

ISSN 1992-4224 (Print)  
ISSN 2415-7678 (Online)

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

**ЛЮДИНА  
ТА  
ДОВКІЛЛЯ**

**ПРОБЛЕМИ НЕОЕКОЛОГІЇ**

---

**MAN AND ENVIRONMENT  
ISSUES OF NEOECOLOGY**

**Випуск 31**

**Заснований 1999 р.**

Харків  
2019

Представлені результати фундаментальних і прикладних досліджень в різних галузях географії, екології, сільського господарства. Висвітлюються питання вирішення проблем земельної політики, використання земельних ресурсів, рослинництва, агрохімії та охорони ґрунтів, тваринництва, теорії й практики екологічного моніторингу, екології людини, заповідної справи, ГІС-технологій, моделювання стану довкілля, сучасних агротехнологій, оцінки і оптимізації стану навколишнього середовища.

Для науковців і фахівців в галузі екології, географії та сільського господарства, а також викладачів, аспірантів, магістрів і студентів вищих навчальних закладів

Журнал є фаховим виданням у галузі географічних наук.  
Наказ МОН України № 747 від 13.07.2015р.

The results of fundamental and applied research in different fields of geography, ecology, environmental sciences and agriculture are presented. The issues of land policy, land use, crop production, agrochemistry and soil protection, animal husbandry, the theory and practice of environmental monitoring, human ecology, conservation, GIS technologies, environmental modeling, modern agro-technology, environmental assessment and optimization are discussed.

For scientists and specialists in the field of environmental sciences, geography and agriculture, as well as teachers, graduate students, masters and students of higher educational establishments.

The Journal is a professional publication in the field of geographical sciences.  
MES Ukraine Order № 747 of 13/07/2015

Затверджено до друку рішенням Вченої ради Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна (протокол № 7 від 24.06.2019 р.)

#### Редакційна колегія:

**Максименко Н. В.**, д-р геогр. наук, (головний редактор);  
**Тітенко Г. В.**, канд. геогр. наук, доц., (заступник головного редактора);  
**Гололобова О. О.**, канд. с.-г. наук, доц., (відповідальний секретар);  
**Баскакова Л. В.** (технічний секретар);  
**Ачасов А. Б.**, д-р с.-г. наук, проф., Харківський національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва;  
**Василенко О. В.**, канд. с.-г. наук, Уманський національний університет садівництва;  
**Гриценко А. В.**, д-р геогр. наук, проф., НДУ «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем»;  
**Клименко М. О.**, д-р с.-г., проф., Національний університет водного господарства та природокористування, м. Ровно  
**Коваль І. М.**, канд. с.-г., с. н. с., УНДІ лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького;  
**Крайнюков О. М.**, д-р геогр. наук, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна;  
**Лісняк А. А.**, канд. с.-г. наук, доц., Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна;  
**Мудрак О. В.**, д-р с.-г. наук, проф., Вінницька академія неперервної освіти;  
**Некос А. Н.**, д-р геогр. наук, проф., Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна;  
**Полторецький С. П.**, д-р с.-г. наук, Уманський національний університет садівництва;  
**Сафранов Т. А.**, д-р геол.-мин. наук, проф., Одеський державний екологічний університет;  
**Скрильник Є. В.**, д-р с.-г. наук, ННЦ Інститут ґрунтознавства і агрохімії ім. О. Н. Соколовського;  
**Скрильник Ю. Є.**, канд. с.-г. наук, УНДІ лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького;  
**Сонько С. П.**, д-р геогр. наук, проф., Уманський національний університет садівництва;  
**Уткіна К. Б.**, канд. геогр. наук, доц., Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна;

#### Іноземні члени редколегії:

**Borkowski J.**, dr hab., prof. UWM, Uniwersytet Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, Польща  
**Kioulosopoulos J.**, prof., Dept of Surveying & Geoinformatics Eng., University of West Attica, Athens, Greece  
**Koco Št.**, PhD, Soil Science and Conservation Research Institute, University of Prešov, Slovakia;  
**Krivtsov V.**, PhD, University of Edinburgh, United Kingdom  
**Nachtnebel H.-P.**, Em.O.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr., University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Austria  
**Torma S.**, канд. с.-г. наук, Natioanal Agricultural and Food Centre, Soil Science and Conservation Research Institute, the regional workplace Presov, Slovakia;  
**Хусанов А.**, канд. техн. наук, Південно-Казахстанський університет імені М. Ауезова, м. Шемкент, Казахстан;

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) Власний сайт: <http://luddovk.univer.kharkov.ua/>  
[http://journals.uran.ua/ludina\\_dov](http://journals.uran.ua/ludina_dov) <http://periodicals.karazin.ua/humanenviron/about>  
[www-ecology.univer.kharkov.ua](http://www-ecology.univer.kharkov.ua)

Автори опублікованих матеріалів несуть повну відповідальність за достовірність наведених фактів, власних імен тощо.

