закарпатті: методична та технологічна база її складових / О.І. Лук'янець, М.М. Сусідко // Наук. праці УкРНДГМІ, 2004. – Вип. 253. – С.47-51.
4. Костріков С.В. Про деякі особливості зв'язку флювіальних процесів на водозборах із змінами у природно-антропогенному довкіллі / С.В. Костріков // Захист довкілля від антропогенного навантаження. – Харків-Кременчук, 2004. – Вип. 10 (12). – С. 57-69.
5. Костріков С.В. Загальні принципи вибору моделей і середовищ моделювання водозбірних басейнів / С.В. Костріков // Культура народів Причорномор'я (Географічні науки). Научний журнал, 2005. – № 67 – С. 24-29.
6. Ковальчук П.І. Наукові принципи та задачі інформаційно-аналітичної системи оцінки зміни меліоративного стану для захисту від підтоплення сільськогосподарських угідь / П.І. Ковальчук, С.А. Шевчук, Ю.П. Яковенко // Таврійський науковий вісник. Вип. 45. – Херсон: ТОВ «Айлант», 2006. – С. 81 – 89.

Надійшла до редколегії 13.06.2015

УДК 631.4:574:550.4

**А. А. ЛИСНЯК**, канд. с.-х. наук

*Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина,*

*пл. Свободы, 6, г. Харьков, 61022,*

*[laa.79@mail.ru](mailto:laa.79@mail.ru)*

*Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации*

*имени Г.Н. Высоцкого,*

*ул. Пушкинская 86, г. Харьков, 61024*

### **МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА**

Приведено обоснование теоретических положений оценки экологического риска деградации почвенного покрова. Показано, что для такой оценки наиболее приемлемым есть интегральный показатель размера риска экологического состояния почвы, который рассчитывается на основе набора наиболее информативных показателей состояния почвы.

**Ключевые слова:** риск, землепользование, интегральный показатель, деградация почвы

### **Лісняк А. А. МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ОЦІНЮВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ ДЕГРАДАЦІЇ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ**

Наведено обґрунтування теоретичних положень оцінки екологічного ризику деградації ґрунтового покриву. Показано, що для такої оцінки найбільш прийнятним є інтегральний показник розміру ризику екологічного стану ґрунту, який розраховується на основі набору найбільш інформативних показників стану ґрунту.

**Ключові слова:** ризик, землекористування, інтегральний показник, деградація ґрунту

### **Lisnyak A. A. THE METHODOLOGICAL APPROACHES TO ESTIMATION OF THE ECOLOGICAL RISK DEGRADATION TOPSOIL**

The brought motivation of the theoretical positions of the estimation of the ecological risk degradation topsoil. It is shown that there is integral factor of the size of the risk of the ecological condition of soil for such estimations the most acceptable, which pays most informative of the factors of the condition of soil on base of the set.

**Key words:** risk, land-use, integral factor, degradation soil

## Введение

Землепользование на Украине характеризуется исключительно высоким уровнем сельскохозяйственного освоения территории, которое приводит к потере или к необратимой деградации почвенного покрова [1], которая может рассматриваться как гибель экосистемы. Чем выше уровень антропогенной нагрузки, тем выше риск нарушения механизмов, которые обеспечивают его устойчивость, и возможность перехода в новое состояние, непригодное для жизнедеятельности биоты и человека [2].

На сегодня риск деградации почвенного покрова, его последствия и взаимосвязь между антропогенными нагрузками и устойчивостью почв изучены недостаточно. Исходя из положительного международного опыта [3] и достижений отечественной

### *Материалы и методы исследований*

Методический подход предполагает использование результатов долгосрочных и временных полевых опытов при разных уровнях антропогенной нагрузки; исследований на почвенно-экологических полигонах, включая различные типы ландшафтов, землепользования, почв, растительности;

### *Результаты и их обсуждение*

Понятие экологического риска деградации почв, как и «классического» экологического риска [6], должен включать три главных элемента: 1) вероятность или возможность нежелательного эффекта; 2) оценка возможных последствий нежелательного эффекта; 3) управление риском. Условно эти элементы риска деградации почв объединили в два структурных блока: этап оценки риска деградации почв, конечной целью которого является определение количественных показателей риска, соответствующих различным сценариям развития неблагоприятных событий и стратегий защиты от них, и этап управления риском деградации почв, целью которого является определение мер, позволяющих снизить уровень риска до приемлемой величины, и контролирования последствий их внедрения (Рис. 1).

Следуя этой структуре, мы способны всегда понимать, с какой почвенной проблемой мы имеем дело, принимая то или иное управленческое решение, какой остроты и распространения эта проблема приобрела,

науки [1, 4, 5] в познании закономерностей эволюции природных систем, методологической основой экологической стратегии в области землепользования должна стать минимизация риска деградации почвенного покрова. Этот подход считается намного лучшим, чем «нормативный», так как он предусматривает учет всех факторов антропогенного влияния и рассмотрение долгосрочных, малозаметных, но потенциально очень опасных процессов.

Главная цель исследований – обоснование теоретических положений и разработка методических подходов совершенствования механизма безопасного землепользования на основе исследований системы рисков деградации почв.

Обобщение данных, полученных в процессе наблюдения за почвенными процессами и режимами в условиях разного экологического состояния почв; имитационно-оптимизационный метод системного анализа.

Насколько срочным, неотложным является её решение. Такая структура ставит чёткие требования к характеру и объёму информации, необходимой для обеспечения процесса принятия решения, позволяет рассматривать отдельные мероприятия в едином контексте, как составные части достижения общих стратегических целей, то есть, мы имеем возможность оценивать важность и первоочередность проектов в комплексе с другими мерами, которые имеют отношение к той же почвенной проблеме, через оценку их суммарного воздействия на усиление или ослабление уровня соответствующего экологического риска. У нас появляются четкие ориентиры, позволяющие оценить адекватность принимаемых решений, по крайней мере, с точки зрения достижения поставленных целей. Кроме того, управление на основе оценки экологического риска деградации почв должно быть с методической стороны обеспечено созданием и внедрением соответствующих стандартизированных методик оценки различных его проявлений –



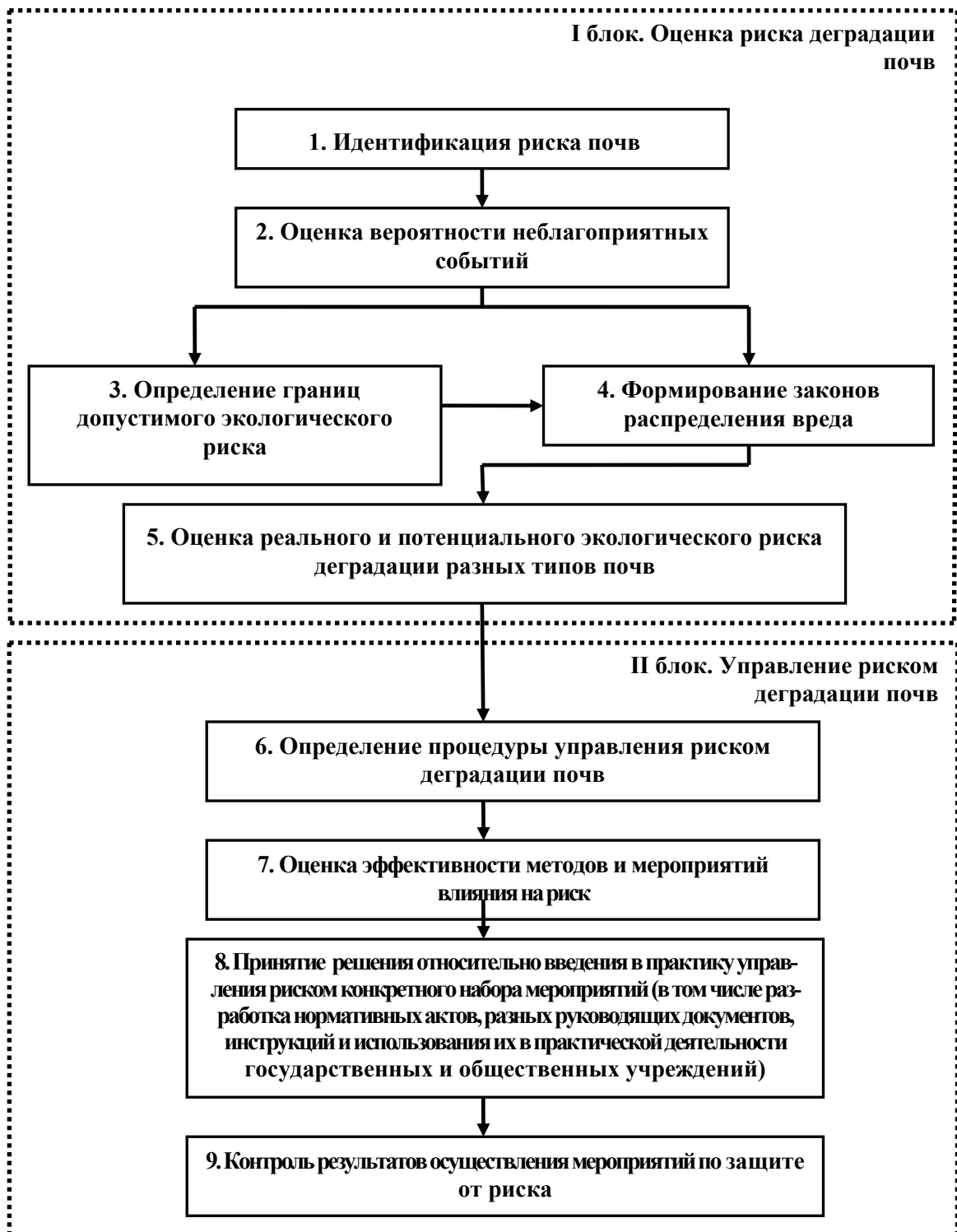


Рис. 1 – Блок-схема оценки и управления риском деградации почв

экологический риск загрязнения почв тяжелыми металлами, экологический риск подтопленных территорий и т.д.

При антропогенном воздействии на почву, нарушения экосистемных функций чаще происходят в следующей последова-

тельности: информационные → биохимические, физико-химические, химические и → физические [7]. Тот факт, что разные экологические функции почвы нарушаются при различной степени воздействия, должно лежать в основе оценки риска деградации поч-

вы. Если мы хотим сохранить полноценное выполнение почвой своих экологических функций, т.е. рассматриваем почву как компонент биогеоценоза, а почвенный покров - как компонент биосферы, то оценку риска деградации почвенного покрова следует проводить по степени нарушения экологических функций почвы, а для оценки риска деградации почвенного покрова целесообразнее использовать не ПДК загрязняющего вещества в почве, а интегральный показатель размера риска экологического состояния почвы, который рассчитан на основе набора наиболее информативных показателей состояния почвы. Введение интегрального показателя обуславливается следующими причинами: во-первых, он позволяет объективно оценить степень опасности загрязнения почвенного покрова при одновременном воздействии на экосистему целого ряда веществ различной массы и токсичности. Во-вторых, оценка степени опасности загрязнения почвенного покрова может вы-

полняться в контексте конкретной локальной экологической ситуации. В-третьих, интегральный показатель качества почвенного покрова исключает возможность завышенной оценки его состояния при нерациональном землепользовании и низкой эффективности природоохранных мероприятий, т.е. гарантируется комплексный подход.

Интегральный показатель должен выступать в роли определенной величины при различной степени риска деградации почвенного покрова. Предлагается ввести следующие ступени выражения экологического риска деградации почвенного покрова на основе интегрального показателя: очень слабая (нижний предел риска) и слабая степень выражения риска (СВР), соответствующих такому состоянию почвенного покрова, когда риск практически отсутствует, а также чрезвычайную и катастрофическую СВР (верхний предел риска), которые сравнительны с чрезвычайной ситуацией и экологическим бедствием (табл. 1). Из таблицы 1

**Таблица 1**

**Качественная оценка состояния (качества) почвенного покрова и соответствующая ей оценка выражения риска**

Уровни потерь экологического качества почвенным покровом	Качественные признаки состояния почвенного покрова	Степень выражения риска	Нарушенные экологические функции
1	Начальное эталонное значение, признаков деградации не проявляется	Очень слабая (практически незначительный риск)	-
2	Слабо выраженные признаки деградации, процесс находится на начальной стадии, естественные биотические функции почвы большей частью не изменены	Слабая (малозначущий риск)	Информационные
3	Признаки деградации очевидны, но с применением соответствующих агромероприятий состояние объекта можно полностью восстановить, естественные биотические функции почвы частично затронуты	Средняя (среднезначительный риск)	Биохимические, физико-химические, химические
4	Изменения свойств и параметров почвы существенны, естественные биотические функции почвы полностью затронуты, остановить процесс деградации очень тяжело, нужно дополнительное инвестирование в агромелиорацию	Чрезвычайная (нежелательный риск)	Биохимические, физико-химические, химические, физические
5	Почва полностью утратила как минимум одну с своих функций, частичное восстановление возможно за счет комплекса агромелиоративных мероприятий	Катастрофическая (крайне нежелательный риск)	Биохимические, физико-химические, химические, физические

видно, что почва выполняет свои экологические функции полноценно до тех пор, пока не происходит отклонение интегрального показателя от эталонной величины. Если происходит отклонение от эталонной величины, то соответственно, и каждый из оценочных показателей сопровождается деградационным процессом (снижение плодородия, уменьшение биологической активности почвы, увеличение площадей засоления и т.д.).

Интегральный показатель предлагается рассчитывать в % для каждого оценочного показателя отдельно, и затем сравнивать со шкалой степени деградации почвенного покрова (табл. 2). Его рассчитывают как процентное отношение эталонного значения оценочного показателя к фактическому по формуле:

$$I = \frac{E \cdot 100}{\Phi} \quad (1)$$

где: I – интегральный показатель оценочного показателя; E – эталонное значение оценочного показателя;  $\Phi$  – фактическое значение оценочного показателя.

В таблице 2 приведен пример шкалы оценки степени риска деградации почвы, которая рассчитана на базе существующих нормативных величин для каждого оценочного показателя состояния почвы (на примере содержания гумуса, площадей засоления почвы и площадей ветровой эрозии почвы).

Проведя такую оценку почв по отдельным показателям, можно сделать синтетическую оценку риска деградации почвенного покрова в целом, которая рассчитывается по формуле (2):

Таблица 2

Шкала определения величины интегрального показателя при разной деградации почвы для разных оценочных показателей

Оценочные показатели	Величины степени выражения риска с помощью интегрального показателя при разной деградации почвы				
	Очень слабая	Слабая	Средняя	Чрезвычайная	Катастрофическая
Снижение содержания гумуса (в % от начального)	~0	менее 30	30-70	70-90	более 90
Площадь засоления почвы (в % от начального)	~0	менее 5	5-20	20-50	более 50
Площадь ветровой эрозии почвы (в % от начального)	~0	менее 10	10-20	20-40	более 40

$$Op = \frac{\sum_{q=1}^n v}{S} \quad (2)$$

где: Op – синтетическая оценка риска деградации почвенного покрова, %; v – величины степени выражения риска за каждым показателем; S – максимально возможная сумма величин степени выражения риска для показателей, которые определяются; q – порядковый номер показателя; n – количество показателей.

Предлагаемый подход оценки экологических рисков деградации почв можно использовать при проведении последующих научных и природоохранных мероприятий:

при оценке воздействия на окружающую среду; при биоиндикации и биодиагностике деградационных изменений в почве; при биомониторинге состояния почв; при экологическом нормировании загрязнения почв и других деградационных процессах; при создании экологических карт (районирования, прогнозных); при прогнозировании экологических последствий определенной хозяйственной деятельности на данной территории; при оценке риска катастроф; при проведении экологической экспертизы, паспортизации, сертификации территории и т. д.

### Выводы

Оценка экологического риска должна выполняться в контексте конкретной локальной экологической ситуации. Поэтому,

в отличие от нормирования, базирующегося на единых «жестких» нормативах, управление риском деградации почв на основе ин-

тегрального показателя позволяет строить не только экологически целесообразные, но и экономически эффективные природоохранные программы. Такая оценка эколо-

гического риска позволяет по-новому, на более объективной основе, подойти к проблеме установления приоритетов природоохранной деятельности.

### Литература

1. Медведев В. В. Мониторинг почв Украины. Концепция. Предварительные результаты. Задачи. / В. В. Медведев. – Х.: Антиква, 2002. – 428 с.

2. Кочуров Б. И. Экологический риск и возникновение острых экологических ситуаций / Б. И. Кочуров // Изв. РАН. Серия географ. – 1992, №2. – С.112-122.

3. Andel J. Regions of Environmental burden in the Czech Republic - Methods of definition. / J. Andel. // Acta Universitatis Carolinae, Geographica. – 1994. – No 1. – P. 111-125.

4. Деградация и охрана почв / Под ред. акад. РАН Г. Н. Добровольского. – М.: Изд-во МГУ, 2002. – 654 с.

5. Брошак И. С. Мониторинг грунтов, шляхи по-

кращення родючості та екологічної безпеки земель Тернопільської області: монографія / І. С. Брошак, Р. Б. Гевко, С. С. Некеруй, А. О. Вітровий, Б. І. Ориник, В. Ф. Скаржинський – Тернопіль: Видавн.-поліграф. центр «Економічна думка», 2013. – 160 с.

6. Кочуров Б. И. Подходы к определению и классификации экологического риска. / Б. И. Кочуров, С. Г. Миронюк. // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. – 1992. – № 4. – С. 24-27.

7. Медведев В. В. Антропогенне переуцільнення кореневмісного шару чорноземних ґрунтів / В. В. Медведев, О. М. Бігун // Вісник аграрної науки. – 2014. – № 10. – С. 55-60.

Надійшла до редколегії 09.05 2015

УДК: 504+911(477.54)

**Н. В. МАКСИМЕНКО**, канд. геогр. наук, доц., **А. М. ДОБРОНОС**, **В. О. ВОРОНИН**

*Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна*

м. Харків, майдан Свободи, 6, 61022

[nadezdav08@mail.ru](mailto:nadezdav08@mail.ru)

### ПРОСТОРОВО-ЧАСОВІ ЗМІНИ ЛАНДШАФТІВ ВАСИЩІВСЬКОГО ЛІСНИЦТВА І ПРИЛЕГЛИХ ТЕРИТОРІЙ

Надано результати порівняльного аналізу ландшафтної диференціації Васищівського лісництва і прилеглих територій, виконаного шляхом створення ландшафтного профілю за матеріалами топографічної зйомки 1942 року і сучасними даними дистанційного зондування. Встановлено, що 26,9 % довжини профілю змінило ландшафтну структуру, що зумовлене як антропогенним навантаженням, так і процесами самовідновлення.

**Ключові слова:** ландшафт, ландшафтний профіль, топографічна зйомка, структура, просторово-часові зміни, Васищівське лісництво

### Максименко Н. В., Добронос А. М., Воронин В. А. ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЛАНДШАФТОВ ВАСИЩЕВСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ

Представлены результаты сравнительного анализа ландшафтной дифференциации Васищевского лесничества и прилегающих территорий, выполненного путем создания ландшафтного профиля по материалам топографической съемки 1942 года и современным данным дистанционного зондирования. Установлено, что 26,9% длины профиля изменило ландшафтную структуру, обусловлено как антропогенной нагрузкой, так и процессами самовосстановления.

**Ключевые слова:** ландшафт, ландшафтный профиль, топографическая съемка, структура, пространственно-временные изменения, Васищевское лесничество.

### Maksymenko N. V., Dobronos A. M., Voronin V. A. SPATIAL AND TEMPORAL CHANGES LANDSCAPES VASISCHIEVSKOGO FORESTRY AND CONNECTED AREAS

The article contains the results of a comparative analysis of forest landscape differentiation Vasischivskogo forestry and connected areas, made through the establishment of the profile of landscape based on surveying in 1942 and advanced remote sensing data. It was found that 26.9% of the length profile of the landscape structure has changed, due to both anthropogenic pressure, and self-healing processes.

**Keywords:** terrain, landscape profile, surveying, structure, spatial and temporal changes Vasishevskoe forest



### Вступ

**Актуальність теми.** Лісове господарство – це галузь, яка завжди потребуватиме удосконалення, адже проблема збереження, відновлення та раціонального використання лісових ресурсів в Україні і світі стає все більш актуальною із кожним роком. На нашу думку ландшафтно-екологічний підхід дозволить оптимізувати ведення лісового господарства.

В останні роки ландшафтно-екологічний підхід набуває поширення в багатьох наукових галузях та має досить широкий спектр застосування – від управління водними ресурсами та раціонального природокористування до застосування при проведенні ландшафтно-екологічного моніторингу. Ландшафтно-екологічний підхід для лісового господарства в найпростішому його тлумаченні полягає у аналізі екологічного стану лісових масивів, які належать до земель лісового господарства, за певними ландшафтами. Головною перевагою ведення лісового господарства на ландшафтно-екологічній основі визначається те, що воно здійснюється в межах однорідних ділянок земної поверхні із урахуванням природних особливостей території та генетично сформованих ділянок лісу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій доводить, що вагомий внесок у дослідження історії розвитку лісового господарства в різні періоди внесли такі науковці і практики, як А. Тюрін [1], А. Кнize [2], Л. Мілов [3], І. Синякевич [4] та інші. Але досить повно тема сучасного стану лісового господарства розкрита у статті В.І. Самоплавського [5], де він проаналізував основні проблеми лісового господарства. До них він відніс часте виникнення лісових пожеж, радіоактивне забруднення лісів, малу заліненість відносно Європейських країн, підвищення останнім часом рівня забруднення харчових продуктів лісу, необхідність підвищення стану земель лісового фонду, проблему раціонального лісокористування та відтворення лісів та інші. Ліс з екологічних і ресурсних позицій є одним із вагомих складників економічного виживання України.

Лісова галузь, як складова частина господарського комплексу держави, гостро відчуває всі зміни й перетворення, які відбуваються у сучасний складний період розвитку України. Вона змінюється й еволюціонує сама, входячи у нове тисячоліття в якісно новому вигляді. Маючи лісистість

15,6 % (за науково обґрунтованої - 20 %), необхідно створити нових понад 2 млн. га лісових насаджень. Порівняно з середньоєвропейськими показниками ми маємо один з найнижчих рівнів лісовабезпеченості. На одного жителя в Україні припадає всього 0,18 гектара лісу. В Польщі цей показник становить 0,23, в Австрії - 0,5, а в Швеції - 3,27 гектарів.

Національна лісова політика України формується з урахуванням екологічного значення лісів, реального лісовабезпечення країни та головних змін, що відбуваються в економіці. Ще у 1994 році Верховною Радою прийнято Лісовий кодекс України. У ньому законодавчо закріплено положення, що на даному етапі всі ліси є державною власністю. Це обумовлено як тривалістю вирощування лісів, так і перевагою екологічного їх значення над сировинним, необхідністю збереження і примноження лісових багатств, низькою правовою та екологічною культурою населення.

Ключовою ланкою раціонального лісокористування і сталого розвитку лісового господарства України є екологізація лісогосподарської діяльності. Основні напрямки ведення лісового господарства мають бути орієнтовані на збільшення лісистості території до оптимальної у всіх її природних зонах; збереження біологічного різноманіття лісових екосистем; підвищення стійкості лісових екосистем до негативних факторів середовища.

Ці завдання можливо вирішити лише маючи потужну наукову базу, оперативне і компетентне наукове забезпечення ведення лісового господарства.

**Мета і завдання дослідження.** Виходячи з того, що ландшафтно-екологічний підхід в науковому забезпеченні ведення лісового господарства, на сьогодні є досить перспективним, метою роботи є аналіз просторово-часових змін ландшафтних умов Васищівського лісництва і прилеглої до нього території.

Досягнення мети забезпечується порівнянням складових двох ландшафтних профілів. Перший з них створений на основі топографічної карти зйомки 1942 року, другий - оснований на матеріалах сучасних дистанційних досліджень, що відображені на картах Google. Уточнення даних камерального етапу здійснено польовим обстеженням території.

**Результати дослідження**

Провідна організуюча і технічна роль, що належить до всіх сфер лісгосподарської діяльності, у теперішній час належить лісовпорядкуванню. Від рівня достовірності інформації про ліси, про зміни, що відбуваються у лісовому фонді, залежить якість виконання функції управління і контролю за лісами. З 2000 року державні лісгосподарські підприємства всіх областей охоплені технологією безперервного лісовпорядкування. У той же час, лісовпорядкування не дає змоги оцінити реальні зміни ландшафтної диференціації території як самого лісництва, так і прилеглої до нього території, а саме вона має безпосередній вплив на екологічний стан лісів.

Розроблена і апробована нами раніше [6] методика ландшафтно-екологічного планування лісгосподарських об'єктів, ґрунтується на детальному аналізі ландшафтної диференціації територій як самого лісгоспу чи лісництва, так і прилеглої до нього території. Для цього проводиться суцільне великомасштабне ландшафтне картографування обраної ділянки та закладається ландшафтний профіль, що максимально ілюструє різноманіття природних комплексів. Недоліком такого дослідження

є його статичність, оскільки сучасний стан природних комплексів не дозволяє повною мірою оцінити природний потенціал ландшафтів і шляхи їх еволюції.

Оцінка існуючих тенденцій в зміні ландшафтної диференціації території можлива лише за умови порівняльного аналізу зміни меж і структури об'єктів за певний проміжок часу. Це продиктовано необхідністю оцінки інтенсивності перетворень, які відбуваються у природних комплексах Харківської області. Доступна картографічна інформація різних років зйомки дозволяє здійснити таке дослідження. У якості тестової території обрано Васищівське лісництво.

Васищівське лісництво входить до складу Жовтневого лісгоспу. Жовтневий лісгосп складається із 10-ти лісництв: Бабаївського (3332 гектари), Валківського (5974 гектари), Васищівського (5601 гектар), Водолазького (2804 гектари), Золочівського (6904 гектари), Люботинського (4402 гектари), Коломацького (4540 гектари), Мерчанського (5412 гектари), Мерешанського (5813 гектари), Рокитянського – 3666 гектарів (рис.1).



**Рис. 1** – Жовтневий лісгосп на адміністративній карті



В окремий підрозділ виділено Мерф'янський деревообробний цех.

Усі ліси Жовтневого лісгоспу належать до першої групи. Основними лісоутворюючими породами в лісгоспі є: сосна звичайна, дуб, ясен, клен, акація, в'яз, осика, тополя, вільха, липа та інші породи.

Загальний середній приріст 153 тисячі кубометрів, середньорічний приріст на гектар – 3,2 кубометра. Середня лісистість у зоні розташування лісгоспу – 12,8 %. Щороку в лісгоспі заготовлюється від всіх рубок понад 48-50 тисяч кубометрів деревини [6].

В останні роки лісгосп щорічно проводить посадку лісових культур на площі понад 100 гектарів у держлісфонді та до 20 гектарів на землях непридатних для сільгоспвикористання. Господарство повністю забезпечує себе насінням та вирощеним садивним матеріалом. Щороку заготовлю-

ється більше 4-х тонн насіння різних порід. Добре поставлено цю справу у Водолазькому, Валківському та Бабаївському лісництвах. У Жовтневому лісгоспі сьогодні працює приблизно 500 чоловік.

Експеримент по вивченню просторово-часових змін у ландшафтній диференціації території Васищівського лісництва проведено на прикладі урочища «Бір II» (рис.2) і частини долини р. Уди, що є прилеглою до урочища територією.

Суть експерименту полягає у наступному:

- З використанням сучасних карт і матеріалів аерофотозйомки 2015 року зроблено «прив'язку» меж Васищівського лісництва в цілому і, окремо урочища «Бір II»;

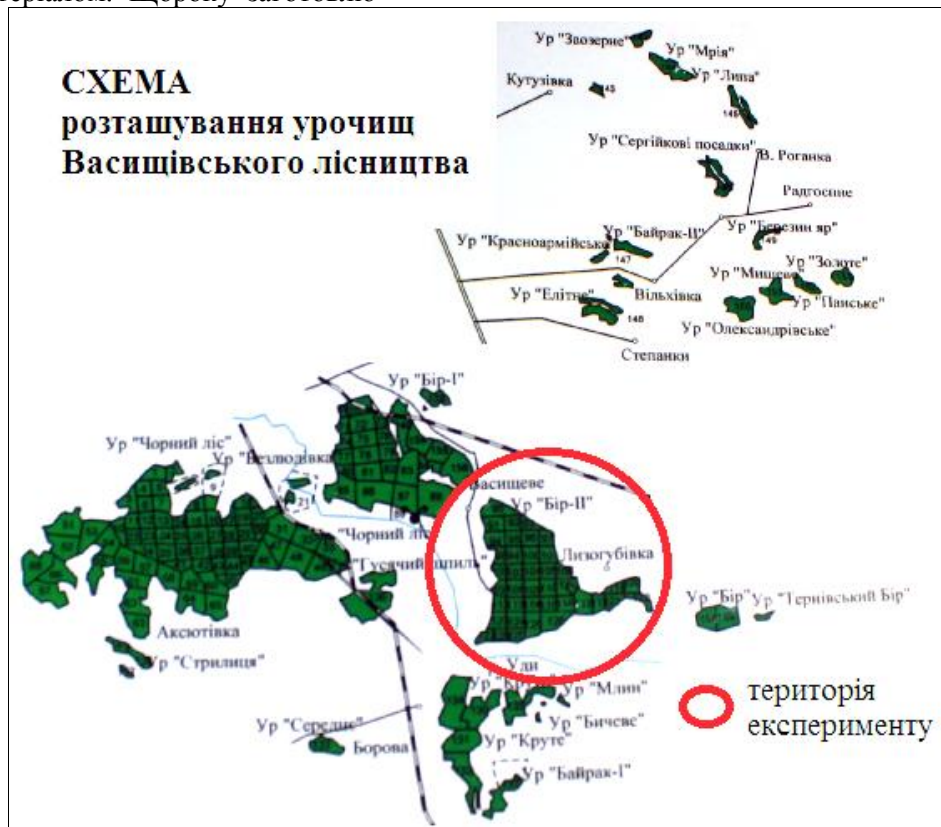


Рис. 2 – Розміщення експериментальної ділянки на схемі урочищ Васищівського лісництва

- На топографічній карті зйомки 1942 року також виділено межі експериментальної ділянки і створено прогнозну ландшафтну карту;
- Проведено рекогносцувальне польове обстеження експериментальної території і обґрунтовано напрямки ліній ландшафтного профілю;
- На відповідних картах закладено лінію профілю (рис.3 і 4) довжиною 7500 метрів, що перетинає основні типи місцевостей: заплавної, борово-терасний, лесово-терасний, привододільний схил і вододіл.
- Із використанням відповідного картографічного матеріалу, що дає



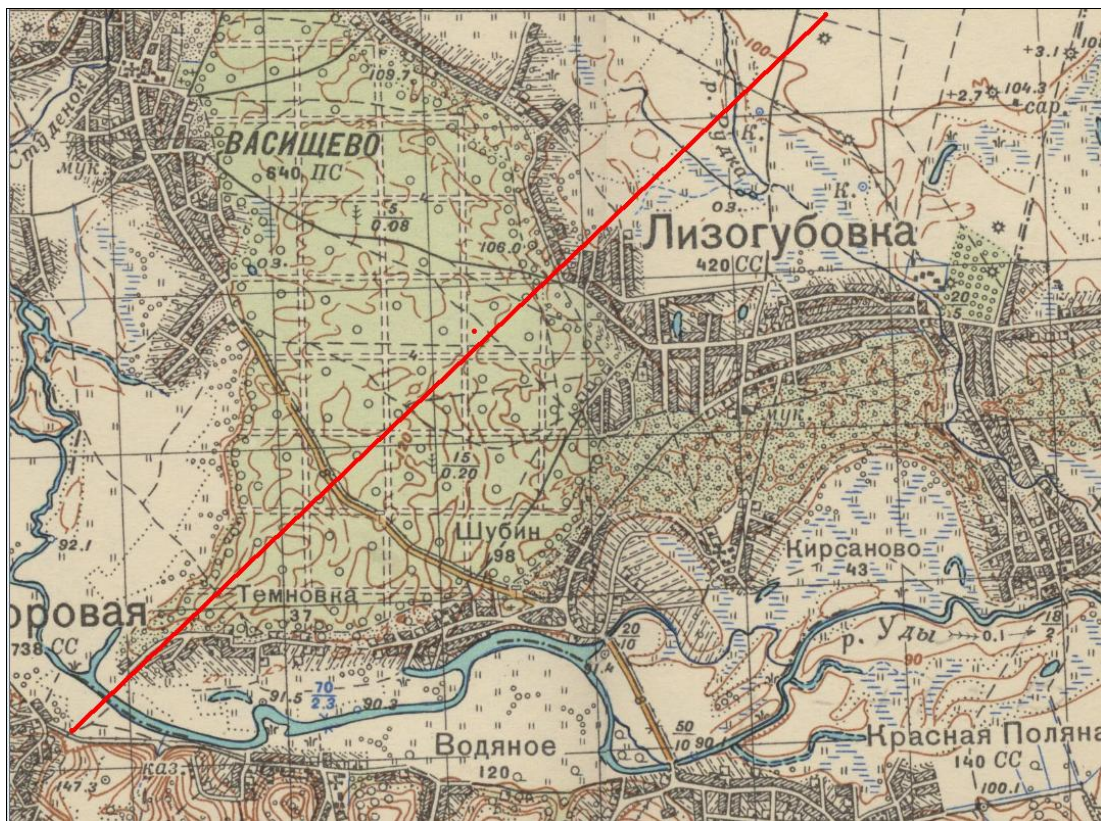


Рис. 3 – Лінія профілю на фрагменті топографічної карти 1942 року



Рис. 4 – Лінія профілю на фрагменті топографічної карти 2015 року

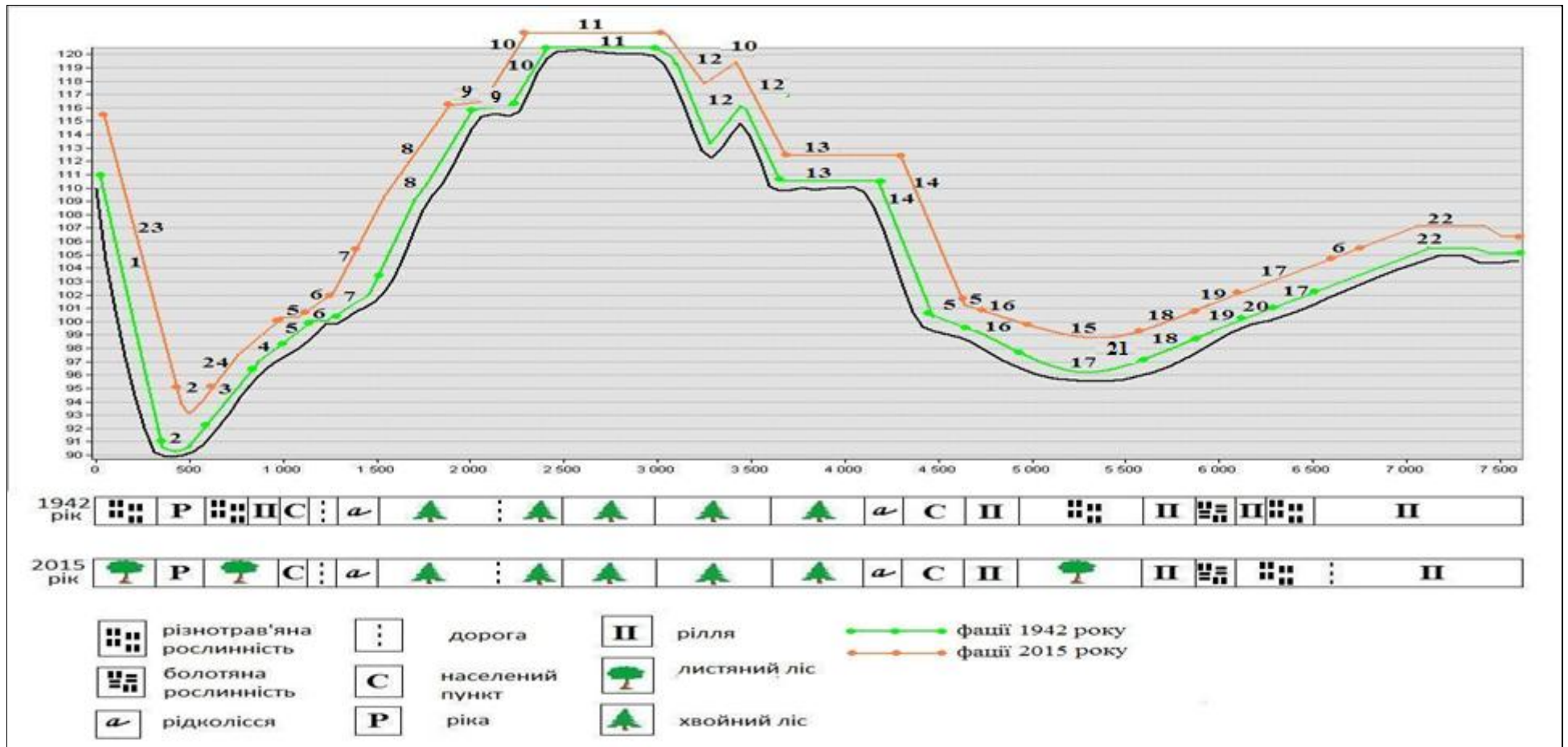


Рис. 5 – Ландшафтні профілі за картами 1942 та 2015 років

- інформацію про геологічні і ґрунтові умови створено дві паралельні лінії ландшафтного профілю і легенда до них, яка уточнялась під час польової частини експерименту (рис.5).

Природно-територіальні комплекси, виділені на ландшафтних профілях (рис.5):

1 – Привододільний схил східної експозиції на лесовидних суглинках зі змитими сірими лісовими ґрунтами під трав'яною рослинністю.

2 – Аквальный ландшафт.

3 – Слабо - похила прируслова ділянка заплави західної експозиції на алювії з лучними чорноземами під трав'яною вологолюбною рослинністю.

4 – Селітебний ПАК.

5 – Лінійно – дорожній ПАК.

6 – Слабо - похила ділянка борової тераси західної експозиції з опідзоленими ґрунтами під рідколіссям.

7 – Похила ділянка борової тераси західної експозиції з опідзоленими ґрунтами під хвойним лісом.

8 – Лінійно - дорожній ПАК.

9 – Слабо - похила ділянка борової тераси західної експозиції з опідзоленими ґрунтами під хвойним лісом.

10 – Схил борової тераси західної експозиції з опідзоленими ґрунтами під хвойним лісом.

11 – Рівнинна ділянка борової тераси з опідзоленими ґрунтами під хвойним лісом.

12 – Схил борової тераси східної експозиції з опідзоленими ґрунтами під хвойним лісом.

13 – Рівнинна ділянка борової тераси з опідзоленими ґрунтами під хвойним лісом

14 – Схил борової тераси східної експозиції з опідзоленими ґрунтами під хвойним рідколіссям.

15 – Рівнинна ділянка на лесовидних суглинках з чорноземами типовими під деревинно-трав'яною рослинністю

16 – Рівнинна ділянка на лесовидних суглинках з чорноземами типовими під сільськогосподарською рослинністю.

17 – Рівнинна ділянка на лесовидних суглинках з комплексом лучно – чорноземних ґрунтів під лучною рослинністю.

18 – Рівнинна ділянка на лесовидних суглинках з чорноземами типовими під сільськогосподарською рослинністю.

19 – Слабо - похила ділянка лесової тераси західної експозиції з чорноземами типовими під різотрав'ям.

20 – Понижена ділянка на лесовидних суглинках з чорноземами типовими під сільськогосподарською рослинністю.

21 – Водний антропогенний ПТК.

22 – Підвищена ділянка на лесовидних суглинках з чорноземами типовими під сільськогосподарською рослинністю.

23 – Привододільний схил східної експозиції на лесовидних суглинках зі змитими сірими лысовими ґрунтами під деревинно-трав'яною рослинністю.

24 – Слабо - похила прируслова ділянка заплави західної експозиції на алювії з лучними чорноземами під деревинно-трав'яною вологолюбною рослинністю.

Аналіз лінії профілю свідчить про те, що із загальної довжини 7500 метрів за 73 роки було змінено 2021 метр. У відсотковому співвідношенні це 26,9 % зміненого профілю до 73,1% профілю, що не змінився за структурою ландшафту.

На профілі виявлені такі тенденції змін:

- На прирічковому схилі різотравна рослинність змінилась на деревостани листяних порід, що свідчить про втілення програми закріплення схилів та протидії ерозії ґрунтів;

- На заплаві також різотравна рослинність змінилась на деревостани листяних порід, що, на наш погляд, свідчить про зниження рівня ґрунтових вод;

- На лесовій терасі у пониззі водного антропогенного ландшафту (колишній зрошувальний канал) відбулась також заміна лучного різотрав'я листяними деревостанами, що повністю відповідає закономірностям еволюції такого роду ПАК.

- Також на лесовій терасі поруч із заболоченою ділянкою узбережжя зрошувального каналу рілля замінилась на сіножать, що цілком доцільно, оскільки оранка таких ділянок є ерозійно небезпечною.

### Висновки

Проведене дослідження зміни ландшафтно-диференціації території Васищівського лісництва за період з 1942 по 2015 рік свідчить про існування на цій території не лише процесів дигресії ландшафту завдяки зростанню антропогенного наванта-

ження. Виявлені сегменти ландшафтного профілю з елементами відновлення структури природних комплексів.

На перспективу отримані результати дають підґрунтя для застосування системи ландшафтного планування на території



Васищівського лісництва. Система, враховуючи специфіку об'єкту планування, дозволить виділити можливі конфлікти у при-

родокористуванні цього об'єкту та окреслити можливі шляхи оптимізації природокористування досліджуваної території.

### Література

1. Дубравы СССР / [ред. А.В. Тюрин] – М. : Л. : Гослесбумиздат, 1949. – Т.1. - 352 с.
2. Книзе А. О двух точках зрения на российский лес и лесное хозяйство / А. Книзе, Б. Романюк. – Псков : проект «Псковский модельный лес», 2004. – 16 с.
3. Милов Л. В. Исследование об «Экономических примечаниях» к Генеральному межеванию. / Л. В. Милов. – М. : Изд-во Московского университета, 1965. – 312 с.
4. Синякевич І. М. Економіка галузей лісового комплексу: Підручник / І. М. Синякевич. – Львів: Світ, 1996. – 184 с.
5. Самоплавський В. І. Лісове господарство України на початку третього тисячоліття / В. І.

6. Самоплавський // Актуальні проблеми сьогодення. – 2002. - № 1. – С.6-10.
6. Максименко Н. В. Аналіз конфліктів природокористування, як основа ландшафтного планування території Гомільшанського лісництва / Н. В. Максименко, О. В. Корешева // Вісник Львівського університету. Серія географічна. 2014. Випуск 48. С. 261-267.
7. Фондові матеріали Українського НДІ лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького.

Надійшла 10.06.2015

УДК 911: 504.5(477.54)

**Р. О. КВАРТЕНКО**, канд. геогр. наук

*Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна*

майдан Свободи, 6, м. Харків, 61022

[monitoring.depart@mail.ru](mailto:monitoring.depart@mail.ru)

## ШЛЯХИ ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ НПП «СЛОБОЖАНСЬКИЙ» НА ЛАНДШАФТНІЙ ОСНОВІ

Апробовано методику математичного обґрунтування розширення території НПП «Слобожанський» на основі розрахунку складності, ентропії й однорідності його ландшафтної структури. Для екологічно доцільного розширення території парку запропоновано включити до його складу заплавної місцевості, шляхом вилучення частки земель із господарського використання сільських і селищних рад і обмеження на них антропогенної діяльності.