Статті пройшли внутрішнє та зовнішнє рецензування

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 5097 від 03.05.2001

© Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, оформлення, 2019

## ЗМІСТ

### Сучасні географічні та екологічні дослідження довкілля

<b>Крайнюков О. М., Тімченко В. Д.</b> Методологічні принципи конструктивної географії при дослідженні стану та захисту природних ландшафтів (англ.).....	6
<b>Максименко Н. В., Бурченко С. В.</b> Теоретичні основи стратегії зеленої інфраструктури: міжнародний досвід.....	16
<b>Клець А. А., Самойлова Ю. В.</b> Організація водоохоронних зон в містах України: методичні проблеми та шляхи їх вирішення засобами ландшафтно-екологічного планування.....	26
<b>Снігірьов С. М., Чернявський О. В., Наум Е. О., Галкіна А. О., Медінець В. І., Газетов Є. І., Конарева О. П., Снігірьов П. М.</b> Стан макробоіентосу прибережних вод Одеської затоки в 2016-2017 рр (рос.).....	40
<b>Ковальова Н. В., Медінець В. І., Медінець С. В.</b> Результати досліджень бактеріопланктону Дністровського лиману в 2003-2018 рр.....	57
<b>Лісняк А. А., Торта С., Вілчек Ж., Кіювський Р., Реґо М. З.</b> Зміна агрохімічних показників сірих лісових ґрунтів лівобережного лісостепу під впливом лісових екосистем .....	67
<b>Некос А. Н., Белкіна О. В.</b> Відеоекоекологічна оцінка територій адміністративних районів урбогеосистем.....	75
<b>Антропогенний вплив на природне середовище</b>	
<b>Гололобова О. О., Дорогань В. В.</b> Екологічна оцінка якості поверхневих вод малих та середніх річок Полтавської області.....	84
<b>Некос А. Н., Максимов О. М., Шевчик К. В.</b> Екологічна якість природних вод з міських джерел м. Харкова.....	96
<b>Ричак Н. Л., Гричаний О. М.</b> Оцінка навантаження поверхневого стоку на водний об'єкт в умовах урболандшафтноі геосистеми.....	104
<b>Кулик М. І., Івах Ю. А.</b> Оцінка якості атмосферного повітря на основних автостанціях м. Харків.....	117
<b>Орфанова М. М.</b> Проблема управління та поведіння з відходами у Карпатському регіоні.....	129
<b>Правила оформлення статей</b> .....	138

## CONTENTS

### Modern Geographic and Ecological Environment Research

<i>Krainiukov O. M., Timchenko V. D.</i> Methodological Principles of the Construction Geography on the Study of the State and Protection of Natural Landscapes.....	6
<i>Maksymenko N. V., Burchenko S. V.</i> Theoretical Basis of the Strategy of Green Infrastructure: International Experience.....	16
<i>Klieshch A. A., Samoilo Yu. V.</i> Designing of Water Protection Zones in the Cities of Ukraine: Problems and Ways to Solve Them by Landscape Ecological Planning.....	26
<i>Snigirov S. M., Chernyavskiy A. V., Naum E. A., Galkina A. A., Medinets V. I., Gazetov Ye. I., Konareva O. P., Snigirov P. M.</i> Macrozoobenthos State in Odessa Bay Coastal Waters in 2016-2017.....	40
<i>Kovalova N. V., Medinets V. I., Medinets S. V.</i> Results of Bacterioplankton Studies in the Dnistrovskiy Estuary in 2003-2018.....	57
<i>Lisnyak A. A., Torma S., Vilcek J., Kiyovskiy P., Rego M. Z.</i> Change of Agrochemical Parameters of Gray Podzolized Soils of the Left-Bank Forest-Steppe under the Influence of Forest Ecosystems.....	67
<i>Nekos A. N., Bielkina O. V.</i> Video Environmental Assessment of the Administrative Regions Territory of Urbogeosystems.....	75
<b>Anthropogenic Influence on a Natural Environment</b>	
<i>Gololobova O. O., Dorogan V. V.</i> Ecological Assessment of Quality of Surface Water of Small and Medium Rivers of Poltava Region.....	84
<i>Nekos A. N., Maksimov A. M., Shevchyk K. V.</i> Ecological Quality of Natural Waters from of Kharkiv Urban Springs.....	96
<i>Rychak N.L., Grychanyi O. M.</i> Estimation of Surface Stop Loading on Water Objects in Conditions of Urboladshaft Geosystem.....	104
<i>Kulyk M. I., Ivah U. A.</i> Assessment of the Atmospheric Air Quality Within the Main Bus Stations Kharkiv.....	117
<i>Orfanova M. M.</i> Waste Management Problems in the Carpathian Region.....	129
<i>Formatting Rules</i> .....	138



## СОДЕРЖАНИЕ

### Современные географические и экологические исследования окружающей среды

<b>Крайнюков А. Н., Тимченко В. Д.</b> Методологические принципы конструктивной географии по изучению состояния и охраны природных ландшафтов (англ.).....	6
<b>Максименко Н. В., Бурченко С. В.</b> Теоретические основы концепции зеленой инфраструктуры: международный опыт.....	16
<b>Клещ А. А., Самойлова Ю. В.</b> Организация водоохраных зон в городах Украины: методические проблемы и пути их решения средствами ландшафтно-экологического планирования.....	26
<b>Снигирев С. М., Чернявский А. В., Наум Е. А., Галкина А. А., Мединец В. И., Газетов Е. И., Конарева О. П., Снигирев П. М.</b> Состояние макрозообентоса в прибрежных водах Одесского залива в 2016-2017 гг.....	40
<b>Ковалева Н. В., Мединец В. И., Мединец С. В.</b> Результаты исследования бактериопланктона Днестровского лимана в 2003-2018 гг.....	57
<b>Лисняк А. А., Torma S., Vilcek J., Kiyovskiy P., Pego M. Z.</b> Изменение агрохимических показателей серых лесных почв левобережной лесостепи под влиянием лесных экосистем.....	67
<b>Некос А. Н., Белкина Е. В.</b> Видеоэкологическая оценка территорий административных районов урбогеосистем.....	75
<b>Антропогенное влияние на природную среду</b>	
<b>Гололобова Е. А., Дорогань В. В.</b> Экологическая оценка качества поверхностных вод малых и средних рек Полтавской области.....	84
<b>Некос А. Н., Максимов А. М., Шевчик Е. В.</b> Экологическое качество природных вод с городских источников г. Харькова.....	96
<b>Рычак Н. Л., Гричаный А. Н.</b> Оценка нагрузки поверхностного стока на водные объекты в условиях урболандшафтной геосистемы.....	104
<b>Кулик М. И., Ивах Ю. А.</b> Оценка качества атмосферного воздуха на основных автостанциях г. Харькова.....	117
<b>Орфанова М. М.</b> Проблемы управления и обращения с отходами в Карпатском регионе.....	129
<b>Правила для авторов.....</b>	138