**Ключові слова:** екологічна мережа, ландшафтна структура, національний природний парк «Слобожанський», оптимізація, ентропія, однорідність, складність

### **Kvartenko R. O. WAYS OF OPTIMIZATION OF TERRITORIAL NPP «SLOBOZHANSKIY» ON THE LANDSCAPE BASIS**

Approved methods of mathematical study of expanding the territory NPP «Slobozhansky» based on the calculation complexity, entropy and homogeneity of its landscape structure. For ecologically sound expansion of the park proposed to include in its composition floodplain area, by removing part of the economic use of the land of village councils and limitations of human activities on them.

**Keywords:** ecological network, landscape structure, national natural park «Slobozhanskiy», optimization, entropy, homogeneity, complexity

### **Квартенко Р. А. ПУТИ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ НПП «СЛОБОЖАНСКИЙ» НА ЛАНДШАФТНОЙ ОСНОВЕ**

Апробирована методика математического обоснования расширения территории НПП «Слобожанский» на основе расчета сложности, энтропии и однородности его ландшафтной структуры. Для экологически целесообразного расширения территории парка предложено включить в его состав пойменную местность, путем изъятия части земель из хозяйственного использования сельских и поселковых советов и ограничения на них антропогенной деятельности.

**Ключевые слова:** экологическая сеть, ландшафтная структура, национальный природный парк «Слобожанский», оптимизация, энтропия, однородность, сложность

© Квартенко Р. О., 2015

### Вступ

Основною стратегічною задачею оптимізації діяльності на сучасному етапі формування національної екологічної мережі є збільшення площі земель області з природними ландшафтами до рівня, достатнього для збереження їх різноманіття, близького до притаманного їм природного стану, та формування їх територіально єдиної системи, побудованої відповідно до забезпечення можливості природних шляхів міграції та поширення видів рослин і тварин, яка б забезпечувала збереження природних екосистем, видів рослинного і тваринного світу та їх популяцій. При цьому національна екологічна мережа на території Харківської області має відповідати вимогам щодо її функціонування у Всеєвропейській екологічній мережі та виконувати провідні функції щодо збереження біологічного різноманіття. Крім того, стратегія формування екомережі області має сприяти збалансованому та невиснажливо-му використанню біологічних ресурсів у господарській діяльності.

Вибір місця створення об'єктів ПЗФ досягається за допомогою ландшафтного обґрунтування раціонального розміщення охоронюваних територій. Провідну роль при цьому відіграє ландшафтний принцип, вихідним теоретичним положенням якого служить необхідність відображення в ПЗФ всіх характерних природних комплексів певного типу і таксономічного рангу. Організація об'єкту ПЗФ необхідна не тільки там, де є унікальні природні об'єкти або рідкісні види рослин і тварин, але і в типових природних комплексах, збереження яких значимо для підтримки ландшафтного різноманіття.

З одного боку досить гостро стоїть проблема проектування території об'єктів природно-заповідного фонду з точки зору збереження ландшафтного та біологічного різноманіття, а з іншого обліку землеустрою для вирішення покладених на природний парк досить суперечливих завдань: збереження ландшафтного та біологічного різноманіття і задоволення потреб населення (еколого-просвітницька, рекреаційна і туристична діяльність).

Саме тому необхідно використовувати підхід, що дозволяє краще організувати територію національного природного парку шляхом співставлення природної й антропогенної складових.

**Постановка проблеми.** У якості модельної території взято НПП «Слобожанський», розташований у Краснокутському районі Харківської області. Законом України «Про Загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000-2015 роки» було передбачено створення на Харківщині НПП «Слобожанський», завданням якого є збереження типової лісостепової біоти. НПП «Слобожанський» створений згідно Указу Президента України від 11 грудня 2009 р. № 1047/2009 р. на території державного підприємства «Гутянське лісове господарство» і включає 5244 га земель державної власності, що надано НПП в постійне користування. Розробка «Проекту створення національного природного парку «Слобожанський» (2009) виконана УкрНДІ екологічних проблем. Парк підпорядкований Міністерству екології та природних ресурсів України.

До складу НПП мали відійти у постійне користування території державного підприємства «Гутянське лісове господарство» загальною площею 5244 га. Оскільки до складу НПП відійшли лише лісові землі, парк не має цільного контуру та складається з 7 окремих ділянок НПП межує з територіями с.м.т. Краснокутськ та трьох селищних рад: Мурафською, Козіївською та Качалівською. Через територію НПП протікають дві річки – Мерло (притока р. Дніпро II порядку) та Мерчик (притока р. Мерло).

**Мета і завдання.** Для додаткового (окрім існування Галицько-Слобожанського екологічного коридору загальнодержавного значення) обґрунтування доцільності розширення території НПП «Слобожанський», необхідно провести дослідження, щодо оцінки ландшафтно-диференціації парку.

При оцінці стану ландшафтних комплексів використовували методи, які характеризують стан системи: її складність, ентропію та організацію. Відомо, що у природі системи тим стійкіші чим вони складніші.

### Результати дослідження

При первісному аналізі структури ПТК парку визначена приуроченість території до ландшафтних одиниць вищих рангів. За основу взята фундаментальна робота з фізико-географічного районування України в масштабі 1 : 4 000 000 [1] та карта ландшафтів Харківської області в масштабі 1 000 000, складена Л. Б. Поліщук і В. І. Карповим [3]. Згідно методики дешифрування аерофотознімків [4, 5], карти уточнювались сучасними аерофотоматеріалами. Також вивчались регіональні праці В. Л. Віленкіна, М. А. Демченка, О. М. Демченка, Е. М. Лавренко [6, 7]. Так було визначене місце досліджуваної території в загальній ієрархічній структурі фізико-географічних одиниць: країна – зона – підзона – край – область – район [2].

За фізико-географічним районуванням територія НПП «Слобожанський» належить до Східно-Європейської країни, Лісостепової зони, Лівобережно-Дніпровського краю, Східно-Полтавської височинної області, Краснокутсько-Карлівського району.

За геоботанічним районуванням (1977) – до Європейсько-Сибірської лісостепової області Східноєвропейської провінції Середньоросійської лісостепової підпровінції Харківського округу.

Другий етап робіт полягав в підготовці основи для подальшого складання ландшафтної карти.

За допомогою геоінформаційного програмного забезпечення Arcinfo 8.2 [8] побудована цифрова модель рельєфу. Джерелом даних слугувала цифрова топографічна основа масштабу 1: 50 000, що дозволила шляхом інтерполяції сформувати тривимірну цифрову модель та сумістити її з гідрографічною мережею. Далі були визначені межі головних рельєфоутворюючих елементів: заплави р.р. Мерло і Мерчик, балок, давніх ярів і долинних типів ПТК.

Первісна основа карти ландшафтів доповнена певними даними з геоморфологічної карти. Використання геоморфологічної карти дозволило отримати інформацію щодо літології поверхневих відкладень та характеру ґрунтоутворюючих порід.

На наступному етапі растрові карти ґрунтового покриття масштабу 1 : 200 000

були прив'язані до координатної сітки, що дозволило сумістити їх з цифровою топографічною основою, цифровими картами лісової інвентаризації масштабу 1 : 100 000 і картами землевпорядкування масштабу 1 : 50 000 та використовувати для подальшого аналізу.

Таким чином була сформована інтегрована картографічна база даних, яка дозволяє отримати унікальну інформацію тематичного змісту в кожній території регіону, а саме: позначку висоти, літологію поверхневих відкладень, склад ґрунтоутворюючих порід, характерні мезоформи рельєфу, кути нахилу поверхні, експозиції схилів, типи ґрунтів, характерний рослинний покрив, типи землекористування та призначення земель.

Достовірність та практична цінність отриманих матеріалів досягається використанням високоточної цифрової топографічної основи детальністю масштабу 1: 50 000, що лягла в основу синтезованих карт. Об'єднання тематичної інформації отриманої з усіх базових карт та використання фондових літературних джерел з ландшафтознавства, дозволили перейти до етапу визначення змісту контурів ПТК та їхнього таксономічного рангу.

Виявлення загальних ознак, що повторюються в різних фізико-географічних районах дозволило звести усе їхнє розмаїття до певних типологічних класифікаційних понять і визначити три типи природно – територіальних комплексів, ґрунтуючись на карті ландшафтів Харківської області [3]. При дослідженні території використовувались методи роботи з великомасштабними картами, обробка космічних знімків та натурні обстеження території, на основі чого створена ландшафтна карта НПП «Слобожанський» (рис. 1).

За частотою або масовістю всі ландшафтні топоніми діляться на 4 групи: фонові, субдомінанти, рідкісні і поодинокі. Ці класифікації евристичні, орієнтовані на візуальне сприйняття експертом оцінюваної території.

В результаті нашого дослідження вони доповнені кількісним обґрунтуванням.

У кількісному відношенні в даному випадку із наявної вибірки до фонових

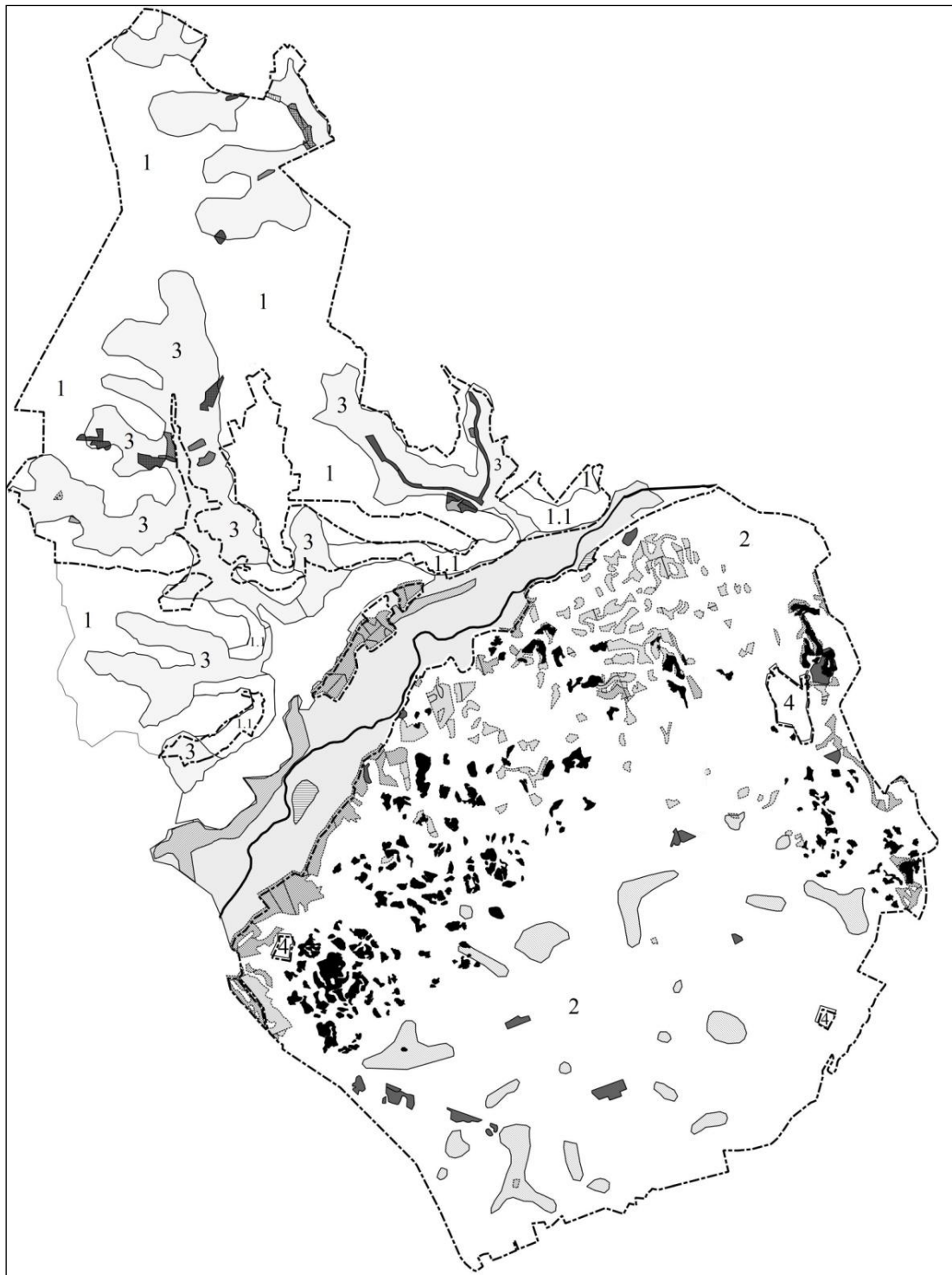


Рис. 1 – Ландшафти НПП «Слобожанський»

**УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ**

**Міжрічкові**

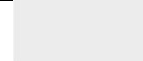
1	Вододільна слабо хвиляста та плоска поверхня на лесовидних суглинках із темно-сірими й сірими реградованими ґрунтами під дібровою;
---	--

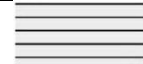
**Схилові**


1.1	Схил вододілу на змитих лесовидних суглинках та піщано-глинистих породах із змитими темно-сірими й сірими реградованими ґрунтами під сосновим лісом
-----	---

**Долинні**

**Заплавні**


	Заплава на піщано-глинистих алювіальних відкладах із лучно-чорноземними ґрунтами під луками
---	---

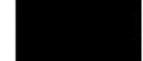
	Заплава на піщано-глинистих алювіальних відкладах із лучно-чорноземними ґрунтами під чагарниковою рослинністю
---	---


	Заплава на піщано-глинистих алювіальних відкладах із лучно-чорноземними ґрунтами під дрібною молодого посадкою
---	--


**Піщано-борові**


2	Слабо хвиляста та плоска рівнина на переважно піщаних алювіальних відкладах із дерново-піщаними ґрунтами борової тераси під сосновим лісом
---	--

	Кучугури та міжкучугурні зниження на переважно піщаних алювіальних відкладах із дерново-піщаними ґрунтами борової тераси під сосновим лісом
---	---

	Низинні або перехідні болота борової тераси на переважно піщаних алювіальних відкладах під лугово-болотяними ґрунтами
---	---

	Понижені ділянки борової тераси на переважно піщаних алювіальних відкладах під заболоченим березняком
---	---


	Понижені ділянки борової тераси на переважно піщаних алювіальних відкладах заболоченим вільшаником
--	--


	Понижені ділянки борової тераси на переважно піщаних алювіальних відкладах під заболоченим тополевиком
---	--


3


**Балково-долинні**

	Низинні болота на балковому алювію
---	------------------------------------

	Бровка балки на балковому алювію із змитими ґрунтами під тополевиком
---	--

	Днище балки на балковому алювію із намитими ґрунтами під заболоченим тополевиком
---	--

	Бровка балки на балковому алювію із змитими ґрунтами під березняком
---	---

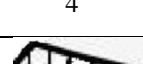
	Днище балки на балковому алювію із намитими ґрунтами під заболоченим березняком
---	---


	Бровка балки на балковому алювію із змитими ґрунтами під вільшаником
---	--

	Днище балки на балковому алювію із намитими ґрунтами під заболоченим вільшаником
---	--

4

Селітебний ландшафт

	Ставок
---	--------

	Межі парку
---	------------

	Річка Мерло
---	-------------



ландшафтних топонімів віднесені такі, які мають понад 10%. До субдомінантних ландшафтних топонімів відзначені від 1 – 10%, рідкісні – від 1 до 0,01%; а одиничні – менш ніж 0,01 %.

Такий розподіл є типовим для річкової долини. До фонових належать: високий правий берег річки зайнятий широколистяними лісами та сильно розчленований балками; похилий лівий берег обіймають соснові ліса; заплаву займає лучна рослинність. Субдомінанти доповнюють та урізноманітнюють існуючий ландшафт: схил вододілу через великий нахил займає невеликий відсоток; кучугури та міжкучугурні западини які утворилися до заліснення берегу річки; болота, які утворилися через близьке залягання ґрунтових вод у пониженнях, та деякі з яких з часом перетворилися на березняки та вільшаники. Рідкі та поодинокі займають найменшу площу (та відсоток) через рідку зустріч на досліджуваній території. На досліджуваній території вони знаходяться лише у заболочених балках.

Селітебний ландшафт займає площу у 225,79 га та від загальної складає 3,6%. До складу цих 225,79 га входить: територія водоочисних споруд; с. Сорокове; земельна ділянка під технологічним устаткуванням збору та первинної підготовки газу і нафти; частково с. Чернещина.

Ще один варіант аналізу – оцінка міри складності та ентропії території з подальшим розрахунком однорідності ландшафтної диференціації [9].

Він спрямований на оцінку стійкості системи через обчислення її складності. Спираючись на ландшафтну карту НПП «Слобожанський» визначимо міру складності та ентропії досліджуваної території.

Ступінь організованості для досліджуваної території (R) склала 0,424, що відносить парк до складної системи. Отже

Таким чином, окрім генетичного принципу необхідності розширення території НПП і включення до його складу заявленої у Програмі формування екологічної мережі заплави р. р. Мерло і Мерчик, є математико-статистичне підґрунтя.

Для реалізації Програми формування екологічної мережі України конче необхідно обмежити антропогенне навантаження на території екологічних коридорів загальнодержавного значення. Саме до цієї ка-

ділянка здатна до саморегуляції.

Для того, щоб визначити долю впливу кожної окремої складової, розрахуємо складність окремо для кожної з них: вододільної ділянки, заплавної та борової.

Ступінь організації вододільної ділянки (R) складає 0,136. Згідно [9] відносимо її до простої системи. Це означає, що система не достатньо саморегульована, дуже вразлива до зовнішнього впливу. Такий результат пояснюється тим, що ділянка, до того часу, як відійти до території парку, знаходилась у користуванні Пархомівського лісництва. Через це там майже немає вікового різноманіття деревостану, а також невелике різноманіття порід дерев, інші породи залишилися лише по балках та на схилі вододілу.

Ступінь організації заплави (R) дорівнює 0,053 – проста система. Це пояснюється тим, що, для оцінки взята невелика ділянка заплави р. Мерло, де у 70-ті роки проводились меліоративні роботи, які змінили природній стан заплави.

Ступінь організації території (R) борової тераси складає 0,397 – складна система. Що пояснюється наявністю смуги великої кількості боліт вздовж заплави, деякі болота позаростали березняком та вільшаником, що також вносить різноманіття в ділянку.

Отже, якщо розглядати територію НПП «Слобожанський», як суцільну ділянку, що містить також територію заплави, то можемо зробити наступний висновок: загалом територія є складною системою, здатною до саморегулювання. При розгляді її складових, спостерігаємо, що ділянка борової тераси є найбільш складною системою, а отже і найстійкішою, а територія, яку обіймає заплава – проста система, якій вкрай необхідна охорона від зайвого антропогенного навантаження.

### **Висновки**

території належить Галицько-Слобожанський коридор, який у межах Харківської області проведений у т.ч. і по заплаві р. Мерло. Протиріччя, що виникло при створенні НПП «Слобожанський», коли саме заплава не увійшла до території парку необхідно вирішити найближчим часом. Для цього на основі наукових досліджень окреслені перспективні межі парку і розроблена стратегія оптимізаційних заходів, що можуть бути реалізовані шляхом спільних дій

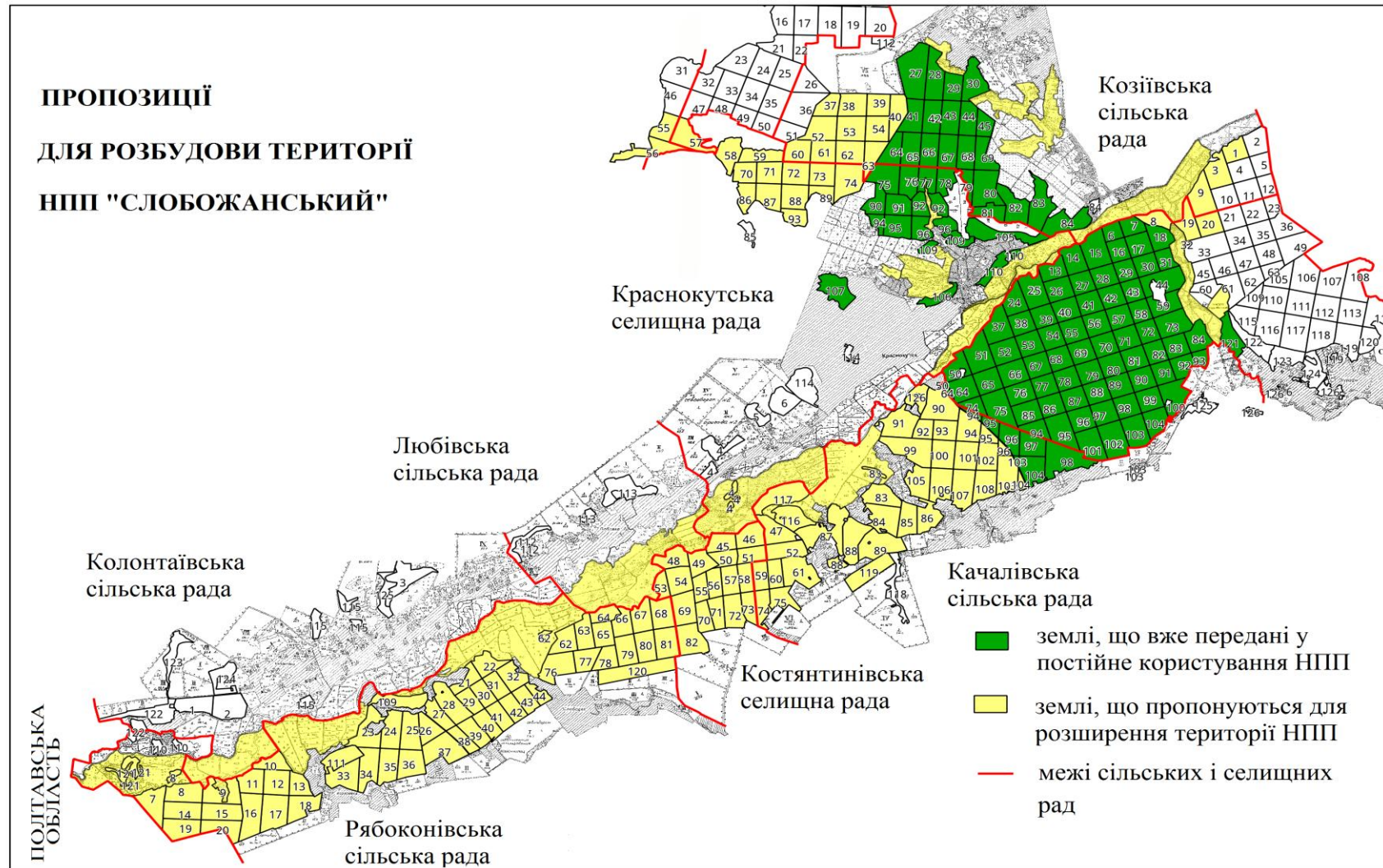


Рис. 2 – Сучасна і перспективна територія НПП «Слобожанський» [за 10]

адміністрації району, сільських і селищних рад та НПП «Слобожанський».

У процесі розширення території НПП «Слобожанський» рекомендується залучити (рис.2):

лісових земель:

- Пархоміське лісництво – 1185 га;
- Краснокутське лісництво – 5390 га;
- Володимирівське лісництво – 269 га;

Земель запасу сільських і селищних рад:

- Краснокутська селищна рада – 815 га;
- Качалівська сільська рада – 316 га;

- Колонтаївська сільська рада – 192 га;
- Козіївська сільська рада – 530 га;
- Любівська сільська рада – 436 га;
- Мурафська сільська рада – 137 га;
- Рябокониївська сільська рада – 998 га.

Парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва:

- Краснокутський – 13,6 га;
- Наталіївський – 48 га.

Всього 10 329,6 га.

### Література

1. Національний Атлас України [Карти]. – К.: ДНВП «Картографія», 2007. – 440 с.

2. Квартенко Р. О. Особливості фізико-географічного районування в національному природному парку «Слобожанський» [Текст] / Р. О. Квартенко, В. О. Горяїнова. // Екологія – шляхи гармонізації відносин природи та суспільства: зб. тез III Міжвуз. наук. конф. з міжнародною участю. – Умань, 2012. – С. 96-98.

Атлас Харьковской области [Карти] / гл. ред. И. Ю. Левицкий, отв. ред. И. С. Руденко, ред.: И. В. Бусол и др.; М-бы разные. – К. : Укргеодез-картография, 1993. – 45 с.: цв., текст, диагр., ил.

3. Книжников Ю. Ф. Аэрокосмические методы географических исследований [Текст]: учеб. для студ. высш. учеб. заведений. / Ю. Ф. Книжников, В. И. Кравцова, О. В. Тутубалина. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 336 с.

4. Лабутина И. А. Дешифрирование аэрокосмических снимков [Текст]: учебн. пособие для студентов вузов. – М.: Аспект Пресс, 2004. – 184 с.

5. Лавренко Е. М. Степи и сельскохозяйственные земли на месте степей [Текст] / Е. М. Лавренко. // Растительный покров СССР. – Т. 2.– М.; Л.: АН СССР, 1956– 760 с.

6. Харьковская область. Природа и хозяйство [Текст] / Материалы Харьковского отдела географического общества. – Х. : ХГУ, 1971. – 248с.

7. Хамарин В. И. Методические указания по использованию специализированных пакетов программ СУБД-L, SURFER 6, ERDAS IMAGINE 8.2 при решении задач регионального природопользования. [Текст] / В. И. Хамарин. – Томск: Изд-во СО РАН, 1999. – 32 с.

8. Максименко Н. В. Методичні підходи до оцінки ландшафтної мозаїчності території [Текст] / Н. В. Максименко // Людина та довкілля. Проблеми неоекології – 2013. – №1-2. – С. 13-21.

9. Фондові матеріали Державного управління охорони навколишнього природного середовища у Харківській області [Текст] – 2012.

Надійшла до редколегії 25.04.2015



УДК 631.4:504.54

**О. Г. ПАРХОМЕНКО**, канд. геогр. наук

Чернігівський національний педагогічний університет імені Т. Г. Шевченка  
м. Чернігів, вулиця Гетьмана Полуботка, 53,  
maptour@ukr.net

**ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ЛАНДШАФТІВ  
ВЕЛИКОГО ХОДОСІВСЬКОГО ГОРОДИЩА НА КИЇВЩИНІ  
(палеопедологічний аспект)**

Досліджено ґрунти поховані під тілом валу раннього залізного віку та сучасні (фонові) Великого Ходосівського городища на Київщині. Здійснено їх порівняння для оцінки екологічного стану ландшафтів, в межах яких знаходяться профілі ґрунтів. Встановлено, що ґрунтоутвірні процеси, які формували профілі сучасних та похованих (давніх) ґрунтів, характеризуються поєднанням процесів виносу-накопичення речовини, радіонуклідів та важких металів. Визначено, що кількість важких металів знаходиться в межах фонових величин. Отримано дані, які свідчать про те, що у сучасному (фоновому) ґрунті важкі метали акумулюються в орному горизонті. Зафіксовано, що у сучасному ґрунті вища концентрація важких металів у профілі, ніж у похованому. Це свідчить про зміни умов та факторів, які впливали на геохімію ландшафтів протягом тривалого часу їх формування.

**Ключові слова:** палеопедологія, ґрунт, ландшафт, екологія, важкі метали, забруднення

**Parkhomenko O. G. ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL OF LANDSCAPES «GREAT HODOSIVSKYI MOUND» IN KYIV REGION (paleopedological aspect)**

There has been investigated the soils buried under the body of the shaft of the early iron age and modern (background). There has also been carried out comparing them to assess the environmental condition of the landscape with in which the profiles of soil are situated. It has been defined that soil formation processes that underpinned the modern profiles and buried (ancient) soil, are characterized by a combination of processes of capable of the accumulation of substances, radionuclides and heavy metals. It has been determined that the amount of heavy metals lies within background values. The obtained data testify the fact that in the modern (background) soil the heavy metals are being accumulated in arable horizon. It has been fixed that in the modern soil the concentration of heavy metals in profile is a higher than in buried one. This shows the change of conditions and factors that affect geochemistry of the landscape for a long time of their formation

**Key words:** paleopedology, soil, landscape, ecology, heavy metals, pollution

**Пархоменко А. Г. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЛАНДШАФТОВ БОЛЬШОГО ХОДОСОВСКОГО ГОРОДИЩА КИЕВЩИНЫ (палеопедологический аспект)**

Исследованы почвы, погребенные под телом вала раннего железного века и современные (фоновые) Большого Ходосовского городища Киевщины. Осуществлена их сравнительная характеристика с целью оценки экологического состояния ландшафтов, в пределах которых находятся профили почв. Определено, что почвообразовательные процессы, которые формировали профили современных и погребенных (древних) почв, характеризуются объединением процессов выноса-накопления вещества, радионуклидов и тяжелых металлов. Установлено, что количество тяжелых металлов находится в границах фоновых величин. Полученные данные свидетельствуют о том, что в современной (фоновой) почве тяжелые металлы аккумулируются в пахотном слое. Зафиксировано, что в современной почве концентрация тяжелых металлов выше в профиле, нежели в погребенной. Это свидетельствует об изменениях условий и факторов, которые влияли на геохимию ландшафтов на протяжении длительного времени их формирования.

**Ключевые слова:** палеопедология, почва, ландшафт, экология, тяжелые металлы, загрязнение

**Вступ**

Дослідження процесів еволюції навколишнього середовища та його окремих компонентів залишаються надзвичайно необхідними. Це пояснюється потребами оцінки та прогнозу стану довкілля в умовах

антропогенезу. У зв'язку з цим відбуваються зміни в природно-антропогенній системі, порушується її збалансованість, що призводить до виникнення негативних екологічних ситуацій, а в кінцевому результаті й до екологічної кризи. Деградація навколишнього середовища посилюється внаслідок

зростання обсягів виробництва і споживання. Збільшуються площі антропогенних ландшафтів, що призводить до порушення їх складової – ґрунтового покриву.

В останньому періоді голоцену на природну динаміку клімату та інших компонентів навколишнього середовища накладаються техногенні імпакти. Тому постала проблема виокремлення антропогенних змін від природної еволюції довкілля [3]. Найкращим маркером, що допомагає здійснити оцінку екологічного стану ландшафтів певної території є ґрунти.

Загалом ця тематика складна і потребує одночасного вирішення різноспрямованих питань, оскільки поза увагою дослідни-

ків лишаються вивчення геохімії палеоґрунтів та проведення порівняльного аналізу із сучасними ґрунтами для оцінки їх змін за останні століття під впливом антропогенної діяльності. Проблеми, пов'язані із забрудненням природних і антропогенних екосистем внаслідок випадіння радіонуклідів після Чорнобильської катастрофи, системні, а тому потребують різних підходів до їх вирішення.

Аналіз літературних джерел показує, що в екологічній геохімії все більше приділяється уваги питанням дослідження міграції важких металів у ґрунтах різних типів [1, 2, 4, 5].

### **Методика дослідження**

Методологічною основою роботи є історико-генетичний підхід, за якого ґрунт розглядається як підсистема ландшафту, розвиток якої відбувається у відповідності до еволюції всієї біосфери. Використана методологія базується на загальних положеннях: а) генетичного ґрунтознавства; б) ландшафтознавства та палеоландшафтознавства; в) палеогеографії; г) археологічного ґрунтознавства. Застосовано під час дослідження такі підходи: системний, порівняльно-географічний, морфогенетичний,

морфометричний, еволюційний, палеогеографічний, еколого-ландшафтний, палеопедологічний, хіміко-аналітичний, радіовуглецевого датування, що дозволило всебічно охарактеризувати природні процеси, що визначають екологічний стан ландшафтів певної території дослідження.

Головне завдання роботи – характеристика можливостей використання педогеохімічного аналізу території для оцінки її екологічного стану та виявлення індикаторів такої оцінки в історичному аспекті.

### **Результати дослідження**

Для організації моніторингу та оцінки стану ландшафтів, а також для прогнозування наслідків антропогенної діяльності необхідно якомога більше даних про різновікові об'єкти природи, у тому числі і голоценового часу, де процес формування ґрунтів переривається через якісь причини, що надає можливість аналізувати саме законсервовані ґрунти певного часового інтервалу. Ґрунти голоценового часу, як головні компоненти та індикатори екологічного стану ландшафтів, накопичують у собі різноманітні забруднювачі (полютанти), які перерозподіляються по профілю під впливом техногенних факторів.

Археологічні та природні об'єкти відіграють значну роль у процесах відтворення та порівняння умов розподілу важких металів в дрібні етапи формування голоценових (в тому числі сучасних) ґрунтів. Серед пам'яток археології особливе місце посідають давні кургани, вали та городища.

Дане твердження повною мірою стосується великих курганних могильників епохи бронзи-раннього залізного віку, розташованих на південь та південний-захід від Києва, на залісених раніше територіях. Спорудження численних насипів призводило до вирубки навколишніх лісів та зміни екологічної ситуації. Знищення значних за площею масивів лісів було пов'язано також із спорудженням системи городищ та валів скіфського часу, які захищали з півдня підступи до переправи через Дніпро біля Києва, складаючи єдиний комплекс із Малим Ходосівським і Хотівським городищами [6].

З 2006 р. на Великому Ходосівському городищі розпочато палеопедологічні дослідження. Проведення таких досліджень передбачає вивчення різновікових горизонтів за варіантами: *похований ґрунт* – ґрунт, утворений під тілом валу (власне археологічні пам'ятки) та *сучасний ґрунт* денної поверхні (фоновий).

Так, похований під валом раннього залізного віку ґрунт та ґрунтові відклади досліджено в межах валу, який перерізаний лінією ЛЕП на пологому піщаному схилі лівого берега р. Віта низької тераси (в осно-

ві потужні товщі алювію) (розчистки №1-3) (рис. 1). Для порівняння із показниками сучасних ґрунтів на тому ж гіпсометричному рівні (в 50 м на північ від валу) закладено фоновий розріз (розчистка №4).

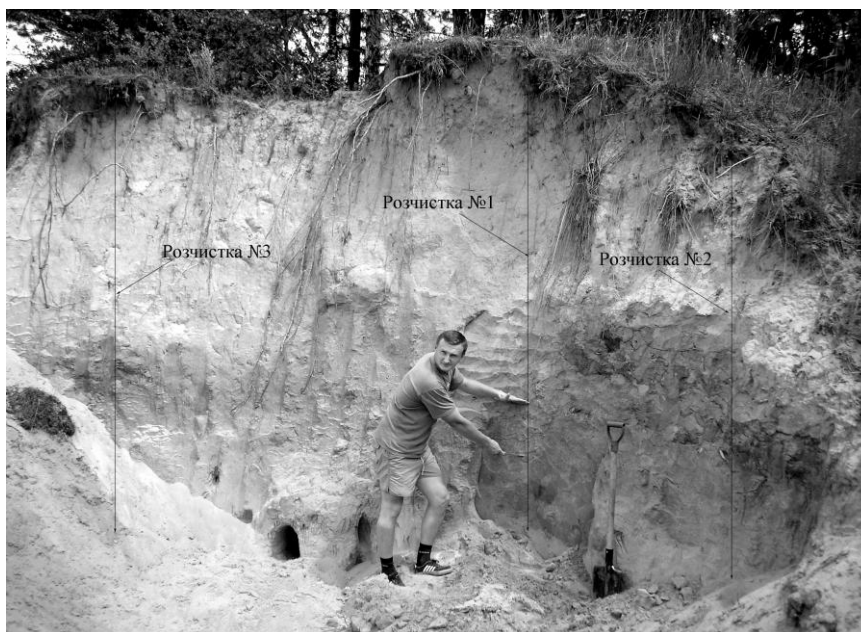


Рис. 1 – Загальний вигляд розчисток №1-3 валу раннього залізного віку Великого Ходосівського городища біля с. Круглик

Згодом, у 2007 році продовжено дослідження похованих (на тілі валу та під ним) (розчистка №5) та фонових ґрунтів (розчистка №6) Великого Ходосівського городи-

ща неподалік с. Круглик на Київщині лише на ділянках валу, розташованих на високому правому березі р. Віта (рис. 2).

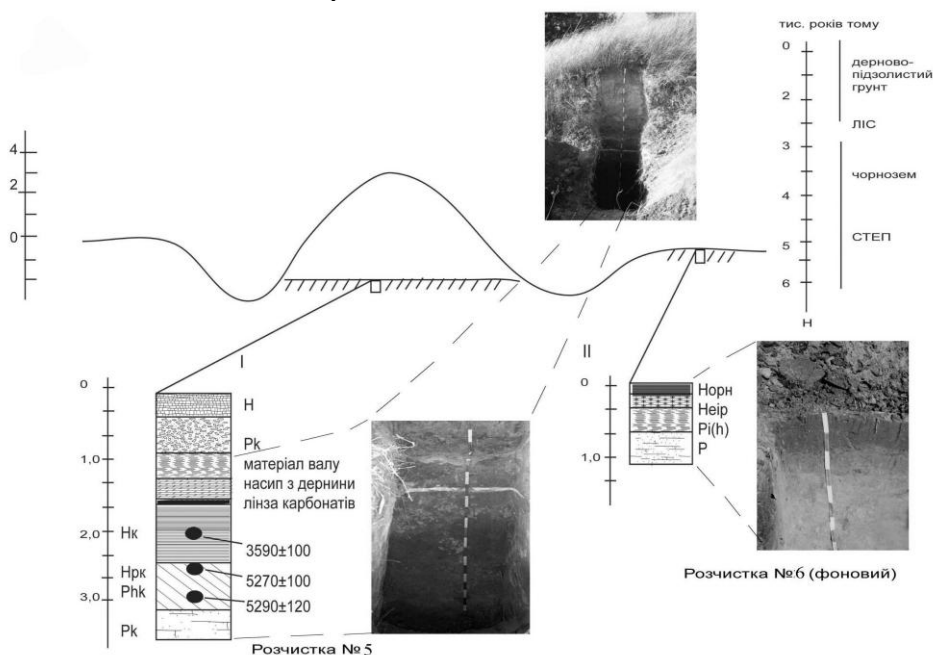


Рис. 2 – Будава профілів похованого (розчистка №5) і фонових ґрунтів (розчистка №6) розрізу Великого Ходосівського городища неподалік с. Круглик



Морфологічний опис досліджених розчисток №1-6 подано у статті Ж. М. Матвіїшиної, Ю. М. Дмитрука, О. Г. Пархоменка та С. Д. Лисенка [7].

За допомогою палеопедологічних даних (під час вивчення морфологічних процесів у розчистках №1-3) відслідковано зміни ґрунтоутворення, порівнюючи давній ґрунт під валом і сучасний на валу. Обидва ґрунти дернові, але під валом ґрунт має більшу потужність, сіріший за забарвленням і надзвичайно сильно переритий землеріями (з численними кротовинами і камерами), а поверхневий ґрунт не розвинений, світло-сірий за кольором, дуже слабо забарвлений гумусом і більше вилугуваний. Ґрунт раннього залізного віку інтенсивніше гумусований, слабо опідзолений, з тонкими ортзандовими прошарками, які більше проявляються в розчистках №2 та №3. Отже, в ранній залізний вік на цьому геоморфологічному рівні формувалися досить потужні (до 0,9 м) дернові піщані ґрунти і діяльність землеріїв була надзвичайно активною. Для порівняння досліджено фоновий ґрунт (розчистка №4), що дозволяє більш впевнено судити про зміни ґрунтоутворення, оскільки розрізи давнього і сучасного ґрунтів закладено приблизно на однакових гіпсометричних рівнях.

Ґрунт фоновий за характером профілю з горизонтами гумусово-елювіальним, елювіальним, ілювіальним близький до дерново-підзолистого супіщаного. У ньому відсутні кротовини, проявляються риси підзолистого ґрунтоутворення. Отже, ґрунт сучасний та під валом (раннього залізного віку) суттєво відрізняються за ступенем прояву ознак процесів підзолювання. Ґрунт під валом формувався при розвитку дернових процесів, а при утворенні сучасного ґрунту основним був ілювіальний процес, тобто природні умови змінилися на суворіші і вологіші, залишаючись при цьому в межах помірної зони.

Ймовірно, на цій території у ранній залізний вік (800 ст. до н.е. – 500 ст. н.е.) на алювіальних терасах формувалися потужні дернові ґрунти. Хоча вони і малогумусні, проте завдяки легкому механічному складу різнотравно-злакова рослинність забезпечувалася необхідними елементами живлення. Необхідно вказати й на приуроченість давньої людини до трав'янистих біоценозів, які

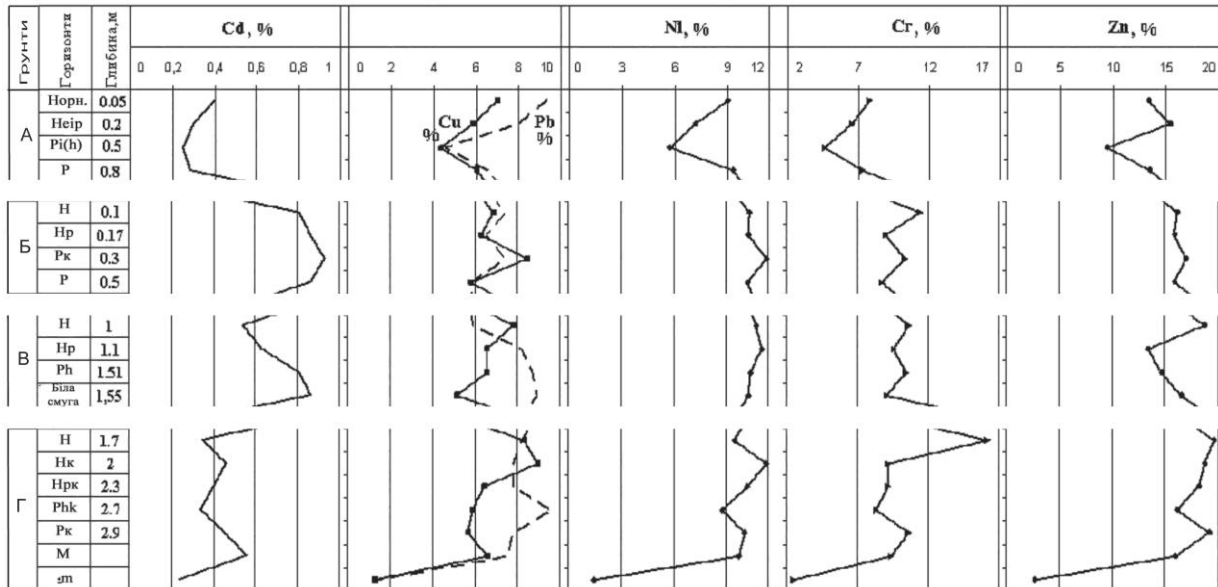
забезпечували їжею худобу і утримання коней, а також полегшували обробіток ґрунту. Очевидно, територія у ранньому залізному віці знаходилася в середній частині лісостепової зони і умови ґрунтоутворення були сприятливими для розвитку лучного степу на понижених ділянках рельєфу. Клімат був дещо тепліший за сучасний, а широкі трав'янисті простори сприяли розвитку примітивного землеробства та скотарства.

З відібраних зразків розчисток №5 та 6 правобережних ландшафтів р. Віта на еколого-геохімічний аналіз у ґрунтах виявлено певну міграційну структуру, тобто поєднання процесів виносу-накопичення речовини, в тому числі радіонуклідів та важких металів (ВМ). Результатом педоміграційної структури в конкретній екосистемі є відповідний еколого-біогеохімічний статус (ЕБГС) ґрунтів (певна кількість тих чи інших елементів, в тому числі й радіоактивних, або їх сукупності). Профільний розподіл ВМ (Ni, Cu, Cr, Cd, Zn, Pb) дозволяє візуалізувати актуальні результати ЕБГС (рис. 3). Оцінка стану забрудненості ландшафтів визначається за рівнем відхилення вмісту ВМ у ґрунтах від природного місцевого фону. Чим більші такі відхилення, тим більш негативним є екологічний стан довкілля.

Для характеристики ЕБГС використовують різні підходи. Найчастіше – це розрахунки на основі середньгеометричних величин таких коефіцієнтів, як:  $K_p$  – коефіцієнт радіальної диференціації, обчислений як відношення вмісту хімічних елементів у кожному горизонті розрізу до їх середніх величин;  $K_e$  – коефіцієнт елювіюваності, обчислений як відношення вмісту хімічних елементів у кожному горизонті до їх кількості у найдавнішому з похованих горизонтів (залягає в основі розрізу) та  $K_e/a$  – коефіцієнт виносу-акумуляції, які розраховують по відношенню до ґрунтоутворюючої породи виділеного в розрізі ґрунтового тіла. Встановлено, що в сучасному (фоновому) ґрунті важкі метали акумулюються в орному горизонті (табл.1), що дозволило скласти кореляційну матрицю (табл. 2).

Це пояснюється існуванням так званої підплужної підшви – ущільненого горизонту, розміщеного нижче від орного шару. Цей слід від плуга часто є своєрідним агрогенним бар'єром, на якому накопичуються





А – у дерново-слабопідзолистому фоновому (розчистка №6);  
 Б – у дерновому на поверхні валу (розчистка №5);  
 В – у сформованому із фрагментів дернини над давнім ґрунтом в основі насипу (розчистка №5);  
 Г – у похованому міцелярно-карбонатному чорноземі під валом.

Рис. 3 – Вміст важких металів у ґрунтах розрізу біля с. Круглик:

хімічні елементи, у тому числі і ВМ. Водночас, із нижнього перехідного горизонту ВМ інтенсивно виносяться. Причина цієї міграції, очевидно, пов'язана з показниками ґрунту (можливо характером розподілу дрібнодисперсних частинок, гумусу, ємності поглинання тощо).

У наймолодшому з ґрунтів розчистки №5 на поверхні валу (рис. 3,Б) ВМ також акумулюються у його верхньому гумусовому горизонті та в нижній окарбонатованій частині цього профілю. Похований ґрунт (В), створений фрагментами дернини на ґрунті під валом (рис. 3,В), характеризується фоновим вмістом ВМ без виражених процесів їх перерозподілу.

Для давнього ґрунту цього розрізу (Г – ґрунт під валом) доцільно говорити про певні тенденції: акумуляцію у верхній гумусованій частині профілю та виносу з нижнього перехідного горизонту. Отже, на загал, для всіх верхніх горизонтів як сучасного, так і похованих ґрунтів притаманні акумулятивні у відношенні ВМ процеси. Це підтверджує визначальну роль для досліджених ландшафтно-екологічних умов органічної речовини ґрунтів.

Результати, отримані для Кр (коефіцієнт радіальної диференціації) та Ке (коефіцієнт елювіюваності) практично ідентичні

(за винятком верхніх горизонтів найдавнішого ґрунту). Отже, за час існування цього розрізу на основі показників перерозподілу кількості ВМ (табл. 3) доцільно говорити про: 1) розсіювання вмісту ВМ у профілі сучасного ґрунту; 2) акумулятивні процеси або стан динамічної рівноваги у профілях всіх ґрунтів, у т.ч. похованих; 3) накопичення ВМ у тих же горизонтах наймолодшого з ґрунтів розчистки №1 на поверхні валу, що описано вище та акумуляція ВМ в нижній частині похованого ґрунту із фрагментів дернини і верхніх горизонтах найдавнішого у розрізі ґрунту (під валом, Г).

Таким чином, перерозподіл кількості ВМ по всіх горизонтах розрізу свідчить про певні цикли акумуляції або розсіювання ВМ із загальним трендом-збільшення їх кількості до сучасного ґрунту (табл. 1). Для всіх горизонтів розрізу (табл. 2) виявлено парагенетичні асоціації – найчастіше представлені з Ni (з Cu, Cr, Cd, Zn). У сучасному ґрунті парагенезис ВМ досить рідкісне явище – тільки Cu, Cr, а у найдавніших ґрунтах цього розрізу його взагалі не встановлено.

Це свідчить про зміни умов та факторів, які впливали на геохімію похованих ґрунтів. Порівняння їх середньої арифметичної кількості з такою для сучасного

Таблиця 1

Міграційна структура важких металів розрізу біля с. Круглик  
(валовий вміст важких металів у, мг/кг)

ВМ	М	М геом.	±m	-95%	+95%	Мін	Макс
<i>Дерново-слабонідзолистий ґрунт фонового розрізу (розчистка №6)</i>							
Ni	9,66	9,54	1,43	8,92	10,4	5,70	11,2
Cu	6,57	6,47	1,22	5,94	7,20	4,30	8,95
Cr	9,34	9,04	2,45	8,08	10,6	4,60	16,2
Cd	0,56	0,51	0,24	0,43	0,68	0,25	0,93
Zn	15,9	15,7	2,64	14,5	17,3	9,40	19,6
Pb	7,54	7,41	1,34	6,85	8,23	4,50	9,60
<i>Насип</i>							
Ni	7,75	7,60	1,66	5,10	10,4	5,70	9,25
Cu	5,78	5,70	1,11	4,01	7,56	4,30	7,0
Cr	6,53	6,41	1,39	4,31	8,76	4,60	7,80
Cd	0,30	0,30	0,06	0,20	0,41	0,25	0,40
Zn	12,8	12,6	2,47	8,90	16,8	9,40	15,3
Pb	7,05	6,80	2,04	3,79	10,3	4,50	9,30
<i>Міцелярно-карбонатний чорнозем, похований під валом (розчистка №5)</i>							
Ni	9,89	9,85	0,92	8,73	11,0	8,70	11,2
Cu	7,04	6,91	1,48	5,19	8,88	5,65	8,95
Cr	10,7	10,4	3,18	6,75	14,7	8,30	16,2
Cd	0,40	0,39	0,05	0,33	0,46	0,34	0,46
Zn	18,3	18,3	1,35	16,6	20,0	16,1	19,6
Pb	8,24	8,21	0,77	7,27	9,20	7,80	9,60

Таблиця 2

Кореляційна матриця валового вмісту важких металів для  $r < 0,05$   
(істотно значущі коефіцієнти кореляції  $> 0,93$ )

	Ni	Cu	Cr	Cd	Zn	Pb
<i>Дерново-слабонідзолистий ґрунт фонового розрізу (розчистка №6)</i>						
Ni	1,00	0,61	0,56	0,63	0,58	0,25
Cu	0,61	1,00	0,61	0,14	0,58	0,21
Cr	0,56	0,61	1,00	0,26	0,71	0,30
Cd	0,63	0,14	0,26	1,00	0,14	0,01
Zn	0,58	0,58	0,71	0,14	1,00	0,27
Pb	0,25	0,21	0,30	0,01	0,27	1,00
<i>Дерновий на поверхні валу (розчистка №5)</i>						
Ni	1,00	0,86	<b>0,94</b>	0,59	0,55	0,64
Cu	0,86	1,00	<b>0,98</b>	0,88	0,72	<b>0,94</b>
Cr	<b>0,94</b>	<b>0,98</b>	1,00	0,77	0,73	0,86
Cd	0,59	0,88	0,77	1,00	0,43	0,91
Zn	0,55	0,72	0,73	0,43	1,00	0,76
Pb	0,64	<b>0,94</b>	0,86	0,91	0,76	1,00
<i>Давній ґрунт в основі насипу (розчистка №5)</i>						
Ni	1,0	-0,04	-0,82	-0,62	-0,31	-0,12
Cu	-0,04	1,0	0,61	-0,76	0,96	-0,99
Cr	-0,82	0,61	1,0	0,06	0,80	-0,47
Cd	-0,62	-0,76	0,06	1,0	-0,55	0,85
Zn	-0,31	0,96	0,80	-0,55	1,0	-0,90
Pb	-0,12	-0,99	-0,47	0,85	-0,90	1,0
<i>Міцелярно-карбонатний чорнозем, похований під валом</i>						
Ni	1,00	0,53	-0,19	0,88	0,50	-0,81
Cu	0,53	1,00	0,41	0,15	0,49	-0,33
Cr	-0,19	0,41	1,00	-0,32	0,70	-0,22
Cd	0,88	0,15	-0,32	1,00	0,44	-0,74
Zn	0,50	0,49	0,70	0,44	1,00	-0,82
Pb	-0,81	-0,33	-0,22	-0,74	-0,82	1,00

грунту показує, що у похованому ґрунті з фрагментів дернини (рис. 3,В) акумулятивні процеси були найінтенсивнішими ( $K_p = 1,38$  та  $1,33$ , відповідно). Найчастіше абсо-

лютний максимум вмісту ВМ зустрічається у найдавнішому ґрунті крім Cd та Ni – у наймолодшому з ґрунтів (на поверхні валу – ґрунт Б).

Таблиця 3

Показники процесів радіального перерозподілу ВМ

Горизонти	Kp	Ke	Ke/a
Норн	0.95	0.92	1.16
Неір	0.82	0.79	1.0
Pi(h)	0.58	0.56	0.71
P	0.82	0.79	1.0
H	1.15	1.11	1.11
Hp	1.07	1.04	1.04
Pk	1.23	1.19	1.19
P	1.03	1.0	1.0
H	1.08	1.04	0.98
Hp	1.06	1.02	0.96
Ph	1.14	1.11	1.03
Біла смуга	1.11	1.07	1.0
H	1.135	1.09	1.09
Hk	1.11	1.07	1.07
Hpk	1.0	0.97	0.97
Phk	0.94	0.91	0.91
Pk	1.03	1.0	1.0

Висновок

Порівняно із сучасними еколого-ландшафтними умовами зональність у ранньому залізному віці була зміщена на північ, тобто у давні часи фізико-географічні умови характеризувалися теплішим, ймовірно, ариднішим, ніж сучасний кліматом. Від раннього залізного віку до наших часів умови змінювалися неодноразово в напрямку незначного зниження температур і посилення вологості. Ґрунти – найкраще з природних об'єктів фіксують зміни, які відбуваються в довкіллі, у тому числі й антропогенні пертурбації. Останні впливають на еколого-

геохімічний статус ґрунтового покриву, який тривалий час через буферність ґрунтів може протистояти техногенним впливам.

При оцінюванні забрудненості ландшафтів необхідно аналізувати не лише кількість поллютантів, але й їх профільний розподіл та особливості міграції–акумуляції. На основі наведеного алгоритму можна розрахувати фоновий вміст хімічних елементів у ландшафті або окремих компонентах. Власне без величин фонового вмісту оцінити ступінь деградації та заходи з її попередження забрудненої території неможливо.

Література

1. Дмитрук Ю. М. Еколого-геохімічний аналіз міграції і вмісту важких металів у ґрунтах елементарних ландшафтів / Ю. М. Дмитрук // Ґрунтознавство. – 2004. – Том 5. №1-2. – С.93-101.
2. Дмитрук Ю. М. Еколого-геохімічний аналіз ґрунтового покриву агроєкосистем. / Ю. М. Дмитрук. – Чернівці: Рута, 2006. – 328 с.
3. Дмитрук Ю. М. Ґрунти Траянових валів: еволюційний та еколого-генетичний аналіз / Ю. М. Дмитрук, Ж. М. Матвіїшина, І. І. Слосарчук. – Чернівці: Рута, 2008. – 227 с
4. Дмитрук Ю.М. Особливості окремих підходів до геохімічного аналізу умов палеоґрунтогенезу / Ю. М. Дмитрук. // Біологічні системи. – 2013. – Том 5. Вип. 2 - № . С. 243 – 248.
5. Жовинский Э. Я. Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины. / Э. Я. Жовинский, И. В. Кураева – К.: Наук. Думка, 2002. – 213 с.
6. Ковпаненко Г. Т., Бессонова С. С., Скорый С. А. Памятники скифской эпохи Днепровского Лесостепного Правобережья. – К.: Наук. Думка, 1989. – 336 с.
7. Матвіїшина Ж. Використання палеопедологічного аналізу для оцінки екологічного стану ландшафтів у кризових регіонах/ Ж. Матвіїшина, Ю. Дмитрук, О.Пархоменко, С. Лисенко. // Географія. Економіка. Екологія. Туризм: Регіональні студії. Збірник наукових праць / За ред. І. В.Смаля, Г. Г.Семенченко – Ніжин: ПП Лисенко М.М., 2011. – Вип. 5. – С.143-157.



УДК 911.3

**А. І. КОЦЮБА**

*Київський національний Університет імені Тараса Шевченка*

*м. Київ вул. Глушкова 2-а*

[mayleenarman@mail.ru](mailto:mayleenarman@mail.ru)

## **ОСОБЛИВОСТІ ЗБЕРЕЖЕННЯ СПЕЛЕСТО-РЕКРЕАЦІЙНИХ ОБ'ЄКТІВ МІСТА КИЄВА**

Виокремлюються види підземних антропогенних порожнин, які можуть бути використані у рекреації та туризмі. Проведений аналіз існуючих сакральних, транспортних, інженерних та окремо військового спрямування формацій, що є характерними для даної території. Їх методологічне дослідження в межах столиці. Подане основне поняття «спелесторекреація» та зазначені характерні особливості даного виду діяльності в залежності від територіальних особливостей. Визначається загальні спелесто-рекреаційні об'єкти, що на даний час використовуються у рекреації та туризмі в місті Києві. Зазначені особливості охорони та раціонального використання спелесто-рекреаційних формацій в межах Києва. Велика увага приділяється музеєфікації окремих підземних антропогенних утворень, що у подальшому можуть використовуватися для відвідування місцевих жителів та гостей столиці.

**Ключові слова:** спелесторекреація, спелестологія, рекреація, підземний антропогенний об'єкт, збереження, музеєфікація

### **Kotsyba A. I. SPECIALITIES FEATURES OF THE KIEV SPELESTO-RECREATIONAL OBJECTS RESERVATION**

Distinguishes types of man-made underground cavities that can be used for recreation and tourism. The analysis of existing sacred, transport, engineering and separate military wing formations that are typical for this area. Their methodological research within the capital. Shown the basic concept of "spelestorekreaty" and listed to the characteristics of the activity based on territorial characteristics. Determined general spelesto and recreational facilities that are currently used in the recreation and tourism in Kyiv. Shown features of protection and rational use spelesto-recreation formations in the area of Kyiv. Great attention is paid to museumification of some underground man-made structures that can later be used for visiting local residents and guests of the city.

**Keywords:** spelestological recreation, spelestology, recreation, the underground man-made object, preservation, museumification

### **Коцюба А. И. ОСОБЕННОСТИ СОХРАНЕНИЯ СПЕЛЕСТО-РЕКРЕАЦИОННЫХ ОБЪЕКТОВ ГОРОДА КИЕВА**

Выделяются виды подземных антропогенных полостей, которые могут быть использованы в рекреации и туризме. Проведенный анализ существующих сакральных, транспортных, инженерных и отдельно военного направления формаций, характерные для данной территории. Их методологическое исследование в пределах столицы. Поданное основное понятие «спелесторекреация» и указанные характерные особенности данного вида деятельности в зависимости от территориальных особенностей. Определяется общие спелесто-рекреационные объекты, в настоящее время используются в рекреации и туризме в Киеве. Указанные особенности охраны и рационального использования спелесто-рекреационных формаций в пределах Киева. Большое внимание уделяется музеєфикации отдельных подземных антропогенных образований, в дальнейшем могут использоваться для посещения местных жителей и гостей столицы.

**Ключевые слова:** спелесторекреація, спелестологія, рекреація, підземний антропогенний об'єкт, сохрание, музеєфікація

### **Вступ**

Значна кількість підземних антропогенних порожнин в межах міста Києва на даний час не використовується раціонально. Це пов'язано з недостатньою інформативністю щодо об'єкту, його розміщенням, деяким обладнанням, відсутністю кваліфікованих спеціалістів та браком коштів.

Проблема використання рукотворних підземних об'єктів виникає, коли історично важливий, або промисловий об'єкт офіційно зачинають за наявності різнопланових причин. З часом дані про підземні об'єкти відходять в архів, залишаючи, значні площі без нагляду. Вони не використовуються у економічному, соціальному, культурному житті міста. У таких випадках вирішенням про-

блеми є прояв рекреаційної діяльності та туризму, як і спостерігається на теренах країн Європи. Так, у сучасних містах під землею розташовують торговельні комплекси та концертні зали, релігійні об'єкти, підземні гаражі та складські приміщення, що дозволяють раціонально використовувати підземні площі не тільки для задоволення побутових проблем населення, а й емоційно-фізіологічних, духовних та рекреаційних. Окремо, велику увагу приділяють музеям, що заснують в межах підземних систем під містами як унаочнення історії утворення урбанізованих територій та їх етапи розвитку та культури.

У даному контексті Київ також має значний підземний потенціал. Існує ряд об'єктів та утворень, що історично мають велике значення для самого міста та його територіальної рекреаційної ємності. Тобто, здатності території забезпечувати для відвідувачів психофізичний комфорт і можливість спортивно-оздоровчої діяльності без деградації природно-територіального чи антропогенно-культурного комплексу і швидкого зношування спеціального соціального обладнання [2].

Від так, визначення та раціональне використання підземних антропогенних об'єктів на даний час є актуальним етапом у дос-

лідженні міста Києва для подальшого їх якісного розвитку та використання у сфері рекреації та туризму.

Для більш широкого розуміння у дослідження підземних антропогенних об'єктів необхідно ввести поняття «спелесторекреація», що дозволить охопити весь спектр проблем та методів якісного розвитку підземних утворень та раціональне їх використання в межах міста Києва.

Основою для статті стали дослідження спелеоархеологів Долотова Ю. А., Сохіна М. Ю., спелестолога С. Сома «Теоретична спелестологія» та «Практична спелестологія», а також роботи географів О. Ю. Дмитрука, Д. М. Іноземцевої, Д. Малакова, В. Л. Огудіна, І. Ю. Парнікози, С. П. Романчука, та ін. Окремо необхідно зазначити роботи археолога та історика П.П. Толочко, що розкриває історичні особливості існування підземних особливостей міста Києва («Древний Киев») та В. Ляшенко, що описує природні та рукотворні печери Києва та ін.

Основним завданням є визначення способів та методів спелесто-рекреаційного дослідження підземних антропогенних об'єктів міста Києва, за якими можливий раціональний розвиток та збереження даних формацій для їх використання.

### **Методика дослідження**

Використання підземних антропогенних утворень та їх призначення в межах міст на даний час виокремлюються у декілька груп: транспорті (пішохідні та транспортні тунелі, гаражі, автостоянки, станції метрополітену); підприємства торгівлі, комунально-побутового обслуговування, об'єкти складського господарства, також до цієї групи відносять холодильні системи; видовищні, адміністративні, спортивні комплекси; об'єкти міської інженерії (трубопровід тепло-, водо-, газопостачання та каналізації, кабелі різного призначення та ін.); окремі цеха, лабораторії та промисловості [3].

Виокремлюють приміщення наземних споруд, що частково занурені під землю (вони також відносяться до підземних): аеропорти, вокзали, гаражі, торговельні центри, висотні житлові і адміністративні будівлі. Крім призначення і функціональних ознак, підземні споруди розрізняються за формою і розмірами поперечного перері-

зу, планувальної схемою, місцем розташування у місті, глибині закладення, методу будівництва, екологічністю, конструктивним особливостями і видами застосованих матеріалів, умовами провітрювання та освітлення.

Відповідно до планувальної схемою розрізняють:

- протяжні підземні утворення – тунелі - горизонтальні або похилі підземні виробки, довжина яких у багато разів перевищує розміри поперечного перерізу;
- підземні утворення обмеженої довжини – камери – гірські вироблення, що мають великі розміри у всіх трьох напрямках. Вертикальні гірські вироблення називають стволами або шахтами в межах міста (Париж, Прага).

По розташуванню міські підземні утворення можуть бути як під забудованими, так і під незабудованими територіями. Підземні об'єкти, розташовані під забудованої

територією, можуть бути: ізольованими від будівель і споруд; вбудованими – підземні, з'єднанні з підвальними поверхами будівлі; прибудованими – підземні, розташовані поряд з будівлями і приєднані до них підземними переїздами і переходами; вбудовано-прибудованими [7].

В. М. Мостков виокремив іншу класифікацію підземних антропогенних формацій:

1. транспортні (пішохідні, автотранспортні та залізничні тунелі, метрополітен, автостоянки і т.д.);

2. промислові (корпус первинного дроблення руди, скіпові ями доменних цехів, підземні частини бункерних естакад, установок грануляції шлаків, безперервного розливання сталі та ін.);

3. енергетичні (підземні комплекси ГЕС, ГАЕС і АЕС, шинні і кабельні тунелі і шахти, енергетичні водоводи, низові басейни ГАЕС і інш.);

4. сховища (нафти, газу, шкідливих і радіоактивних відходів, холодильники);

5. суспільні (підприємства комунально-побутового обслуговування, торгівлі та громадського харчування, складські, спортивні та видовищні приміщення та зали і т.д.);

6. інженерні (тунелі і колектори тепло-, газо-, електромереж та водопроводу, бензопроводи між автозаправними станціями, очисні, перекачувальні та водозабірні споруди і т.д.);

7. спеціального і наукового призначення (прискорювачі заряджених часток, тунелі для аеродинамічних випробувань, підземні заводи, оборонні об'єкти, споруди цивільної оборони та ін.) [8].

Подані види підземних антропогенних формацій в межах міських територій мають певні індивідуальні особливості. Значна частина яких пов'язана з використанням підземного простору вторинно. Тобто, за рахунок значних площ, що могли залишитися після видобутку корисних копалин безпосередньо під самим містом або покинутих оборонних тунелів. За остання десятиліття у світовій практиці на теренах великих міст, частіше на столичних територіях (Прага, Париж, Гельсінкі) такі території використовують для потреб міста та рекреації.

Дослідження підземних антропогенних порожнин в межах міста поєднують у собі певні властивості та природні чинники, що

впливають на конкретний об'єкт. У зв'язку з цим, необхідно включити туристсько-рекреаційні особливості. Тобто, якщо дослідники аналізують певний підземний об'єкт, виокремлюючи унікальні властивості, такі об'єкти пізніше можуть використовуватись у відпочинку, рекреації, спорті та ін. Так, наприклад, соляні шахти, після їх основного закриття, використовують пізніше у санаторно-курортному лікуванні. Також, це можуть бути підземні храмові комплекси, що на даний час відкриті для масового відвідування паломниками зі всього світу та загального розвитку релігійного туризму [1].

У даному вимірі, у дослідженні необхідно включити такий термін як «спелесторекреація».

Спелесторекреація – це вид діяльності, пов'язаний з відвідуванням та дослідженням підземних антропогенних порожнин, спогляданням їх історичних, природних та антропогенних особливостей, що на даний час не використовуються за прямим призначенням з метою естетичного, психологічного та фізичного відпочинку в залежності від виду спелестологічного утворення та його особливостей.

Спелесторекреаційні дослідження певної території передбачають якісний комплексний підземний та надземний аналіз території де розміщена антропогенна підземна порожнина. За рахунок великої кількості методів пошуку, вимірювання, фізичного та хімічного аналізу антропогенної печери, спелестологи можуть визначити можливість вторинного раціонального використання певної формації.

Спелестологічні дослідження архітектурних підземних пам'яток та печерних комплексів і галерей є досить складними. Вони включають ряд методів та методик, що необхідно залучати у дослідженні. До підземних робіт спелестолога необхідно віднести: морфометричний та геологічний аналіз, методику топографічної зйомки під землею, морфологічний аналіз підземної порожнини, гідро- та мікрокліматичний аналіз, особливості доступу до підземної порожнини та ін. Окремо необхідно проаналізувати та дослідити археологічні знахідки та особливості історію розробки підземної порожнини (як викопана чи видобана, за допомогою яких спеціальних засо-

бів). Дослідження в межах району має включати окрім вже стандартних принципів та методів - нові технічні засоби, що будуть підпорядковуватись лише конкретній унікальній підземній формації або структурі. До нових методів необхідно віднести метод 3D моделювання підземної порожнини. Окремо сучасні GIS-технології, дозволяють швидко одержувати і якісно аналізувати масиви даних, таким чином, проблема інженерно-технічного забезпечення досліджень усувається [4].

За спелестологічні об'єкти іноді помилково приймають будь-які тріщини, воронки, точильні рови та отвори у земній поверхні. Без детального аналізу такі формації не мають відношення до порожнин рукотворного походження, воронка могла виникнути від бомбування під час війни або військових дій. Від просочування ґрунту в тріщину від снаряду [9].

Тому, при описі спелестологічного об'єкту, загально вивчають місце розташування порожнини і збирають про неї основні відомості.

1. Визначення типу підземної антропогенної порожнини: скит, храмова печерна система, фортифікаційна або оборонна споруда, штольня або шахта, дренажна система або технічний водовідвідний тунель та ін. Для цього можна звернутися до переліку об'єктів класифікації штучних підземних споруд А. Парфьонова та М. Сохіна. При цьому потрібно враховувати якісні та кількісні характеристики підземної порожнини.

2. Назва. Назва дається місцева (якщо вона існує) або присвоюється польове, з дотриманням традицій топоніміки. Для назви бажано вибирати похідні від широко відомих назв або відштовхуватись від особливостей створення антропогенної печери і тих хто її створив. Однією з особливостей походження назв природної чи антропогенної підземної формації є прив'язка до географічного положення (печери гір Щекавиці та Юрковиці). Легенди та історій визначають інші, місцеві назви об'єкту (іноді скорочення), що є більш популярним та вживаним серед місцевого населення (Нікольська дренажно-штольнева система - Ніколка). Назви пов'язують з іменами видатних князів або священнослужителів. Наприклад, печера св. Павла (Андріївський узвіз), печера «Аскольдова могила» (Дніпровський

узвіз) та ін. Окремі печери і шахти отримують назви, пов'язані зі знаменними подіями в житті міста або країни. Однією з основних помилок при наданні назви системі печер – це назва, ототожнена з емоційним станом дослідника (відразлива чи страхітлива). Така назва у подальшому може призвести до виникнення легенд чи історій, що можуть визначити подальше існування такої печери або іншого підземного антропогенного об'єкту (місцеві жителі можуть знищити та завалити об'єкт).

3. Адміністративні дані. У цьому пункті визначають чіткі координати спелестологічної формації, вказують назви країни, району, області, міста, села та ін.

4. Географічне положення. Необхідно вказати місце, де знаходиться підземна порожнина (гора, урочище, лісиста територія, долина та ін.).

5. Доступність. Необхідно вказати відстань до найближчого населеного пункту (км та м), окремо вказують відстань по дорогах (з характеристикою покриття і прохідності в різні сезони року) і по стежках. Якщо об'єкт знаходиться в межах села, або міста, необхідно вказати транспортну або пішу доступність від адміністративного центру (наприклад від вул. Хрещатик до Ближніх та Дальніх печер Києво-Печерської Лаври) у км або в м та наявності інфраструктурного забезпечення по маршруту (магазини, заклади харчування, пункт прокату спорядження та ін.).

6. Орієнтир. При відсутності чітких орієнтирів біля входу до печери, необхідно вказати прикметні об'єкти (стовп, дерево, знак). Також необхідно вказати азимуту на ці об'єкти.

7. Окремо слід характеризувати розташування входу і положення порожнини на елементах мезо- і мікрорельєфу (вододіл або схили хребта, на відкритій місцевості або в лісі).

8. При дослідженні спелестологічної формації необхідно вказувати основні характеристики печери – величини у м. (входи і виходи, висота стелі, ширина проходу, наявні унікальні особливості та ін.)

9. Орієнтування входу, його розміри і форма. Вказується експозиція входу, визначаються його конфігурація і розміри: ширина, висота, площа.



10. Можливість подальшої вторинної експлуатації в рамках використання як спелесто-рекреаційного об'єкту та особливості його існування, занесення його до кадастру.

Основною проблемою при використанні підземних антропогенних комплексів міста Києва є те, що дані печери ніколи не були об'єктом серйозних досліджень. Це пов'язано з рядом проблем та невизначеністю ресурсного спелесто-рекреаційного потенціалу.

Спелестологічні об'єкти мають тенденцію з часом руйнуватися. Існує багато чинників антропогенного походження, що на них впливає. Так, вони проявляється у деяких змінах: підвищення інтенсивності вивітрювання за рахунок зміни складу атмосферного повітря (кислотні дощі); зміна рівня ґрунтових вод та їх склад (зміни властивостей порід несучої основи); зміна складу літогенної основи міських територій (осипи та налив техногенних відкладів та аерозольних осадов з атмосфери); зміна властивостей фізичних полів у межах міських агломерацій. Перелічені чинники досить активно впливають при дослідженні окремих об'єктів.

Після закінчення експлуатації підземні антропогенні формації переходять у приро-

дну стадію формування підземного ландшафту. Раніше дослідниками рідко враховувалося, що порушення внутрішнього балансу середовища виробок призводить до таких наслідків, як і порушення середовища внаслідок вторгнення людини в карстові печери. Відкриття законсервованих, а також консервація відкритих десятиліттями підземних систем завдасть шкоди ландшафту і самому об'єкту. Приміром, закриття єдиного виходу може призвести до загибелі колонії кажанів і навпаки, розкриття вхідного отвору призведе до різкої зміни мікроклімату в ближній частині печери, що спровокує обвал та ін. Так, при проведенні робіт необхідно прогнозувати і попереджати будь-які можливі зміни внутрішнього середовища, спровоковані дослідженнями. Важливо не допускати розграбування об'єктів. Ще на стадії досліджень для документування знайдених під землею предметів, що відносяться до часу освоєння об'єкту (викопування), необхідно залучати істориків, археологів та інших спеціалістів з даної тематики. Одним з основних способів збереження розкритих і описаних виробок можна вважати їх повторну консервацію.

### **Результати та обговорення**

Особливістю раціонального використання є збереження об'єктів у стані, що задовольнить використання їх в рекреації.

Одним з основних способів рекреаційного використання спелестологічних об'єктів є музеєфікація. Даний спосіб використання антропогенних печер, розташованих на околиці або в межах великих населених пунктів досить актуальний для території столиці. Створення музеїв в межах певних печер дозволить якісно повторно використовувати підземну систему. Це дозволить уникнути небажаного використання, що призведе до закриття (звалища, обмальовування стін, притулок для бомжів, розкрадання наявних археологічних знахідок, обвалів).

У країнах Європи діє велика кількість обладнаних антропогенних печерних та шахтових комплексів. Вони використовуються як музеї, виставкові, концертні, спортивно-дозвільні комплекси та ін.

В межах України також є великі підземні системи, що використовуються вже повторно як об'єкти лікування та дозвілля.

На теренах Києва до підземних систем, що потребують музеєфікації необхідно віднести Лисогірський форт, бомбосховища та патерни, релігійні та сакральні об'єкти, а також покинуті інженерні тунелі та архітектурні споруди.

Використання підземних територій в екскурсійній справі також дозволить збільшити попит на спелесто-рекреаційний ресурс в межах міста і сприяти розвитку подвійного дослідження – наземного та підземного.

*Лисогірський форт.* Розвиток екскурсійної справи дозволить більш інформативно надати роз'яснення та показати важливість Лисогірського форту як історико-культурного надбання міста Києва не тільки для киян, але й для гостей столиці, що цікавляться військовою історією та ін. Екскурсій в межах Лисогірської гори необхідно розділити на декілька основних видів та декількох, що

будуть включати екстремальну складову. Так, до видового складу необхідно віднести: оглядові (з географічного, біологічного, архітектурного погляду), тематичні (аналіз окремого історичного періоду), також можна взяти до уваги ще один вид – багатопланові (екскурсія, що включає подорож по всім об'єктам одного типу – історичного, архітектурного, біологічного, географічного, незважаючи, на велику віддаленість екскурсійних об'єктів один від одного).

*Бомбосховища.* Одним з головних об'єктів сучасної урбаністичної підземної формації, що можуть бути використані у рекреації є бомбосховища. Бомбосховища, що були широко поширені в період Другої світової війни, на даний час занедбані та покинуті.

Бомбосховища в межах великих міст завжди будувалися за одним принципом. Вони мають бути легко доступними для населення, перебувати від місця проживання або постійного перебування людей не більше, ніж в п'ятнадцяти хвилинної доступності. Найдоступнішим об'єктом такого призначення є метрополітен. Метромережа міста Києва у разі можливої атаки зможе укрити близько 200 тисяч чоловік. Однак масове поширення інформації щодо використання інших приміщень типу бомбосховища, відсутня [5].

Практичне використання та планування бомбосховища як рекреаційного об'єкту у мирний час, може покращити функціонування як великих бомбосховищ так і малих у майбутньому.

Основною перевагою у використанні бомбосховищ як рекреаційного пізнавального об'єкту є відсутність сезонності (клімат в межах підземних формацій завжди однаковий), що виступає позитивним елементом у рекреаційному плануванні. Використання та переорієнтацію у рекреаційний об'єкт бомбосховища необхідно розглядати з історичного (дата термін створення, при яких історичних подіях), архітектурного (який матеріал використовувався при будівництві та характерні особливості) та географічного (координати, особливості поширення, ландшафтна складовка, характеристики навколишнього середовища) боку [5].

*Сакральні об'єкти.* Сакралізація підземних об'єктів має ряд підходів. Окрім релігійних підземних храмових комплексів

та ін. рукотворних печер, сакральними пропонується визначити некрополі – місця, пов'язані з похованням видатних осіб або місця, пов'язані з визначними історичними подіями, тобто певні «місця сили», завдяки долученню паломника до енергії яких, він отримує задоволення. Кожен з таких об'єктів має свою функцію. Так до основних функцій необхідно віднести: консолідуючу (об'єкт є умовним центром певної території, в межах якої проживає релігійна громада); медіаторну (об'єкт виконує посередницьку роль між людиною та Богом в релігійній структурі всесвіту); комунікативну (об'єкт є центром суспільного життя); протекторну (об'єкт є захисником людей, які проживають на певній території або у соціальному угрупованні); лікувальну (об'єкт сприяє лікуванню та одужуванню) та природоохоронну (об'єкт може сприяти збереженню довкілля) [4].

На даному етапі розвитку рекреаційної та туристської справи в межах релігійних та сакральних ресурсів міста Києва, значна увага приділяється храмовим архітектурним комплексам. До таких необхідно віднести Києва-Печерську Лавру, Кирилівську церкву, Китаївську пустинь та ін. В межах цих комплексів існує ряд підземних антропогенних об'єктів. Це пояснюється тим, що їх основний принцип створення полягав у тому, що перші київські християни виступали першими подвижниками нової віри. Уникаючи переслідувань з боку співгромадян та прибічників тогочасного вірування – язичництва (вірування, де основою існування всього була природа, а все, що стосувалось життя людей та їх середовища – прояв богів природи), вони поверталися у старі, вже існуючі занедбані печери, розчищають їх і влаштовують там печерні храми. За рахунок того, що монахів ставало більше, підземні храми ставали тісні, і ченці виходили з печер на поверхню, споруджували малі дерев'яні храми, а навколо них келії. Так утворювалися поблизу печер наземні монастирі.

Старовинні сакральні місця епохи міді знаходилися на території центральної частини сучасного Подолу, гір Кисилівки, Киянки, Старокиївської, Уздихальниці, Хоревці та Щекавиці. Фактично на основах стародавніх об'єктів, нині розміщуються: храм Миколая Притиска, храм Воздвижен-

ня Христа Господнього, храм Адвентистів Сьомого Дня, Флорівський жіночий монастир із Вознесенським, Казанським, Тихвинської Богоматері, Воскресенським, Трапезним храмом та дзвіницею А. Меленського, храм Богородиці Пирогощої, Покровський

храм із дзвіницею, храм Миколая Доброго, Андріївська церква [4].

Великий обсяг підземних спелесторекреаційних об'єктів, що необхідно дослідити дозволяє використовувати великий спектр методів та залучення різного типу використання таких формацій.

### Висновки

Раціональне використання підземних антропогенних порожнин первинного походження або вторинно відкритих у місті Києві на даний час є досить важливим та актуальним завданням для сучасної спелестології та рекреації в межах великих міст.

Київ – місто, яке розглядають, як пласт з великим нашаруванням історико-культурним подій, що має у своїй структурі велику кількість особливостей, ландшафтних формацій та самостійних територій, які можуть якісно розвиватися в спелесторекреаційному напрямку. Коли розглядають столицю у форматі виникнення спелестологічних об'єктів, що нас цікавлять, її можна умовно поділити на декілька локальних районів за історичними рамками становлення, а також географічного розширення власне території як основи розвитку міста та його соціуму. Окрім географічного

розмежування спелестологічних об'єктів, в межах столиці, їх необхідно виокремити в групи: сакральні, транспортні, інженерні та окремо військового спрямування формацій, що є характерними для територій Києва.

Також, така робота деталізує частину досліджуваних об'єктів, що дозволить розвиватися спелесторекреаційному напрямку в межах столиці. Перераховані види можуть використовувати один і той самий спелесторекреаційний об'єкт, а також чергуватися. Це також дозволить залучити більше спеціалістів.

Поява таких музеїв, а також обладнаних шахт, де у минулому видобували корисні копалини, сприятиме збереженню історичних об'єктів, розвитку спелесторекреації, індустріальному туризму та виховання підростаючих поколінь, заснованому на повазі до нелегкої праці предків.

### Література

1. Кляп М. П. Сучасні різновиди туризму: навч. посіб. / М. П. Кляп, Ф. Ф. Шандор. – К.: Знання, 2011. – 334 с. – (Вища освіта ХХІ століття)

2. Стафійчук В. І. Рекреалогія. Навч. посібн. – 2-е вид. – К.: Альтерпрес, 2008. – 264 с.: карто-схеми 15.

3. Екологія міста: Учебник. – К.: Либра, 2000. – 464 с.

4. Коцюба А. Сакральні спелесторекреаційні ресурси міста Києва. Часопис картографії: Збірник наукових праць. – К.: КНУ ім. Тараса Шевченка, 2015. – Вип. 12 – 276 с. (219-226)

5. Коцюба А.: Бомбосховища міста Києва (Рекреаційна складова як основа збереження) матеріали збірника Шевченківська весна – 2015. Географія: Збірник наукових праць XIII міжнародної наукової міждисциплінарної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених. – К.: Прінт Сервіс, 2015. Випуск XIII. – с.324, 2-3 квітня 2015 року (257-259)

6. Гулько А. А. Перспективы изучения, охраны и рекреационного использования старых

горных выработок Урала и Приуралья //Природное и культурное наследие Южного Урала как инновационный ресурс / материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Уфа, 2009 – с. 87-94 [Електронний ресурс] Режим доступу: [http://prospeleo.ru/\\_ld/4/453\\_Spelesto\\_Ural\\_P.pdf](http://prospeleo.ru/_ld/4/453_Spelesto_Ural_P.pdf)

7. Классификация подземных сооружений/ 2013 г. [Електронний ресурс] Режим доступу: [http://metrolife.io.ua/s424449/klassifikaciya\\_podzemnyh\\_sooruzheniy](http://metrolife.io.ua/s424449/klassifikaciya_podzemnyh_sooruzheniy)

8. Классификация подземных споруд. Часть 1 [Електронний ресурс] Режим доступу: [http://remontikas.ru/interesno/Klassifikatsii\\_podzemnyh\\_sooruzheniy\\_CNast\\_1.html](http://remontikas.ru/interesno/Klassifikatsii_podzemnyh_sooruzheniy_CNast_1.html)

9. Комиссия спелеологии и карстоведения Московского центра Русского географического общества/ Методика описания пещер, 2000 г. [Електронний ресурс] Режим доступу: [http://www.rgo-speleo.ru/books/metod\\_opis.htm](http://www.rgo-speleo.ru/books/metod_opis.htm)

Надійшла до редколегії 12.06.2015

# АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ НА ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

УДК 504.4.054:574.64

**А. В. ГРИЦЕНКО**, д-р геогр. наук, проф.

*Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут  
екологічних проблем», м. Харків*

**О. М. КРАЙНЮКОВ**, д-р геогр. наук, доц.

*Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна*

*майдан Свободи, 6, 61022, Харків, Україна*

*alkraynukov@gmail.com*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМЗВ'ЯЗКУ МІЖ РІВНЯМИ ТОКСИЧНОСТІ І КОМПОНЕНТНИМ СКЛАДОМ СТИЧНИХ ВОД

Для дослідження взаємозв'язку між рівнями токсичності і забрудненості води використано результати вимірювання компонентного складу та визначення токсичності стічних вод підприємств різних галузей економіки, що розташовані на території кількох областей України.

Показано, що у кожному із випадків набір значимих фізико-хімічних показників, які корелюють з даними біотестування, різний і залежить від компонентного складу стічних вод. Наведені результати ґрунтуються на використанні значної кількості експериментальних даних і мають важливе практичне значення для виявлення причин виникнення токсичних властивостей стічних вод з метою здійснення відповідних запобіжних природоохоронних заходів щодо їх усунення.

**Ключові слова:** моделювання, компонентний склад, біотестування, рівні токсичності, стічні води, поверхневі води

## **Grytsenko A. V., Krainiukov A. N. RESEARCH OF INTERCOMMUNICATION IS BETWEEN LEVEL OF TOXICITY AND COMPONENT STRUCTURE OF SEWAGE**

For research of intercommunication between the levels of toxicness and muddiness of water were drawn on the results of measuring of component composition and determination of toxicness of sewages of enterprises of the different industries of economy, located on territory of a few areas of Ukraine.

It is shown that in each of cases the set of meaningful physical and chemical indexes which correlate with data of biotesting is different and depends on component composition of sewages. The brought results over are base on the use of far of experimental data and have an important practical value for the exposure of reasons of origin of toxic properties of sewages with the purpose of realization of corresponding nature protection measures on their removal.

**Key words:** modeling, composition, biological testing, the levels of toxicity, waste water, surface water

## **Гриценко А. В., Крайнюков А. Н. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ УРОВНЯМИ ТОКСИЧНОСТИ И КОМПОНЕНТНЫМ СОСТАВОМ СТОЧНЫХ ВОД**

Для исследования взаимосвязи между уровнями токсичности и загрязненности воды были использованы результаты измерения компонентного состава и определения токсичности сточных вод предприятий различных отраслей экономики, расположенных на территории нескольких областей Украины.

Показано, что в каждом из случаев набор значимых физико-химических показателей, которые коррелируют с данными биотестирования, различен и зависит от компонентного состава сточных вод. Приведенные результаты основываются на использовании значительного количества экспериментальных данных и имеют важное практическое значение для выявления причин возникновения токсических свойств сточных вод с целью осуществления соответствующих природоохранных мероприятий по их устранению.

**Ключевые слова:** моделирование, компонентный состав, биотестирование, уровни токсичности, сточные воды, поверхностные воды

### **Вступ**

**Постановка проблеми.** Однією з важливих проблем у галузі охорони і раціона-

льного використання водних ресурсів є розробка ефективних методів оцінки антропогенного навантаження на гідросферу з ме-

тою забезпечення стійкого функціонування водних екосистем, тому що лише за умов підтримання стабільного біотичного кругообігу можуть активно протікати процеси самовідновлення і самоочищення води. Екосистема водного об'єкта не може розглядатися ізольовано поза зв'язку з площею водозбору. У зв'язку з цим, якість води суттєво залежить від складу і властивостей забруднень, які надходять до водних об'єктів.