# СУЧАСНІ ГЕОГРАФІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДОВКІЛЛЯ

UDC 504.54

**O. M. KRAINIUKOV**, DSc (Geography), Associate Professor,  
*V. N. Karazin Kharkiv National University*  
6 Svobody Sq., Kharkiv, 61022, Ukraine  
e-mail: [alkraynukov@gmail.com](mailto:alkraynukov@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-5264-3118>

**V. D. TIMCHENKO**  
*Research Institution "Ukrainian Scientific Research Institute of Ecological Problems"*  
6 Bakulina st., Kharkiv, 61166, Ukraine  
e-mail: [biotest.niepkharkiv@meta.ua](mailto:biotest.niepkharkiv@meta.ua)

## METHODOLOGICAL PRINCIPLES OF THE CONSTRUCTION GEOGRAPHY ON THE STUDY OF THE STATE AND PROTECTION OF NATURAL LANDSCAPES

**Purpose.** The paper is devoted to some aspects that influence the formation of landscapes. Among the main objectives of the study: to consider the anthropogenic load as one of the factors influencing the development and change of landscapes; to give an analysis of the scientific works of scientists who have considered issues of landscape science in general, as well as anthropogenic landscape science; to consider the importance of research results that can be used in projects for the conservation and sustainable use of natural resources. **Results.** The landscape, being a multifunctional formation, is suitable for performing a different type of activity, but the functions it performs should correspond to its natural properties and resource potential. One of the basic principles of the protection of natural landscapes is the preservation of their structure and nature of functioning in conditions of intensive environmental management, and as a result of anthropogenic pollution. **Conclusions.** Conducting environmental management in any territory requires an objective and comprehensive environmental assessment of the state of the environment. Integrated assessment of the state of the environment and the geological environment in particular (the natural-geological environment) is the most complex geo-ecological task located in the cognitive methodological and methodological chain: system approach → system analysis → integrated assessment. Since there is no single integrated indicator of the ecological state in nature, a number of bioindication, spatial and dynamic indicators serve as criteria for assessing the ecological state of natural environments and ecosystems, and the integrated assessment is based on a certain number of the most representative indicators.

**Key words:** landscape, anthropogenic landscape, constructive geography, geo-ecology, aquatic complexes

**Крайнюков О. М.<sup>1</sup>, Тімченко В. Д.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна*

<sup>2</sup>*Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем», м. Харків*

## МЕТОДОЛОГІЧНІ ПРИНЦИПИ КОНСТРУКТИВНОЇ ГЕОГРАФІЇ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ СТАНУ ТА ЗАХИСТУ ПРИРОДНИХ ЛАНДШАФТІВ

**Мета.** Охоплення деяких аспектів, що впливають на формування ландшафтів. Серед основних завдань дослідження: розглянути антропогенне навантаження як один з факторів, що впливає на розвиток і зміну ландшафтів; провести аналіз наукових праць учених, які розглядали питання ландшафтної науки в цілому, а також антропогенної ландшафтної науки; розглянути важливість результатів досліджень, які можуть бути використані в проектах із збереження та сталого використання природних ресурсів. **Результати.** Ландшафт, будучи багатофункціональним утворенням, підходить для виконання різних видів діяльності, але функції, які він виконує, повинні відповідати його природним властивостям і ресурсному потенціалу. Одним з основних принципів охорони природних ландшафтів є збереження їх структури та характеру функціонування в умовах інтенсивного природокористування та внаслідок антропогенного забруднення. **Висновки.** Проведення екологічного менеджменту на будь-якій території вимагає об'єктивної та всебічної екологічної оцінки стану навколишнього середовища. Інтегральна оцінка стану навколишнього середовища та геологічного середовища зокрема (природно-геологічне середовище) є найбільш складним геоекологічним завданням, що знаходиться в когнітивному методологічному та методологічному ланцюзі: системний підхід → системний аналіз → інтегральна оцінка. Оскільки не існує єдиного інтегрального показника екологічного стану в природі, ряд біоіндикаційних, просторових і динамічних

показників слугують критеріями оцінки екологічного стану природних середовищ і екосистем, а інтегральна оцінка базується на певній кількості найбільш репрезентативні показники.