Сучасний рівень антропогенного забруднення поверхневих вод обумовлює необхідність отримання даних про реакцію біотичної складової водних екосистем на вплив хімічних забруднень.

Одним із важливих завдань, вирішення якого необхідно для обґрунтування доцільності використання методу біотестування для нормування забруднення поверхневих вод екологічно небезпечними хімічними речовинами, є дослідження зв'язку між результатами оцінки якості води за фізико-хімічними і токсикологічними показниками.

Аналіз літературних джерел свідчить про обмеженість наукових публікацій з цієї проблеми, що обумовлено відсутністю одночасно отриманих даних за фізико-хімічними і токсикологічними показниками стану навколишнього середовища

**Стан питання.** У роботі [1] представлено результати хімічних аналізів визначення токсичності поверхневих вод, відібраних в районах видобування вуглеводневої сировини. Для оцінки їх токсичних властивостей використовували методики біотестування на *Paramecium caudatum* і *Chlorella vulgaris*. З причин недостатності інформації залежність між результатами аналізів за хімічними і токсикологічними показниками не було встановлено.

З метою отримання інформації з комплексної оцінки якості води (за фізико-хімічними і токсикологічними показниками) було здійснено обстеження стану річок Центральної Польщі [2]. При цьому для отримання екотоксикологічної інформації застосовували метод біотестування з використанням морських бактерій, що світяться. Однак, отримані результати виявились недостатніми для встановлення зв'язків між результатами біотестування та вимірювання компонентного складу води.

У роботі [3] представлено результати порівняльної оцінки фізико-хімічних пара-

метрів складу і властивостей твердих відходів – алюмінієво- та залізохлоридних шламів з їх токсичністю за показниками виживаності (гостра токсичність) і плодючості (хронічна токсичність) дафній. Результати фізико-хімічних аналізів шламів показали, що їх якість не відповідала нормативним вимогам за показниками вмісту завислих речовин, азоту, фосфору, алюмінію і заліза. При цьому не було встановлено прямих зв'язків між перевищенням нормативів вмісту окремих хімічних речовин і токсичністю шламів.

Для комплексної оцінки екологічної безпеки для здоров'я населення води, що була відібрана із декількох озер, використано біопробу на цитотоксичність (клітинні лінії людини). Експерименти проводили в різні сезони року. Встановлено, що найбільші значення цитотоксичності води отримано протягом літнього сезону з досягненням піку у серпні. Співставлення результатів біотестування і вимірювання вмісту хімічних речовин у пробах води показало відсутність будь-якої залежності між цими показниками, що не дозволило авторам отримати дані для комплексної оцінки екостану водних об'єктів [4].

У роботі [5] автори застосовували біотест з використанням кишкової палички (*Escherichia coli*) для визначення токсичності поверхневих, підземних, питних та стічних вод. Чутливість методу оцінювали шляхом співставлення з результатами вимірювання вмісту токсичних речовин у пробах води, однак зв'язків між токсичними властивостями води та її складом за фізико-хімічними показниками не було виявлено.

**Мета роботи** – дослідження взаємозв'язку між рівнями токсичності і забрудненості води було використано результати вимірювання компонентного складу та визначення токсичності стічних вод підприємств різних галузей економіки, що розташовані на території різних областей України, а також води водних об'єктів, в які скидаються стічні води. У стічних та поверхневих водах вимірювали компонентний склад за фізико-хімічними показниками, токсичні властивості води визначали за допомогою методики біотестування на ракоподібних церіодафніях.

### Результати дослідження

Для моделювання результатів біотестування з даними аналітичних досліджень використано один із методів побудови рівняння регресії (моделювання) за умови множинної залежності – покроковий (stepwise) аналіз, який припускає послідовне виключення чинників з моделі, керуючись певними критеріями [6-8]. Множинний аналіз використано для моделювання результатів біотестування та вимірювання компонентного складу стічних вод низки підприємств: енергетичного ВП «Південно-Українська АЕС», хімічного ПрАТ «Севродонецьке об'єднання Азот», нафтопереробного ПрАТ «ЛИНІК» і гірничовидобувного ДП «Кривбасшахтозакриття» та отримано первинні моделі, в яких  $Y$  – рівні токсичності стічних вод,  $OT_r$ ;  $X_i$  – вміст хімічних речовин,  $мл/дм^3$ :

$X_1$  – сухий залишок;  $X_2$  – сульфати;  $X_3$  – хлориди;  $X_4$  – азот амонійний;  $X_5$  – нітриди;  $X_6$  – нітрати;  $X_7$  – завислі речовини;  $X_8$  – ХСК;  $X_9$  – фосфати;  $X_{10}$  – силікати;  $X_{11}$  – нафтопродукти;  $X_{12}$  – залізо загальне;  $X_{13}$  – мідь;  $X_{14}$  – кальцій;  $X_{15}$  – магній;  $X_{16}$  – СПАР;  $X_{17}$  – цинк;  $X_{18}$  – нікель;  $X_{19}$  – алюміній;  $X_{20}$  – хром<sup>6+</sup>;  $X_{21}$  – БСК<sub>5</sub>;  $X_{22}$  – феноли;  $X_{23}$  – мінералізація.

Первинне регресійне рівняння, яке отримано із застосуванням покрокового аналізу для хімічного підприємства ВП «Південно-Українська АЕС», має наступний вигляд:

$$Y=0,521-0,18*X_1+0,088*X_2-0,15*X_3+0,244*X_4+0,116*X_5-0,07*X_6-0,115*X_7-0,17*X_8+0,481*X_9+0,260*X_{10}+0,175*X_{11}-0,370*X_{12}-0,40*X_{13}+0,994*X_{14}+0,177*X_{15}-0,21*X_{16}, \quad (1)$$

Значення коефіцієнта множинної кореляції між даними біотестування і результатами вимірювань фізико-хімічного складу дорівнює  $R=0,94$ . Коефіцієнт детермінації  $R^2$  дорівнює 0,92, тобто враховані в моделі факторні ознаки пояснюють результативні на 92%. Перевірка рівняння регресії на значущість за критерієм Фішера довела, що рівняння можна вважати адекватним і значимим, оскільки  $F_p > F_t$  ( $F_p = 3,37$ ;  $F_t = 3,21$ ).

Оцінка значущості коефіцієнтів регресії проводилась на основі t-критерію Стьюдента. Обчислені значення критерію

Стьюдента, порівнювали з критичними  $t$ , які визначають по таблиці Стьюдента з урахуванням прийнятого рівня значущості ( $p$ ) і числа ступенів свободи  $v = n - m$ . Параметр визнається значимим за умови, якщо  $t_{розр} > t_{табл}$ . У такому разі практично неймовірно, що знайдені значення параметрів обумовлені тільки випадковими збігами.

Якщо в рівнянні усі коефіцієнти регресії значимі, то це рівняння визнають остаточною і застосовують в якості моделі показника, що досліджується, для подальшого аналізу.

Перевірка регресійного рівняння (1) на значущість коефіцієнтів регресії показала, що значення критерію Стьюдента дорівнює  $t(6) = 2,7491$  при рівні значущості  $p=0,0333$  і є значимим оскільки більше за відповідне табличне значення (2,44).

Результуюча модель з відбракованими незначимими чинниками (система розглядає чинники по порядку і видаляє чинник, виключення якого дасть мінімальне зниження коефіцієнта детермінації) має такий вигляд:

$$Y=0,903+0,979*X_{13}, \quad (2)$$

Значення коефіцієнта множинної кореляції для даної моделі дорівнює  $R=0,98$ . Коефіцієнт детермінації  $R^2$  дорівнює 0,96, тобто враховані в моделі факторні ознаки пояснюють результативні на 96%. Перевірка рівняння регресії на значущість за критерієм Фішера довела, що рівняння можна вважати адекватним і значимим, оскільки  $F_p > F_t$  ( $F_p = 518,77$ ;  $F_t = 3,21$ ).

Перевірка регресійного рівняння (2) на значущість коефіцієнтів регресії показала, що значення критерію Стьюдента дорівнює  $t(23) = 48,590$  при рівні значущості  $p=0,01$  і є значимим оскільки більше за відповідне табличне значення (2,8).

Наступним етапом аналізу є побудова кореляційної матриці з метою підтвердження обгрунтованості відбору факторів для включення в рівняння: виявлення чинників, які можуть незначно впливати на результат, а також колінеарних факторів.

В таблиці 1 наведено кореляційну матрицю для даних енергетичного підприємства ВП «Південноукраїнська АЕС», де знаходяться парні коефіцієнти кореляції кожного з досліджуваних чинників, а також

Таблиця 1

Кореляційна матриця для даних енергетичного підприємства ВП «Південноукраїнська АЕС»

	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>10</sub>	X <sub>11</sub>	X <sub>12</sub>	X <sub>13</sub>	X <sub>14</sub>	X <sub>15</sub>	X <sub>16</sub>	tox
X <sub>1</sub>	1,0000 p= ---	<b>,9062</b> p= <b>,000</b>	-,3424 p=,094	<b>,8073</b> p= <b>,000</b>	-,0846 p=,688	,0395 p=,851	<b>,7131</b> p= <b>,000</b>	<b>-,4743</b> p= <b>,017</b>	,2313 p=,266	<b>-,8501</b> p= <b>,000</b>	<b>-,6468</b> p= <b>,000</b>	<b>,6326</b> p= <b>,001</b>	<b>,6865</b> p= <b>,000</b>	-,3151 p=,125	<b>,7505</b> p= <b>,000</b>	,3926 p=,052	,1374 p=,503
X <sub>2</sub>	<b>,9062</b> p= <b>,000</b>	1,0000 p= ---	<b>-,6307</b> p= <b>,001</b>	<b>,7916</b> p= <b>,000</b>	-,1121 p=,594	,3252 p=,113	<b>,6265</b> p= <b>,001</b>	<b>-,4505</b> p= <b>,024</b>	,1141 p=,587	<b>-,8233</b> p= <b>,000</b>	<b>-,6426</b> p= <b>,001</b>	<b>,7270</b> p= <b>,000</b>	<b>,5938</b> p= <b>,002</b>	<b>-,5101</b> p= <b>,009</b>	<b>,7903</b> p= <b>,000</b>	<b>,6758</b> p= <b>,000</b>	,0586 p=,002
X <sub>3</sub>	-,3424 p=,094	<b>-,6307</b> p= <b>,001</b>	1,0000 p= ---	<b>-,4450</b> p= <b>,026</b>	<b>,4480</b> p= <b>,025</b>	<b>-,6924</b> p= <b>,000</b>	-,0920 p=,662	,2283 p=,272	,1721 p=,411	,3367 p=,100	,1000 p=,634	<b>-,4561</b> p= <b>,022</b>	-,1862 p=,373	<b>,4919</b> p= <b>,013</b>	<b>-,4882</b> p= <b>,013</b>	<b>-,8646</b> p= <b>,000</b>	-,1321 p=,529
X <sub>4</sub>	<b>,8073</b> p= <b>,000</b>	<b>,7916</b> p= <b>,000</b>	-,4450 p=,026	1,0000 p= ---	-,2006 p=,336	,2314 p=,266	<b>,6939</b> p= <b>,000</b>	-,1113 p=,596	,2315 p=,266	<b>-,8123</b> p= <b>,000</b>	<b>-,6178</b> p= <b>,001</b>	<b>,4296</b> p= <b>,032</b>	<b>,7662</b> p= <b>,000</b>	-,2040 p=,328	<b>,5277</b> p= <b>,007</b>	<b>,5228</b> p= <b>,007</b>	,17565 p=,000
X <sub>5</sub>	-,0846 p=,688	-,1121 p=,594	,4480 p=,025	-,2006 p=,336	1,0000 p= ---	-,2521 p=,224	,0986 p=,639	-,0840 p=,690	,0823 p=,696	-,0396 p=,851	-,1420 p=,498	,0998 p=,635	,0353 p=,867	,0311 p=,883	-,3065 p=,136	-,2420 p=,244	,0366 p=,862
X <sub>6</sub>	,0395 p=,851	,3252 p=,113	-,6924 p=,000	,2314 p=,266	-,2521 p=,224	1,0000 p= ---	,1860 p=,373	,3067 p=,136	,2760 p=,182	-,2613 p=,207	-,3273 p=,110	-,1003 p=,633	,1606 p=,443	-,0680 p=,747	-,0363 p=,863	<b>,8697</b> p= <b>,000</b>	,0937 p=,656
X <sub>7</sub>	<b>,7131</b> p= <b>,000</b>	<b>,6265</b> p= <b>,001</b>	-,0920 p=,662	<b>,6939</b> p= <b>,000</b>	,0986 p=,639	,1860 p=,373	1,0000 p= ---	,1583 p=,450	<b>,7441</b> p= <b>,000</b>	<b>,8839</b> p= <b>,000</b>	<b>-,7716</b> p= <b>,000</b>	,1628 p=,437	<b>,7311</b> p= <b>,000</b>	,1765 p=,399	,1863 p=,373	,2998 p=,145	<b>,37574</b> p= <b>,000</b>
X <sub>8</sub>	<b>-,4743</b> p= <b>,017</b>	<b>-,4505</b> p= <b>,024</b>	,2283 p=,272	-,1113 p=,596	-,0840 p=,690	,3067 p=,136	,1583 p=,450	1,0000 p= ---	<b>,5588</b> p= <b>,004</b>	,0798 p=,704	-,0298 p=,888	<b>-,8117</b> p= <b>,000</b>	-,0022 p=,992	<b>,6756</b> p= <b>,000</b>	<b>-,7081</b> p= <b>,000</b>	-,0704 p=,738	-,0013 p=,995
X <sub>9</sub>	,2313 p=,266	,1141 p=,587	,1721 p=,411	,2315 p=,266	,0823 p=,696	,2760 p=,182	<b>,7441</b> p= <b>,000</b>	<b>,5588</b> p= <b>,004</b>	1,0000 p= ---	<b>-,4541</b> p= <b>,023</b>	<b>-,5717</b> p= <b>,003</b>	-,3531 p=,083	,3592 p=,078	<b>,6358</b> p= <b>,001</b>	-,2956 p=,151	,0559 p=,791	,3436 p=,086
X <sub>10</sub>	<b>-,8501</b> p= <b>,000</b>	<b>-,8233</b> p= <b>,000</b>	,3367 p=,100	<b>-,8123</b> p= <b>,000</b>	-,0396 p=,851	-,2613 p=,207	<b>,8839</b> p= <b>,000</b>	,0798 p=,704	<b>-,4541</b> p= <b>,023</b>	1,0000 p= ---	<b>,7365</b> p= <b>,000</b>	-,3611 p=,076	<b>-,7775</b> p= <b>,000</b>	,1524 p=,467	<b>-,4144</b> p= <b>,039</b>	<b>-,5185</b> p= <b>,008</b>	<b>-,27666</b> p= <b>,000</b>
X <sub>11</sub>	<b>-,6468</b> p= <b>,000</b>	<b>-,6426</b> p= <b>,001</b>	,1000 p=,634	<b>-,6178</b> p= <b>,001</b>	-,1420 p=,498	-,3273 p=,110	<b>-,7716</b> p= <b>,000</b>	-,0298 p=,888	<b>-,5717</b> p= <b>,003</b>	<b>,7365</b> p= <b>,000</b>	1,0000 p= ---	-,2661 p=,199	<b>-,6014</b> p= <b>,001</b>	,1474 p=,482	-,2640 p=,202	<b>-,4127</b> p= <b>,040</b>	<b>-,16127</b> p= <b>,001</b>
X <sub>12</sub>	<b>,6326</b> p= <b>,001</b>	<b>,7270</b> p= <b>,000</b>	<b>-,4561</b> p= <b>,022</b>	<b>,4296</b> p= <b>,032</b>	,0998 p=,635	-,1003 p=,633	,1628 p=,437	<b>-,8117</b> p= <b>,000</b>	-,3531 p=,083	-,3611 p=,076	-,2661 p=,199	1,0000 p= ---	,2601 p=,209	<b>-,7567</b> p= <b>,000</b>	<b>,7850</b> p= <b>,000</b>	,3079 p=,134	,2578 p=,213
X <sub>13</sub>	<b>,6865</b> p= <b>,000</b>	<b>,5938</b> p= <b>,002</b>	-,1862 p=,373	<b>,7662</b> p= <b>,000</b>	,0353 p=,867	,1606 p=,443	<b>,7311</b> p= <b>,000</b>	-,0022 p=,992	,3592 p=,078	<b>-,7775</b> p= <b>,000</b>	<b>-,6014</b> p= <b>,001</b>	,2601 p=,209	1,0000 p= ---	-,0570 p=,787	,2724 p=,188	,3742 p=,065	<b>,9785</b> p= <b>,000</b>
X <sub>14</sub>	-,3151 p=,125	<b>-,5101</b> p= <b>,009</b>	<b>,4919</b> p= <b>,013</b>	-,2040 p=,328	,0311 p=,883	-,0680 p=,747	,1765 p=,399	<b>,6756</b> p= <b>,000</b>	<b>,6358</b> p= <b>,001</b>	,1524 p=,467	,1474 p=,482	<b>-,7567</b> p= <b>,000</b>	-,0570 p=,787	1,0000 p= ---	<b>-,6265</b> p= <b>,001</b>	-,3898 p=,054	-,0349 p=,869
X <sub>15</sub>	<b>,7505</b> p= <b>,000</b>	<b>,7903</b> p= <b>,000</b>	<b>-,4882</b> p= <b>,013</b>	<b>,5277</b> p= <b>,007</b>	-,3065 p=,136	-,0363 p=,863	,1863 p=,373	<b>-,7081</b> p= <b>,000</b>	-,2956 p=,151	<b>-,4144</b> p= <b>,039</b>	-,2640 p=,202	<b>,7850</b> p= <b>,000</b>	,2724 p=,188	<b>-,6265</b> p= <b>,001</b>	1,0000 p= ---	,3442 p=,092	,2883 p=,162
X <sub>16</sub>	,3926 p=,052	<b>,6758</b> p= <b>,000</b>	<b>-,8646</b> p= <b>,000</b>	<b>,5228</b> p= <b>,007</b>	-,2420 p=,244	<b>,8697</b> p= <b>,000</b>	,2998 p=,145	-,0704 p=,738	,0559 p=,791	<b>-,5185</b> p= <b>,008</b>	<b>-,4127</b> p= <b>,040</b>	,3079 p=,134	,3742 p=,065	-,3898 p=,054	,3442 p=,092	1,0000 p= ---	,2896 p=,160
tox	,1374 p=,503	,0586 p=,002	-,1321 p=,529	,17565 p=,000	,0366 p=,862	,0937 p=,656	<b>,37574</b> p= <b>,000</b>	-,0013 p=,995	,3436 p=,086	<b>-,27666</b> p= <b>,000</b>	<b>-,16127</b> p= <b>,001</b>	,2578 p=,213	<b>,9785</b> p= <b>,000</b>	-,0349 p=,869	,2883 p=,162	,2896 p=,160	1,0000 p= ---



коефіцієнти, що оцінюють міри тісноти зв'язку між чинниками. У матриці виділені кольором значення, де перетинаються елементи, зв'язок між якими значимий. У кожній клітині наведено два числа: верхнє – коефіцієнт кореляції, нижнє – рівень значущості.

Як видно з даних матриці, практично не впливають на ознаку-результат (tox) чинники: сухий залишок, хлориди, сульфати, азот амонійний, нітрити, нітрати, ХСК, фосфати, загальне залізо, кальцій, магній та СПАР.

Значення коефіцієнта парної кореляції між чинниками завислі речовини, силікати та нафтопродукти і результатом (tox) статистично значимо, проте, вказує на дуже слабкий зв'язок. Отже, немає необхідності включати ці три чинники в модель.

Переконаємося в правильності отриманих результатів, розглянувши кореляційну матрицю на предмет виявлення колінеарних чинників, тобто тих, між якими існує тісна лінійна залежність. Такими чинниками у даному випадку є завислі речовини та силікати, оскільки коефіцієнти парної кореляції між завислими речовинами та силікатами близькі до одиниці (0,88). Це означає, що ці чинники опосередковують вплив один одного, і в моделі досить залишити лише один з них. У рівняння включається той чинник, для якого коефіцієнт кореляції з результатом (tox) вищий (в даному випадку – завислі речовини).

Розраховане нове рівняння регресії з відібраними чинниками має наступний вигляд:

$$\text{tox} = 0,31 + 0,79 * X_7 - 0,17 * X_{13},$$

коефіцієнт множинної кореляції даного рівняння дорівнює 0,77; коефіцієнт детермінації – 0,60. Перевірка рівняння регресії на значущість за критерієм Фішера довела, що рівняння можна вважати адекватним і значимим, оскільки  $F_p > F_T$  ( $F_p = 16,71$ ;  $F_T = 3,12$ ). Однак значення коефіцієнтів множинної кореляції і детермінації менші за їх значення, отримані для рівняння регресії  $Y = 0,903 + 0,979 * X_{13}$ , котре було розраховане при покроковому аналізі, тому воно більш адекватно моделює отримані результати біотестування з даними аналітичних досліджень для енергетичного підприємства ВП «Південно-Українська АЕС» і більш значимим показником, що корелює з результатами біотестування стічних вод є мідь.

Первинне регресійне рівняння, яке було отримано із застосуванням покрокового аналізу для хімічного підприємства ПрАТ «Северодонецьке об'єднання Азот», має наступний вигляд:

$$Y = 0,95 - 0,28 * X_1 + 0,063 * X_2 + 0,224 * X_3 + 0,06 * X_4 + 0,054 * X_5 + 0,16 * X_6 + 0,261 * X_8 - 0,13 * X_9 + 0,001 * X_{11} + 0,205 * X_{12} + 0,1 * X_{13} - 0,32 * X_{16} + 0,01 * X_{17} + 1,13 * X_{18} + 0,47 * X_{19} + 0,073 * X_{20}, \quad (3)$$

Значення коефіцієнта множинної кореляції між даними біотестування і результатами вимірювань фізико-хімічного складу дорівнює  $R = 0,977$ . Коефіцієнт детермінації  $R^2$  дорівнює 0,956, тобто враховані в моделі факторні ознаки пояснюють результативні на 96%. Перевірка рівняння регресії на значущість за критерієм Фішера довела, що рівняння можна вважати адекватним і значимим, оскільки  $F_p > F_T$  ( $F_p = 44,61$ ;  $F_T = 3,12$ ).

Перевірка регресійного рівняння (3) на значущість коефіцієнтів регресії показала, що значення критерію Стьюдента дорівнює  $t(8) = 1,90858$  при рівні значущості  $p = 0,1248$  і є значимим оскільки більше за відповідне табличне значення (1,85).

Результуюча модель з відбракованими незначимими чинниками (система розглядає чинники по порядку і видаляє чинник, виключення якого дасть мінімальне зниження коефіцієнта детермінації) має такий вигляд:

$$Y = 0,902 - 0,1 * X_{12} + 0,086 * X_{16} + 1,01 * X_{20}, \quad (4)$$

Значення коефіцієнта множинної кореляції для даної моделі дорівнює  $R = 0,985$ . Коефіцієнт детермінації  $R^2$  дорівнює 0,97, тобто враховані в моделі факторні ознаки пояснюють результативні на 97%. Перевірка рівняння регресії на значущість за критерієм Фішера довела, що рівняння можна вважати адекватним і значимим, оскільки  $F_p > F_T$  ( $F_p = 105,11$ ;  $F_T = 3,12$ ).

Перевірка регресійного рівняння (4) на значущість коефіцієнтів регресії показала, що значення критерію Стьюдента дорівнює  $t(23) = 34,223$  при рівні значущості  $p = 0,01$  і є значимим оскільки більше за відповідне табличне значення (2,8).

Наступним етапом аналізу є побудова кореляційної матриці з метою підтвердження обґрунтованості відбору факторів для включення в рівняння: виявлення чинників, які можуть незначно впливати на результат, а також колінеарних факторів.

В таблиці 2 наведено кореляційну матрицю для даних хімічного підприємства ПрАТ «Сверодонецьке об'єднання Азот», в якій знаходяться парні коефіцієнти кореляції кожного з досліджуваних чинників, а також коефіцієнти, що оцінюють міри тісноти зв'язку між чинниками.

Як видно з даних матриці, практично не впливають на ознаку-результат (tox) чинники: сухий залишок, хлориди, сульфати, азот амонійний, нітрити, нітрати, ХСК, БСК<sub>5</sub>, фосфати, нафтопродукти, цинк, нікель, алюміній.

Значення коефіцієнта парної кореляції між чинником нафтопродукти і результатом (tox) статистично не значимо та має дуже слабкий зв'язок. Отже, немає необхідності включати цей чинник в модель.

Також у кореляційній матриці не виявлено колінеарних чинників, оскільки коефіцієнти парної кореляції між чинниками загальне залізо, СПАР та хром<sup>6+</sup> не мають сильного зв'язку ( $R < 0,7$ ).

Отже, результуюча модель  $Y = 0,902 - 0,1 * X_{12} + 0,086 * X_{16} + 1,01 * X_{20}$ , (4) з відбракованими незначимими чинниками після додаткового аналізу за допомогою кореляційної матриці з метою підтвердження обґрунтованості відбору факторів для включення в рівняння не змінила свій вигляд, а більш значимими показниками, що корелюють з результатами біотестування стічних вод є загальне залізо, СПАР та хром<sup>6+</sup>.

Первинне регресійне рівняння, яке було отримано із застосуванням покровоного аналізу для нафтопереробного підприємства ПрАТ «ЛИНІК», має наступний вигляд:

$$Y = -1,073 - 0,8 * X_1 - 0,04 * X_2 + 0,709 * X_3 + 0,15 * X_4 - 0,19 * X_5 + 0,273 * X_6 + 1,84 * X_7 + 0,213 * X_8 + 0,037 * X_9 + 0,093 * X_{11} + 0,179 * X_{16} - 0,22 * X_{19} - 0,35 * X_{21} + 0,615 * X_{22}, \quad (5)$$

Значення коефіцієнта множинної кореляції між даними біотестування і результатами вимірювань фізико-хімічного складу дорівнює  $R = 0,89$ . Коефіцієнт детермінації  $R^2$  дорівнює 0,801, тобто враховані в моделі факторні ознаки пояснюють результативні на 80%. Перевірка рівняння регресії на значущість за критерієм Фішера довела, що рівняння можна вважати адекватним і значимим, оскільки  $F_p > F_t$  ( $F_p = 9,68$ ;  $F_t = 3,12$ ).

Перевірка регресійного рівняння на значущість коефіцієнтів регресії показала, що значення критерію Стюдента дорівнює  $t(11) = -0,6753$  при рівні значущості  $p = 0,5134$  і є незначимим оскільки більше за

відповідне табличне значення (1,79). Зважаючи на такий результат, оцінку значущості коефіцієнтів регресії за допомогою t-критерію слід провести для визначення істотних чинників в процесі багатокрокового регресійного аналізу.

Результуюча модель з відбракованими незначимими чинниками (система розглядає чинники по порядку і видаляє чинник, виключення якого дасть мінімальне зниження коефіцієнта детермінації) має такий вигляд:

$$Y = 0,95 - 0,38 * X_1 + 0,317 * X_3 + 0,823 * X_{22}, \quad (6)$$

Значення коефіцієнта множинної кореляції для даної моделі дорівнює  $R = 0,93$ . Коефіцієнт детермінації  $R^2$  дорівнює 0,91, тобто враховані в моделі факторні ознаки пояснюють результативні на 91%. Перевірка рівняння регресії на значущість за критерієм Фішера довела, що рівняння можна вважати адекватним і значимим, оскільки  $F_p > F_t$  ( $F_p = 67,16$ ;  $F_t = 3,12$ ).

Перевірка регресійного рівняння (6) на значущість коефіцієнтів регресії показала, що значення критерію Стюдента дорівнює  $t(24) = 16,796$  при рівні значущості  $p = 0,01$  і є значимим оскільки більше за відповідне табличне значення (2,79).

Наступним етапом аналізу побудовано кореляційну матрицю для обґрунтованості відбору факторів для включення в рівняння: виявлення чинників, які можуть незначно впливати на результат, а також колінеарних факторів.

В таблиці 3 наведено кореляційну матрицю для даних нафтопереробного підприємства ПрАТ «ЛИНІК», де надано парні коефіцієнти кореляції кожного з досліджуваних чинників, а також коефіцієнти, що оцінюють міри тісноти зв'язку між чинниками. У матриці виділені кольором значення в тих клітинах, де перетинаються елементи, зв'язок між якими значимий. У кожній клітині наведено два числа: верхнє – коефіцієнт кореляції, нижнє – рівень значущості.

Як видно з даних матриці, практично не впливають на ознаку-результат (tox) чинники: сульфати, азот амонійний, нітрити, нітрати, ХСК, БСК<sub>5</sub>, СПАР, фосфати, нафтопродукти, алюміній, завислі речовини.

У кореляційній матриці не виявлено колінеарних чинників, оскільки коефіцієнти парної кореляції між чинниками хлориди і феноли не мають сильного зв'язку ( $R < 0,7$ ).

Отже, результуюча модель є

$$Y = 0,95 - 0,38 * X_1 + 0,317 * X_3 + 0,823 * X_{22},$$

Таблиця 2

Кореляційна матриця для даних хімічного підприємства ПрАТ «Сєвєродонецьке об'єднання Азот»

	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>12</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>13</sub>	X <sub>11</sub>	X <sub>16</sub>	X <sub>17</sub>	X <sub>18</sub>	X <sub>19</sub>	X <sub>20</sub>	tox
X <sub>1</sub>	1,0000 p= ---	<b>,5949</b> p=, <b>002</b>	<b>,7273</b> p=, <b>000</b>	-,3152 p=,125	<b>,4789</b> p=, <b>015</b>	-,1520 p=,468	,2618 p=,206	<b>,5456</b> p=, <b>005</b>	,2717 p=,189	<b>-,4713</b> p=, <b>017</b>	-,1756 p=,401	,3836 p=,058	<b>,7676</b> p=, <b>00</b>	,0449 p=,83	-,1754 p=,402	,3049 p=,138	,2548 p=,21
X <sub>2</sub>	<b>,5949</b> p=, <b>002</b>	1,0000 p= ---	,1593 p=,447	<b>-,7261</b> p=, <b>000</b>	,3639 p=,074	<b>,4360</b> p=, <b>029</b>	,1200 p=,568	,2035 p=,329	-,2162 p=,299	-,3007 p=,144	-,3283 p=,109	,0529 p=,802	<b>,573</b> p=, <b>01</b>	-,225 p=,27	-,0200 p=,924	,0435 p=,836	,0618 p=,76
X <sub>3</sub>	<b>,7273</b> p=, <b>000</b>	,1593 p=,447	1,0000 p= ---	,1043 p=,620	,3591 p=,078	-,0778 p=,712	,3160 p=,124	<b>,4724</b> p=, <b>017</b>	,2424 p=,243	-,2428 p=,242	,1332 p=,526	,3408 p=,096	<b>,4327</b> p=, <b>03</b>	,2736 p=,18	-,3226 p=,116	,3770 p=,063	,3292 p=,10
X <sub>4</sub>	-,3152 p=,125	<b>-,7261</b> p=, <b>000</b>	,1043 p=,620	1,0000 p= ---	-,2460 p=,236	-,3258 p=,112	,0817 p=,698	-,0209 p=,921	,2890 p=,161	,2377 p=,253	,3586 p=,078	,0516 p=,807	-,140 p=,50	,1702 p=,41	-,1994 p=,339	,0730 p=,729	,0875 p=,67
X <sub>5</sub>	<b>,4789</b> p=, <b>015</b>	,3639 p=,074	,3591 p=,078	-,2460 p=,236	1,0000 p= ---	,1290 p=,539	<b>,4362</b> p=, <b>029</b>	-,1335 p=,525	-,2276 p=,274	-,1515 p=,470	-,2290 p=,271	-,1430 p=,495	<b>,5565</b> p=, <b>01</b>	,0751 p=,72	,2060 p=,323	-,1999 p=,338	-,1658 p=,42
X <sub>6</sub>	-,1520 p=,468	<b>,4360</b> p=, <b>029</b>	-,0778 p=,712	-,3258 p=,112	,1290 p=,539	1,0000 p= ---	,1457 p=,487	-,2331 p=,262	<b>-,7263</b> p=, <b>000</b>	,2088 p=,317	,0392 p=,852	-,1945 p=,352	-,123 p=,55	-,113 p=,59	,2633 p=,204	-,1056 p=,616	-,1034 p=,62
X <sub>9</sub>	,2618 p=,206	,1200 p=,568	,3160 p=,124	,0817 p=,698	<b>,4362</b> p=, <b>029</b>	,1457 p=,487	1,0000 p= ---	,1460 p=,486	-,1170 p=,578	-,2001 p=,337	-,2207 p=,289	-,3334 p=,103	,2415 p=,24	,2568 p=,21	-,2441 p=,240	-,0345 p=,870	-,0434 p=,83
X <sub>12</sub>	<b>,5456</b> p=, <b>005</b>	,2035 p=,329	<b>,4724</b> p=, <b>017</b>	-,0209 p=,921	-,1335 p=,525	-,2331 p=,262	,1460 p=,486	1,0000 p= ---	,4339 p=,030	-,3679 p=,070	-,1948 p=,351	<b>,4253</b> p=, <b>034</b>	,3737 p=,06	,0272 p=,89	<b>-,4403</b> p=, <b>028</b>	<b>,5468</b> p=, <b>000</b>	<b>,7006</b> p=, <b>00</b>
X <sub>8</sub>	,2717 p=,189	-,2162 p=,299	,2424 p=,243	,2890 p=,161	-,2276 p=,274	<b>-,7263</b> p=, <b>000</b>	-,1170 p=,578	<b>,4339</b> p=, <b>030</b>	1,0000 p= ---	-,0360 p=,864	-,0623 p=,768	<b>,5577</b> p=, <b>004</b>	,1595 p=,44	,0231 p=,91	-,3823 p=,059	,2402 p=,247	,2622 p=,20
X <sub>13</sub>	<b>-,4713</b> p=, <b>017</b>	-,3007 p=,144	-,2428 p=,242	,2377 p=,253	-,1515 p=,470	,2088 p=,317	-,2001 p=,337	-,3679 p=,070	-,0360 p=,864	1,0000 p= ---	,1796 p=,390	,1589 p=,448	-,270 p=,19	,0810 p=,70	,1869 p=,371	-,2416 p=,245	-,2276 p=,27
X <sub>11</sub>	-,1756 p=,401	-,3283 p=,109	,1332 p=,526	,3586 p=,078	-,2290 p=,271	,0392 p=,852	-,2207 p=,289	-,1948 p=,351	-,0623 p=,768	,1796 p=,390	1,0000 p= ---	,3599 p=,077	-,333 p=,10	,2599 p=,21	,0355 p=,866	,2581 p=,213	<b>,2208</b> p=, <b>28</b>
X <sub>16</sub>	,3836 p=,058	,0529 p=,802	,3408 p=,096	,0516 p=,807	-,1430 p=,495	-,1945 p=,352	-,3334 p=,103	<b>,4253</b> p=, <b>034</b>	<b>,5577</b> p=, <b>004</b>	,1589 p=,448	,3599 p=,077	1,0000 p= ---	,1553 p=,45	-,042 p=,84	,0085 p=,968	<b>,5197</b> p=, <b>008</b>	<b>,4672</b> p=, <b>01</b>
X <sub>17</sub>	<b>,7676</b> p=, <b>000</b>	<b>,5713</b> p=, <b>003</b>	<b>,4327</b> p=, <b>031</b>	-,1409 p=,502	<b>,5565</b> p=, <b>004</b>	-,1238 p=,555	,2415 p=,245	,3737 p=,066	,1595 p=,446	-,2702 p=,191	-,3339 p=,103	,1553 p=,459	1,000 p= ---	-,115 p=,58	-,2284 p=,272	,0956 p=,649	,1068 p=,61
X <sub>18</sub>	,0449 p=,831	-,2255 p=,278	,2736 p=,186	,1702 p=,416	,0751 p=,721	-,1133 p=,590	,2568 p=,215	,0272 p=,897	,0231 p=,913	,0810 p=,700	,2599 p=,210	-,0412 p=,845	-,115 p=,58	1,000 p= ---	-,3718 p=,067	,0045 p=,983	-,0402 p=,84
X <sub>19</sub>	-,1754 p=,402	-,0200 p=,924	-,3226 p=,116	-,1994 p=,339	,2060 p=,323	,2633 p=,204	-,2441 p=,240	<b>-,4403</b> p=, <b>028</b>	-,3823 p=,059	,1869 p=,371	,0355 p=,866	,0085 p=,968	-,228 p=,27	-,37 p=,06	1,0000 p= ---	-,26 p=,192	-,28 p=,16
X <sub>20</sub>	,3049 p=,138	,0435 p=,836	,3770 p=,063	,0730 p=,729	-,1999 p=,338	-,1056 p=,616	-,0345 p=,870	<b>,5468</b> p=, <b>000</b>	,2402 p=,247	-,2416 p=,245	,2581 p=,213	<b>,5197</b> p=, <b>008</b>	,0956 p=,64	,0045 p=,98	-,2696 p=,192	1,0000 p= ---	<b>,9779</b> p=, <b>00</b>
tox	,2548 p=,219	,0618 p=,769	,3292 p=,108	,0875 p=,678	-,1658 p=,428	-,1034 p=,623	-,0434 p=,837	<b>,7006</b> p=, <b>000</b>	,2622 p=,205	-,2276 p=,274	<b>,2208</b> p=, <b>289</b>	<b>,4672</b> p=, <b>019</b>	,1068 p=,61	-,040 p=,84	-,2897 p=,160	<b>,9779</b> p=, <b>000</b>	1,0000 p= ---

Таблиця 3

Кореляційна матриця для даних нафтопереробного підприємства ПрАТ «ЛІНІК»

	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>11</sub>	X <sub>16</sub>	X <sub>19</sub>	X <sub>21</sub>	X <sub>22</sub>	tox
X <sub>1</sub>	1,0000 p= ---	,0490 p=,812	,0585 p=,777	-,1363 p=,507	-,0448 p=,828	,1232 p=,549	-,1410 p=,492	-,0213 p=,918	,0669 p=,745	,0630 p=,760	,3817 p=,054	,1072 p=,602	-,0548 p=,790	,3444 p=,085	<b>,7042</b> <b>p=,000</b>
X <sub>2</sub>	,0490 p=,812	1,0000 p= ---	<b>,7376</b> <b>p=,000</b>	<b>,4698</b> <b>p=,015</b>	-,0612 p=,767	<b>,5526</b> <b>p=,003</b>	<b>,6299</b> <b>p=,001</b>	,1595 p=,436	,2600 p=,200	-,1353 p=,510	,2707 p=,181	,2173 p=,286	<b>,4303</b> <b>p=,028</b>	<b>,4226</b> <b>p=,031</b>	,0365 p=,860
X <sub>3</sub>	,0585 p=,777	<b>,7376</b> <b>p=,000</b>	1,0000 p= ---	,3356 p=,094	,0952 p=,644	<b>,5076</b> <b>p=,008</b>	,3805 p=,055	,1765 p=,388	,1342 p=,513	-,0313 p=,880	,0153 p=,941	,3695 p=,063	,2060 p=,313	<b>,4436</b> <b>p=,023</b>	<b>,7565</b> <b>p=,000</b>
X <sub>4</sub>	-,1363 p=,507	<b>,4698</b> <b>p=,015</b>	,3356 p=,094	1,0000 p= ---	,1244 p=,545	<b>,4580</b> <b>p=,019</b>	,3065 p=,128	,0285 p=,890	,1140 p=,579	-,2372 p=,243	,1441 p=,482	,0295 p=,886	<b>,6238</b> <b>p=,001</b>	,1812 p=,376	,0116 p=,955
X <sub>5</sub>	-,0448 p=,828	-,0612 p=,767	,0952 p=,644	,1244 p=,545	1,0000 p= ---	-,1153 p=,575	-,0984 p=,633	-,2255 p=,268	,2711 p=,180	-,1052 p=,609	-,2899 p=,151	,2290 p=,260	,3094 p=,124	-,0389 p=,850	,3779 p=,057
X <sub>6</sub>	,1232 p=,549	<b>,5526</b> <b>p=,003</b>	<b>,5076</b> <b>p=,008</b>	<b>,4580</b> <b>p=,019</b>	-,1153 p=,575	1,0000 p= ---	<b>,3971</b> <b>p=,045</b>	,2214 p=,277	<b>-,0908</b> <b>p=,659</b>	-,4834 p=,012	,1915 p=,349	,0639 p=,756	<b>,4103</b> <b>p=,037</b>	,3618 p=,069	,0531 p=,797
X <sub>7</sub>	-,1410 p=,492	<b>,6299</b> <b>p=,001</b>	,3805 p=,055	,3065 p=,128	-,0984 p=,633	<b>,3971</b> <b>p=,045</b>	1,0000 p= ---	<b>,4560</b> <b>p=,019</b>	,2778 p=,169	,1061 p=,606	,1511 p=,461	,2242 p=,271	<b>,5119</b> <b>p=,008</b>	,1836 p=,369	,1679 p=,412
X <sub>8</sub>	-,0213 p=,918	,1595 p=,436	,1765 p=,388	,0285 p=,890	-,2255 p=,268	,2214 p=,277	<b>,4560</b> <b>p=,019</b>	1,0000 p= ---	<b>,1433</b> <b>p=,485</b>	,5308 p=,005	,1793 p=,381	-,2054 p=,314	,0790 p=,701	,2652 p=,190	-,2015 p=,324
X <sub>9</sub>	,0669 p=,745	,2600 p=,200	,1342 p=,513	,1140 p=,579	,2711 p=,180	-,0908 p=,659	,2778 p=,169	,1433 p=,485	1,0000 p= ---	,2835 p=,161	,0720 p=,727	,0934 p=,650	,1125 p=,584	,1240 p=,546	,1683 p=,411
X <sub>11</sub>	,0630 p=,760	-,1353 p=,510	-,0313 p=,880	-,2372 p=,243	-,1052 p=,609	<b>-,4834</b> <b>p=,012</b>	,1061 p=,606	<b>,5308</b> <b>p=,005</b>	,2835 p=,161	1,0000 p= ---	,0587 p=,776	-,1653 p=,420	-,2429 p=,232	-,0974 p=,636	-,1671 p=,415
X <sub>16</sub>	,3817 p=,054	,2707 p=,181	,0153 p=,941	,1441 p=,482	-,2899 p=,151	,1915 p=,349	,1511 p=,461	,1793 p=,381	,0720 p=,727	,0587 p=,776	1,0000 p= ---	-,2070 p=,310	,0343 p=,868	,3284 p=,101	-,2378 p=,242
X <sub>19</sub>	,1072 p=,602	,2173 p=,286	,3695 p=,063	,0295 p=,886	,2290 p=,260	,0639 p=,756	,2242 p=,271	-,2054 p=,314	,0934 p=,650	-,1653 p=,420	-,2070 p=,310	1,0000 p= ---	,2125 p=,297	,0284 p=,891	-,0511 p=,804
X <sub>21</sub>	-,0548 p=,790	<b>,4303</b> <b>p=,028</b>	,2060 p=,313	<b>,6238</b> <b>p=,001</b>	,3094 p=,124	<b>,4103</b> <b>p=,037</b>	<b>,5119</b> <b>p=,008</b>	,0790 p=,701	,1125 p=,584	-,2429 p=,232	,0343 p=,868	,2125 p=,297	1,0000 p= ---	,1730 p=,398	,2234 p=,273
X <sub>22</sub>	,3444 p=,085	<b>,4226</b> <b>p=,031</b>	<b>,4436</b> <b>p=,023</b>	,1812 p=,376	-,0389 p=,850	,3618 p=,069	,1836 p=,369	,2652 p=,190	,1240 p=,546	-,0974 p=,636	,3284 p=,101	,0284 p=,891	,1730 p=,398	1,0000 p= ---	<b>,8583</b> <b>p=,000</b>
tox	<b>,7042</b> <b>p=,000</b>	,0365 p=,860	<b>,7565</b> <b>p=,000</b>	,0116 p=,955	,3779 p=,057	,0531 p=,797	,1679 p=,412	-,2015 p=,324	,1683 p=,411	-,1671 p=,415	-,2378 p=,242	-,0511 p=,804	,2234 p=,273	<b>,8583</b> <b>p=,000</b>	1,0000 p= ---

з відбракованими незначними чинниками після додаткового аналізу за допомогою кореляційної матриці з метою підтвердження обґрунтованості відбору факторів для включення в рівняння не змінила свій вигляд, а більш значимими показниками, що корелюють з результатами біотестування стічних вод є сухий залишок, хлориди та феноли.

Первинне регресійне рівняння, яке було отримано із застосуванням покрокового аналізу для гірничо-видобувного підприємства ДП «Кривбасшахтозакриття», має наступний вигляд:

$$Y=0,28-0,11*X_2+0,15*X_3-0,11*X_4+0,104*X_5+0,01*X_6-0,05*X_7-0,08*X_9+0,464*X_{11}-0,05*X_{12}-0,14*X_{21}-0,60*X_{22}+0,246*X_{23}, \quad (7)$$

Значення коефіцієнта множинної кореляції між даними біотестування і результатами вимірювань фізико-хімічного складу дорівнює  $R=0,87$ . Коефіцієнт детермінації  $R^2$  дорівнює 0,82, тобто враховані в моделі факторні ознаки пояснюють результативні на 82%. Перевірка рівняння регресії на значущість за критерієм Фішера довела, що рівняння можна вважати адекватним і значимим, оскільки  $F_p > F_t$  ( $F_p = 3,37$ ;  $F_t = 3,21$ ).

Перевірка регресійного рівняння на значущість коефіцієнтів регресії показала, що значення критерію Стьюдента дорівнює  $t(12)=11,13$  при рівні значущості  $p=0,01$  і є значимим оскільки більше за відповідне табличне значення (1,78).

Результуюча модель з відбракованими незначними чинниками (система розглядає чинники по порядку і видаляє чинник, виключення якого дасть мінімальне зниження коефіцієнта детермінації) має такий вигляд:

$$Y=9,648 +0,398*X_{11}-0,43*X_{22}+0,151*X_{23}, \quad (8)$$

Значення коефіцієнта множинної кореляції для даної моделі дорівнює  $R=0,91$ . Коефіцієнт детермінації  $R^2$  дорівнює 0,92, тобто враховані в моделі факторні ознаки пояснюють результативні на 92%. Перевірка рівняння регресії на значущість за крите-

рієм Фішера довела, що рівняння можна вважати адекватним і значимим, оскільки  $F_p > F_t$  ( $F_p = 71,23$ ;  $F_t = 3,12$ ).

Перевірка регресійного рівняння (8) на значущість коефіцієнтів регресії показала, що значення критерію Стьюдента дорівнює  $t(24)=19,71$  при рівні значущості  $p=0,01$  і є значимим оскільки більше за відповідне табличне значення (2,79).

Наступним етапом аналізу була побудова кореляційної матриці з метою підтвердження обґрунтованості відбору факторів для включення в рівняння: виявлення чинників, які можуть незначно впливати на результат, а також колінеарних факторів.

В таблиці 4 наведено кореляційну матрицю для даних гірничо-видобувного підприємства ДП «Кривбасшахтозакриття», в якій знаходяться парні коефіцієнти кореляції кожного з досліджуваних чинників, а також коефіцієнти, що оцінюють міри тисноти зв'язку між чинниками. У матриці виділені кольором значення в тих клітинах, де перетинаються елементи, зв'язок між якими значимий. У кожній клітині наведено два числа: верхнє – коефіцієнт кореляції, нижнє – рівень значущості.

Як видно з даних матриці, практично не впливають на ознаку-результат (tox) чинники: хлориди, сульфати, азот амонійний, нітрити, нітрати, БСК<sub>5</sub>, фосфати, завислі речовини.

У кореляційній матриці не виявлено колінеарних чинників, оскільки коефіцієнти парної кореляції між чинниками не мають сильного зв'язку ( $R<0,7$ ).

Результуюча модель є

$$Y=9,648+0,398*X_{11}-0,43*X_{22}+0,151*X_{23},$$

з відбракованими незначними чинниками після додаткового аналізу за допомогою кореляційної матриці з метою підтвердження обґрунтованості відбору факторів для включення в рівняння не змінила свій вигляд, а більш значимими показниками, що корелюють з результатами біотестування стічних вод є нафтопродукти, мінералізація та феноли.

### Висновки

Найбільш значимими показниками, що корелюють з результатами біотестування стічних вод, є такі: для енергетичного підприємства – мідь; хімічного – залізо за-

гальне, СПАР, хром<sup>6+</sup>; нафтохімічного – сухий залишок, хлориди, феноли; гірничо-видобувного – мінералізація, нафтопродукти, феноли.

Таблиця 4

Кореляційна матриця для даних гірничо-видобувного підприємства ДП «Кривбасшахтозакриття»

	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>11</sub>	X <sub>12</sub>	X <sub>21</sub>	X <sub>22</sub>	X <sub>23</sub>	tox
X <sub>2</sub>	1,0000 p= ---	,2532 p=,222	<b>,5267</b> <b>p=,007</b>	,0877 p=,677	-,1683 p=,421	-,0501 p=,812	<b>,4709</b> <b>p=,018</b>	,2683 p=,195	-,0993 p=,637	,2901 p=,160	,1642 p=,433	-,0046 p=,983	,1961 p=,348
X <sub>3</sub>	,2532 p=,222	1,0000 p= ---	<b>,5507</b> <b>p=,004</b>	<b>,4964</b> <b>p=,012</b>	-,1401 p=,504	<b>-,4747</b> <b>p=,016</b>	,2632 p=,204	-,0327 p=,877	,1284 p=,541	-,0216 p=,918	,0220 p=,917	-,1474 p=,482	,0217 p=,918
X <sub>4</sub>	<b>,5267</b> <b>p=,007</b>	<b>,5507</b> <b>p=,004</b>	1,0000 p= ---	<b>,4005</b> <b>p=,047</b>	-,1111 p=,597	-,1801 p=,389	,2664 p=,198	,0264 p=,900	,0215 p=,919	,1066 p=,612	,0412 p=,845	-,2699 p=,192	,0542 p=,797
X <sub>5</sub>	,0877 p=,677	<b>,4964</b> <b>p=,012</b>	<b>,4005</b> <b>p=,047</b>	1,0000 p= ---	,1363 p=,516	-,2312 p=,266	<b>,5017</b> <b>p=,011</b>	,0301 p=,886	<b>,5955</b> <b>p=,002</b>	,1736 p=,406	<b>-,5268</b> <b>p=,007</b>	-,0074 p=,972	,2209 p=,289
X <sub>6</sub>	-,1683 p=,421	-,1401 p=,504	-,1111 p=,597	,1363 p=,516	1,0000 p= ---	-,3459 p=,090	,0818 p=,697	,1615 p=,440	,2363 p=,255	,3210 p=,118	,0055 p=,979	,2059 p=,323	,1213 p=,564
X <sub>7</sub>	-,0501 p=,812	<b>-,4747</b> <b>p=,016</b>	-,1801 p=,389	-,2312 p=,266	-,3459 p=,090	1,0000 p= ---	-,3146 p=,126	-,3737 p=,066	,1934 p=,354	-,3763 p=,064	-,1639 p=,434	,4320 p=,031	<b>-,1461</b> <b>p=,486</b>
X <sub>9</sub>	<b>,4709</b> <b>p=,018</b>	,2632 p=,204	,2664 p=,198	<b>,5017</b> <b>p=,011</b>	,0818 p=,697	-,3146 p=,126	1,0000 p= ---	,3518 p=,085	,2206 p=,289	<b>,5769</b> <b>p=,003</b>	-,0788 p=,708	-,1248 p=,552	,2668 p=,197
X <sub>11</sub>	,2683 p=,195	-,0327 p=,877	,0264 p=,900	,0301 p=,886	,1615 p=,440	-,3737 p=,066	,3518 p=,085	1,0000 p= ---	-,1297 p=,537	<b>,6559</b> <b>p=,000</b>	-,0717 p=,733	-,3137 p=,127	<b>,8734</b> <b>p=,016</b>
X <sub>12</sub>	-,0993 p=,637	,1284 p=,541	,0215 p=,919	<b>,5955</b> <b>p=,002</b>	,2363 p=,255	,1934 p=,354	,2206 p=,289	-,1297 p=,537	1,0000 p= ---	-,0393 p=,852	<b>-,5117</b> <b>p=,009</b>	,2927 p=,156	,0719 p=,733
X <sub>21</sub>	,2901 p=,160	-,0216 p=,918	,1066 p=,612	,1736 p=,406	,3210 p=,118	-,3763 p=,064	<b>,5769</b> <b>p=,003</b>	<b>,6559</b> <b>p=,000</b>	-,0393 p=,852	1,0000 p= ---	,1547 p=,460	-,2086 p=,317	,3754 p=,064
X <sub>22</sub>	,1642 p=,433	,0220 p=,917	,0412 p=,845	<b>-,5268</b> <b>p=,007</b>	,0055 p=,979	-,1639 p=,434	-,0788 p=,708	-,0717 p=,733	<b>-,5117</b> <b>p=,009</b>	,1547 p=,460	1,0000 p= ---	-,1365 p=,515	<b>-,9419</b> <b>p=,094</b>
X <sub>23</sub>	-,0046 p=,983	-,1474 p=,482	-,2699 p=,192	-,0074 p=,972	,2059 p=,323	<b>,4320</b> <b>p=,031</b>	-,1248 p=,552	-,3137 p=,127	,2927 p=,156	-,2086 p=,317	-,1365 p=,515	1,0000 p= ---	<b>-,9419</b> <b>p=,094</b>
tox	,1961 p=,348	,0217 p=,918	,0542 p=,797	,2209 p=,289	,1213 p=,564	-,1461 p=,486	,2668 p=,197	<b>,8734</b> <b>p=,016</b>	,0719 p=,733	,3754 p=,064	<b>-,9419</b> <b>p=,094</b>	<b>-,8516</b> <b>p=,006</b>	1,0000 p= ---

Значення коефіцієнта множинної кореляції ( $R$ ) знаходилось у межах  $0,7 < R < 1$ , що свідчить про сильний прямий зв'язок між даними біотестування і результатами вимірювань фізико-хімічного складу стічних вод, також слід зазначити, що у результативних рівняннях його значення у всіх випадках є вищим. Перевірка рівнянь регресії на значущість за критерієм Фішера довела, що їх можна вважати адекватними і значимими, оскільки у всіх випадках ( $F_p > F_t$ ). Оцінка значущості коефіцієнтів регресії на основі  $t$ -критерію Стьюдента показала, що у всіх випадках коефіцієнти регресії значимі і рівняння визнаються остаточними, окрім його значення у первинному регресійному

рівнянні для нафтопереробного підприємства ПрАТ «ЛІНІК».

Отже, за результатами моделювання зв'язку між даними біотестування і вимірювання фізико-хімічних показників стічних вод показано, що у кожному із випадків набір значимих фізико-хімічних показників, які корелюють з даними біотестування, різний і залежить від компонентного складу стічних вод. Наведені результати ґрунтуються на використанні значної кількості експериментальних даних і мають важливе практичне значення для виявлення причин виникнення токсичних властивостей стічних вод.

### Література

1. Экологическая оценка методом биотестирования качества водных объектов в регионах добычи нефти/[ Кузнецов Д. И., Мамедов Р.М. и др.]/ Сибирский экологический журнал. – 2009. - № 3. - С. 337-339.
2. Toxicity Assessment of Water Samples from Rivers in Central Poland Using a Battery of Microbiotests – a Pilot Study/[ Kaza M., Mankiewicz-Boczek J., Izydorczyk K., Sawicki J.] // Polish J. of Environ. Stud. - Vol. 16. - № 1. - 2007. - P. - 81-89.
3. Pollumaa L. Biotest - and Chemistry-Based Hazard Assessment of Soils, Sediments and Solid Wastes/ L. Pollumaa, A. Kahru, L. Manusadzianas // JSS - J Soils & Sediments, Vol. 4 №4. 2004. - P. - 267-275.
4. Application of Simple Bioassay Using Cultured Human Cell Lines to the Assessment of Total Hazards in Lake Water/[ Toshikazu F., Tomohiro F., Norio S., Yasushi H., Miki S.] // Journal of Japan Society on Water Environment. -2002. - Volume 25. - Issue 2. - P.119–124.
5. Proposal and application of an ecotoxicity biotest based on *Escherichia coli*/ [Espigares M., Roman I., Gonzalez Alonso J. M., Yeste F. et all.] // Journal of Applied Toxicology. -1990. - Volume 10. - Issue 6. - P. 443–446.
6. Bulgakov N. G., Dubinina V. G., Levich A. P., Teriochin A. T. A Method of Searching for Correlation Between Hydrobiological Indices and Abiotic Factors (Using Commercial Fish Catches and Productivity as Examples) // Biology Bulletin of the Russian Academy of Science. 1995. V. 22. № 2. P. 184–190.
7. Беднаржевский С. С., Голубятников В. П., Захариков Е. С. и др. О корреляции информационных данных биотестирования и экоаналитического контроля окружающей среды в районах нефтедобычи / Беднаржевский С. С., Голубятников В. П., Захариков Е. С. и др.// Весник Новосибирского гос. ун-та: научный журнал. Сер.: Математика. Механика. Информатика. – 2007. №1. Т.7 – С.3-9.
8. Крайнюков О.М. Регресійний аналіз залежності між результатами вимірювань компонентного складу і визначення рівнів токсичності води / О.М. Крайнюков // Вісник ХНУ. Сер.: Екологія. - №1004. – X. : ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2013. – С.68-73.

Надійшла до редколегії 12.06.2015



УДК 528.94:620

**О. Л. АГАПОВА**

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна  
м. Харків, м. Свободи, 4  
agapova.olena@gmail.com

## **АЛЬТЕРНАТИВНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ РЕСУРСИ ЯК ОБ'ЄКТ КАРТОГРАФУВАННЯ**

Висвітлено проблеми формування поняттєво-термінологічного апарату альтернативної енергетики, здійснено спробу вдосконалення та систематизації основних термінів та понять галузі, усунення суперечливості та неоднозначності у тлумаченнях таких понять, як «альтернативні енергетичні ресурси», «нетрадиційні енергетичні ресурси», «відновлювані енергетичні ресурси», «джерела енергії», «енергетичні ресурси», «енергетичний потенціал». Запропоновано класифікацію енергетичних ресурсів, що базується на критеріях вичерпності, відновлюваності, традиційності та походження. Розглянуто структуру об'єкту картографування для потреб альтернативної енергетики, обґрунтовано тематичний зміст картографічних творів, визначено показники картографування альтернативних енергетичних ресурсів, сучасного стану розвитку альтернативної енергетики, природних, соціальних та економічних факторів, що сприяють розвитку галузі або обмежують його.

**Ключові слова:** картографування для потреб альтернативної енергетики, карта, енергетичний потенціал, класифікація енергетичних ресурсів, показники картографування

### **Agapova O. ALTERNATIVE ENERGY RESOURCES AS AN OBJECT OF MAPPING**

The article highlights the problems of formation of conceptual and terminological apparatus in the field of alternative energy. Attempts to improve and systematize the basic terms and concepts in the industry were made. Inconsistencies and ambiguities in the interpretation of such concepts as «alternative energy resources», «non-conventional energy resources», «renewable energy resources», «energy sources», «energy resources», and «energy potential» were eliminated. Classification of energy resources based on the criteria of depletion, renewability, tradition of usage, and their origin was proposed. The structure of the object of mapping, according to the needs of alternative energy, is considered. The thematic content of cartographic products was determined. Mapping indicators of alternative energy resources; the current state of alternative energy development; environmental, social and economic factors that contribute to the development of the industry or limiting its development were identified.

**Keywords:** mapping for the needs of alternative energy, map, energy potential, classification of energy resources, mapping indicators

### **Агапова О. Л. АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ КАК ОБЪЕКТ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ**

Освещены проблемы формирования понятийно-терминологического аппарата альтернативной энергетики, предпринята попытка совершенствования и систематизации основных терминов и понятий отрасли, устранения противоречивости и неоднозначности в толкованиях таких понятий, как «альтернативные энергетические ресурсы», «нетрадиционные энергетические ресурсы», «возобновляемые энергетические ресурсы», «источники энергии», «энергетические ресурсы», «энергетический потенциал». Предложена классификация энергетических ресурсов, базирующаяся на критериях исчерпаемости, возобновляемости, традиционности и происхождения. Рассмотрена структура объекта картографирования для потребностей альтернативной энергетики, обоснованно тематическое содержание картографических произведений, определены показатели картографирования альтернативных энергетических ресурсов, современного состояния развития альтернативной энергетики, природных, социальных и экономических факторов, способствующих развитию отрасли или ограничивающих его.

**Ключевые слова:** картографирование для потребностей альтернативной энергетики, карта, энергетический потенциал, классификация энергетических ресурсов, показатели картографирования

### **Вступ**

В останнє десятиліття у сучасному світі відбувається переосмислення питань використання природних ресурсів, зокрема енергетичних. Більшість країн світу впроваджують перехід на альтернативні джерела енергії, що зумовлюється зростанням енер-

гетичних потреб людства, обмеженістю традиційних енергетичних ресурсів, екологічними, економічними та політичними чинниками. Стрімкий розвиток альтернативної енергетики зумовлює розширення досліджень, спрямованих на оцінку ресурсного потенціалу, розробку нових технологій та виявлення факторів, що впливатимуть на

розташування промислових об'єктів цієї галузі. Для альтернативних енергетичних ресурсів, як і для всіх інших видів ресурсів, окрім кількісних оцінок важливою характеристикою є територіальний розподіл. Накопичення знань про ці ресурси супроводжується постійним збільшенням кількості картографічних творів відповідної тематики.

Виділення картографування для потреб альтернативної енергетики як окремого наукового напрямку обумовлюється розвитком та утвердженням двох великих груп досліджень. З одного боку – конструктивно-географічних досліджень з оцінки та раціонального використання енергетичних ресурсів альтернативних джерел, результати яких часто представлені у картографічному вигляді. З другого – різних напрямів тематичної картографії (метеорологічного, кліматичного, геологічного картографування, картографування природних ресурсів, паливно-енергетичного комплексу та природокористування), досягнення яких використовують при проектуванні і укладанні

карт для потреб альтернативної енергетики.

Від трактування вихідних понять енергетичної галузі, залежить розуміння об'єктної області картографування та визначення його сутності. Дослідженням поняттєво-термінологічного апарату альтернативної енергетики займалися О. Б. Кишко-Єрлі, А. А. Кожухова, Ю. С. Шемшученко, Є. Є. Шкурідін, М. М. Кузьміна, Т. Мусяєнко та інші. Проте і досі немає однозначної думки ані стосовно деяких базових термінів альтернативної енергетики, ані стосовно їх визначень, спостерігається певна розбіжність та суперечливість термінів і понять у нормативно-правових актах та на законодавчому рівні. Метою статті є вдосконалення поняттєво-термінологічного апарату, логічне узгодження та систематизації основних термінів і понять галузі, визначення структури об'єкту картографування для потреб альтернативної енергетики, його тематичних підрозділів та основних показників картографування.

#### *Методика*

Процес формування базових термінів та понять альтернативної енергетики включає виділення найближчої родової ознаки та класифікаційних (найбільш суттєвих) ознак, якими характеризуються досліджувані предмети (явища) і процеси, використання методу аналогій. Під час вдосконалення та систематизації поняттєво-термінологічного апарату галузі застосовані принципи узгодженості, ієрархії (супідрядності) одних термінів і понять іншим, дериватності (терміни повинні бути основою утворення ін-

ших термінів), лаконічності, унікальності (не повинні існувати суміжні терміни), еквівалентності (наявність відповідника в іншій мові). Крім того, у дослідженні використані загальнонаукові методи пізнання: порівняльно-аналітичний, синтезу, узагальнення, ієрархічний метод класифікації. Системно-структурний метод застосований під час визначення тематичних підрозділів та показників картографування для потреб альтернативної енергетики.

#### *Результати дослідження*

Важливою теоретичною складовою будь-яких наукових досліджень є напрацювання поняттєво-термінологічного апарату. Ступінь розробленості поняттєво-термінологічного апарату характеризує рівень розвитку певної науки (або наукового напрямку). Однозначність трактування і розуміння понять науки є важливою умовою розвитку і практичного використання наукового знання.

Швидкий розвиток досліджень у галузі альтернативної енергетики, новизна тематики, некритичне переймання зарубіжних понять призвели до того, що зараз практично відсутня чітка та загальноприйнята термінологія. Існує суттєва розбіжність між термінами і поняттями, що використовується в

різних законодавчих актах України.

Вперше на законодавчому рівні було дано визначення терміну «альтернативна енергетика» в Законі України «Про альтернативні джерела енергії» від 20.02.2003 р. Альтернативна енергетика визначається як сфера енергетики, що забезпечує вироблення електричної, теплової та механічної енергії з альтернативних джерел енергії. В цьому ж законі подається визначення альтернативних джерел енергії у наступній редакції: «це відновлювані джерела енергії, до яких належать енергія сонячна, вітрова, геотермальна, енергія хвиль та припливів, гідроенергія, енергія біомаси, газу з органічних відходів, газу каналізаційно-очисних станцій, біогазів,

та вторинні енергетичні ресурси, до яких належать доменний та коксівний газ, газ метан дегаззації вугільних родовищ, перетворення скидного енергопотенціалу технологічних процесів» [4]. Тобто визначення зводиться до переліку різних видів джерел енергії, що з точки зору правил формування поняттєво-термінологічного апарату, не можна вважати вдалим, оскільки в ньому не зазначена жодна класифікаційна ознака.

Одночасно в Законі України «Про енергозбереження» від 01.07.1994 року використовується термін «нетрадиційні та поновлювальні джерела енергії». Відповідно до Закону - це джерела, що постійно існують або періодично з'являються в навколишньому природному середовищі у вигляді потоків енергії Сонця, вітру, тепла Землі, енергії морів, океанів, річок, біомаси [5].

Законом України «Про альтернативні джерела енергії» не було відмінено терміни «нетрадиційні джерела» і «поновлювальні джерела», не було визначено, які види енергетичних ресурсів до них відносяться.

Крім того, спостерігається нечіткість та певна розпливчастість у визначенні таких базових понять енергетичної галузі як «джерела енергії», «енергетичні ресурси» та «енергетичний потенціал».

У роботі [7] терміни «джерела енергії» та «енергетичні ресурси» ототожнюються та визначаються як матеріальні об'єкти, в яких зосереджена енергія, придатна для практичного використання людиною. Ми дотримуємося думки, що зазначені поняття необхідно розрізняти та пропонуємо формулювати їх визначення на основі таких фундаментальних понять, як «джерела», «ресурси» та «природні ресурси».

Джерела енергії (або енергетичні джерела) – це матеріальні об'єкти (компоненти) навколишнього середовища, природного або антропогенного походження, в яких зосереджені різні форми енергії (кінетична, механічна, теплова, термохімічна енергія, тощо).

Енергетичні ресурси – це об'єми енергії, зосереджені в енергетичних джерелах, що за наявності відповідних технологій їх видобутку та виробництва можуть використовуватися для задоволення енергетичних потреб людства. Енергетичні ресурси, на відміну від джерел енергії, завжди характеризуються кількісними показниками.

Енергетичні ресурси, що являють собою сировину, з якої енергія отримується шляхом спалювання, виражаються передусім, в одиницях об'єму або ваги. Несировин-

ні енергетичні ресурси характеризуються різними показниками. Для вітроенергетичних ресурсів базовою характеристикою виступає швидкість вітру, для геліоенергетичних – кількість сумарної сонячної радіації (опроміненість) та інсоляція, для геотермальних – температура, для гідроенергетичних – значення річного стоку, швидкість руху припливних течій, середні величини припливів, об'єм припливного басейну (об'єм води, що надходить у басейн протягом припливного циклу), розмір та швидкість руху морських хвиль.

Енергетичний потенціал є універсальною кількісною характеристикою для всіх енергетичних ресурсів, яка показує скільки теплової або електричної енергії можна отримати з одиниці об'єму ресурсів або на одиницю площі за певний проміжок часу.

Враховуючи, що на основі одного й того ж енергетичного ресурсу можливо виробляти теплову, електричну, або обидва види енергії одночасно, стає необхідним відокремлювати теплоенергетичний та електроенергетичний потенціали [14]:

Теплоенергетичний потенціал енергетичних ресурсів – здатність виробляти з одиниці об'єму даного виду енергетичних ресурсів або на одиниці площі відповідну кількість теплової енергії за одиницю часу, а електроенергетичний потенціал – здатність виробляти з одиниці об'єму даного виду енергетичних ресурсів або на одиниці площі відповідну кількість електричної енергії за одиницю часу.

Багато вітчизняних та зарубіжних дослідників (С. О. Кудря, Т. О. Коваленко, А. О. Касич, С. Сиротюк, Ф. Богоцки, М. Грацель, П. Моріарті, Д. Хоннері та ін.) використовують термін «відновлювані енергетичні ресурси» або «нетрадиційні та відновлювані джерела енергії», маючи на увазі енергію Сонця, вітру, геотермальну енергію, енергію припливів, морських хвиль, малих річок, тощо, з чим ми не погоджуємося.

В основі формування вищезазначених понять лежить принцип розподілу всіх видів енергетичних джерел на групи (класи) відповідно до певних класифікаційних ознак. До сьогодні не представлена єдина загальноприйнята класифікація джерел енергії або енергетичних ресурсів, а також не визначено структуру галузі альтернативної енергетики. Розв'язання цих проблем вбачається вкрай необхідним, оскільки від їх вирішення залежить формування основних напрямків картографування для потреб альтернативної

енергетики.

Всі джерела енергії, а відповідно й енергетичні ресурси, за ознакою вичерпності поділяються на вичерпні та невичерпні (рис.). Їх визначення сформульовані на основі положень про природні ресурси, викладених у роботах [1, 11, 13].

Невичерпними енергетичними ресурсами називають ресурси, використання яких не призводить до зменшення їх енергетичного потенціалу. До них відносять сонячну енергію, енергію вітру, припливів та відливів, морських хвиль, гідроенергію та геотермальну енергію.

Вичерпні енергетичні ресурси – це ресурси, що існують в обмеженій кількості та можуть бути повністю виснажені, якщо інтенсивність їх використання значно перевищує швидкість їх відтворення. Вони поділяються на відновлювані та невідновлювані.

Невідновлюваними енергетичними ресурсами є ресурси, що при видобутку і використанні не відтворюються природою, або відтворювальні терміни значно більші у порівнянні зі швидкістю їх використання. До них належать викопні енергетичні ресурси – нафта, природний газ, вугілля, горючі сланці, ядерне паливо. Поповнення їх запасів неможливе, оскільки відсутні умови, в яких вони виникли мільйони років назад, або відбувається дуже повільно [10-11].

Відновлювані енергетичні ресурси визначаються як ті, що безперервно відновлюються самою природою (торф, деревина й трав'яна маса) або утворюються як результат життєдіяльності людини (тверді побутові відходи, осад станцій очищення комунальних стічних вод, теплова енергія стічних вод, органічні відходи промисловості, тощо), та швидкість їх відновлення співставна з темпами використання. У випадку, якщо втрата відновлюваних ресурсів (наприклад, вирубування лісу) починає перевищувати розміри їх природного відтворення, ресурси вичерпуються [2]. На наш погляд, категорично неправильним є віднесення енергії сонця, вітру, геотермальної енергії, енергії припливів та відливів, морських хвиль до відновлюваних джерел енергії, оскільки вони є невичерпними.

За рівнем і масштабами освоєння енергетичні ресурси поділяють на традиційні та нетрадиційні. Думки вчених стосовно критерію традиційності тих чи інших видів енергетичних ресурсів не співпадають. Більшість вчених схильється до думки, що розподіл

енергетичних ресурсів на традиційні та нетрадиційні доцільно проводити з огляду на рівень освоєння та розповсюдження енергетичних технологій їх використання [8-10, 12].

Так, традиційними енергетичними ресурсами слід називати ресурси, що характеризуються високим рівнем освоєння та широким розповсюдженням їх використання. В структурі світового енергоспоживання за видами енергоресурсів відповідно до статистичних даних станом на 2012 рік переважають нафта (33,1%), газ (23,9%), вугілля (29,9%), ядерне паливо (4,5%) та енергія великих річок (6,7%) [6], а отже їх слід віднести до традиційних енергетичних ресурсів. Немає однозначної думки науковців стосовно енергії торфу та деревини. Ми погоджуємося з [8, 10] та пропонуємо віднести їх до традиційних енергетичних ресурсів, оскільки їх використання для задоволення енергетичних потреб людства має тривалу історію, хоча і не отримало широкого поширення у порівнянні з іншими видами традиційного палива.

Нетрадиційні енергетичні ресурси – це ресурси, що можуть слугувати заміною традиційним енергетичним ресурсам, використовують нові технології вироблення енергії, на сучасному етапі розвитку суспільства характеризуються низьким рівнем освоєння та не досягли широкого поширення. До них належать всі види енергетичних ресурсів, які не увійшли до категорії традиційних. З рисунку видно, що до нетрадиційних відносяться всі невичерпні енергетичні ресурси (за виключенням гідроенергії великих водотоків), всі відновлювані (окрім відходів деревини та торфу) та частина невідновлюваних, таких як метан вугільних родовищ, нафта та газ ущільнених порід. Таким чином, термін «нетрадиційні» найбільш повно охоплює види енергетичних ресурсів, що використовуються альтернативною енергетикою.

Розглянемо детальніше поняття «альтернативні енергетичні ресурси». Термін «альтернативний» означає такий, що допускає вибір однієї з двох або декількох можливостей [15]. Альтернативні джерела енергії в енциклопедичній літературі визначаються як спосіб, пристрій або споруда, що дозволяє отримувати електричну енергію (або інший необхідний вид енергії) з відновлюваних або практично невичерпних природних ресурсів та замінює собою традиційне джерело енергії [16, с. 114]. У такому

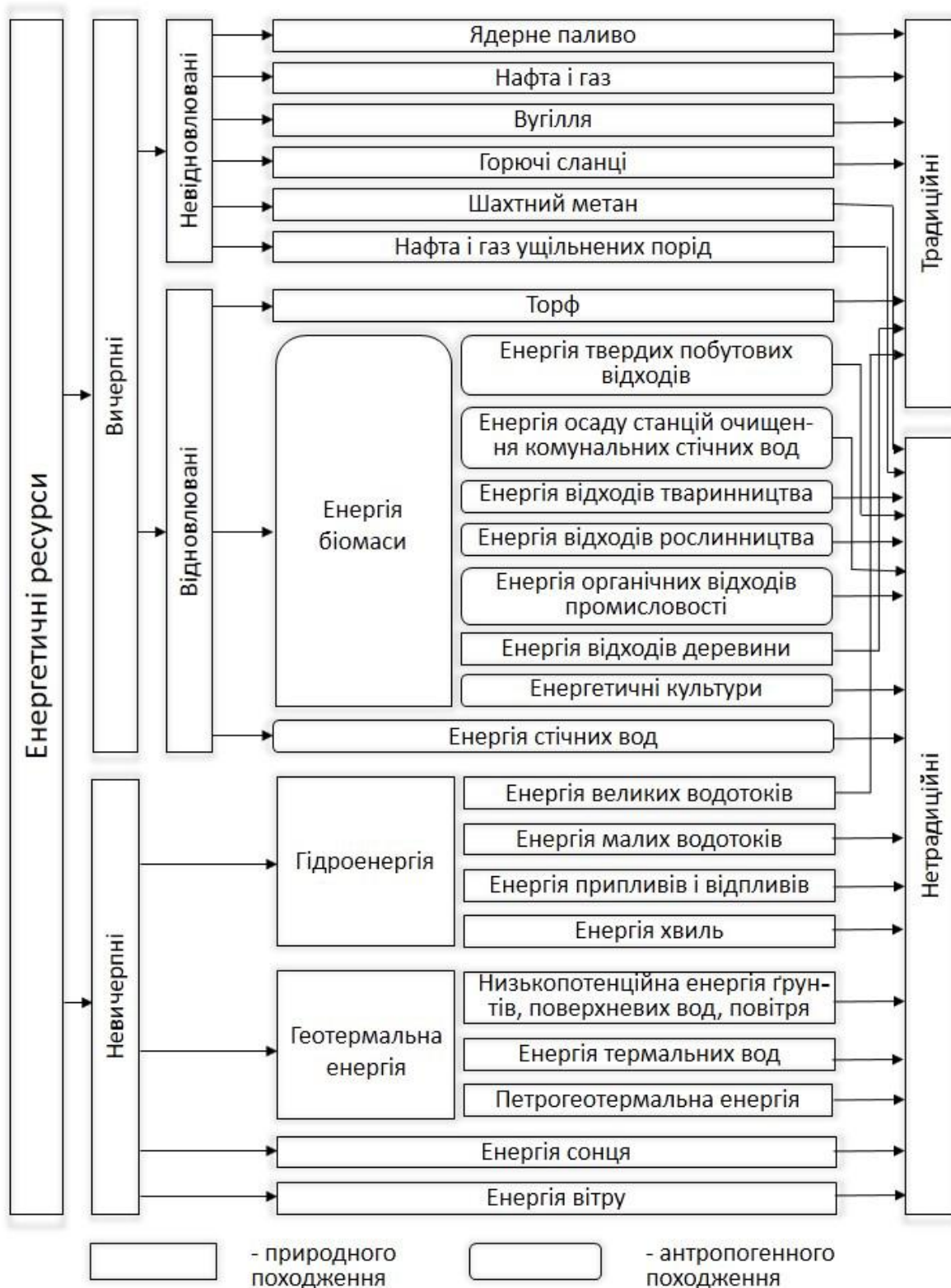


Рис. – Класифікація енергетичних ресурсів (укладено автором)

визначенні досить чітко прослідковується сутність альтернативних джерел енергії як заміника традиційних. Вдалим прикладом використання терміну «альтернативний» в законодавстві України є Закон «Про альтернативні види палива», де зазначається що

альтернативні види палива – це тверде, рідке та газове паливо, яке є альтернативою відповідним традиційним видам палива і яке виробляється (видобувається) з нетрадиційних джерел та видів енергетичної сировини [3]. У наведеному тексті нормативного акту та-

кож чітко визначається, до чого саме це паливо є альтернативою (замінником).

Виходячи з цих положень можна стверджувати, що поняття нетрадиційні та альтернативні енергетичні ресурси вживаються у тотожному змісті і можуть використовуватись як синоніми. З метою уникнення розбіжності, неузгодженості у термінологічній системі альтернативної енергетики необхідно в якості ключового обрати одне з зазначених понять. Ми вважаємо доцільним використовувати термін «альтернативні енергетичні ресурси», оскільки, по-перше, у міжнародній практиці він набув більшого поширення у порівнянні з терміном «нетрадиційні енергетичні ресурси», а по-друге він логічно співвідноситься з поняттям «альтернативна енергетика», яке укоріни-

лося в українському законодавстві та науково-дослідній літературі.

Об'єктом картографування для потреб альтернативної енергетики в першу чергу виступають альтернативні (нетрадиційні) енергетичні ресурси, що на картографічних творах відображаються за допомогою кількісних показників ресурсу, які ми умовно поділяємо на фактичні та розрахункові (табл. 1). До фактичних відносяться ті, що отримані в результаті вимірювань або елементарних обчислюваних операцій, до розрахункових – значення енергетичного потенціалу, що зазвичай є результатом більш складних аналітичних розрахунків.

Необхідність відображення на картах базових фактичних характеристик ресурсу

Таблиця 1

Показники картографування альтернативних енергетичних ресурсів

Тип ресурсу	Кількісні показники картографування	
	Фактичні	Розрахункові
Вітроенергетичні ресурси	Середні швидкості вітру на різних відносних висотах	Природний, технічно-досяжний та економічно-доцільний енергетичний потенціал
Геліоенергетичні ресурси	Кількість сумарної сонячної радіації (опроміненість), інсоляція	
Енергетичні ресурси біомаси	Об'єм або вага різних типів біомаси: твердих побутових відходів; осаду станцій очищення комунальних стічних вод; відходів тваринництва; відходів рослинництва; органічних відходів промисловості; відходів деревини; вироблених енергетичних культур	
Геотермальні енергетичні ресурси	Температура ґрунтів, поверхневих вод, гірських порід, термальних підземних вод	
Енергетичні ресурси річок	Значення річного стоку	
Енергетичні ресурси припливів і відпливів	Швидкість руху припливних течій, середні величини припливів, об'єм припливного басейну (об'єм води, що надходить у басейн протягом припливного циклу)	
Енергетичні ресурси морських хвиль	Розмір та швидкість руху морських хвиль	
Енергетичні ресурси стічних вод	температура стічних вод	
Ресурси шахтного метану	Об'єм шахтного метану	
Ресурси нафти та газу ущільнених порід	Вага та об'єм нафти, об'єм газу ущільнених порід	

обумовлюється наявністю великого різноманіття технологій альтернативної енергетики, що відрізняються технічними характеристиками, та методик обрахунку технічного та економічно-доцільного енергетичного потенціалу, які також значною мірою різняться між собою. Використовуючи зна-

чення фактичних характеристик ресурсу, відображених на картах, фахівці енергетичної сфери матимуть можливість здійснити обрахунки енергетичного потенціалу для конкретних умов проєктованого об'єкта. В той же час бажано показати на картах технічно-досяжний потенціал для типових

енергетичних установок та систем енергообладнання. Відображення економічно-доцільного енергетичного потенціалу на картографічних творах, на нашу думку, не є доцільним. Зважаючи на високий рівень варіативності соціальної, економічної та політичної ситуації, коливання вартості обладнання, дані про економічно-доцільний енергетичний потенціал у короткі терміни втрачають свою актуальність.

Галузь альтернативної енергетики розвивається не ізольовано, різні природні та соціально-економічні фактори сприяють

розвитку галузі або обмежують його (табл. 2). Обмеженість земельних ресурсів, дотримання правил безпеки, екологічні та природно-заповідні аспекти лімітують будівництво промислових та енергетичних об'єктів або виключають можливість будь-якої господарської діяльності на певних територіях. Інформація про такі фактори повинна знаходити відображення у картографічних творах для потреб альтернативної енергетики, оскільки становить інтерес для кінцевого користувача.

Таблиця 2.

**Фактори, що впливають на можливість використання альтернативних енергетичних ресурсів**

Тип ресурсу	Фактори, що обмежують використання ресурсу та/або впливають на місце розташування об'єктів енергетики
Вітроенергетичні ресурси	Шорсткість поверхні, деревна рослинність, шляхи міграції птахів, доступність електромережі, території, що контролюються аеропортами, місця проходження радіо- та телесигналів, населені пункти, архітектурно-ландшафтна спадщина, природоохоронні території.
Геліоенергетичні ресурси	Високий рівень забрудненості атмосфери або високий рівень її запиленості, правовий статус земельної ділянки, деревна рослинність, архітектурно-ландшафтна спадщина, природоохоронні території, доступність електромережі.
Енергетичні ресурси біомаси	Близькість до ресурсної бази (зادля мінімізації витрат на транспортування сировини), доступність електромережі, орієнтація на забезпечення локальних споживачів (передусім у сільській місцевості)
Геотермальні енергетичні ресурси	Архітектурно-ландшафтна спадщина, природоохоронні території, доступність електромережі, правовий статус земельної ділянки
Енергетичні ресурси малих річок	Архітектурно-ландшафтна спадщина, природоохоронні території, близькість до населених пунктів (користувача) та орієнтація на забезпечення локальних споживачів.

Не менш важливим є картографування сучасного стану розвитку альтернативної енергетики: відображення на картах підприємств, що займаються виробництвом обладнання для галузі, переробкою та транспортуванням первинних енергетичних ресурсів, тепло- та електрогенеруючих під-

приємств. Процес відображення об'єктів альтернативної енергетики на картах передбачає їх групування за характерними ознаками якісними (типами обладнання, технологічними процесами) та кількісними (виробничою та генеруючою потужностями, обсягами транспортування, тощо).

### Висновки

Законодавство України в сфері альтернативної енергетики є відносно новим. Однак, як будь-яке нормативне утворення, воно має базуватися на чіткій понятійній базі, провідне місце в якій посідає категорія «альтернативні енергетичні ресурси». В результаті аналізу системи термінів і понять енергетичної галузі визначено, що альтернативні енергетичні ресурси – це нетрадиційні енергетичні ресурси, що виступають

альтернативою (заміною) традиційним, використовують нові технології вироблення енергії, на сучасному етапі розвитку суспільства характеризуються низьким рівнем освоєння та не досягли широкого поширення. До них належать всі невичерпні енергетичні ресурси (за виключенням гідроенергії великих водотоків), всі відновлювані (окрім відходів деревини та торфу) та частина невідновлюваних, таких як метан вугільних



родовищ, нафта та газ ущільнених порід.

Принцип виокремлення класифікаційних ознак дозволяє чітко розмежовувати та систематизувати поняття енергетичних ресурсів, джерел енергії та енергетичного потенціалу, вичерпних та невичерпних, відновлюваних і невідновлюваних, традиційних та нетрадиційних енергетичних ресурсів. Класифікація енергетичних ресурсів показує ієрархічні співвідношення (супідрядності) одних термінів і понять іншим.

В результаті дослідження встановлено, що структурно об'єкт картографування для потреб альтернативної енергетики складається з трьох інформаційних блоків: 1) сучасний стан розвитку альтернативної енергетики; 2) рівень забезпеченості альтернативної енергетики ресурсною базою; 3)

природні та соціально-економічні фактори, що сприяють розвитку галузі або обмежують його.

Для відображення на картах альтернативних енергетичних ресурсів важливо використовувати як фактичні показники (середні швидкості вітру, кількість сумарної сонячної радіації, інсоляція, об'єм або вага різних типів біомаси, температура ґрунтів, поверхневих вод, гірських порід, термальних підземних вод, стічних вод, значення річного стоку, швидкість руху припливних течій, морських хвиль, середні величини припливів, об'єм шахтного метану, нафти, газу ущільнених порід, тощо), так і розрахункові (природний та технічно-досяжний енергетичний потенціал).