**Ключові слова:** ландшафт, антропогенний ландшафт, конструктивна географія, геоекологія, водні комплекси

Крайнюков А. Н.<sup>1</sup>, Тимченко В. Д.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина,

<sup>2</sup>Научно-исследовательское учреждение «Украинский научно-исследовательский институт экологических проблем»

## МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ КОНСТРУКТИВНОЙ ГЕОГРАФИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ СОСТОЯНИЯ И ОХРАНЫ ПРИРОДНЫХ ЛАНДШАФТОВ

**Цель.** Освещение некоторых аспектов, влияющих на формирование ландшафтов. Среди основных задач исследования: рассмотреть антропогенную нагрузку как один из факторов, влияющих на развитие и изменение ландшафтов; дать анализ научных работ ученых, которые рассматривали вопросы ландшафтной науки в целом, а также антропогенной ландшафтной науки; рассмотреть важность результатов исследований, которые могут быть использованы в проектах по сохранению и устойчивому использованию природных ресурсов. **Результаты.** Ландшафт, будучи многофункциональным образованием, подходит для выполнения другого вида деятельности, но функции, которые он выполняет, должны соответствовать его природным свойствам и ресурсному потенциалу. Одним из основных принципов охраны природных ландшафтов является сохранение их структуры и характера функционирования в условиях интенсивного природопользования и в результате антропогенного загрязнения. **Выводы.** Проведение природопользования на любой территории требует объективной и комплексной экологической оценки состояния окружающей среды. Интегральная оценка состояния окружающей среды и геологической среды в частности (природно-геологической среды) является наиболее сложной геоэкологической задачей, находящейся в когнитивно-методологической и методологической цепочке: системный подход → системный анализ → интегральная оценка. Поскольку не существует единого интегрального показателя экологического состояния в природе, ряд биоиндикационных, пространственных и динамических индикаторов служат критериями для оценки экологического состояния природных сред и экосистем, а интегральная оценка основана на определенном числе наиболее репрезентативных показателей.

**Ключевые слова:** ландшафт, антропогенный ландшафт, конструктивная география, геоэкология, водные комплексы

### Introduction

Ideas about the landscape have been repeatedly changed, transformed and supplemented. According to V.M. Pashchenko [1], it is precisely “the geoecological nature of constructive and geographic workings that greatly increased the importance of landscape knowledge and landscape-based approach to them”. With the development of science, in-depth study of natural processes and their interrelations with human activity, the concept of landscape was revealed, expanded, encompassing not only the natural, but also the economic, cultural, social sphere. In most cases, the landscape is regarded as a natural formation. In the works of N. A. Solntsev [2] we can find the following definition: “A geographic landscape should be called such a genetically homogeneous territory in which there is a regular and typical repetition of the same interrelated combinations: geological structure, landforms, surface and groundwater, microclimates, soil differences, phytocenosis and zoocenosis”. Along with the natural understanding of the landscape (N.A. Solntsev), there is an under-

standing of the anthropogenic landscape (F. N. Milkov, G. I. Denisik) and the cultural landscape (Y. G. Saushkin, A. G. Isachenko, V. A. Nikolaev). According to F. N. Milkov [3], “by the anthropogenic landscape is meant such complexes in which any of the landscape components, including vegetation, has undergone a fundamental change under the influence of a person over the entire area, or over a larger area”. According to N. F. Reimers [4]: “the landscape is cultural - purposefully created anthropogenic landscape, possessing expedient structure and functional properties for human society”. According to Y. G. Saushkin [5] – “a cultural landscape is a landscape that has acquired new, qualitatively different, features in comparison with the former natural state due to the direct application of the labor of human society”. At the initial stage, the integrity of the natural and economic components in the interpretation of anthropogenic landscapes, rather, was declared. Technogenic systems, like human himself, were most often viewed as external to the natural complex. At the same

time, in a number of works, landscape begins to be understood as the most complex territorial system consisting of natural, economic, and social components [6–8]. So “landscape” is identified with the concept of “natural technology” or “geotechnical system” [9]. In the development of the term “geotechnical system”, the concepts “natural-economic system” [6] and “natural-economic territorial system” [8] are proposed. Here, the consideration of the structure of natural-technical geosystems with regard to management, including the management of elements of environmental management, comes to the fore. A special model of the natural-economic territorial system, where the economic and natural subsystems form an integral unity, and the anthropogenic factor is an internal element of the development of the system, suggested by G. I. Schwabs [8]. The understanding of the landscape as an integrated system, including the natural, anthropogenically transformed,

industrial and social subsystems, proposed by V.A. Nikolaev [10]. He formulates the concept of “natural anthropogenic landscape”. All of the above-mentioned definitions have a common basis, and differently interpret the influence of social aspects on the landscape, reflecting the degree of perfection of the landscape created by human. [11].

**The purpose of this article** is to highlight some aspects that influence the formation of landscapes. Among the main objectives of the study: to consider the anthropogenic load as one of the factors influencing the development and change of landscapes; to give an analysis of the works of scientists who have considered issues of landscape science in general, as well as anthropogenic landscape science; to consider the importance of research results that can be used in projects for the conservation and sustainable use of natural resources.

### ***Results and discussions***

The formation of technogenic landscapes can go in two ways: at the expense of natural (biogenic) landscapes, as well as the formation of new ones at the expense of previously existing technogenic landscapes. Technogenic landscapes, formed in the first way, are most often in undeveloped and poorly developed areas, and landscapes, formed in the second way - in regions with long-standing anthropogenic activities. If the end result of the anthropogenic transformation of the natural environment almost always leads to the formation of human-made landscapes, then its initial stages are very diverse. On the one hand, this diversity is explained by different geographic (more precisely, landscape-geochemical) peculiarities of the territories under consideration, and on the other, by the diversity of anthropogenic activities. If geographic factors for certain territories in most cases are practically unchanged, then anthropogenic activity changes quite quickly and the rate of change increases all the time [11].

In the work [12], considering the natural configuration of the landscape, M. D. Grodzinsky identified 5 types of structure: genetic-morphological, positional-dynamic, paragenetic, basin and biocentric-network.

The basis of the allocation of territorial units of the genetic and morphological configuration of the landscape is the association of territorially adjacent geotopes in larger units on

the principle of their common origin, time of origin and patterns of development. The position-dynamic configuration of the landscape assumes the same intensity of processes caused by planetary material flows. Therefore G. I. Schwabs [13] called them landscapes, groups of adjacent geotopes, which have a common location relative to the change in the intensity of the material plane flows. Under the paragenetic configuration of the landscape refers to the horizontal connections between adjacent geotopes of common origin [14]. In accordance with this provision, the paragenetic landscape is a territorial structure composed of genetically close geotopes, which are closely interconnected by horizontal flows, and therefore form a dynamic integrity.

The biocentric-network configuration of the landscape is an example of spotted territorial structures. The connections between the structures of the landscape, forming its biocentric-network configuration, are related to the territorial features of behavior, migration, resettlement and other relationships among populations. In such a configuration of the landscape, biocentres play a decisive role, the main significance of which is the conservation of biological diversity.

In today's conditions of widespread anthropogenic pollution of the natural environment, studies of the consequences of its harmful

effects on natural landscapes are of great importance. According to the interpretation given in the Dictionary of Landscape Protection, edited by Preobrazhensky [15], geographic systems in which natural and anthropogenic elements interact in the course of nature use are objects of environmental protection.

One of the main principles of the protection of natural landscapes is to preserve their structure and character of functioning, therefore, in the conditions of intensive nature management and as a result of anthropogenic pollution, the constructive-geographical methodology of the combination of approaches - landscape approach (type, structure, character of functioning, state of the geocosystem) and ecological approach (interconnections between living organisms and their habitat) [6].

Under such conditions, it becomes clear that the study of complex systems in the existing paradigm will not lead to breakthrough results, but risks, with time, to discredit the very meaning of complex research. In order to achieve real action in favor of the ecological components of the systems under study, a change in the research paradigm is needed, moving from the paradigm of the contrast between anthropogenic systems and natural systems within the framework of the ecological-economic system model to a coordinated, managed development paradigm in the presence of certain management constraints. One of the first thoughts about the necessity of the study of ecological-economic systems was expressed by V. N. Sukachev and supported by V. B. Sochava. The transition to a management paradigm will make it possible to specify the answers to questions posed by a person (end-user) to the socio-economic system from the position of multicriteria management on the chosen criteria of optimality.

Based on the foregoing, at the present stage of the study of complex systems, as the main object of research, one should choose a single (unity from the position of the general control circuit) system in which the priority of the natural subsystem is given, generally referred to as the landscapes, which are influenced by human activity on the transformation of the eco-economic system. An important characteristic of the ecological-economic system is that it belongs to the category of dynamic systems. Its subsystems interact continuously and are changed. In order for the system to function

properly, it should be in a state of dynamic equilibrium, in which the energy, information and material exchange between society, production and the natural environment is organically "inserted into the natural cycle of substances and natural energy flows, resulting in a total balance of substances and energy is preserved" [16]. Any system under the influence of external and internal factors can acquire a different state: equilibrium (stable, stable), local equilibrium or disturbance of equilibrium (unstable). Interest in the state of the equilibrium of the system, because only in this state undergoing radical changes in the system, and even insignificant manifestations of influence on this system, may create conditions for a fundamentally new state of the system or a new trajectory of its evolution. Such a state of engineering ecology is called the state of bifurcation, or the state of dynamic equilibrium. Such a dynamic equilibrium represented the established ecological system or system of elemental natural landscape. According to V. I. Vernadsky, this is an absolute (in a natural state) landscape, which has the properties of a complete central symmetry relative to the location of the centers of the geosphere [17-19]. Under the influence of anthropogenic and human-made factors anthropogenic landscape is formed. There are changes in the potential composition of the Vernadsky's geospheres, there is an asymmetry regarding the location of centers of the geosphere, which causes a disturbance of the equilibrium of the natural-technical or ecological-economic system. Components of any landscape (soils, water, air) constantly interact with each other and seek to achieve a state in which the flow of substances and energies would be equal to the natural part, that is, the ecosystem naturally goes to a state of equilibrium. Since the landscape as a macrosystem consists of microsystems that have direct and reverse bonds, the change of one component leads to a change of another. The ability of the ecological-economic system to self-regulation and the achievement of dynamic equilibrium is defined as a dynamic homeostasis of the ecological-economic system. Of particular importance is the problem of equilibrium between macrosystems that are part of the geosphere: between ecological and ecological-economic systems, between ecological and economic and socio-economic ones. Due to the low level of environmental knowledge, wrong decisions are made in the process of nature man-

agement, which leads to the degradation of ecological and economic systems [20]. In this way, each component of the landscape develops according to its laws, but none of them (soils, vegetation, wildlife, etc.) can function in isolation, without affecting the influence of other components. The interconnection and integrity of the components of the landscape existed and will always exist. The study and forecasting of anthropogenic landscape changes allows us to solve the problems of inefficient nature management and to implement measures for the protection of the natural environment. Economic-and-geographical tasks are solved together with the ecological and economic ones: e.g. the location of productive forces, the location of industrial objects, agriculture and recreation, population, transport, etc. The degree of transformation of natural landscapes as a result of the implementation of specific socio-economic projects is determined by the scale of the region, population, natural resource potential, placement of productive forces, energy base, socio-economic conditions, period of anthropogenic impact [21].