### Література

1. Вовк І. Класифікація ресурсів підприємства. Сучасні підходи / І. Вовк // Соціально-економічні проблеми і держава. – 2011. – Вип. 1 (4). – С. 8. : [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2011/11vipppsp.pdf>
2. Газуда М. В. Сутнісна характеристика відновлюваних природних ресурсів та особливості їх використання у сільському господарстві / М. В. Газуда // Економічні науки. Серія «Економічна теорія та економічна історія». Зб. наук. пр. Луцький НТУ. – Луцьк, 2014. – Вип. 11 (44). – С. 12-23.
3. Закон України «Про альтернативні види палива» від 21.05.2009 р. № 1391-VI // Відомості Верховної Ради України. – 2000. – № 12. – Ст. 1.
4. Закон України «Про альтернативні джерела енергії» від 20.02.2003 р. № 555-М // Відомості Верховної Ради України. – 2003. – № 24. – Ст. 155.
5. Закон України «Про енергозбереження» від 01.07.1994 р. № 74/94-ВР // Відомості Верховної Ради України. – 1994. – № 30. – Ст. 283.
6. Иванов А. С. Многокрасочный ландшафт мировой энергетики: контрасты становятся резче / А. С. Иванов, И. Е. Матвеев // Бурение и нефть. – 2014. – № 1 – С. 3-11. : [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://bumeft.ru/archive/issues/2014-01/1>
7. Лось Л. В. Перспективна альтернативна енергетика / Л. В. Лось, М. Д. Терлецький // Вісник Житомирського національного агроекологічного університету. – Житомир. – 2013. – № 1 (1). – С. 203-214 : [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Vzhnau\\_2013\\_1\(1\)\\_35.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Vzhnau_2013_1(1)_35.pdf).
8. Мусієнко Т. До питання законодавчого закріплення основних термінів у сфері альтернативної енергетики України / Т. Мусієнко // Вісник Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут". Політологія. Соціологія. Право. – К. – 2012. - № 3. – С. 162-165.
9. Мхитарян Н. М. Энергетика нетрадиционных и возобновляемых источников / Н. М. Мхитарян. - К.: Наук. Думка, 1999. – 320 с.
10. Нараєвський С. В. Класифікація традиційних та альтернативних джерел і технологій отримання енергії / С. В. Нараєвський // Економічні науки. Сер. «Економіка та менеджмент»: Зб. наук. пр. – Луцьк: Луцький національний технічний університет. – 2012. – Вип. 9 (34), Ч. 1. – С. 255-269.
11. Олійник Я. Б. Основи екології: підручник / Я. Б. Олійник, П. Г. Шищенко, О. П. Гавриленко. - К.: Знання, 2012. – С. 201-206.
12. Рабінович М. Д. Альтернативна енергетика: проблеми класифікації та положення Кіотського протоколу / М. Д. Рабінович // Проблеми загальної енергетики. – 2003. – № 9 – 387 с.
13. Реймерс Н. Ф. Природопользование: Словарь-справочник / Н.Ф. Реймерс. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.
14. Третьяков О. С. Розміщення, оцінка та раціональне використання біоенергетичних ресурсів Харківської області: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук : спец. 11.00.11 / О. С. Третьяков. – Х.: ХНУ ім. В. Н. Каразіна., 2009. – 18 с.
15. Шкурідін Є. Є. Поняття альтернативних джерел енергії / Є. Є. Шкурідін // Молодий вчений: наук. журн. – Херсон, 2014. – № 4 (07). – С. 42-44.
16. Энциклопедический словарь. В 86 т. Репр. воспр. изд. «Энциклопедический словарь Ф. А. Брокгауза и И. А. Ефрона». – СПб. : ПОЛРАДИС, 1993. – Т. 2. – 964 с.

Надійшла до редколегії 25.05.2015

УДК 504.4.054

**В. М. ЖУК**

*Харківське регіональне управління водних ресурсів  
Сіверсько-Донецького басейнового управління водних ресурсів  
61145, м. Харків, вул. Космічна, 21, 702-20-51*

**Г. В. КОРОБКОВА**

*Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем»  
61166, м. Харків, вул. Бакуліна, 6, 702-16-06  
[anet\\_korobkova@mail.ru](mailto:anet_korobkova@mail.ru)*

## **ІНТЕГРАЛЬНА ОЦІНКА СУЧАСНОГО ЯКІСНОГО СТАНУ Р. СІВЕРСЬКИЙ ДОНЕЦЬ У МЕЖАХ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Із використанням моніторингової інформації за 2014 рік здійснено інтегральну оцінку сучасного стану й просторових змін якості вод річки Сіверський Донець. Показано, що найкраща якість води, як за водогосподарською оцінкою (ІЗВ=1,35), так і за екологічною (Іе=2,99) спостерігалася у Печенізькому водосховищі. Відзначена загальна тенденція до погіршення якості води за течією Сіверського Дінця. Найгірша якість води за водогосподарською оцінкою та найбільш суттєве зниження якості води (ІЗВ=2,97, +1,62 відносно попереднього пункту; Іе=3,92, +0,93) зафіксоване нижче впадіння р. Уди. Найгірша якість води за екологічною оцінкою (Іе=4,32) при ІЗВ=2,89 відзначена нижче м. Изюм.

**Ключові слова:** водні ресурси, моніторинг, якість води, забруднення поверхневих вод, інтегральна оцінка, екологічна оцінка

### **Zhuk V. M., Korobkova G. V. THE INTEGRATED ASSESSMENT OF A CURRENT STATE OF THE SIVERSKY DONETS RIVER WITHING THE KHARKIV REGION**

With the use of monitoring data for 2014 was carried out an integrated assessment of the current state and spatial changes in water quality of the river Siversky Donets. It is shown that the best water quality, according to the water management assessment (Index = 1.35) and the environmental (Ie = 2.99) was observed in Pecheniz'ke reservoir. The overall tendency of worsening water quality downstream of the Siversky Donets is noted. The worst water quality according to assessment for water management and the most significant decline in the quality of water (Index = 2.97, +1.62 from the previous paragraph, Ie = 3.92, +0.93) was recorded below the confluence riv. Udy. The worst water quality for environmental assessment (Ie = 4.32) in Index = 2.89 is noted below Izium.

**Key words:** water recourses, monitoring, water quality, surface water contamination, integrated assessment, environmental assessment

### **Жук В. Н., Коробкова А. В. ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО КАЧЕСТВЕННОГО СОСТОЯНИЯ Р. СЕВЕРСКИЙ ДОНЕЦ В ПРЕДЕЛАХ ХАРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

С использованием мониторинговой информации за 2014 год проведено интегральную оценку современного состояния и пространственных изменений качества вод реки Северский Донец. Показано, что наилучшее качество воды, как по водохозяйственной оценке (ИЗВ = 1,35), так и по экологической (Ie = 2,99) наблюдалась в Печенежском водохранилище. Отмечена общая нечеткая тенденция к ухудшению качества воды по течению Северского Донца. Плохое качество воды по водохозяйственной оценке и наиболее существенное снижение качества воды (ИЗВ = 2,97, +1,62 относительно предыдущего пункта; Ie = 3,92, +0,93) зафиксировано ниже впадения р. Уды. Плохое качество воды по экологической оценке (Ie = 4,32) при ИЗВ = 2,89 отмечено ниже г. Изюм.

**Ключевые слова:** водные ресурсы, мониторинг, качество воды, загрязнение поверхностных вод, интегральная оценка, экологическая оценка

### **Вступ**

Річка Сіверський Донець є головною водною артерією Східної України, джерелом технічного та питного водопостачання.

На території Харківської області річки басейну С.Дінця зазнають значне антропогенне навантаження з боку промислових та комунальних підприємств, а також за рахунок поверхневого стоку з сільськогос-

подарських територій. Забруднення річки Сіверський Донець на території Харківської області негативно впливає на її стан в Донецькій області, де річкова вода також використовується для питного водопостачання. Тому оцінка якості води річки Сіверський Донець у межах Харківської області за даними моніторингових спостережень є актуальною екологічною задачею.

У Доповідях про стан навколишнього середовища [1,2] традиційно виконується аналіз якості води тільки за перевищеннями гранично допустимих концентрацій (ГДК). Такий підхід доцільний при розгляді окремих видів забруднень та не дає загальної оцінки якості води. Більш інформативною є оцінка якості води за інтегральними показниками. На практиці як інтегральну оцінку частіше за все використовують індекс забруднення води (ІЗВ) [3], який ґрунтується на кратності перевищень ГДК.

Слід також зазначити, що норми ГДК розроблені для задоволення вимог окремих видів водокористування, тому оцінка якості води з їх використанням є більшою мірою водогосподарською, ніж екологічною. Для її доповнення доцільно використовувати спеціалізовану екологічну оцінку стану водних об'єктів. В Україні така оцінка проводиться згідно з Методикою, яка затверджена Мінприроди [4].

#### Методи дослідження

Вода водного об'єкта може бути віднесена до того чи іншого класу якості, залежно від кратності перевищення концентраціями окремих речовин відповідних нормативних значень (ГДК).

Для виділення класу якості води пропонується ряд підходів, які істотно відрізняються за кількісними підсумковими оцінками [3, 4, 8, 9]. Найбільшого поширення набув індекс якості, загальносанітарний і комбінований індекси забрудненості води.

Нами було проведено визначення класу чистоти води згідно РД 52.24.643-2002 [10], які рекомендовані в даний час до використання.

ІЗВ дозволяє отримати інтегральну оцінку якості води, ґрунтуючись на кратності перевищень ГДК окремих інгредієнтів, відповідних рибогосподарським або іншим вимогам. Віднесення якості води до конкретного класу здійснюється на основі спеціа-

**Об'єкти досліджень.** Сучасний якісний стан річки Сіверський Донець за даними державного моніторингу поверхневих водних об'єктів за 2014 рік на території Харківської області здійснюється лабораторією моніторингу вод Харківського регіонального управління водних ресурсів згідно з Положенням про Державну систему моніторингу спостережень та постановами КМУ [5,6] та відповідно до «Програми моніторингу довкілля ...» [7]. Результати моніторингу систематично використовуються для проведення всебічної екологічної оцінки стану водних об'єктів Харківської області.

При дослідженні розглянуто 11 пунктів спостережень на р. Сіверський Донець. Пункти спостережень встановлені на типових ділянках основних річок, в місцях впадіння приток, на ділянках, де здійснюється активна господарська діяльність, що має значний вплив на формування якості води основної річки, на межах території областей, а також у місцях розташування великих питних водозаборів та водозаборів комплексного призначення.

**Метою роботи** є дослідження просторового розподілу інтегральної оцінки якості води Сіверського Донця з екологічних та водогосподарських позицій.

льних критеріїв інтервального типу для значень ІЗВ.

Індекс забруднення води (ІЗВ) розраховується на основі спостережених концентрацій в  $j$ -му контрольному створі в  $t$ -ий період часу –  $C [j, i, t]$ , де  $i = 1, n$  - кількість показників, які спостерігаються в контрольному створі в  $t$ -ий період часу. Розрахунок ІЗВ в  $j$ -му створі річки,  $I_z$ , проводиться за формулою:

$$I_z = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ГДК_i} = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 \frac{C_i}{ГДК_6}$$

де  $n$  – число показників, які використовуються для розрахунку індексу, з яких обов'язковими є розчинений кисень  $O_2$  і БПК<sub>5</sub>, а іншими - чотири перших інгредієнта з ранжируваного (по кратності перевищення ГДК) ряду концентрацій;

$C_i$  – концентрація хімічної речовини в воді, мг/л;

ГДК<sub>i</sub> – гранично допустима концентрація речовини у воді, мг/л;

При визначенні ІЗВ для водних об'єктів господарсько-питного та культурно-побутового видів водокористування розрахунок проводився для шести обраних компонентів, які мають найбільшу кратність перевищення відносно значень ГДК<sub>вi</sub>.

Належність якості води водотоку до конкретного класу визначається приналежністю Із відповідним інтервалам. При цьому розрізняють наступні 7 класів:

- якщо  $I_z = 0 \div 0,3$ , то клас якості води перший – «дуже чиста»;

- якщо  $I_z = 0,3 \div 1,0$ , то клас якості води другий – «чиста»;

- якщо  $I_z = 1,0 \div 2,5$ , то клас якості води третій – «помірно-забруднена»;

- якщо  $I_z = 2,5 \div 4,0$ , то клас якості води четвертий – «забруднена»;

- якщо  $I_z = 4,00 \div 6,0$ , то клас якості води п'ятий – «брудна»;

- якщо  $I_z = 6,00 \div 10,0$ , то клас якості води шостий – «дуже брудна»;

- якщо  $I_z \geq 10,0$ , то клас якості води сьомий – «надзвичайно-брудна».

Загальна екологічна оцінка стану вод здійснювалася за методикою [4]. Принцип оцінки наступний.

Весь комплекс показників поділявся на три групи:

1 – показники сольового складу вод: (сума іонів, хлориди, сульфати);

2 – показники трофо-сапробіологічного стану вод: завислі речовини, розчинений кисень, рН, розчинені органічні

речовини (БСК<sub>5</sub> та ХСК), сполуки головних біогенних елементів (азот амонійний, азот нітратний, азот нітритний, фосфати);

3 – показники вмісту специфічних речовин токсичної та радіаційної дії: нафтопродукти, СПАР, феноли; важкі метали (залізо загальне, хром загальний, свинець, нікель, кадмій).

Перша група показників характеризує вміст головних іонів, який є найбільш фундаментальним аспектом складу вод.

Друга група показників характеризує за хімічними, фізичними та біологічними параметрами природні властивості вод і, відповідно, їх зміни під впливом антропогенних чинників.

Третя група показників характеризує забруднення вод речовинами, які у природному стані відсутні або практично відсутні (ксенобіотики).

Далі отримувалися блокові індекси екологічної оцінки по кожному пункту за двома варіантами: шляхом усереднення категорій показників у блоці та шляхом вибору найгіршої у блоці категорії. Індекс загальної екологічної оцінки (Ie) знаходився як середньоарифметичне блокових індексів по кожному пункту. Після цього отримані індекси усереднювалися по кожному з пунктів спостережень. Таким чином, оцінка проводилася за середніми величинами (Ie<sub>(сеп)</sub>) та за середніми з найгірших величин (Ie<sub>(max)</sub>).

Якість води визначалася за отриманими індексами екологічної оцінки за таким принципом (табл.).

### Результати дослідження

За особливостями гідрохімічного режиму річки у Харківській області можуть бути поділені на два типи. До першого типу відносяться річки, води яких протягом річного циклу характеризуються гідрокарбонатним складом. Це в основному річки лісостепової частини області (Мерла, Коломак, верхні течії Сіверського Дінця, включаючи водозбір р. Оскіл), сольовий склад яких формується під впливом багатих карбонатами ґрунтів в умовах помірної вологості. У складі вод переважають іони HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> і Ca<sup>2+</sup> (36-44 % екв. у період повені і 25-44 % екв. у межінь). Мінералізація і жорсткість води складає відповідно 120-300 мг/л і

1,5-4 мг-екв./л у період повені, та 600-1000 мг/л і 4-8 мг-екв. у межінь [11].

До другого типу відносяться малі річки, води яких характеризуються підвищеною мінералізацією і сульфатно-хлоридним складом. До нього відносяться річки, які протікають у межах ерозійного району Донецького кряжа (праві притоки Сіверського Дінця нижче впадіння р. Бритаї), а також притоки Дніпра (річки Оріль і Самара). Мінералізація води цих річок в повінь коливається в межах 500-1000 мг/л, у межінь – 2000-5000 мг/л. Жорсткість води відповідно дорівнює 6-9 мг-екв. у період повені і більше 9 мг-екв. у межінь.

Класи та категорії якості поверхневих вод України за Методикою [4]

Клас якості вод	I		II		III		IV	V
Категорія якості вод	1	2	3	4	5	6	7	
Назва класів і категорій якості вод за їх станом	Відмінні	Добрі		Задовільні		Погані	Дуже погані	
	Відмінні	Дуже добрі	Добрі	Задовільні	Посередні	Погані	Дуже погані	
Назва класів і категорій якості вод за ступенем їх чистоти (забрудненості)	Дуже чисті	Чисті		Забруднені		Брудні	Дуже брудні	
	Дуже чисті	Чисті	Досить чисті	Слабо забруднені	Помірно забруднені	Брудні	Дуже брудні	

Гідрохімічний режим річок формується із стоку поверхневих дощових і талих вод, з підземного живлення, а також під впливом водозаборів з ріки і скиду промислових і господарчо-побутових стічних вод. Впливає також зарегулювання стоку у ставках і водосховищах. Хімічний склад води р. Сіверський Донець змінюється просторово і в часі.

По Харківській області стан річкової води Сіверського Дінця за індексом ІЗВ у верхній частині оцінюється як 3 «помірно забруднена». Після впадіння притоки р. Уди індекс ІЗВ збільшується більш ніж вдвічі, стан річкової води значно погіршується і оцінюється як 4 «забруднена». Нижче впадіння притоки р. Мжа (м. Зміїв) індекс ІЗВ знижується (з 2,97 до 2,39) і стан річкової води знову покращується до 3 «помірно забруднена», що вказує на її позитивний вплив. Далі за течією індекс ІЗВ варіює на межі класу якості 3 «помірно забруднена» і 4 «забруднена», і на межі Харківської і Донецької областей відповідає 4 «забруднена».

Показники, які визначають клас якості вздовж водотоку річки в межах Харківської області, є: мідь, хром<sup>6+</sup>, нафтопродукти, марганець, сульфати, нітроти, цинк та БСК<sub>5</sub>.

Так, у пункті спостережень верхів'я р. Сіверський Донець – с. Огірцеве ІЗВ становить – 1,65, клас якості – 3 «помірно-забруднена». Перевищення ГДК встановлено по БСК<sub>5</sub> – в 1,27 раз, міді – у 2,83 рази, хрому<sup>6+</sup> – в 2,08 раз, марганцю<sup>2+</sup> – в 1,58 рази та заліза – в 1,39 раз. Ie<sub>(сер)</sub> складає – 3,25, категорія якості вод – 3 «досить чис-

ті», Ie<sub>(max)</sub> – 5,0, категорія якості – 5 «помірно забруднені».

В наступному пункті спостережень р. Сіверський Донець – с.Печеніги спостерігається найкраща якість води. ІЗВ складає 1,35, клас якості – 3 «помірно-забруднена». Перевищення ГДК встановлено по БСК<sub>5</sub> – в 1,19 раз, міді – в 2,33 раз, хрому<sup>6+</sup> – в 1,42 раз, марганцю<sup>2+</sup> – в 1,21, заліза – в 1,17 раз. Показник Ie<sub>(сер)</sub> складає – 2,99, категорія якості вод – 3 «досить чисті», Ie<sub>(max)</sub> – 4,67, категорія якості – 5 «помірно забруднені».

Покращення якості води обумовлене тим, що великий обсяг води Печенізького водосховища (об'ємом води 383 млн.м<sup>3</sup>) сприяє вирівнюванню пікових концентрацій забруднюючих речовин, а сповільнення течії – акумуляції речовин у донних відкладах водосховища.

У пункті спостережень в межах с.Есхар відзначається найгірша якість води. ІЗВ складає 2,97, клас якості – 4 «забруднена». Перевищення ГДК встановлено по БСК<sub>5</sub> – в 1,83 раз, нітратам – в 3,47 раз, міді – в 5,83 раз, хрому<sup>6+</sup> – в 2,17 раз, нафтопродуктам – в 3,67 раз. Ie<sub>(сер)</sub> складає – 3,92, категорія якості вод 4 «слабо забруднена», Ie<sub>(max)</sub> – 6,0 категорія якості вод – 6 «брудні». Таке погіршення якості води відбувається внаслідок надходження забруднених вод з річки Уди, яка впадає в р.Сіверський Донець за 2 км вище даного моніторингового створу.

Варто зазначити, що р. Уди впродовж своєї течії зазнає найбільш значного забруднення серед всіх річок Харківської області. Воно відбувається внаслідок антропогенного навантаження, пов'язаного зі скидом сті-

чних вод, які містять біогенні речовини. Власне за інтегральним показником річка Уди відноситься до 5 класу якості «брудна», ІЗВ складає – 4,47.  $I_{e(сep)}$  на цій річці складає – 4,56, категорія якості вод 5 «помірно забруднені»,  $I_{e(max)}$  – 6,56, категорія якості 7 «дуже брудні».

Перевищення ГДК відбувається по БСК<sub>5</sub> – в 1,6 раз, нітратам – в 7,95 раз, міді – в 6,42 раз, хрому<sup>6+</sup> – в 3,25 раз, нафтопродуктам – в 4,42 рази. Власно сам басейн річки Уди привносить до р. Сіверський Донець основну кількість забруднюючих речовин, а саме: БСК<sub>20</sub> – 44,6 %, нітритів – 50,1 %, міді – 37,7%, сульфатів – 21,4 %, нафтопродуктів – 83,1%, хрому – 49,6 %, цинку – 40,9 %.

Нижче за течією якість води Сіверського Дінця вирівнюється, і у пункті спостереження в м. Зміїв клас якості знову повертається до третього «помірно-забруднена», ІЗВ складає – 2,39, перевищення ГДК встановлено по БСК<sub>5</sub> – в 1,58 раз, міді – в 4,5 раз, нітратам – в 2,57 раз, хрому<sup>6+</sup> – в 2,17 рази, нафтопродуктам – в 2,75 рази. Значення  $I_{e(сep)}$  та  $I_{e(max)}$  поліпшуються відповідно до 3,59, категорія якості вод 4 «слабко забруднені», та 5,67, категорія якості – 6 «брудні» відповідно.

На ділянці від м. Змієва до м. Ізюма якість води залишається практично стабільною, індекс забруднення коливається в межах від 2,1 до 2,5.  $I_{e(сep)}$  варіює у межах категорії 4 «слабко забруднені» від 3,59 до 4,21 та за  $I_{e(max)}$  – від 5,67 до 6,33 у межах категорії 6 «брудні».

Лише нижче м.Ізюма внаслідок антропогенного впливу комунальних стоків,

якість погіршується і клас якості становить 4 «забруднена», ІЗВ – 2,89. Кратність перевищення ГДК, що визначають клас якості, наступні: БСК<sub>5</sub> – 1,88, мідь – 2,76, хром<sup>6+</sup> – 5,17, сульфати – 3,59, марганець<sup>2+</sup> – 3,3. На цій ділянці значення індексів екологічної оцінки  $I_{e(сep)}$  та  $I_{e(max)}$  були найбільшими – 4,19 та 6,33 відповідно.

Стан річкової води Сіверського Дінця за індексом ІЗВ на межі Харківської та Донецької областей оцінюється як 4 «забруднена», ІЗВ – 2,74, перевищення ГДК становлять: по БСК<sub>5</sub> – в 1,81 раз, по хрому<sup>6+</sup> - в 4,58 раз, по марганцю<sup>2+</sup> - в 3,63 раз, по сульфатам – в 2,96 раз, по міді – в 2,81 раз.  $I_{e(сep)}$  складає - 3,79, категорія якості вод 4 «слабко забруднені»,  $I_{e(max)}$  – 6,0, категорія якості 6 «брудні».

Наведені на рис. 1 та 2 дані визначають зміни якості води за течією річки Сіверський Донець від кордону України з Російською Федерацією до межі Харківської та Донецької областей України за показниками ІЗВ та  $I_e$  відповідно.

Згідно результатів моніторингу якісного стану поверхневих водних об'єктів Харківської області, відповідно ІЗВ, стан якості поверхневих вод р. Сіверський Донець, в основному, був стабільним та коливався від «помірно-забрудненої» до «забрудненої», а в місцях значного зосередження населення і промисловості – «до брудної».

За результатами екологічної оцінки якості поверхневих вод суші та естуаріїв, відповідно екологічного індексу якості води ( $I_e$ ), стан якості поверхневих вод за ступенем їх чистоти (забрудненості) був досить

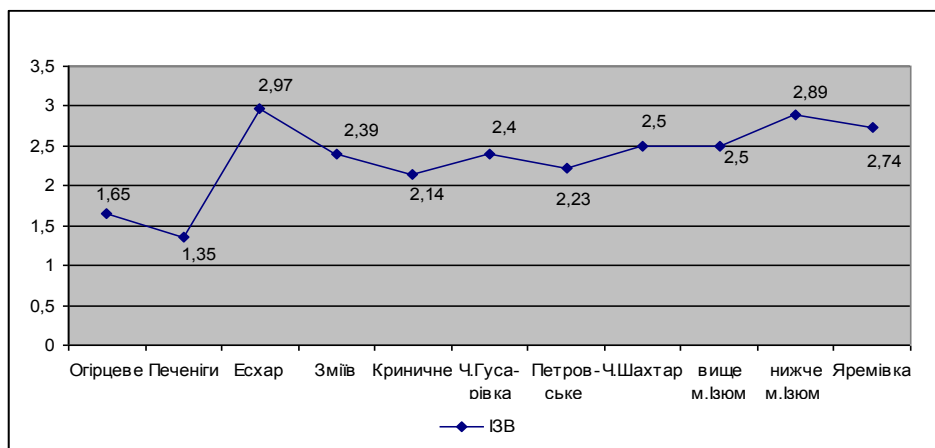


Рис. 1 – Просторові зміни індексу забрудненості вод (ІЗВ) за течією р. Сіверський Донець у 2014 році

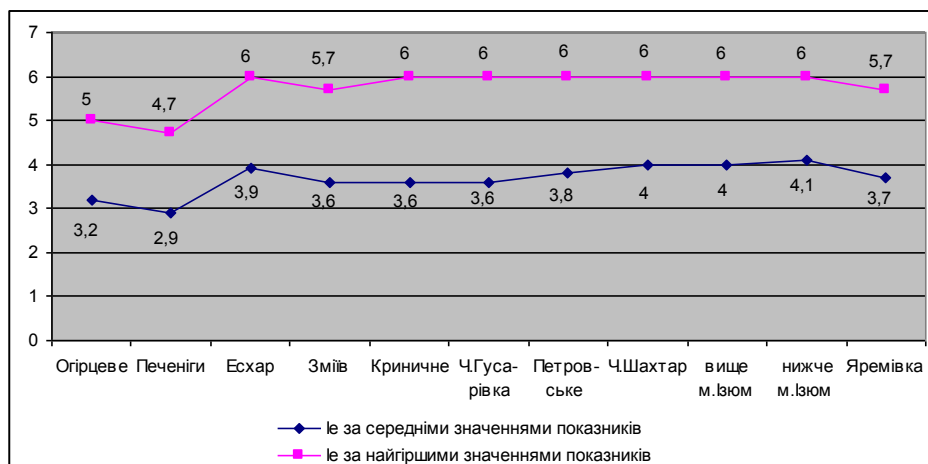


Рис. 2 – Просторові зміни екологічного індексу (Ie) за середніми та найгіршими показниками за течією р. Сіверський Донець у 2014 році

стабільним та коливався від «досить чистої» до «слабко забрудненої» за середніми значеннями показників та від «помірно забруднені» до «брудні» за найгіршими значеннями показників.

Спостерігалися перевищення нормативів вмісту забруднюючих речовин для рибогосподарського водокористування за вмістом органічних сполук та важких металів, що носять систематичний характер. Основними джерелами забруднення річкової води є недостатньо очищені зворотні води промислових і комунальних підприємств, серед яких основна маса забруднюючих речовин – це органічні речовини, сульфати, азот амонійний, залізо, тощо. Саме їх потрапляння до водних об'єктів призводить до значних змін якісного стану вод.

Аналізуючи зміни якості води вздовж водотоку р. Сіверський Донець на основі індексу забрудненості вод можна відмітити, що суттєве погіршення якості води спостерігається в наступних пунктах спостережень: нижче впадіння річки Уди, нижче міста Балаклії, нижче впадіння каналу Дніпро-Донбас та нижче міста Ізюм. Позитивний вплив на стан якості р. Сіверський

Донець відіграє наявність ділянок, на яких мають місце інтенсивні процеси самоочищення, що відповідає ділянкам з меншим антропогенним навантаженням. На Сіверському Дінці такі ділянки відмічаються від кордону з Белгородською областю РФ до селища Печеніги, а також певні ділянки перед впливом міст Балаклія та Ізюм.

Просторовий розподіл показників якості води у р. Сіверський Донець у Харківській області за 2014 рік наведений на рис. 3.

Показниками, що визначають клас якості уздовж водотоку річки в межах Харківської області є вміст: міді, хрому, марганцю, заліза, нафтопродуктів, нітритів, сульфатів, цинку та значення БСК<sub>5</sub>. Жорсткість вздовж водотоку річки в середньому складає 7,36 ммоль/дм<sup>3</sup>. Кисневий режим вздовж водотоку р. Сіверський Донець у 2014 році був задовільний.

Проведений аналіз повторюваності перевищень щодо нормативів вище означених показників дає можливість стверджувати, що ці забруднення є характерними, оскільки частка таких випадків складає більше 50%.

### Висновки

Результати спостережень за якісним станом вод басейну р. Сіверський Донець свідчать про те, що має місце загальна тенденція до погіршення якості води за течією.

Основними факторами, що впливають на стан річок басейну, є надходження забруднюючих речовин зі зворотними водами промислових підприємств і комунальних

господарств, з поверхневим стоком урбанізованих та сільськогосподарських територій.

Найкраща якість води, як за водогосподарською оцінкою, так і за екологічною, спостерігалася у Печенізькому водосховищі.

Напрямок наступних досліджень за даною темою є аналіз динаміки зміни якості води у часі.



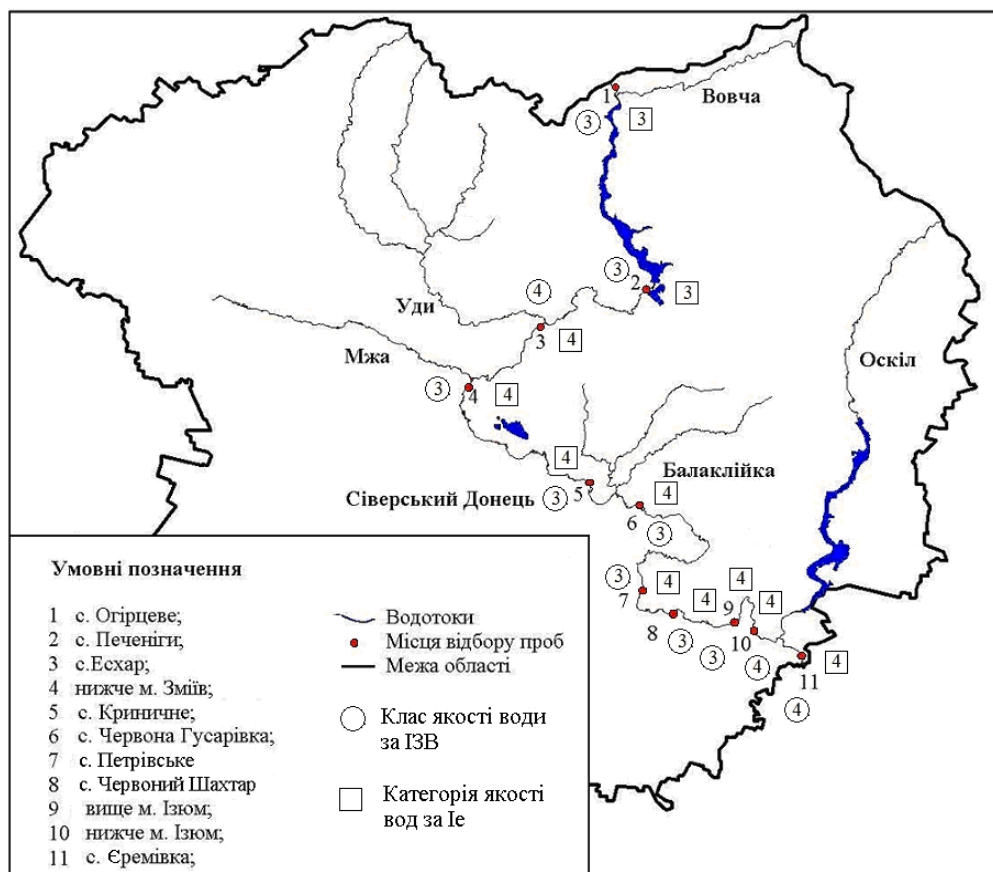


Рис. 3 – Карта-схема просторового розподілу показників якості води р. Сіверський Донець

### Література

1. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області за 2013 рік. [Текст] // Державне управління охорони навколишнього природного середовища в Харківській області. – Харків, 2014. – 225 с.

2. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2012 році. [Текст] // Міністерство екології та природних ресурсів України. – Київ, 2012. – 415с.

3. Ємельянова В. П. Оцінка якості поверхневих вод суші по гідрохімічним показникам. [Текст] / В. П. Ємельянова, Г. Н. Данилова, Т. Х. Колеснікова. – //Гідрохім. матеріали, ГХІ. – 1983. – Т. 88. – С. 119-129.

4. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / Романенко В.Д., Жукинський В.М., Оксіюк О.П. та ін. [Текст] – К.: Символ-Т, 1998. - 28 с.

5. Постанова Кабінету Міністрів України від 20 липня 1996 року № 815 «Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод» [Електрон. ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/815-96-п>.

6. Постанова Кабінету Міністрів України № 815 від 30.03.1998 № 391 «Про затвердження Положення про державну систему моніторингу до-

вкілля» [Електрон. ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/391-98-п>.

7. Жук В. Здійснення державного моніторингу поверхневих водних об'єктів. [Текст]/ В. Жук. // Екологічні аспекти регіонального партнерства в надзвичайних ситуаціях: збірка матеріалів науково-методичної конференції. – Х. : НУЦЗУ, 2012. – С. 38.

8. Гузарій В.І. Індекс якості води. [Текст]/ В. І. Гузарій, А. С. Шайн. – Проблеми охорони вод. – Х., 1975. – С. 136-139.

9. Методичні рекомендації по формалізованій комплексній оцінці поверхневих вод по гідрохімічним показникам. [Текст] – Л.: Гідрометеоіздат, 1988.

10. РД 52.24.643-2002: Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу : <http://meganorm.ru/Index2/1/4293831/4293831806.htm>

11. Коненко А. Д. Гидрохимическая характеристика рек УССР. Изд. АН УССР. [Текст] / А. Д. Коненко. – К., 1972. – 172 с.

Надійшла до редколегії 15.05.2015

УДК 911.2 + 502.57(076)

**М. В. БОЯРИН**, канд. геогр. наук, доц. **Л. А. САВЧУК**, канд. біол. наук, доц.  
*Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки, м. Луцьк*

### ОЦІНКА СТУПЕНЯ ПРИДАТНОСТІ ОЗЕР ТУРИЙСЬКОГО РАЙОНУ ДЛЯ ЦІЛЕЙ РЕКРЕАЦІЇ

Проаналізовано стан розвитку туризму і рекреації у басейнах озер Турійського району; охарактеризовано загальний екологічний стан, морфометричні та гідрохімічні показники озер, подано оцінку ступеня придатності озер для цілей рекреації. Окреслено перспективи розвитку туризму та рекреації району дослідження.

**Ключові слова:** озеро, рекреаційні ресурси, водокористування, якість води, екотуризм

### **Boyarin M. V. Savchuk L. A. ASSESSMENT OF THE SUITABILITY OF LAKES TURIYSK DISTRICT FOR RECREATIONAL PURPOSES.**

Analyzes the development of tourism and recreation in the basins of lakes Turiysk district; the characteristics of the overall ecological condition, morphometric and hydrochemical characteristics of the lake waters; assesses the suitability of lakes for recreational purposes. The perspective development of tourism and recreation of the study area.

**Key words:** lake, recreational resources, water use, water quality, ecotourism

### **Боярин М. В., Савчук Л. А. ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ПРИГОДНОСТИ ОЗЕР ТУРИЙСКОГО РАЙОНА ДЛЯ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЦЕЛЕЙ**

Проаналізовано состояние развития туризма и рекреации в бассейнах озёр Турийского района; дана характеристика общего экологического состояния, морфометрических и гидрохимических показателей озерных вод; приведена оценка степени пригодности озер для рекреационных целей. Определены перспективы развития туризма и рекреации района исследования.

**Ключевые слова:** озеро, рекреационные ресурсы, водопользование, качество воды, экотуризм

#### **Вступ**

**Постановка проблеми.** Озеро є складним географічним об'єктом, що активно взаємодіє з довкіллям. Існування озера залежить від навколишніх ландшафтів та водночас воно саме впливає на ці ландшафти. Уповільненість водообміну водойми позначається на формуванні його природних особливостей, у озерах формується своєрідний напівзамкнений цикл кругообігу речовин та енергії [6]. Озерні природні утворення віддавна слугували людям своїми водними, рибними, органо-мінеральними та рекреаційними ресурсами. В умовах Полісся озера та їх узбережжя є основними об'єктами рекреаційної діяльності. А курортно-рекреаційне освоєння водойм є особливим видом водокористування, що особливої актуальності набуває на сучасному етапі.

Озерам України присвячено немало географічних досліджень, переважно регіональних – гідрологічного, гідробіологічного, геоморфологічного, загального фізико-географічного змісту. Дослідженням різних

аспектів озерознавства займалися ряд вітчизняних та зарубіжних вчених: Ільїн Л. В., Мартинюк В. О., Мольчак Я. О., Пашенко В. М., Ковальчук І. П., Шевцова Н. С., Власов Б. П., Зайцев В. М. [3, 4, 6, 11, 12]. Проте найбільше, на території Волинської області, вивчалися озера Шацької групи, переважна більшість яких розташована у межах Шацького природного національного парку. Аналіз літературних джерел свідчить, про недостатню вивченість питання придатності озерних екосистем для цілей рекреації у Волинській області в цілому та її частин.

**Метою** роботи є комплексне дослідження стану озерних екосистем Турійського району, впливу на них природних та антропогенних чинників та визначення на основі цього оцінки ступеня їх придатності для цілей рекреації. Матеріалами написання роботи послужили дані Держуправління екології та охорони навколишнього середовища у Волинській області та Турійської СЕС.

### Виклад основного матеріалу

Велике значення належить озерам у формуванні системи рекреації: сприятливий клімат, мальовничі ландшафти, узбережжя водойм, ліси, джерела мінеральних вод – усе це сприяє відновленню та покращенню здоров'я, фізичних і духовних сил людини під час короткочасного та тривалого відпочинку. В умовах Полісся озера та їх узбережжя є основними об'єктами рекреаційної діяльності. А курортно-рекреаційне освоєння водойм є особливим видом водокористування. Найпривабливішими є великі водойми, озера розміщені групами. Озера Турійського району належать до Турійсько-Озерянської групи. У Турійському районі озера Соминське, Святе та Олександрівське є гідрологічними заказниками. На озерах Соминське, Величі і Пісочне побудовано бази відпочинку. Впорядковано місця для відпочинку на озерах Селище і Черехапа [4, 14].

На базі невеликих озер створюються зазвичай рекреаційні зони місцевого значення. Їх просторово-територіальна структура формується у складі чотирьох функціональних зон:

- водні акваторії з трасами водного туризму,
- прибережна смуга з високим рекреаційним навантаженням на локальних ділянках,
- господарсько-житлова зона,
- зона прогулянок, туристичних походів та екскурсій.

У формуванні озерних рекреаційних зон виділяється три основні етапи: створення одиничних невеликих закладів організованого оздоровчого відпочинку, докладне вивчення рекреаційного потенціалу території, створення мережі соціально-побутової, транспортної та природоохоронної інфраструктури.

Переважає більшість озер Турійського району розташовані у басейні правої притоки Прип'яті – річки Турія. Налічується близько 30 озер, більшість з яких карстового походження [6, 9]. Всі озера басейну річки Турії заболоченні, заростають, рівень води нестійкий, дно вкрите шаром мулу. Озера Турійського району належать до малих озер. Абсолютна більшість із них – це озера з площею до  $0,15 \text{ км}^2$ , а загалом площа озер Турійського району змінюється від  $0,003 \text{ км}^2$  до  $1,24 \text{ км}^2$ . За кількість переважають озера з площею  $0,03 - 0,15 \text{ км}^2$ , найбільшими є озера – Перевірське, Охитники та Соминське [4].

Частка озер Турійського району становить  $0,32 \%$  від загальної площі, загальна площа водної поверхні  $379,94 \text{ га}$ , та об'єм  $55,32 \text{ млн м}^3$ . Найбільшим озером є Синове з піщаними берегами, яке розташоване поблизу трьох сіл – Соколище, Синове і Шкоби. До великих озер за площею (рис 1.) також належать – Соминське, Охитники, Перевірське, Дольське, озера відповідно мають і найбільші глибини:  $30\text{м}$ ,  $17\text{м}$ ,  $21\text{м}$ ,  $22 \text{ м}$ .

Ступінь придатності озер Турійського району для цілей рекреації визначався згідно «Методики оцінки ступеня придатності водойм для цілей рекреації» білоруських науковців [11; 12]. За цільові показники взято: загальні, особливі (токсичні, мікробні, радіаційне забруднення), індивідуальні (величина, глибина, ширина, площі заростання), специфічні.

Одна з головних умов для організації оздоровчого відпочинку й туризму на водоймах є належна якість води.

Загалом озера Волинського Полісся є прісними, а їх мінералізація коливається в межах  $87 - 457 \text{ мг/дм}^3$ . Озерна вода, за складом головних йонів, відповідно до класифікації О. А. Алекіна належить до гідрокарбонатно-кальцієвих (гідрокарбонатний клас групи кальцію  $\text{C}_{II}^{\text{Ca}}$ ) [2].

У водному живленні озер беруть участь підземні води водоносних горизонтів. Однак більший вплив на формування хімічного складу води справляють водно-льодовикові відклади. Порівняно велика кількість опадів у цьому регіоні зумовила значну промитість ґрунтів і порід, їх бідність на мінеральні компоненти. Саме через це водні об'єкти, що не піддаються прямому антропогенному впливу, мають невисоку мінералізацію води, часто до  $300 \text{ мг/дм}^3$ . Ще однією особливістю хімічного складу води, яка також безпосередньо пов'язана з природними умовами, є збільшення вмісту органічних сполук у воді при наявності заболочених територій. (табл. 1) [2; 7; 8; 10].

Гідрохімічний склад води озер Турійського району коливається в межах ГДК вода в озері слабозабруднена. На формування хімічного складу озер впливають як чинники їх живлення, так і антропогенне навантаження. Для характеристики хімічного аналізу та оцінки якості сучасного стану озер використані дані спостережень Турійської міжрайонної СЕС [13] (табл. 1).



Рис. 1 – Картосхема озер Турійського району [1]

Таблиця 1

Показники гідрохімічного складу води озер Турійського району, середнє значення за 2014р. [36]

№	Гідрохімічний показник мг/дм <sup>3</sup>	Місця збору проб							
		Соминське	Пісочне	Озерянське	Пересека	Дольське	Охитники	Турчани	Соловичівське
1	Мінералізація	310	312	295	298	300	305	286	316
2.	Хлориди	20,1	19,2	21,1	22,5	19,5	20,6	18,5	20,37
3	Сульфати	62,5	58,2	57,3	56,1	60,5	56,5	54,3	58,8
4	Розчинний кисень	10,3	10,1	9,7	10,1	9,8	9,6	10,5	8,7
5	Нітрати	43	42	46	51	48	50	45	52
6	Нітрити	3,4	3,6	3,8	3,2	3,3	3,5	3,7	3,5
7	Фосфати	0,35	0,38	0,36	0,39	0,42	0,45	0,48	0,39
8	Fe	0,236	0,243	0,254	0,235	0,241	0,245	0,248	0,242
9	Cr+6	0,003	0,002	0,002	0,003	0,003	0,002	0,003	0,003
10	Mn	0,014	0,013	0,013	0,014	0,014	0,012	0,012	0,012
11	Ni	0,011	0,010	0,011	0,010	0,011	0,010	0,010	0,010

Сольовий склад природних вод представлений головним чином, солями соляної, сірчаної та вугільної кислот з металами натрієм, калієм, магнієм та кальцієм. Загальна мінералізація води за середніми значеннями коливається від 286 до 312мг/дм<sup>3</sup>. За переважанням серед аніонів

йону НСО<sub>3</sub>, а катіонів йону Са - води озер характеризуються як гідрокарбонатно-кальцієві.