At the present stage of development of society, the geoecologization of environmental management is becoming increasingly important. One of the most important components of this process is the assessment of the quality of the human living environment with the aim of optimally multifunctional use of geographic space in accordance with its natural resource potential, functional ability to satisfy public requests while maintaining the ecological stability of regional and local natural-anthropogenic geosystems.

The development of geoecology has led to the formation of a new direction of ecological and geographical researches, which has received the name "geoecological assessment". The formation of this direction is connected with the works of V. S. Preobrazhensky [29], A.M. Green, N. N. Klyuev, L. I. Mukhina [23], A. G. Isachenko [27], B. I. Kochurova [28], A. G. Emelyanov [24, 25], and other authors. They considered a number of methodological, theoretical and methodological issues of evaluation, and showed the ways of practical use of ecological-geographical research. N. N. Klyuev, L. I. Mukhina, A. M. Green [23] understand the geoecological assessment as "complex interdisciplinary studies of geosystems aimed at creating scientific foundations for solving the problems of improving the ecological situation and ra-

tionalizing environmental management". The authors highlight the complex nature of the assessment, the territorial location of the objects of study, the constructive nature of the research. Geoecological assessment should be considered as a complex of researched aimed at identifying anthropogenic changes in natural and natural-anthropogenic systems and their components, as well as the consequences of these changes affecting the ecological state of the environment, life and activities of the population [26]. It is based on a landscape-ecological approach to the objects of study, which includes consideration of the integrity and spatial-temporal structure of geosystems and ecosystems, spatial heterogeneity of the natural environment, consideration of the objects studied as human habitats. Particular importance is gained by the identification of causal relations between the socio-economic and natural conditions of changes in territories and waters, as well as the dependencies between specific types of environmental management and its consequences for human life and activity. The goal of geo-environmental assessment is to obtain reliable information that is necessary to prevent, minimize or eliminate adverse environmental impacts of people's economic activities, maintain the given socio-economic functions of the territory and optimal living conditions for the population. The objects of assessment are geo-ecosystems – complex formations that simultaneously combine the properties of geosystems and ecosystems. Geo-ecosystems are considered as separate territories and water areas within which a relatively homogeneous ecological situation is formed as a result of the interaction of economic, natural and social components. The presence of interconnections, the constant exchange of matter, energy and information between these components makes it possible to investigate them as integrated, relatively stable formations. Geo-ecosystems include natural-territorial complexes with inherent biocenosis and territorial-industrial complexes with their socio-economic objects and problems. The interaction between them forms the living environment and human socio-economic activity.

Geo-ecosystems consist of the following subsystems: a) the natural environment, slightly modified by human; b) nature, substantially modified by human activities; c) anthropogenic and technogenic component; d) population and social environment. If there are adjustable geo-ecosystems, one more component can be distin-

guished – the control unit. Natural-anthropogenic systems can be considered as geo-ecosystems, if the leading task of studying them is to identify or change the conditions of human life support. Therefore, the most important properties of geo-ecosystems are anthropo-(socio)centricity, territoriality, the presence of interrelations between human activity and the environment, components and elements of nature, hierarchy.

The ecological state of geo-ecosystems is advisable to consider as a set of their most important landscape-ecological indicators in a certain more or less long period of time. It is necessary to distinguish between physical-geographical (landscape), ecological (geo-ecological), sanitary and hygienic, medico-demographic indicators of the state of territorial and aquatic systems.

The solution of environmental problems is connected with the development of issues of geo-ecological monitoring, forecasting of anthropogenic changes in the environment, management of the ecological state of natural and anthropogenic geosystems.

Landscape management is the activity of organizing a rational interaction between the economy, technique, human activity and landscapes on the regulation of the functioning of landscapes in the course of their social and economic functions [30-32]. The management includes the selection of landscape-performing functions, one of which is the ecological (mediating and medium-reproducing) function. The ecological function of water landscapes is to support the main ecological properties of aquatic space, which determine the living conditions and economic activity of the population. The ecological function is aimed at ensuring the needs of society in the natural environment. In the process of environmental management it is necessary to take into account and use the processes of self-organization, functioning, dynamics and development of landscapes. Self-regulation of the ecological state is expressed primarily in self-cleaning, natural environment. Self-cleaning of aquatic landscapes manifests itself in their ability to process (dissolve, absorb, decompose, etc.) or remove pollutants beyond their borders. Self-cleaning depends on the speed, nature of chemical transformations of substances, which is determined by the amount of energy entering the landscape and geochemical conditions. An important role in this process

is played by the activity of living organisms and the removal of matter beyond the boundaries of the landscape, the rate of dispersal of contaminants. Aquatic complexes have the greatest ability to self-cleaning with high intensity of the matter circulation and the predominance of scattering streams. This process is less intense in accumulative aquatic systems [33-35].

Aquatic landscapes are complex systems that are closely interrelated with the catchment landscape. As a result, the ecological state of aquatic landscapes is capable of characterizing not only the processes prevailing in the water body itself, but also the resultant influence of all the processes in the “catchment - water body” system. Therefore, ecological studies of aquatic landscapes are of great scientific and applied importance, and the methodological basis of research is of particular importance, since it largely determines the nature and reliability of the results obtained. The ecological state of aquatic landscapes is determined by a set of indicators characterizing water quality, chemical composition of bottom sediments, the state of aquatic ecosystems, etc. In order to give such a comprehensive assessment, it is necessary to consider all these indicators holistically in their interrelation and interdependence.