Крім головних йонів для хімічного складу води характерна наявність біогенних речовин, насамперед сполук азоту, фосфору, заліза. Серед великої кількості мінера-

льних та органічних сполук азоту і фосфору найбільше лімнологічне значення мають легкозасвоювані ортофосфати та амонійні солі. Це сполуки для більшості рослинних організмів відіграють роль основних поживних речовин [2; 8, 10]. Основними джерелами емісії біогенів у води озер є територіальні поверхневі стоки сільськогосподарських угідь, відходи тваринництва та рослинного виробництва, а також атмосферні опади. Концентрація нітрат-йонів у воді (табл. 1) становить 0,41 – 0,52 мг/дм<sup>3</sup> та дещо перевищує граничну величину 50 мг/дм<sup>3</sup>. Слід зазначити, що підвищені концентрації нітратів не характерні для озерної води. Концентрація нітритів становила – 3,4 та 3,7 мг/дм<sup>3</sup>, що в незначній мірі перевищує ГДК (3,3 мг/дм<sup>3</sup>). Вміст фосфат-йону у воді озер коливається за середніми даними від 0,35 до 0,48 мг/дм<sup>3</sup>, що перевищує ГДК у 6-9 разів. Вважається, що концентрація фосфат-йону понад 0,05 мг/дм<sup>3</sup> може бути критичною для водойм із сповільненим зарегульованим стоком, що може стати поштовхом до антропогенного евтрофування природних об'єктів. [10]. Вміст хлоридів у воді озер становить 22,5 дм<sup>3</sup>, що не перевищує ГДК. Показники вмісту сульфатів коливалися в межах 62,3 – 53,5 мг/дм<sup>3</sup>, що не перевищує ГДК [2; 8].

Окрему групу гідрохімічних показників становлять важкі метали, існуючі дані

спостережень дозволяють охарактеризувати вміст деяких речовин (хром, нікель, марганець) у воді які не перевищують ГДК. Концентрація марганцю коливається у межах 0,014–0,012 мг/дм<sup>3</sup>, що не перевищує норм ГДК. Вміст хрому у воді озер становить 0,003 – 0,002 мг/дм<sup>3</sup> при цьому є періоди коли вміст у воді не виявлявся. Екологічним оптимумом становить 0,05 мг/дм<sup>3</sup>. Вміст нікелю у поверхневих водах озер коливається у межах 0,011–0,010 мг/дм<sup>3</sup>.

Отже, в результаті аналізу гідрохімічних показників води озер Турійського району, за матеріалами спостережень Турійської СЕС [13], виявлено, що на формування хімічного складу озер впливають як чинники їх живлення, так і антропогенне навантаження, а поверхневі води озер Турійського району є слабо забруднені.

Ступінь придатності водойм для рекреаційного використання певних видів оцінювався на основі чотирирівневої шкали, яка визначає різні рівні комфортності та безпеки відпочинку населення на водоймах. Кожному ступеню шкали цінності відповідають певні значення та якісні характеристики цільових показників - **3 бали** – найсприятливіші умови, **2 бали** – сприятливі умови, **1 бал** – відносно сприятливі умови, **0 балів** – несприятливі умови [11, 12].

Таблиця 2

Ступінь придатності озер Турійського району для цілей рекреації, оцінка в балах

№	Показник	Соминське	Пісочне	Озерянське	Пересіка	Дольське	Охігники	Турічани	Соловчицьке
1	Мінералізація мг/дм <sup>3</sup>	2	2	2	2	2	2	2	2
2.	Хлориди мг/дм <sup>3</sup>	2	2	2	2	2	2	2	2
3	Сульфати мг/дм <sup>3</sup>	2	2	2	2	2	2	2	2
4	Розчинний кисень мг/дм <sup>3</sup>	2	2	2	2	2	2	2	2
5	Азот амонійний мг/дм <sup>3</sup>	1	1	1	1	1	1	1	1
6	Фосфати мг/дм <sup>3</sup>	1	1	1	1	1	1	1	1
7	Прозорість, м	3	1	2	1	2	1	2	1
8	Активна реакція води, рН	3	3	3	3	3	3	3	3
9	Водний режим	2	1	2	1	2	1	2	1
10	Генетичний тип	2	2	2	2	2	2	2	2
11	Тип донних відкладів	3	3	3	2	3	2	3	2
12	Ширина, км	3	1	1	1	1	1	1	1
13	Довжина, км	3	1	1	1	1	1	1	1
14	Площа, км	3	1	2	1	2	1	2	1

Оцінка ступеня придатності озер Турійського району для цілей рекреації подана у таблиці 2. В результаті проведення оцінки ступеня придатності озер Турійського району для цілей рекреації можна відмітити, що найсприятливіші умови має лише одне озеро – Соминське, яке відповідає за морфометричними характеристиками, типом донних відкладів, прозорістю і активною реакцією води.

Сприятливі умови озерної води за переважною більшістю гідрохімічних показників, відносно сприятливі умови озеро має за гідрохімічними показниками фосфатів та азоту амонійного, що зумовлено близькістю сільськогосподарських угідь та на-

селених пунктів без очисних споруд для комунальних стоків.

Центрами рекреації Турійського району поблизу озер є: *Гостинна садиба «Бджілка»*, с. Соловичі - розташована на околиці села, неподалік змішаного лісу та озера; *Гостинна садиба «Крайня хата»* с. Соловичі - розташована в центрі села, за 1,5 кілометри до озера та мішаного лісу.; *Гостинна садиба «Зайжджий двір»*, с. Соловичі - розташована за 500м. від озера, неподалік лісу; *Гостинна садиба с.Пересіка* - знаходиться неподалік від мальовничого озера Пісочне; *Гостинна садиба с.Дольськ* - знаходиться неподалік від мальовничого озера Дольське.

### Висновок

В результаті проведення оцінки ступеня придатності озер Турійського району для цілей рекреації можна відмітити, що найсприятливіші умови має лише одне озеро – Соминське. Сприятливі умови за переважною більшістю показників мають озера Озерянське, Дольське, Туричани, Охитники. Відносно сприятливі умови за переважною більшістю показників мають озера Пісочне, Пересіка, Соловичівське.

У перспективі, вважаємо доцільним створення єдиної інформаційної бази даних про стан та динаміку показників ступеня придатності озерних екосистем для цілей рекреації, посилення ролі громадськості та рівня інформованості населення щодо екологічної ситуації у озерних екосистемах і можливостей розширення рекреаційно-туристичної мережі.

### Література

1. Атлас Волинської області / За ред. Ф. В. Зузук – М. : Комітет геодезії та картографії СРСР, 1991. – 42 с.
2. Алекин О. А. Общая гидрохимия / О. А. Алекин. – Л. : Гидрометеиздат, 1948. – 208 с.
3. Ильин Л. В. Водоемы замедленного водообмена Украины: ресурсы и проблемы рационального использования / Л. В. Ильин // Прикладная лимнология. Лимнологическое и геоморфологическое обеспечение рационального природопользования : сб. науч. ст. – Минск : изд-во БГУ, 2002. – Вып. 3. – С. 265–271.
4. Ільїн Л. В. Озера Волині. Лімно-географічна характеристика / Л. В. Ільїн, Я. О. Мольчак. – Луцьк : Надстир'я, 2000. – 140 с.
5. Кукурудза С. І. Визначення якості природних вод у контексті моніторингу геосистем / С. І. Кукурудза – Львів : ЛДУ. – 1994. – 86 с.
6. Ковальчук В.В. Проблеми рекреаційного використання карстових озер Волинського Полісся / В.В. Ковальчук, І.М.Мерленко, М.А.Федонюк // Охорона і менеджмент об'єктів неживої природи на заповідних територіях. Матеріали міжнар.наук.-практ. конференції. – Гримайлів-Тернопіль: «Джура», 2008. – С. 147-152.

7. Набиванець Б. І. Аналітична хімія природного середовища / Б. І. Набиванець, В. В. Сухан, Л. В. Калабша – К. : Либідь, 1996. – 304 с.
8. Пелешенко В. І. Загальна гідрохімія. / В. І. Пелешенко, В. К. Хільчевський. – Київ : Либідь, 1997. – 384 с.
9. Природа Волинської області / за ред. К. І. Геренчука. – Л. : Вид-во Львів. ун-ту, 1975. – 147 с.
10. Хільчевський В. К. Основи гідрохімії : підручник / В. К. Хільчевський, В. І. Осадчий, С. М. Курило. – К.: Ніка-Центр. – 2012. – 312 с.
11. Шевцова Н. С. Основные положения и принципы изменения целевых показателей качества воды водоемов рекреационного назначения / Н. С. Шевцова // Природные ресурсы. – 1999. – № 2. – С. 34 – 46.
12. Шевцова Н. С. Рекреационная оценка акватории озер республики Беларусь на основе целевых показателей / Н. С. Шевцова, Б. П. Власов, В. М. Зайцев // Природные ресурсы. – 2001. – № 3. – С. 134 – 137.
13. Річний звіт Турійської СЕС. – [б. в.]. – 2014. – 125 с.
14. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.lutsk.ukrstat.gov.ua>

Надійшла до редколегії 10.05.2015





УДК 911.582.(477.83)

**І. Б. КОЙНОВА**, канд. геогр. наук, доц., **Р. І. ШТОЙКО**

Львівський національний університет імені Івана Франка

ул.Дорошенка, 41/62, Львів, 79000

[kfgeoresurs@ukr.net](mailto:kfgeoresurs@ukr.net)

## ГЕОЕКОЛОГІЧНІ ЗАГРОЗИ ПОШИРЕННЯ БОРЩІВНИКА СОСНОВСЬКОГО НА ТЕРИТОРІЇ ТУРКІВСЬКОГО РАЙОНУ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Розглянута проблема поширення інвазійного виду – борщівника Сосновського, який становить значну загрозу для природних геосистем, людей і господарства в цілому. Описана історія інтродукції бур'яна в Україну та його морфологічні характеристики. Виявлено особливості поширення борщівника Сосновського у Турківському районі Львівської області – типової території низькогірних Українських Карпат. На основі аналізу фондових матеріалів та польових досліджень виявлені основні ареали поширення інвазійного виду – річкові долини, необроблювані сільськогосподарські угіддя, вузькі смуги вдовж доріг, закинуті території. Сформульовані геоecологічні загрози неконтрольованого поширення небезпечної рослини. Визначені найбільш дієві та безпечні методи боротьби з бур'яном, враховуючи фізико-географічні особливості регіону.

**Ключові слова:** інвазійний вид, геоecологічні загрози, неконтрольоване поширення, безпечні методи боротьби

### **Koynova I. B., Shtoyko R. I. GEOECOLOGICAL THE THREAT SPREADING OF HERACLEUM SOSNOWSKIYI ON THE TERRITORY IN TURKIVSKIY DISTRICT OF LVIV REGION**

The problem of Heracleum Sosnowski spreading, which is an invasive species and creates huge threats for natural geosystems, people and economy at all, was reviewed in this article. The history of introduced weed in Ukraine and his morphological features were described. The features of Heracleum Sosnowski spreading were found in Turkivski district of Lviv region – a typical low Ukrainian Carpathians territory. By analyzing sets of stock materials and field researches, the main areas of invasive species spreading were found. They are riverbeds, uncultivated agriculture fields, narrow strip along the roads and abandoned territories. The geoecological threats, caused by uncontrolled spreading of the danger species, were formulated. The most effective and safe methods of weed management were identified, including regional physical geography features.

**Key words:** invasive species, geoecological threats, uncontrolled spreading, safe methods of struggle

### **Койнова І. Б., Штойко Р. І. ГЕОЕКОЛОГІЧЕСКИЕ УГРОЗЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО НА ТЕРРИТОРИИ ТУРКОВСКОГО РАЙОНА ЛЬВОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Рассмотрена проблема распространения инвазивного вида – борщевика Сосновского, который представляет значительную угрозу для природных геосистем, людей и хозяйства в целом. Описана история интродукции сорняка в Украину и его морфологические характеристики. Выявлены особенности распространения борщевика Сосновского в Турковском районе Львовской области – типичной территории низкогорных Украинских Карпат. На основе анализа фондовых материалов и полевых исследований выявлены основные ареалы распространения инвазивного вида – речные долины, необрабатываемые сельскохозяйственные угодья, узкие полосы вдоль дорог, заброшенные территории. Сформулированы геоecологические угрозы неконтролируемого распространения опасного растения. Определены наиболее эффективные и безопасные методы борьбы с сорняком, учитывая физико-географические особенности региона.

**Ключевые слова:** инвазивный вид, геоecологические угрозы, неконтролируемое распространение, безопасные методы борьбы

### **Вступ**

Швидко неконтрольоване поширення борщівника Сосновського (*Heracleum Sosnovski*) становить загрозу для геосистем, господарства та здоров'я населення. Ареали борщівника Сосновського останнім часом

значно зросли не лише в Україні, але й в Польщі, Чехії, Латвії, Білорусі, куди він був інтродукований для використання у сільському господарстві. У цих країнах вже десятки років проводиться боротьба з небезпечним бур'яном. В Україні, наразі, складають лише плани боротьби з борщівником Сос-

новського, а кошти на їх реалізацію виділяють по залишковому принципу. Тому площі бур'яна швидко зростають, пригнічуючи природне біорізноманіття та гальмуючи розвиток господарства. Згідно даних департаменту екології та природних ресурсів Львівської обласної адміністрації площі, зайняті борщівником у області становлять на 2014 р. 1056 га і зростають щороку більш ніж на 100 га. Найбільше їх зосереджено у карпатських (Турківському, Сколівському, Старосамбірському, Дрогобицькому) та Радехівському районах. Особливу небезпеку борщівник Сосновського становить для вразливих гірських геосистем Українських Карпат та їх компонентів, що мають низьку стійкість до впливу агресивних інвазійних видів. Тому для дослідження нами обраний Турківський район Львівської області, де склались сприятливі природні умови для поширення борщівника Сосновського та на 2014 рік зафіксовані найбільші його ареали в області. Сучасний занепад сільського господарства та відсутність контролю за поширенням небезпечних бур'янів загострюють проблему та сприяють швидкому захопленню небезпечним бур'яном нових територій.

Метою публікації є дослідження особливостей поширення борщівника Сосновського у гірському Турківському районі Львівської області для вибору ефективних заходів боротьби з ним.

Еколого-географічні дослідження дають можливість виявити чинники формування екоситуацій та екостанів, встановити ступені їх критичності для довкілля і безпеки для життєдіяльності людей, виявити найгостріші екологічні проблеми, визначити напрями їх розв'язання, шляхи оптимізації природокористування, підходи до ландшафтно-екологічної організації території. У роботі досліджено геоекологічні загрози, що

створює один з біотичних компонентів геосистем – борщівник Сосновського, для інших екологічних компонентів, геосистеми в цілому та екоситуації, яка важлива для розвитку господарства та безпеки населення.

Публікації щодо негативних наслідків поширення борщівника Сосновського в Україні з'явилися недавно, оскільки раніше розглядали лише його корисні властивості і можливості використання у сільському господарстві. Після доведення неефективності такого використання, увага фахівців до борщівника Сосновського зменшилась, що й спровокувало його неконтрольоване поширення великими територіями.

Сьогодні проблема поширення борщівника Сосновського є надзвичайно актуальною, тому нею займаються спеціалісти різних галузей – біологи, агрономи та географи. Зокрема Проць Б. Г. та Вихор Б. І. (2012) досліджують територіальні особливості поширення бур'яну та методи боротьби з ним на території Закарпатської області [1]. Шувар І. А. (2013) зробив детальний опис біологічних особливостей борщівника Сосновського, його кормової та господарської цінності, ареалів поширення, заходів боротьби та застережень для населення [8]. Койнова І. Б. (2013), зважаючи на транскордонний характер проблеми, робить наголос на необхідності розробки і виконання на території Львівської області спільної українсько-польської програми боротьби з небезпечним бур'яном [2]. В численних закордонних публікаціях автори діляться досвідом організації моніторингу поширення борщівника Сосновського та сучасних методів боротьби з ним [4, 9]. Специфіка поширення борщівника Сосновського у гірських Карпатських районах України не висвітлена у публікаціях, тому наше дослідження є актуальним.

#### **Методика дослідження**

Для досягнення мети використовувалися загальнонаукові методи системного аналізу та спеціальні методи дослідження: польові, картографічні, фотографічні. На основі аналізу літературних джерел, наукових публікацій, матеріалів визначників та енциклопедій, інтернет-ресурсів, фондових матеріалів Департаменту екології та приро-

дних ресурсів Львівської облдержадміністрації і Турківської районної державної адміністрації була зібрана доступна інформація про борщівник Сосновського, особливості його розвитку та адаптації, ареали поширення, небезпеку для геосистем, господарства та людини.

Польовими дослідженнями охоплені 7 модельних ділянок, які репрезентують територію найбільш ймовірного поширення борщівника Сосновського у гірському районі. Основним методом вивчення поширення борщівника Сосновського були маршрутні-експедиційні дослідження у червні-липні 2014 р. Виявлені особливості його

місцезростання, тип та зволоження ґрунту, віддаленість від водних об'єктів, які сприяють поширенню виду, наявність супутніх рудеральних видів рослин. Борщівник описували за стандартними характеристиками: рясність, висота, діаметр стовбура, життєвість, розподіл та наявність супутніх рослин.

### Результати дослідження

Рід борщівника (*Heracleum*) включає в себе до 70 видів, п'ять з яких природно зростає на території України. Найбільш поширений (майже по всій Україні – на луках, берегах річок, біля доріг) борщівник сибірський (*Heracleum sibiricum*). В Карпатах зустрічаються борщівник карпатський (*Heracleum carpaticum*), борщівник європейський (*Heracleum spotilium*) і зрідка борщівник пальчастий (*Heracleum palmatum*). В Криму росте борщівник Стевена (*Heracleum Steveni*). В багатьох країнах різні його види використовують як лікарську, овочеву, крохмалисту, медоносну, ефіроносну і декоративну рослину. Так, з борщівника Дульце (*H. dulce* T.), який росте на Камчатці, здавна місцеве населення виготовляє цукор, солодкий сироп, спирт.

Борщівник Сосновського (*Heracleum Sosnovski*) росте на всій території України, але на відміну від природних видів він становить велику загрозу для біорізноманіття, оскільки, як інтродукований вид, немає природних ворогів і конкурентів. Борщівник Сосновського належить до інвазійних видів –алохтонних видів із значною здатністю до експансії, який розповсюджуються природним шляхом або за допомогою людини і становить значну загрозу для флори і фауни певних екосистем, конкуруючи з автохтонними видами за екологічні ніші, а також спричиняючи загибель місцевих видів [1].

Борщівник Сосновського походить з гірських лісів та субальпійських лук Центрального та Східного Кавказу, Закавказзя і Туреччини, де місцеві жителі використовували для приготування борщів його молоде листя до появи квітконоса. У 1947 році за розпорядженням Сталіна борщівник Сосновського був занесений в список радянських сільськогосподарських культур. Незважаючи на заперечення науковців, його

активно почали вирощувати як силосну культуру на територіях усього колишнього СРСР та країн «соціалістичного табору». Корови, поїдаючи силос із борщівника, почали давати молоко з гірким присмаком, яке було непридатним для вживання. Тому, рослину перестали вирощувати і контролювати. Але великий насіневий «банк», що залишився у ґрунтах за роки культивування борщівника Сосновського, спровокував значне його розповсюдження. Це стало екологічною проблемою в місцях колишнього його вирощування. Борщівник Сосновського спричинює опіки при попаданні клітинного соку рослини на відкриті ділянки шкіри людини. Опіки викликають органічні речовини з групи фуурокумаринів (бергаптен, ізобергаптен, ізопімпінілін та ін.), які містяться в цих рослинах [4]. Тому борщівник Сосновського отримав ще одну, народну назву – «помста Сталіна».

Морфологічні особливості борщівника Сосновського сприяють хорошій адаптації рослини до умов та швидкому розмноженню. Стебла порожнисті, округлі, діаметром 6-10 см, досягають 2,5-3,5 м заввишки. Розеткові листки перистолопатові з довгими дудчастими, до 1 м, черешками, з великими пластинками (1<sup>х</sup>1 м). Суцвіття – складний багатопроменевий зонтик, 50-60 см у діаметрі в головного суцвіття, і менший у бічних. Квітки дрібні п'ятипелюсткові, білі, з присмним ароматом. Плід – сім'янка з різким ароматом ефірної олії. Корінь стрижневий, м'ясистий, розгалужений, проникає на глибину до 1,5 м. Запилення перехресне. Насіння може дозрівати навіть тоді, коли стовбур рослини зрізаний. Одна рослина здатна щороку давати від 15-20 тис., а в окремі роки і до 100 тис. насіння. У ґрунті насіння борщівника можуть зберігати життєздатність 3-5, іноді 10-15 років.

У перший рік життя рослина росте повільно і утворює прикореневу розетку листків. В наступні роки відростає раною весною одразу після танення снігу і росте дуже швидко. Вологолюбна, добре росте на заплавах, низинах, осушених торфовищах та на зрошуваних землях. Разом з тим борщівник не витримує перезволоження чи посушливих умов. Рослина еутотрофна – потребує родючих ґрунтів. Термостійка – витримує заморозки до  $-7^{\circ}\text{C}$  й спеку до  $+37^{\circ}\text{C}$ . При достатньому сніговому покриві не вимерзає при температурі  $-40^{\circ}\text{C}$ . Борщівник вимогливий до світла, погано переносить затінення. Про природних ворогів цієї рослини поки що не відомо [8].

Турківський район розташований у південно-західній частині Львівської області, займає 1193 км<sup>2</sup>. На 01.01.2014 у районі проживало 50,2 тис. осіб у 67 населених пунктах. Переважає сільське населення – 41,6 тис. ос., міське населення становить 17% (8,6 тис. ос.). Районний центр – м.Турка.

У результаті господарської діяльності у Турківському районі за останні сто років значно зменшилась вкрита лісом площа з 79 % до 46 % від загальної площі. Змінився й породний склад лісу. У первинному (корінному) стані територія регіону була вкрита буково-ялицевими (50 %) і смереково-ялицево-буковими (29 %) лісами. Тепер

майже половину лісовкритих площ (близько 21 % території району) займають чисті похідні смеречники [3].

Гірські фізико-географічні особливості району несприятливі для вирощування сільськогосподарських культур у промислових об'ємах. Проте, у структурі земельних ресурсів значну частину займають сільськогосподарські угіддя (39 %), які майже порівно представлені ріллею та луками. На території району розвиваються приватні фермерські господарства, є перспективи розвитку молочно- м'ясного господарства, оскільки значні площі придатні для пасовищ та сіножатей [7]. Туризм поки що займає незначне місце у галузевому комплексі, але має великі перспективи за умов розвитку інфраструктури та усунення загроз, які становить біологічне забруднення території борщівником Сосновського.

Густа річкова мережа, достатня зволоженість та м'який клімат – з одного боку, та занепад сільського господарства – з іншого, створюють сприятливі умови для поширення борщівника Сосновського територією Турківського району.

За результатами аналізу фондів матеріалів та польових досліджень у межах Турківського району виявлений нерівномірний характер поширення популяції борщівника Сосновського ( рис.).

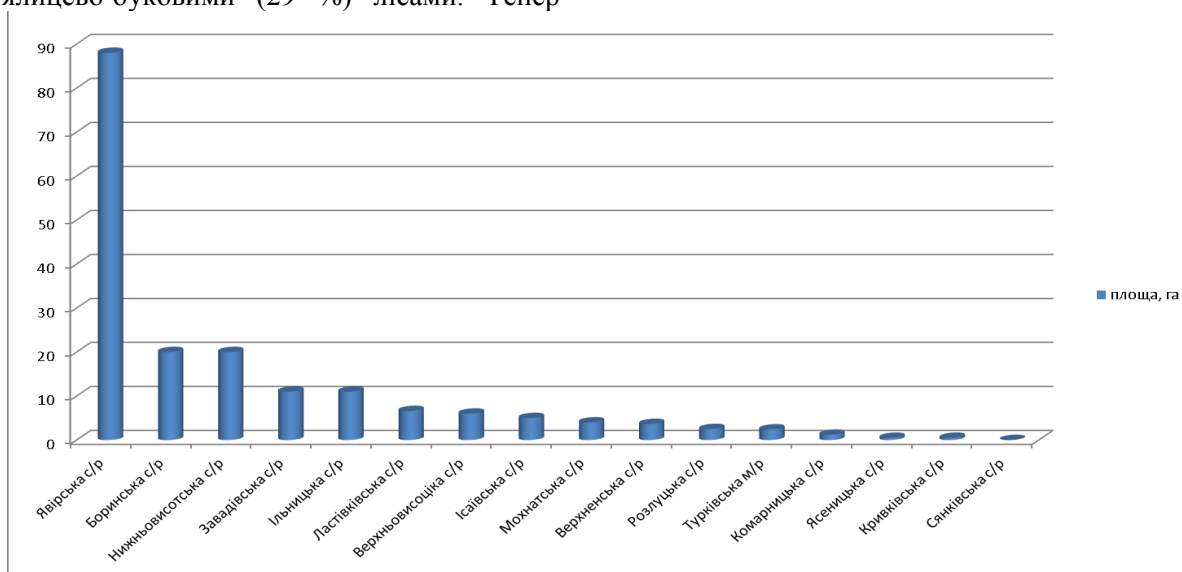


Рис. – Поширення борщівника Сосновського в адміністративних межах Турківського району Львівської області

Найбільші площі борщівника Сосновського зафіксовані у Явірській сільській раді (88,0 га), зокрема на прибережних смугах р. Стрий. На модельних ділянках, закладених на заплаві та першій надзаплавній терасі поблизу Явірського водосховища, виявлені рослини були найвищими (3-4 м), з великими суцвіттями і товстими стовбурами. Це пов'язано з морфологічними особливостям, адже це вологолюбна культура, яка добре росте на заплавах. На дослідних ділянках під заростями борщівника Сосновського інші види рослин не зафіксовані. Під час маршрутно-експедиційних досліджень встановлена також значна приуроченість борщівника Сосновського до річководолінних коридорів Турківського району, зокрема річки Дністер та поширення інвазійного виду не лише вниз за течією але і вгору.

Великі площі бур'яну зафіксовані вздовж автомобільних доріг. На модельних ділянках, закладених вздовж дороги Турка-Бориня та Турка-Яблулька виявлені суцільні ареали борщівника витягнутої форми площею в середньому 500-700 м<sup>2</sup> з обох боків дороги з невеликими прогалинами. Розміри рослин менші, ніж на заплавах (2,5-3 м), але життєвість висока. Таке поширення пов'язане із специфікою умов та морфологічними особливостями насіння борщівника, яке легко поширюється вітром вздовж вітрових коридорів автомагістралей та за колесами автомобілів.

У межах двох сільських рад – Боринської та Нижньовисоцької – площі під борщівником Сосновського по 20,0 га. На модельній ділянці поблизу районного сміттєзвалища побутових відходів (3 км на зх. від с. Бориня) зафіксовані найбільш пригнічені рослини бур'яну (до 2 м) з тонким стовбу-

ром та невеликими суцвіттями. Зростали невеликими групами або поодинокі, розподіл нерівномірний. Поруч зафіксовані рудеральні види – полин звичайний (*Artemisia vulgaris* L.), пирій повзучий (*Elytrigia repens* L.), кропива дводомна (*Urtica dioica* L.). Тому можна зробити висновок, що розташування на відкритих територіях в умовах недостатнього зволоження є несприятливим для борщівника Сосновського.

На переважній більшості території Турківського району (9 сільських та 1 міська рада) площі, захоплені борщівником Сосновського невеликі – від 1 до 10 га. На модельних ділянках, закладених на землях сільськогосподарського призначення м. Турки у північній частині міста, на оброблюваній ріллі борщівник зустрічався по краях поля невеликими групами, мав пригнічений вигляд і невеликі розміри. У східній частині міста обрали для дослідження закинуте поле, що заросло борщівником суцільно. Рослини висотою 2-3 м мали високу щільність та витіснили будь-які інші види з території.

Найменші площі, зайняті борщівником Сосновського, зафіксовані у Ясеницькій, Кривківській (по 0,5 га) та Сянківській (0,001 га) сільських радах. Очевидно, це пов'язано з великою залісненістю територій, а також з неточністю даних через малу дослідженість проблеми.

Аналіз фондових матеріалів Турківської райдержадміністрації свідчить, що найбільші площі в межах району борщівник Сосновського займає на: сільськогосподарських угіддях, що не використовуються у Явірській, Боринській та Нижньовисоцькій сільських радах – 72,8 га (див табл.). Ці території повністю заростають рослинами, там немає будь-яких перешкод для його

Таблиця

Поширення борщівника Сосновського територіїю Турківського району Львівської області [7]

Території поширення	Площа, га	Частка від загальної площі
Вздовж русел річок	54,8	30,0
Вздовж доріг	30,8	16,9
На сільськогосподарських угіддях	72,8	40,0
На землях лісового фонду	17,0	9,2
Інші території	7,1	3,9
Разом	182,5	100,0

поширення. Значні площі поширення борщівника Сосновського вздовж русел річок у водоохоронних смугах сільських рад: Явірська та Ластівківська. Великі площі популяції борщівника Сосновського займають вздовж автомобільних шляхів та лісосмуг (Явірська сільська рада). Поширений бур'ян також біля сміттєзвалищ, закинутих будівель та інших земель, що не використовуються – 7,1 га

Ареали рослини найбільші у північній та центральній частині Турківського району. На рівнинних територіях району популяції борщівника Сосновського переважають на сільськогосподарських землях, а у гірських частинах – вздовж русел річок та доріг.

Геоекологічні загрози неконтрольованого поширення небезпечного бур'яну мають комплексний характер, і спричиняють як прямий, так і опосередкований негативний вплив на довкілля, людей, господарство.

Загрози поширення борщівника Сосновського для геосистем. Завдяки хорошим адаптаційним властивостям рослина легко дичавіє і поникає в природні геосистеми. Основні території його поширення – заплави річок і струмків, узбіччя автомобільних та залізничних шляхів, канали, яри, балки, закинуті сільськогосподарські угіддя, пустирі, сміттєзвалища, узбіччя лісів, парків, садів. Площі, зайняті борщівником, зростають щороку на землях різних категорій, витісняючи місцеві види трав'яних і деревних (особливо голкових – сосни і ялини) порід рослин. Захоплюючи нові площі, він порушує природне функціонування місцевих геосистем. Великі і широкі листки борщівника розпускаються навесні раніше за інші рослини (трави), затінюючи поверхню ґрунту. Тому менш тіневитривалі види рослин, в тому числі рідкісні, випадають з рослинного угруповання, а загальна кількість видів знижується в декілька разів в порівнянні з рослинними угрупованнями не ураженими борщівником Сосновського. Часто під заростями борщівника зникають будь-які рослини, і восени коли його листки в'януть, ґрунти під ним оголюються, і піддаються ерозії. Відбувається процес блокування вихідного біоценозу і формування нового.

Загроза для господарства. Під час економічної кризи інвазія борщівника Соснов-

ського на сільськогосподарські угіддя завдає не тільки екологічної, але й економічної шкоди. За чверть століття безконтрольного поширення, борщівник створив суцільні зарості вздовж шляхів сполучення, долин річок та на сільськогосподарських угіддях, зокрема сінокісних луках. Для повернення закинутих угідь у використання необхідні систематичні заходи боротьби із заростями борщівника Сосновського, що вимагає значних фінансових і трудових ресурсів, а також тривала в часі. Ускладнює ситуацію значний насінєвий запас рослини, що створився у ґрунтах і, за умов хороших адаптаційних властивостей борщівника, він зможе ще десяти років не лише проростати, а й захоплювати нові території. Відсутність точної інформації про площі і місцезростання бур'яна, ускладнюють ефективність боротьби з ним.

Загроза для людини. Недостатня поінформованість населення про небезпеку борщівника Сосновського призводить до щорічного збільшення кількості постраждалих. Влітку 2014 року у Львівській області до медиків з опіками борщівником Сосновського звернулися сотні людей, 40 з яких госпіталізували [5]. Прозорий водянистий сік рослини багатий на фотоактивні сполуки, які під дією сонячного випромінювання, стають токсичними. Навіть одноразове торкання до борщівника призводить до опіків 1-3 ступенів, що у перші кілька діб, схожі на термічні. Почервоніння, водянисті пухири з'являються на уражених ділянках тіла одразу після контакту, а через один-два дні, під впливом сонця, перетворюються на хімічні опіки. Місця уражень важко гояться, загострюються прояви інших шкірних захворювань. Тому у методи боротьби з борщівником обов'язково потрібно включати інформаційну роботу з населенням.

Загальний занепад сільського господарства на території Львівщини загалом і зокрема Турківського району, провокує стрімке поширення борщівника Сосновського на занедбаних і безконтрольних угіддях. Нерентабельність вирощування великої та малої рогатої худоби на фоні доступності дешевої імпортової сировини, призводить до падіння її поголів'я, що в свою чергу призводить до зменшення площ діючих пасовищ

і сіножатей. Відсутність систематичного та регулярного випасання чи скошування створює ідеальні умови для росту популяцій борщівника Сосновського [5]. Також розростається небезпечний бур'ян на приватних територіях – занедбаних городах, садах, полях. Кошти на боротьбу з борщівником Сосновського у Турківському районі виділяють щороку з 2013, але їх використовують лише частково і не завжди ефективно. Для прикладу скошування борщівника часто проводять після його цвітіння, що сприяє рознесенню насіння на більші відстані і провокує зростання його площ. За умов низької обізнаності населення та управлінців про особливості та безпеку, борщівник швидко завойовує нові площі.

Існує багато методів боротьби з борщівником Сосновського: механічні (скошування, обрізання квітів, викопування), фізичні (спалювання), хімічні (використання пестицидів). Проте необхідно враховувати природні особливості Турківського району, і використовувати різноманітні методи, залежно від конкретних умов кожного ареалу. Під час проведення робіт проти поширення борщівника Сосновського необхідно пам'ятати про техніку безпеки: уникати будь-якого контакту незахищеного тіла з рослиною, мати необхідне оснащення і спецодяг.

На узбережжях річок та на сільськогосподарських угіддях найбільш ефективним

буде систематичне викошування лук до початку цвітіння та підрізання під корінь на глибині 10 см (2-3 рази на рік). Такий метод не дає можливості борщівнику досягнути репродуктивної зрілості, призводить до його поступового витіснення природними видами. На територіях, де є доступ для важкої техніки, можна проводити боронування 1-2 рази на рік, у міру регенерації особин виду. Наприклад вздовж автомобільних доріг та на сільськогосподарських угіддях із суцільними заростями бур'яну.

Якщо рослини вже випустили бутони, то скошувати їх уже пізно. Тому необхідно обрізувати бутони на початку цвітіння рослин. Обрізані бутони потрібно спалювати. Адже генеративний пагін борщівника має в стеблі великий запас поживних речовин, достатній для дозрівання насіння вже у зрізаній парасольці. Тому важливо не допускати цвітіння нових рослин.

В окремих випадках можна використовувати випасання худоби – овець, кіз, ВРХ, проте тварин потрібно при звичаїти до такої дієти і стежити за станом їхнього здоров'я. Враховуючи фізико-географічні особливості Турківського району, хімічний метод боротьби застосовувати не можна, адже наявність великої кількості джерел, річок та характер рельєфу може призвести до значного забруднення гербіцидами.

### Висновки

Загалом, згідно первинного обліку на 2014 рік, площа борщівника Сосновського на території Турківського району становить 182,4 га (0,16% території району). Найбільші ареали зафіксовані у Явірській с/р (88 га), найменші – у Сянківській (0,001 га). Вище середньоарифметичного значення по району зафіксовані площі зайняті борщівником Сосновського у Боринській та Нижньовисоцькій с/р (по 20 га). На територіях решта сільських рад і міста Турки зафіксовані поки що незначні площі, але густа річкова мережа в межах району, загальний занепад сільського господарства, мала ефективність боротьби з бур'яном сприяє швидкому поширенню борщівника Сосновського і може призвести до катастрофічних наслідків

У боротьбі із борщівником Сосновського важливі також і адміністративно-

правові заходи. Наприклад занесення борщівника Сосновського до списку карантинних бур'янів, що здасть змогу краще організувати моніторинг за його поширенням та виділяти кошти на боротьбу із ним. Потрібно не тільки боротися із сучасними заростями борщівника Сосновського, але й попереджувати його поширення. Необхідно виділити території сприйнятливі для проникнення та росту рослини та здійснювати моніторинг за ними; виявити сучасні його ареали; навчити місцеве населення розпізнавати борщівник Сосновського та розповісти про методи боротьби з ним; вжити ефективних управлінських заходів щодо обмеження поширення та знищення борщівника [2]. Лише комплексні, регулярні та цілеспрямовані заходи боротьби зможуть дати очевидний, тривалий і стійкий ефект.



### Література

1. Вихор Б.І., Проць Б.Г. Борщівник Сосновського (*Heracleum Sosnovski*) на Закарпатті: екологія, поширення та вплив на довкілля. – [електронний ресурс]. – режим доступу: <http://bioweb.lnu.edu.ua/studia>

2. Койнова І. Б. Запобігання розповсюдженню шкідливих бур'янів на українсько-польському пограниччі / І. Б. Койнова. // Львівська область – регіон сучасного управління комунальними послугами: мат. міжн. науково-практичного семінару. – Львів-Перемишль, 2013. – Розділ 5. – С.45-49.

3. Концептуальні засади сталого розвитку гірського регіону / М. А. Голубець, П. С. Гнатів, М. П. Козловський та ін. – Львів, 2007. – 288 с.

4. Песня Д. С. и др. Исследование токсического, митозмодифицирующего и мутагенного действия Борщевика Сосновского // Ярославский педагогический вестник. – 2011. – В. 3. – Т. 4. – С. 93-98.

5. Проведення заходів з охорони та відтворення природних рослинних ресурсів (підготовка заходів із знешкодження борщівника Сосновського у Львівській області) // Департамент екології та природних ресурсів Львівської ОДА. [електрон-

ний ресурс]. – режим доступу: – <http://www.ekologia.lviv.ua>

6. Синицина Н. Ю. Поширення борщівника Сосновського на території міста Житомира // Зб. матеріалів Міжнар. наук.-практ. конф. «Наука. Молодь. Екологія.» – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2014. – С. 172-178.

7. Турківська районна рада: Зведенні дані міських, селищних та сільських рад по борщівнику Сосновського. [електронний ресурс]. – режим доступу: – <http://turka.org.ua>

8. Шувар І. А. Особливо небезпечні рослини України: навч. посіб. / За ред. І. А.Шувара – К.: «Центр учбової літератури», 2013. – 192 с.

9. Lenka Moravcova i in.: Seed Ecology of *Heracleum mantegazzianum* and *H. sosnowskyi*, Two Invasive Species with Different Distributions in Europe [електронний ресурс]. – режим доступу: – <http://www.ibot.cas.cz/invasions/pdf/Moravcova>

Надійшла до редколегії 25.05.2015

УДК: 504.06: 678.27

**М. І. КУЛИК**, канд. техн. наук

*Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна*

пл. Свободи, 6, м. Харків, 61022

[mikkulik@mail.ru](mailto:mikkulik@mail.ru)

### УТИЛІЗАЦІЯ ВІДПРАЦЬОВАНИХ МОТОРНИХ МАСТИЛ: ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИЙ АСПЕКТ

Розглянуто причини забруднення навколишнього середовища відпрацьованими моторними мастилами (ВММ), а також питання екологічної безпеки ВММ. Визначено об'єм утворення ВММ від експлуатації легкових автомобілів в Харківській області в 2013 році. Розраховано економічні збитки за забруднення земель від несанкціонованої утилізації ВММ. За результатами експериментальних досліджень встановлено зольність та сірчаність ВММ. Порівняння їх з показниками мазуту М40 показало, що зольність та сірчаність ВММ більша ніж мазуту. В золі ВММ та мазуту М100 виявлено присутність всіх десяти металів, які визначались, причому концентрація всіх металів, крім міді, у золі ВММ вище ніж у золі М100. Показано, що ВММ можливо утилізувати шляхом спалювання, але за умови запровадження комплексу заходів.

**Ключові слова:** відпрацьовані моторні мастила, нафтопродукти, легкові автомобілі, ґрунт, економічні збитки, зола, важкі метали

### **Kulyk M. I. UTILIZATION OF WASTE MOTOR OILS: ENVIRONMENTAL-AND-ECONOMICAL ASPECT**

Reasons of environment pollution by waste motor oils (WMO) and aspects of environmental safety of WMO are considered. The volume of WMO generation by vehicles is calculated for Kharkiv Oblast (year 2013). Economic losses for environment pollution caused by illegal WMO utilization are calculated. Based on experimental researches, ash and sulphur contents were measured. Comparison of obtained data with M40 masut parameters has shown that WMO ash and sulphur contents are higher than the same parameters for masut. In ash from M100 masut ten heavy metals were identified; concentration of all metals (except Cu) is WMO ash was

higher than their concentration in M100 masut ash. It is shown that WMO can be utilized through burning only in case of implementation of set of protective measures.

**Key words:** waste motor oil, petroleum products, vehicles, soil, economic losses, ash, heavy metals

### Кулик М. И. УТИЛИЗАЦИЯ ОТРАБОТАННОГО МОТОРНОГО МАСЛА: ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Рассмотрены причины загрязнения окружающей среды отработанными моторными маслами (ОММ), а также вопросы экологической опасности ОММ. Определены объем образования ОММ от эксплуатации легковых автомобилей в Харьковской области в 2013 году. Рассчитано экономический ущерб загрязнения земель от несанкционированной утилизации ОММ. По результатам экспериментальных исследований установлено зольность и серность ОММ. Сравнение их с показателями мазута М40 показало, что зольность и серность ОММ больше чем мазута. В золе ОММ и мазута М100 обнаружено присутствие всех десяти определяемых металлов, причем концентрация всех металлов, кроме меди, в золе ОММ выше чем в золе М100. Показано, что ОММ возможно утилизировать путем сжигания, но при условии введения комплекса мер.

**Ключевые слова:** отработанные моторные масла, нефтепродукты, легковые автомобили, почва, экономический ущерб, зола, тяжелые металлы

### Вступ

В наш час на навколишнє природне середовище здійснюється значний техногенний вплив, одним із найважливіших аспектів негативного впливу техносфери є утворення відходів виробництв. Різні аспекти управління у сфері поводження з відходами є предметом дослідження широкого кола сучасних вітчизняних і зарубіжних науковців [1 – 6].

В світі та в Україні відбувається щорічне зростання кількості транспорту. У Харківській області експлуатується близько 460 тисяч автомобілів [7]. Одним із актуальних питань зараз є поводження з відходами від експлуатації автотранспорту, основними відходами є: автомобільні шини, кузови автомобілів, обшивка салону (пластмаси), спрацьований електроліт і свинцевий шлам акумуляторів, відпрацьовані нафтопродукти, спрацьовані фільтри, суспензії, тощо [8]. Нафтовмісні відходи займають значну частину у загальній їх кількості. Слід зазначити, що відходи нафтопродуктів утворюються не лише на автотранспорті, а й на інших видах транспорту та у промисловості [2, 3, 9].

Масила знаходять широке застосування при експлуатації будь-якої сучасної техніки. Зокрема, за оцінками експертів, у світі щорічно виробляється близько 39 млн. т різноманітних масил. Україна використовує близько 400 тис. т масил, найбільша частка у загальному споживанні припадає на моторні (74,1 %) та індустріальні (21,4 %) масила. Після експлуатації вони зазнають істотних змін: заводнення, забруднення механічними домішками, глибокі хімічні зміни, а

отже згодом до 80 % з цих об'ємів масил перетворюються на відходи [2, 3, 9 –13].