Surface water bodies are the lowest (aquatic) level in the elementary geochemical landscape and are most vulnerable to chemical pollution. The quality of surface waters makes it possible to judge the overall level of chemical exposure on the part of subsoil users. However, the dynamics of the aquatic environment determines a high degree of variability in the content of pollutants in it. In this regard, the monitoring includes bottom sediments, which, being a conservative system, are capable of accumulating and storing information about the state and changes in geochemical, dynamic, microclimatic environmental conditions, including anthropogenic effects on the aquatic environment. The features of substance migration in the landscape are largely determined by the properties of the depositing media – soil cover and vegetation. The soil is formed as a result of the interaction of such components of the landscape as rocks, atmospheric air, natural waters and biota. During the monitoring, soil contamination was assessed by two horizons: organogenic and mineral.

Geosystems of regional and local levels in their morphological structure, in addition to eluvial and supraaquatic complexes, include

aquatic complexes of rivers, lakes, estuaries, ponds, reservoirs, canals, etc. The need to distinguish aquatic geosystems was noted by N.A. Solntsev, A.G. Isachenko, N.N. Nazarov, O.A. Tikhomirov and other researchers.

F.N. Milkov [36] identifies semiaquatic landscapes as part of the landscape sphere, which include rivers, lakes, coastal complexes. A variety of physiographic conditions, landscape structure of the territory, economic use determines the features of the formation, structure and functioning of aquatic geosystems. Aquatic complex is characterized by the composition of components, morphological features, spatial structure and functional organization. The system of relations between the elements provides the processes of exchange and transformation of matter and energy. Aquatic complexes used by man, transformed or artificial ones, are formed as a result of the interaction of natural factors and various activities of the population [37]. The water landscape is an interconnected system of aquatic complexes, similar in their morphology and flowing physical and geographical processes, characterized by certain hydrothermal conditions and combinations of bottom sediments (flooded soils), vegetation and water masses. Lake, river, and transitional lacustrine landscapes can be attributed to the aquatic type. Lakes and rivers are fundamentally different in their morphology and morphometry. In rivers, the main physiographic processes, the development of hydrobiocomplexes are associated with the activity of flowing waters. The processes of formation of water complexes in lakes occur under conditions of slow water exchange. This type of landscape is affected by high-altitude and natural zonality. In this case, it is possible to distinguish the classes of aquatic landscapes - plain, zonal or mountain ones [38]. Elementary unit of the water landscape is aquafacies. It stands out on the element of the underwater relief and includes one hydrobiocenosis that forms on certain bottom sediments and the water mass associated with them. Tracts are a complex of homogeneous facies formed in similar conditions and isolated morphological-morphometric elements or due to the heterogeneity of bottom sediments, flooded soils, vegetation, water masses, and also as a result of human activity [38]. The diversity of anthropogenic changes in water bodies is associated with various forms of human exposure and use of aquatic complexes. A number of researchers distinguish natural and human-made groups of

inland freshwater landscapes. According to O.A. Tikhomirov, the separation of altered water landscapes is possible according to the criterion of the degree of their technogenic change into natural, natural-anthropogenic and anthropogenic (man-made) aquatic complexes [39]. It should be noted that this division is somewhat arbitrary, since theoretically all water bodies are indirectly influenced by human. At the same time, many technical facilities are built using natural materials, and in the case of non-systematic regulation they begin to evolve according to the natural type. Aquatic complexes, which practically did not experience human impact, and have retained their structure and functions, are natural. Natural water landscapes function under the influence of natural factors and experience a relatively weak, mainly indirect human impact, which does not lead to qualitative changes in the natural components. Aquatic complexes, transformed under the influence of human activity, belong to the natural-anthropogenic. Such landscapes are formed as a result of the interaction of natural conditions and various activities of the population. They have a significant impact on the environment, which leads to environmental and geographical situations of varying degrees of tension. The quality of the natural components used by human in their economic activities changes. Some aquatic landscapes function mainly due to the natural component. Other complexes are formed under the influence of technical regulatory activities. An example would be natural reservoirs geosystems. The geotechnical system consists of two subsystems (natural and technical ones) and a control unit. The management of a system is reduced to regulating the flow of matter, energy and information in order to maintain a high degree of balance between the direct and reverse links between its components and the fulfillment by it of social and economic functions set by society [40]. The formation of anthropogenic geosystems is influenced by man-made factors, the impact of which led to a complete or almost complete violation of not only the "secondary", but also the "primary" components of nature (geological structure and topography), as well as the replacement of natural components with structures made of artificial, and natural materials. Over the decades of the existence of reservoirs, some of the natural components have been destroyed, the other has been greatly changed, and in some cases new components have appeared. The reservoirs are a



complex natural-anthropogenic system consisting of aquatic complexes closely related to each other. Over time, the development of reservoirs is increasingly subject to natural laws. The predominant landscape-forming processes lead to the formation of erosion, abrasion-accumulative, alloy-accumulative and other aquatic complexes in reservoirs [39].