До складу відпрацьованих моторних масил (ВММ) можуть входити шкідливі речовини (механічні забруднення, присадки, важкі метали, розчинники, кислоти, палне, продукти деструкції, конденсації, полімеризації та окислення нафтових і ароматичних сполук), їх вміст може складати до 25 %. Забруднюючі домішки моторних масил можна умовно розділити на дві групи: органічні домішки і неорганічні. Органічні домішки утворюються в результаті згорання палива, а також полімеризації, окислення мастила і палива. Окрім цього погіршують ситуацію реакції, які відбуваються за участю з'єднання води і сірки. Домішки неорганічні – це частки механічного зносу деталей, продукти відпрацьованих зольних присадок, а так само технологічні забруднення, які з'являються при ремонті і виготовленні двигуна. Токсичність відпрацьованих моторних масил зростає з збільшенням їх молекулярної маси, кислотного числа, з ростом в їх складі долі аренив, смол і з'єднань сірки. Після експлуатації масил в двигунах внутрішнього згорання у ВММ ідентифіковано більше як 140 видів концентрованих поліциклічних вуглеводнів, які утворюються в результаті згорання мастила та потрапляють в неї з палива, також можуть утворюватися речовини високого ступеня канцерогенності: бенз(а)пірен, фенантрен та ін. Кількість цих канцерогенних сполук збільшується зі збільшенням часу експлуатації мастила, що негативно впливає на стан навколишнього середовища та здо-

ров'я людини. Відпрацьовані нафтопродукти за законодавством України відносяться до небезпечних відходів, згідно з ГОСТ 21046-86 «Нефтепродукты отработанные: общие технические условия» поводження з ними потребує наявності відповідної ліцензії та спеціальних заходів щодо їх знешкодження та ізоляції [1, 9, 13–15].

В Україні поводження з ВММ стає однією з найбільш гострих екологічних проблем, оскільки не розвинута система збору та майже не розвинуті потужності з регенерації відпрацьованих мастил. Сьогодні відсутні дані про кількість утилізованих ВММ. Експерти припускають, що утилізується не більше 20 %, отже, решта 80 % ВММ в наслідок низького рівня відповідальності поряд зі складністю покарання за подібну поведінку призводять до того, що відпрацьовані нафтопродукти утилізується шляхом нелегального скидання у навколишнє середовище (в каналізацію, на міські сміттєзвалища, зливанням у ґрунт чи водойми), спалювання та іноді частково ВММ використовуються як паливо. В Європі скидається лише до 25% ВММ, до 75% – збирають, з яких 25% регенерують, 49% – використовують як паливо й 1% – знищують [1, 2, 6, 13–15].

Як нафтопродукт ВММ є джерелом теплової енергії, й має високу теплоту згорання в середньому до 35 МДж/літр, тому

вони придатні для використанні в якості палива [14, 16, 17].

Як відомо, ВММ мають невисокий ступінь біологічного розпаду (10 – 30%), у нормальних умовах випаровуються дуже повільно, а високі адгезійні властивості сприяють їх затриманню у ґрунті. Наслідком цього стає той факт, що саме відпрацьовані оливи становлять не менше 50 % від загальних забруднень довкілля нафтопродуктами [1, 13 – 15].

ВММ можуть потрапляти в організм людини через прямий контакт зі шкірою, пероральним та інгаляційним шляхами. Вплив компонентів відпрацьованих олив має кумулятивний характер. Довготривалий контакт з ВММ впливає на нервову, кров'яну, репродуктивну системи, систему травлення, нирки, шкіру [13].

З огляду на це, найбільш актуальною є проблема удосконалення підходів щодо екологічно спрямованого управління у системі поводження з нафтовідходами на різних рівнях державного управління, що дозволить забезпечити реальну економію ресурсів країни та попередити екологічну загрозу потрапляння ВМО в навколишнє середовище. Тому метою роботи є вивчення еколого-економічного аспекту утилізації відпрацьованих моторних мастил на прикладі Харківської області.

#### Методика дослідження

Для оцінки екологічних збитків, котрі спричинені забрудненням ґрунту внаслідок утилізації ВММ, визначено розмір шкоди заподіяної навколишньому середовищу. Розрахунок проведено за «Методикою визначення розмірів шкоди, зумовленої забрудненням і засміченням земельних ресурсів через порушення природоохоронного законодавства», яка встановлена Наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України від N 171 від 27.10.97 [18]. Основою розрахунків розміру шкоди від забруднення земель є нормативна грошова оцінка земельної ділянки, яка зазнала забруднення.

Відповідно до «Методики ...» [18] збитки за забруднення земель розраховуються за формулою:

$$P_{Ш} = A \cdot \Gamma_{ОЗ} \cdot \Pi_{Д} \cdot K_3 \cdot K_H \cdot K_{ЕГ}, \quad (1)$$

де:  $P_{Ш}$  – розмір шкоди від забруднення земель, грн.;

$A$  – питомі витрати на ліквідацію наслідків забруднення земельної ділянки;

$\Gamma_{ОЗ}$  – нормативна грошова оцінка земельної ділянки, що зазнала забруднення, грн./м<sup>2</sup>;

$\Pi_{Д}$  – площа забрудненої земельної ділянки, м<sup>2</sup>;

$K_3$  – коефіцієнт забруднення земельної ділянки, що характеризує кількість забруднюючої речовини в об'ємі забрудненої землі залежно від глибини просочування;

$K_H$  – коефіцієнт небезпечності забруднюючої речовини;

$K_{ЕГ}$  – коефіцієнт еколого-господарського значення земель.

Коефіцієнт забруднення землі  $K_3$  визначається в залежності від наявності відомостей про об'єм забруднюючої речовини за формулою:

$$K_3 = \frac{O_{3P}}{T_{3Ш} \cdot P_D \cdot I_{II}}, \quad (2)$$

де  $O_{3P}$  – об'єм забруднюючої речовини, м<sup>3</sup>;

$T_{3Ш}$  – товща земельного шару, що є розмірною одиницею для розрахунку витрат на ліквідацію забруднення залежно від глибини просочування і дорівнює 0,2 м;

$P_D$  – площа забрудненої земельної ділянки, м<sup>2</sup>;

$I_{II}$  – індекс поправки до витрат на ліквідацію забруднення залежно від глибини просочування забруднюючої речовини.

Як зазначалося вище в Європі 49 % із зібраних ВММ використовується як паливо. В Україні основним санкціонованим шляхом утилізації ВММ є спалювання. Важливими показниками, що застосовуються при вивченні властивостей нафтопродуктів є зольність та сірчаність, які дозволяють правильно підібрати заходи та засоби для їх найбільш раціонального використання. Дані про вміст сірки, також дозволяють ро-

зрахувати кількість викидів SO<sub>2</sub> при спалюванні нафтопродуктів.

Дослідження зольності та сірчаності ВММ проводилось за стандартними методиками з ГОСТ 1461-75 «Нефть и нефтепродукты. Метод определения зольности» та ГОСТ 1437-75 «Нефтепродукты темные. Ускоренный метод определения серы» з використанням електропечі та спеціального лабораторного оснащення.

У роботі [13] зазначається, що в ВММ виявляються такі неорганічні й органічні сполуки, як сірка, алюміній, миш'як, барій, фосфор, цинк, кадмій, свинець, хлор, бром, бор, кальцій, хром, мідь, залізо, магній, марганець, калій, кремній, натрій, нікель, олово, толуол, бензол, ксилол, етилбензол і азот.

Аналітичні дослідження ВММ на вміст металів проводилась за стандартними методиками. Підготовку проб виконано шляхом випалювання зразку у муфельній печі при температурі 600 ± 50 °С протягом 6 годин до утворення осаду білого кольору, після чого сухий залишок було розчинено 0,1 Н азотною кислотою та кількісно перенесено до мірної колби ємністю 50 мл. Отриманий розчин було проаналізовано методом атомно-абсорбційної спектроскопометрії на приладі ААС-115 ПК.

### Результати дослідження

В Харківській області згідно до статистичних даних в 2013 р. експлуатувалось 398312 легкових автомобілі [7]. В середньому з одного легкового автомобіля утворюється приблизно 5 л відпрацьованого моторного мастила на рік, тож в Харківській області утворюється близько 1990 м<sup>3</sup> ВММ. Беручи до уваги, що приблизно 50% відпрацьованого мастила в Україні зливають у ґрунт, відповідно в Харківській області в ґрунт зливається 995 м<sup>3</sup> ВММ, що призводить до накопичення в ньому різноманітних шкідливих хімічних елементів в тому числі і важких металів. Отже, загальний об'єм забруднюючої речовини ( $O_{3P}$ ) в нашому випадку складатиме 995 м<sup>3</sup>. Приймаємо, що забруднення ґрунту площею в 1 м<sup>2</sup> здійснюється 0,05 м<sup>3</sup> ВММ, тоді площа забруднення ( $P_D$ ) складатиме 19900 м<sup>2</sup>. Відповідно до Додатку 3 «Методики ...» [18] значення

індексу поправки до витрат на ліквідацію забруднення ( $I_{II}$ ) залежно від глибини просочування забруднюючої речовини приймаємо рівним 0,1.

Коефіцієнт забруднення земельної ділянки згідно (2) дорівнює 2,5.

Відповідно до «Методики ...» [18] значення питомих витрати на ліквідацію наслідків забруднення земельної ділянки ( $A$ ) дорівнює 0,5; значення коефіцієнта небезпечності забруднюючої речовини ( $K_H$ ) приймаємо рівним 4,0; значення коефіцієнта еколого-господарського значення земель ( $K_{EG}$ ) – 1,0. Нормативну грошову оцінку земельної ділянки, що зазнала забруднення ( $G_{O3}$ ), приймаємо рівній середній (базовій) вартості одного метра квадратного землі в Харківській області, яка становить 50 грн/м<sup>2</sup> станом на 01.04. 2015 року [19].

Тоді величина збитків згідно (1) є

$$P_{ш} = 4975000 \text{ грн}$$

Таким чином, економічні збитки за забруднення земель від несанкціонованої утилізації ВММ, що утворились при експлуатації легкових автомобілів в Харківській області складають близько 5 млн. грн. на рік. Але якщо взяти до уваги, що в Харківській області експлуатуються ще й вантажні та спеціальні автомобілі, залізничний транспорт, а також розвинута промисловість, то величина економічних збитків значно збільшиться. Якщо враховувати, що такий спосіб утилізації становить небезпеку й для підземних вод, які забезпечують близько 30 % питного водопостачання, то це питання загострюється.

Враховуючи те, що ВММ це нафтопродукт і має високу температуру згорання, яка приблизно однакова з такою енергетичним паливом як мазут, то спалювання ВММ дозволило б скоротити такий же об'єм мазуту. Середня вартість мазуту М100 за [20] складає 6300 грн. за тону, тобто спалювання 1990 м<sup>3</sup> ВММ дозволило скоротити витрати на придбання мазуту приблизно на 12,5 млн. грн. Слід зазначити, що ця цифра без врахування витрат на збирання, транспортування ВММ, та витрат на організацію процесу спалювання.

Дослідження зольності та сірчаності проведено для різних ВММ та мазуту М40, для порівняння, результати досліджень даних речовин наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Результати дослідження складу нафтопродуктів

Нафтопродукт	Показник	
	Зольність, %	Сірчаність, %
ВММ	0,6	2,2
М40	0,2	1,5

В результаті дослідження встановлено, що дані показники в ВММ більші ніж у М40, зольність перевищує в 3 рази, а сірчаність майже в 1,5 рази. Це можна пояснити тим, що в масло потрапляють продукти зношення деталей двигуна, та продукти спалювання робочої суміші в камерах згорання двигуна.

Якщо під час спалювання ВММ в печах, відбудеться потрапляння в робочу зону викидних газів, то працюючі матимуть більший ризик пошкодження верхніх дихальних шляхів оксидами сірки, чим за тих самих умов при спалюванні мазуту.

Відомо, що після спалювання нафтопродуктів в печах залишається чимала кількість золи, а незначна частина золи вилітає у вигляді так званої «летючої золи», яка

вилітають з димової труби та розсіюються в повітрі. Оскільки зольність ВММ більша ніж мазуту, то й утвориться її після спалювання більше.

Аналітичні дослідження визначення вмісту металів у золі нафтопродуктів проведено для відпрацьованого напівсинтетичного моторного мастила SAE 10W-40 та мазуту М100, для порівняння. Зразки ВММ відібрано з інжекторного бензинового двигуна внутрішнього згорання ЗАЗ-40522 автомобіля ГАЗ 3302, який пройшов 16 тис. км. В зразках визначався вміст наступних металів заліза (Fe), марганцю (Mn), цинку (Zn), міді (Cu), нікелю (Ni), свинцю (Pb), алюмінію (Al), кобальту (Co), хрому (Cr), кадмію (Cd), результати наведені у табл. 2.

Таблиця 2

Вміст металів у золі, мг/кг

Зола	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	Pb	Al	Co	Cr	Cd
ВММ	2,63	4,26	4,64	0,07	0,04	2,78	0,96	0,12	0,95	0,53
М100	2,44	3,88	3,12	0,08	0,02	2,11	0,73	0,1	0,82	0,48

В результаті дослідження виявлено, що в золі ВММ та М100 присутні всі десять металів, які визначались. Концентрація металів у золі відрізняється, але значної різниці не спостерігається. Концентрація всіх металів, крім Cu, у золі ВММ вище ніж у золі М100, а саме Ni у 2 рази, Zn у 1,5 рази, Pb та Al у 1,3 рази, Co та Cr 1,2 рази, інших у 1,1 рази.

На основі отриманих результатів вмісту металів у золі, побудовано акумулятивні ряди:

для ВММ  $Zn > Mn > Pb > Fe > Al > Cr > Cd > Co > Cu > Ni$

для М100  $Mn > Zn > Fe > Pb > Cr > Al > Cd > Co > Cu > Ni$

У даних нафтопродуктах пріоритетними хімічними елементами є Zn, Mn, Pb, Fe, але у рядах вони йдуть в різній послідовності. Найменшу концентрацію у зразках мають Co, Cu, Ni й у рядах вони йдуть в одній послідовності.

### Висновки

На основі проведеного моніторингу відпрацьованих моторних мастил встановлено, що в Харківській області в 2013 році утворилось близько 1990 м<sup>3</sup> відпрацьованих моторних мастил від експлуатації легкових автомобілів. За законодавством України ВММ відносяться до небезпечних відходів. Зараз в Україні відсутній централізований збір, а отже відсутні дані про кількість утилізованих ВММ. Експерти припускають, що 80 % ВММ утилізується шляхом нелегального скидання у навколишнє середовище, спалювання. В наслідок низького рівня відповідальності поряд зі складністю покарання за подібну поведінку та враховуючи, що потрапляння в організм людини ВММ чи їх компонентів має негативний вплив на здоров'я в Україні питання поводження з ВММ стає однією з найбільш гострих екологічних проблем.

Розраховано економічні збитки за забруднення земель від несанкціонованої утилізації ВММ, що утворились при експлуатації легкових автомобілів в Харківській області, за умови потрапляння в ґрунти 50 % від всіх ВММ. При забрудненні 19900 м<sup>2</sup> землі ВММ навколишньому середовищу наноситься шкода близько 5 млн. грн. на рік. Але якщо взяти до уваги, що в Харківській області експлуатуються ще й вантажні та спеціальні автомобілі, залізничний транспорт, а також розвинута промисловість, то величина економічних збитків значно збільшиться.

За результатами експериментальних досліджень встановлено, що зольність ВММ більша ніж у М40 в 3 рази, а сірчаність – майже в 1,5 рази. Це можна пояснити тим, що в масло потрапляють продукти зношення деталей двигуна, та продукти

спалювання робочої суміші в камерах згорання двигуна. Отже, при спалюванні ВММ утвориться більша кількість золи та оксидів сірки, чим при спалюванні М40.

За результатами аналітичних досліджень відпрацьованого напівсинтетичного моторного мастила SAE 10W-40 та мазуту М100 виявлено, що в золі ВММ та М100 присутні всі десять металів, які визначались. Концентрація всіх металів, крім Cu, у золі ВММ вище ніж у золі М100, а саме Ni у 2 рази, Zn у 1,5 рази, Pb та Al у 1,3 рази, Co та Cr 1,2 рази, інших у 1,1 рази. З побудованих акумулятивних рядів встановлено, що у даних нафтопродуктах пріоритетними хімічними елементами є Zn, Mn, Pb, Fe, але у рядах вони йдуть в різній послідовності. Найменшу концентрацію у зразках мають Co, Cu, Ni й у рядах вони йдуть в одній послідовності.

В Європі 49 % із зібраних ВММ використовується як паливо. В Україні основним санкціонованим шляхом утилізації ВММ є спалювання, цьому сприяє і висока вартість регенераційного обладнання, яке б забезпечувало належні властивості відновлених мастил. Як нафтопродукт, ВММ має високу теплоту згорання, яка приблизно однакова з таким енергетичним паливом як мазут. Використання ВММ як палива дозволило б скоротити об'єм використання мазуту. При середній вартості мазуту М100 за 6300 грн. за тону, спалювання 1990 м<sup>3</sup> ВММ дозволило скоротити витрати на придбання мазуту приблизно на 12,5 млн. грн. Слід зазначити, що для цього потрібно: створити діючу систему збору ВММ, причому бажано за групами; проводити дослідження властивостей мастил; відповідно організувати процес спалювання; передба-

чити систему очистки викидних газів; створити систему поводження з золою, що утворилася після спалювання. Також мож-

ливо утилізувати ВММ газифікацією або сумісним спалюванням (газифікацією) з низькокалорійними паливами.

### Література

1. Чайка О. Г. Попередження забруднення навколишнього природного середовища відпрацьованими моторними оливами: автореф. дис. на здобуття наукового ступеню канд. техн. наук: спец. 21.06.01 «Екологічна безпека» / О. Г. Чайка. – Суми, 2012. – 24 с.
2. Прокопенко О. В. Проблеми та перспективи розвитку вторинної переробки нафтовідходів / О. В. Прокопенко, В. Ю. Школа // Економічний простір: збірник наукових праць. – Дніпропетровськ: ПДАБА, 2010. – № 44/2. – С. 121 – 128.
3. Безовська М. С. Підвищення рівня екологічної безпеки при поводженні з відпрацьованими нафтопродуктами на залізниці: автореф. дис. на здобуття наукового ступеню канд. техн. наук: спец. 21.06.01 «Екологічна безпека» / М. С. Безовська. – Івано-Франківськ, 2014. – 24 с.
4. Кулик М.І. Problems of used motor oils regeneration and utilization / М.І. Кулик, П.П. Карножицький // Екологічна безпека держави: тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених та студентів. / редкол. О. І. Запорожець та ін. – К. : НАУ, 2013. – С. 26.
5. Адаменко А. Ю. Оцінка впливу відпрацьованих автомобільних мастил на стан ґрунту на прикладі Павлоградського району Дніпропетровської області / А.Ю. Адаменко, О.О. Самарська, М.І. Кулик // Охорона довкілля Матеріали Х Всеукраїнських наукових Таліївських читань. – Х. : ХНУ, 2014. – С. 8 – 12.
6. Маколова Л. В. Экологические предпосылки необходимости восстановления и повторного использования отработанных автотракторных масел / Л. В. Маколова // Экономический вестник Ростовского государственного университета. – TERRA ECONOMICUS, 2011. – Т. 9. – № 3. – Ч. 3. – С. 60 – 63.
7. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Харківській області у 2013. – Х. : Департамент екології та охорони навколишнього природного середовища ХОДА, 2014. – 225 с.
8. Солошич І. О. Сучасні проблеми утилізації відходів на прикладі автотранспортного підприємства / І. О. Солошич, Н. В. Напхоненко // Людина та довкілля. Проблеми неоекології. – Х. : ХНУ, 2014. – № 3-4. С. 109 – 111.
9. Чайка О.Г. Моніторинг утворення відпрацьованих олив в Україні / О. Г. Чайка, О. З. Ковальчук, Ю. А. Чайка // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – 2009. – № 644. – С. 221 – 224.
10. Горбунов Н. И. Повышение эффективности регенерации отработанного масла / Н. И. Горбунов, Е. А. Кравченко, Н. Н. Горбунов, А. Ю. Шишкова, // Вісник СевНТУ: зб. наук. пр. Серія: Машиноприладобудування та транспорт. – Севастополь, 2011. – Вип. 122/2011. С. 159 – 162.
11. Григоров А. Б. Комплексная переработка отработанных моторных масел / А. Б. Григоров // Энергосбережение, энергетика, энергоаудит. – 2012. – № 05 (99). – С. 40 – 44.
12. Григоров А. Б. Рациональное использование моторных масел : монография / А. Б. Григоров, И. С. Наглюк. – Х. : Точка, 2013. – 179 с.
13. Катрушов О. В. Відпрацьовані моторні масла як медико-екологічна проблема / О. В. Катрушов, В. О. Костенко, Н. В. Соловійова, В. Л. Філатова, В. М. Соколенко, І. В. Комишан, О. Д. Саргош // Медицина транспорту України. – 2012. – № 3. С. 88 – 94.
14. Кулик М. І. Environmental aspects of used motor oils burning / М. І. Кулик, П. П. Карножицький // Матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції за участю молодих науковців « Еколого-правові та економічні аспекти екологічної безпеки регіонів». – Х. : ХНАДУ, 2013. – С. 373 – 375.
15. Кулик М. І. Екологічний та економічний аспекти утилізації відпрацьованих моторних мастил / М. І. Кулик // Збірник наукових праць XIII-ої Міжнародної науково-практичної конференції «Безпека життя і діяльності людини – освіта, наука, практика». – К. : «Талком», 2014. – С. 155 – 158.
16. Поляков С. П. Системи опалення на базі відпрацьованих мастил / С. П. Поляков, Г. Е. Калейніков // Вісник НТУ «ХП». Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування. – 2014. – № 12(1055). – С. 159 – 162.
17. Головников А. В. Исследование структуры, свойств и физико-химических характеристик отработанных масел / А. В. Головников, О. П. Филиппова, Н. С. Яманина, А. Б. Копылов // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2012. – Вып. 1. – С. 120 – 126.
18. Методика розрахунку економічних збитків від забруднення земель. Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України від N 171 від 27.10.97.
19. Офіційний веб-сайт. Державна служба України з питань геодезії, картографії та кадастру. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://land.gov.ua/hroshova-otsinka-zemel>.
20. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://www.pulscen.com.ua/price/040112-mazut-m-100>.

Надійшла до редколегії 14.05.2015





## ЕКОЛОГІЧНА ТА ГЕОГРАФІЧНА ОСВІТА

УДК: 504+378

**О. О. МУСИЄЗДОВ**, д-р. соц. наук, доц., **Д. О. ЛІСОВЕНКО**

*Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна*

61022, Харківська область, м. Харків, пл. Свободи, 6

daria.lisovenko@gmail.com

### ОСОБЛИВОСТІ ЕКОЛОГІЧНОЇ СВІДОМОСТІ НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ

Визначено особливості екологічної свідомості та екологічної культури населення України, ставлення українців до екологічних проблем. Результати вказують на низьку громадянську активність українців у вирішенні екологічних питань. Також можна припустити, що «двигуном» екологічної культури та мислення є і можуть бути молодші та більш освічені прошарки населення.

**Ключові слова:** екологічна свідомість, екологічна культура, населення України

#### **Musiyezdov O. O., Lisovenko D. O. FEATURES ENVIRONMENTAL AWARENESS UKRAINE**

The features of ecological consciousness and ecological culture of the population of Ukraine became Ukrainian-tion to environmental issues. The results indicate extremely low civic activity-ntsiv in addressing environmental issues. You can also assume that the «engine» of ecological culture and thinking is and can be younger and more educated segments of the population.

**Key words:** ecological consciousness, ecological culture, the population of Ukraine

#### **Мусієздов А. А., Лисовенко Д. А. ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОЗНАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ УКРАИНЫ**

Определены особенности экологического сознания и экологической культуры населения Украины, отношение украинцев к экологическим проблемам. Результаты указывают на низкую гражданскую активность украинцев в решении экологических вопросов. Также можно предположить, что «двигателем» экологической культуры и мышления есть и могут быть молодые и более образованные слои населения.

**Ключевые слова:** экологическое сознание, экологическая культура, население Украины

### **Вступ**

У ХХІ столітті екологізація людської діяльності стала не тільки гаслом, а й сенсом сучасної доби, оскільки від її успішної реалізації багато в чому залежить не лише сталий, збалансований розвиток людства, а й, можливо, саме його подальше існування. Вивчення особливостей екологічної свідомості та культури суспільства допоможе краще зрозуміти ставлення громадськості до екологічних проблем, їх вирішення, дізнатись обізнаність громадян у сфері екологічних питань. Ця інформація є важливою, оскільки екологізація життя людства повинна, в першу чергу, спиратись на трансформацію та перебудову соціальну, а саме – екологічної культури та свідомості громадян [1]. Такі зміни забезпечують можливість гуманізації взаємостосунків людини з природою, заміни безперспективних сте-

реотипів природокористування на екологічно виправдані.

**Методологічною основою** для більшості досліджень, які пов'язані з переосмисленням сучасного стану ставлення людини до природи, з вивченням феномену екологічної культури і свідомості є праці американських інвайронментальних соціологів Райлі Данлепа, Вільяма Кеттона, Фредеріка Баттела, Аллана Шнайберга, Роберта Бетчела. У них обґрунтовано, що саме концепція екоцентризму є основою розуміння наукової картини світу на даному етапі розвитку наук, розкрито основні поняття інвайронментальної соціології. Цим питанням цікавились і українські науковці, зокрема Стегній О. Г., Радей А., Александрович Н. О.

Об'єктом дослідження є українське суспільство. Предмет: екологічна свідомість та екологічна культура українців. **Метою** дослідження є визначення особли-

востей екологічної свідомості та екологічної культури населення України, визначен-

ня ставлення українців до екологічних проблем.

### Виклад основного матеріалу

Для коректної оцінки ставлення людини до навколишнього середовища слід виокремити два основних індикатора: рівень екологічної культури та екологічної свідомості. Екологічна культура – це частина загальнолюдської культури, що включає в себе певні уявлення стосовно навколишнього середовища, і яка проявляється в певній діяльності людини щодо природи [2]. Екологічна свідомість – найважливіший компонент екологічної культури, який об'єднує всі види і результати матеріальної і духовної діяльності людей, спрямований на досягнення оптимальної взаємодії суспільства і природи, на екологізацію матеріального і духовного життя суспільства. [3]. Слід зазначити, що цей атрибут суспільства є

ціннісно нейтральним. Таким чином, екологічну свідомість можна назвати «позитивним» виявом екологічної культури, який зазвичай намагаються вимірювати у континуумі «високий - низький» рівень [2].

ВГО «Розвиток та довкілля» у 2011 році провела дослідження (вибірка складає 1000 респондентів), що дають змогу певним чином оцінити особливості екологічної свідомості громадян. В цілому українці виказують високу стурбованість екологічною ситуацією, але частина населення (32%) не усвідомлює постійної екологічної загрози здоров'ю і важливості дотримання стандартів екологічної безпеки в нашій країні (рис. 1).

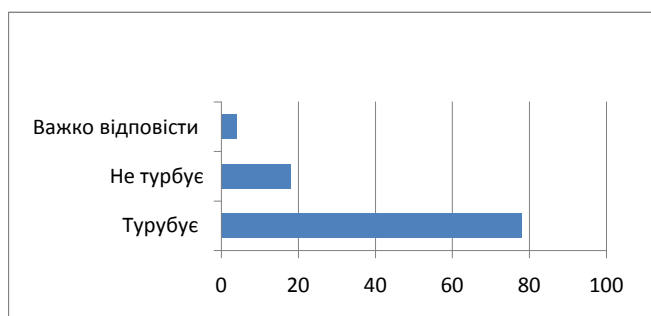


Рис. 1 – Оцінка екологічної ситуації в населеному пункті респондентів [4]/

У той же час більшість співгромадян (84%) вважають, що прості люди мають брати участь у вирішенні екологічних проблем. І тільки 7% впевнене, що громадськість не повинна брати участь у вирішенні екологічних проблем [4]. Для багатьох українців характерне відчуття, що вони не

можуть внести свій вклад у покращення екологічної ситуації. Так, 56% респондентів вважають, що вони не можуть вплинути на вирішення проблем у цій сфері, в той час як майже третина опитаних (31%) упевнені, що можуть (рис. 2).

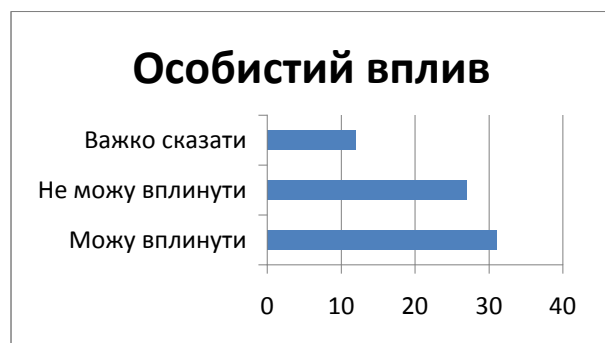


Рис. 2 – Оцінка участі громадськості у вирішенні екологічних проблем, оцінка особистого впливу на вирішення екологічних проблем [4]

Про неможливість такого впливу частіше говорять представники наступних груп: літні люди (68%), люди з середнім рівнем освіти (65%) і жителі сіл. Точку зору, що на вирішення екологічних проблем вплинути можливо, навпаки, частіше відстоює молодь (36% з них), люди з вищою освітою (42%), високим рівнем доходів (37%), жителі великих міст (39%) і кияни (40%), а також підприємці (46%) [4].

Частка тих, хто готовий брати участь у будь-яких екологічних акціях, складає 59% і значно перевищує частку тих, які вважають, що вони своїми діями можуть вплинути на вирішення екологічних проблем (31%). Можливо, респонденти просто

не розцінюють участь у заходах з посадки дерев, прибирання парків та інше як дії, які можуть істотно вплинути на екологічну ситуацію в цілому.

Готовність платити гроші у вигляді податків або добровільних внесків на поліпшення екологічної ситуації респонденти проявляють рідше, ніж готовність брати участь в екологічних акціях. Більше половини (57%) не готові на це витратити, а 29% - готові (рис.3 4). Тут, як і в інших випадках, готовність до виплат більш характерна для наступних респондентів: осіб з вищою освітою (38%), високим рівнем доходів (40%), для жителів столиці (41%) і підприємців (47%).

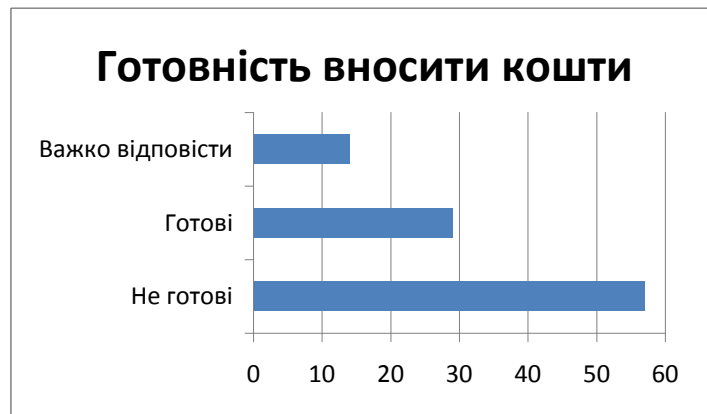


Рис. 3 – Готовність українців вносити кошти для вирішення екологічних проблем [4]

Загалом, 70% населення України займалися різними екологічними видами діяльності. Найчастіше українці намагаються мінімізувати споживання енергії (42%) та води (40%), вибирали екологічно дружній транспорт (32%), рідше використовували одноразові речі (21%), сортували сміття (17%), купляли екологічно дружні продукти (12%). Але необхідно зазначити, що не зважаючи на те, що 70% респондентів ствердно відповіли з приводу виконання природоохоронних дій, українці не завжди усвідомлюють, що заходи, які вони здійснюють у процесі господарської діяльності, спрямовані й на охорону довкілля (рис.4).

Отже, отримані в ході опитування результати ілюструють наступну ситуацію. На вербальному рівні значна частина українських громадян більше схильна до перебільшення своєї безпосередньої участі в захисті навколишнього природного середовища.

Зокрема, 84% респондентів зазначили, що прості люди мають брати участь у вирішенні екологічних проблем. Але водночас більше половини (56%) опитуваних вважають, що вони не можуть вплинути на вирішення проблем у цій сфері. До того ж, до активних дій, участі в акціях та сплати податків, готові 59% і 27% громадян відповідно. Зафіксована розбіжність дозволяє говорити радше про моральну підтримку, можливо, певну міру співчуття до екологічного руху, ніж про реальне бажання наших громадян залучитися до практичних акцій в екологічній сфері. Таким чином, результати даного аналізу підбивають підсумки щодо стану екологічної свідомості українського населення. Ці аспекти носять скоріш декларативний характер, тобто характеризуються переважанням висловлювань над реальними діями.

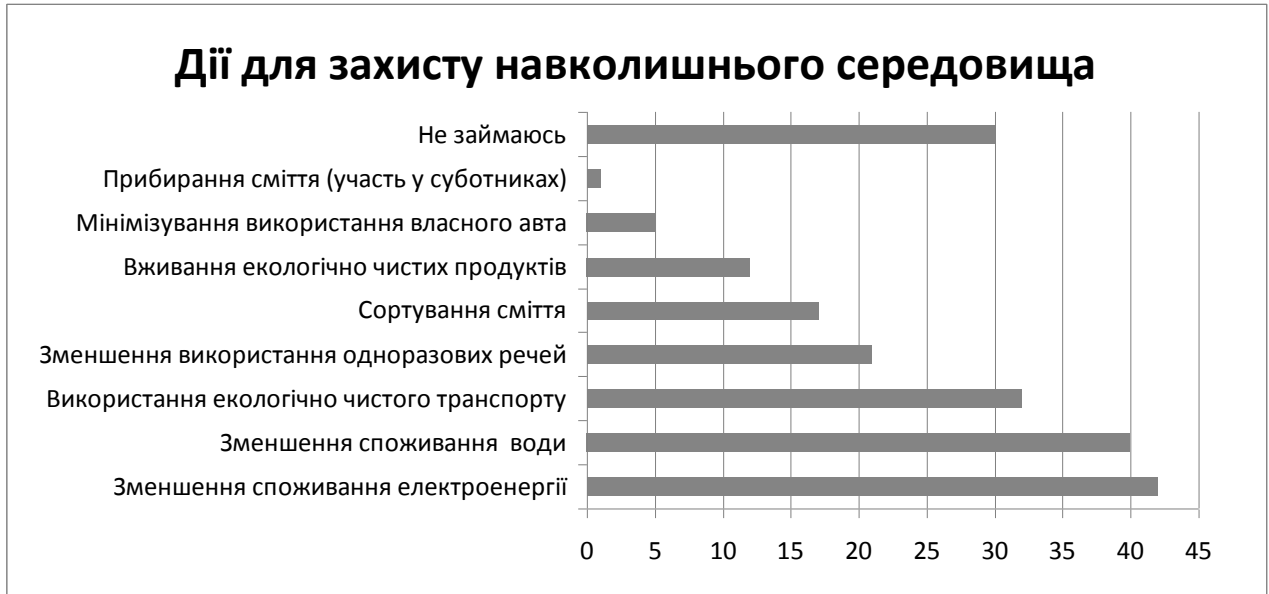


Рис. 4 – Виконання природоохоронних дій [3]

Можна припустити, що такий стан екологічної свідомості населення України пояснюється наступними чинниками. По-перше, це низька громадянська активність українців. Це характерна особливість суспільств усіх пострадянських країн, що підтверджується соціологічними дослідженнями [5, с. 196]. Друга причина, зумовлена економічним станом нашої країни, що визначив пріоритетність стурбованості нашим населенням скоріше матеріальним забезпеченням своїх сімей, їх безпеки, а не екологічного стану довкілля. По-третє, слід сказати про недостатню розвиненість екологічного руху в нашій країні, і його зв'язків із суспільством.

Чи можливі зрушення в ситуації, що склалася? Події в Україні останнього року як ілюструють, так і продукують трансформації в українському суспільстві. Війна на сході країни, відповідальність за свою державу, штовхають українців до громадянської активності. Все більше людей долучаються до громадських організацій, вносять кошти на певні потреби, абітно налаштовані щодо впливу на процеси в державі. Можна припустити, що зародження українського громадянського суспільства не виключатиме стурбованість проблемами екологічного характеру. Отже, це перший, *суб'єктивний* чинник можливих змін.

Інший можливий чинник трансформації в екологічній культурі і свідомості українців – *об'єктивний* або *економічний*.

Він, звичайно, в першу чергу, буде продиктований виключно матеріальними інтересами, тобто можливими шляхами зберегти кошти. Але не можна виключати ймовірність того, що такі дії не призведуть до певної рефлексії та закріплення цих дій як моделей поведінки. Економічна криза без сумніву спричинить більш економічний, а значить – екологічний стиль життя. Об'єктивний аспект є комплексним, в ньому можна виокремити наступні складові:

- все більше людей залучатиметься до енергоефективних заходів та технологій, через підвищення плати за комунальні послуги;
- люди купуватимуть менше, частіше використовуватимуть речі вторинно (так званий second hand);
- будуть віддавати перевагу товарам локального виробництва, оскільки вони, частіше за все, дешевші;
- збільшиться кількість людей, що віддаватимуть перевагу громадському транспорту, а не власному автомобілю;
- залучення до вторинної переробки відходів.

Наприклад, світова тенденція показує зростання інтересу до переробки відходів. Передумови до подібної динаміки наявні і в нашій державі, оскільки ТБО – дешевий ресурс, що може принести реальний дохід, а це як ніколи актуально. Так, наприклад, у Дніпропетровську активісти вже склали мапу прийому вторсировини (скла, макула-

тури, пластику, поліетилену, акумуляторів, жести) [6]. Можна припустити, що мешканці

не будуть нехтувати заробити зайві кошти та залучатися до таких заходів.

### Висновки

Результати опитування говорять про те, що на вербальному рівні значна частина українських громадян більше схильна до перебільшення своєї безпосередньої участі в захисті навколишнього природного середовища. Результати вказують на низьку громадянську активність українців у вирішенні екологічних питань. Також дані наведеного дослідження дають змогу припустити, що «двигуном» екологічної культури та мислення є і можуть бути молодші та більш освічені прошарки населення.

Необхідно зауважити, що події в Україні 2013-2014 років вказують на безумовну трансформацію суспільства. На наш погляд, ситуація, що склалася, вірогідно

може вплинути на стан екологічної свідомості громадян за рахунок суб'єктивних та об'єктивних чинників: зростання громадянської активності та економічна криза. Якщо перший шлях можна назвати цілком свідомим вибором громадян внаслідок більшої зацікавленості екологічним станом місця проживання, то другий, в першу чергу, зумовлений бажанням населення скоротити власні витрати. Але не можна виключати, що саме з вимушеної економії почнеться, хоча б часткова, переоцінка споживацького способу життя. Перевірка цих гіпотез – справа подальших досліджень.

### Література

1. Humphrey, Craig R., Frederick H. Buttel, and Tammy L. Lewis. *Environment, energy, and society: A new synthesis*/ Wadsworth/Thomson Learning, 2005.
2. Платонов Г.В. Диалектика взаимодействия общества и природы/ Г. В. Платонов. – М. : МГУ, 1989.
3. Шмандій, В. М. Екологічна безпека/ Шмандій, В. М., Некос В. Ю. – Х.: ХНУ, 2008. – 436 с.
4. ВГО «Розвиток та довкілля» Екологічне опитування-аналіз «Вивчення думки населення

з питань екологічної політики України»: [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://www.dae.org.ua/ua/news/105--l-r.html>

5. Стегній О.Г. Екологічний рух в Україні: соціологічний аналіз/ Стегній О.Г. – К.: Вид. дім «КМ Академія», 2001. — 243 с.

6. Карта пунктів приєма вторсырья [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://ecomap.com.ua>

Надійшла до редколегії 06.06.2015

Наукове видання екологічного факультету Харківського національного університету «Людина та довкілля. Проблеми неоекології» є науковим журналом, який включено до Переліку ВАК фахових видань, де публікуються основні результати дисертаційних робіт на здобуття наукового ступеня доктора і кандидата географічних наук.

До публікації приймаються статті, які написані українською, російською або англійською мовами згідно за правилами для авторів і отримали позитивні рекомендації рецензентів.

## ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ

Електронна версія оформляється у форматі Microsoft Word, шрифт Times New Roman, розмір 12, міжрядковий інтервал 1,5, всі поля по 2,5 см. Жирним шрифтом виділяються підзаголовки у статті; курсив допускається лише у виняткових випадках.

Ілюстрації, включаючи графіки і схеми, мають бути розміщені безпосередньо в тексті. Ілюстрації подаються чорно-білими. Скрізь, де можливо, доцільніше використовувати графіки, а не таблиці.

Орієнтація сторінок – книжкова. Вирівнювання – по ширині. Абзац – 0,63 см.

Для статей необхідно вказати УДК, ініціали та прізвище автора, науковий ступінь та звання (розмір 12), повну назву установи та її адреса, e-mail (розмір 10).

Подати прізвище, ініціали, назву статті, анотацію та ключові слова українською, російською й англійською мовами: розмір 10, міжрядковий інтервал 1,0. Анотація повинна бути побудована як реферат у реферативних журналах та відображати суть експериментів, основні результати та їх інтерпретацію.

Статті друкуються українською, російською та англійською мовами.

Текст експериментальної статті повинен складатися з наступних розділів: «Вступ», «Методика» («Об'єкти та методи дослідження»), «Результати», «Обговорення» (можливий об'єднаний розділ «Результати та обговорення»), «Висновки», «Література».

Розділ «Вступ» повинен містити постановку проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими або практичними завданнями; короткий аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких розпочато рішення даної проблеми, виділення конкретних невирішених питань, яким присвячена стаття, формулювання мети роботи.

Розділ «Методика» повинен містити відомості про об'єкт (об'єкти) дослідження, умови експериментів, аналітичні методи, прилади та реактиви.

У розділі «Результати досліджень» надаються отримані результати та повинно відображувати закономірності, які витікають з отриманих даних. Отриману інформацію необхідно порівняти з наявними літературними даними та показати її новизну.

У розділі «Висновки» надається узагальнення та інтерпретація результатів, аналіз причинно-наслідкових зв'язків між виявленими ефектами, і повинно завершуватись відповіддю на питання, яке поставлено у вступі.

Література обов'язково оформляється за новими правилами, повинна містити джерела, що опубліковані не більше 5 років тому: розмір 10, міжрядковий інтервал 1,0. Посилання на літературу у тексті подаються у квадратних дужках з вказуванням номера у списку літератури.

### **Адреса редакції:**

екологічний факультет, 4 поверх, к. 477,  
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,  
Майдан Свободи, 6, Харків, Україна, 61022  
тел. 057 / 707-56-36, 057 / 707-53-86 моб. 068-612-40-69  
e-mail: [ecology.journal@karazin.ua](mailto:ecology.journal@karazin.ua)      [lvbaska@mail.ru](mailto:lvbaska@mail.ru)



Наукове видання

ЛЮДИНА ТА ДОВКІЛЛЯ. ПРОБЛЕМИ НЕОЕКОЛОГІЇ

№ 1 – 2

Українською, російською та англійською мовами

Макетування та комп'ютерне верстання  
Баскакова Л. В.

Макет обкладинки  
Дончик І. М.

Підписано до друку 04.07.15  
Формат 60x84/8  
Ум. друк. арк. 18,5. Обл.-вид. арк. 22,3.  
Тираж 100 пр. Зам. Ціна договірна.

61022, м. Харків, майдан Свободи, 6.  
Харківський національний університет  
імені В. Н. Каразіна  
Видавництво

Надруковано ХНУ імені В. Н. Каразіна  
61022, Харків, майдан Свободи, 4. Тел. 705-24-32  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3367 від 13.01.09