Water masses of river aquatic complexes of the natural-anthropogenic type are characterized by higher values of the content of the main ions (hydrocarbonates, calcium, magnesium, potassium, chlorine, sulfates, sodium, phosphates), as well as metal ions - copper, zinc, manganese and iron; reduced oxygen content and increased turbidity compared with natural-type river aquacomplexes. This situation can be explained by the lower flowage of aquatic complexes of reservoirs, significantly greater depths (compared to reocomplexes), as well as the influence of polluted sewage from the territories of settlements and industrial zones [41]. All these reasons create conditions for sedimentation of the soils of reservoirs, accumulation of heavy metal salts in silts and, as a result, the development of secondary water pollution of these aquacomplexes. Both in the natural and in the natural-anthropogenic landscape, the content of biogenic elements is closely related to the hydrological conditions and has a seasonal character. In the littoral regions, the compounds of nitrogen and phosphorus in water are somewhat larger than the pelagic. The composition of the main mass of water (riverbed of pelagic zone) depends on the natural flow from the catchment. In the littoral zone, surface and groundwater runoff determine slightly higher concentrations of nutrients, especially during the growing season. Littoral aquacomplexes are

characterized by better water quality indicators compared to profound ones. The water quality of the river aquatic complexes of the reservoir type is inferior to the water quality of the river geosystems of a natural type in a number of indicators [42].

The final link in the cycle of anthropogenic elements in the landscape is bottom sediments of water bodies. Over the past decades, the discharge of pollutants with wastewater leads to their accumulation in water and bottom sediments. Consequently, the accumulation of toxic compounds in water bodies increases the environmental hazard for aquatic organisms and humans. This actual problem has already been reflected in a number of publications [43–46]. Most researchers consider a lake or a reservoir as a single complex acting as a storage facility for heavy metals. At the same time, reservoirs are complex heterogeneous systems, including aquatic complexes, which differ in position in the water area and physiographic conditions. Based on a number of landscape-forming features, we proposed a classification of aquatic complexes of reservoirs (according to the characteristics of morphology, morphometry, hydrodynamic activity, nature of aquatic vegetation and bottom sediments) [46]. Consideration of the processes of accumulation of technogenic elements in the reservoir, taking into account the differentiation of the reservoir into separate geosystems, is one of the methodological approaches that allow not only to assess the role of aquatic complexes as accumulators of heavy metals, but also to predict the nature of their accumulation in bottom sediments. Such a forecast can be used in the development of environmental management systems, as well as zoning of reservoirs for environmental purposes.

### *Conclusions*

The landscape, being a multifunctional formation, is suitable for performing a different type of activity, but the functions it performs should correspond to its natural properties and resource potential. In the natural landscape, which has not yet been affected by the influence of modern culture, the main are large spaces. The development of human territory causes the fragmentation of the landscape into parts. There are new factors affecting the landscape: the inclusion of elements of agricultural areas, reservoirs, roads and railways, industrial

and other structures. These factors greatly change the natural landscape. Conducting environmental management in any territory requires an objective and comprehensive environmental assessment of the state of the environment. Integral assessment of the state of the environment and the geological environment in particular (the natural-geological environment) is the most complex geo-ecological task located in the cognitive methodological and methodological chain: system approach → system analysis → integrated assessment. Its complex-

ity lies in the poorly developed scientific conceptual base of geo-ecology and the still insufficient practical experience in various natural-territorial, geological-technological and landscape-geochemical conditions. Since there is no single integral indicator of the ecological

state in nature, a number of bioindication, spatial and dynamic indicators serve as criteria for assessing the ecological state of natural environments and ecosystems, and the integral assessment is based on a certain number of the most representative indicators.

### References

1. Pashchenko, V.M. (1999). Methodology of post-clastic landscaping. Kiev. (In Russian)
2. Solntsev, N. A. (2001). The doctrine of the landscape (selected works). Moscow: Moscow University Press. (In Russian)
3. Milkov, F. N. (Ed). (1993). Terminological dictionary on physical geography. Moscow: High School. (In Russian)
4. Reimers, N.F. (1994). Ecology. Theories, laws, rules, principles and hypotheses . Moscow: Young Russia. (In Russian)
5. Saushkin, Yu. G. (1946). Cultural landscape. *Questions of geography*, (1), 97 - 106. (In Russian)
6. Preobrazhensky, V. C., Alexandrova, T. D., Kupriyanov, T. P. (1988). Basics of landscape analysis. Moscow: Science. (In Russian)
7. Chepurko, N. A. (1981). Approaches to the typology of natural-economic systems by the nature of their participation in the circulation of the substance . *Vopr. geogr.*, (117), 130 - 135. (In Russian)
8. Schwebs, G. I. (1987). The concept of natural-economic territorial systems and environmental management issues. *Geography and natural resources*, (4), 30 - 38. (In Russian)
9. Pozachenyuk, E. A. (1999). Introduction to geoeological expertise: interdisciplinary approach, functional types, object orientations. Simferopol: Tavria. (In Russian)
10. Nikolaev, V.A., Kopyl, I.V., Sysuev, V.V. (2008). Natural and anthropogenic landscapes (agricultural and forestry) Moscow: Geographical faculty of Moscow State University. (In Russian)
11. Pozachenuk, E. A., Petlyukova, E. A., Tabunshchik, V. A., Omelekhina, Yu. S. (2012). Approaches to the Selection of Modern Landscapes (Using the Example of the Crimean Peninsula). Ukraine: the geography of tsa and taiga. Kiev: VGL "Obry", 1, 271-274. (In Russian)
12. Grodzinsky, M.D. (2005). Cognition landscape: place and space. (Vol.1-2). Kyiv: Kyiv University. (In Ukrainian)
13. Schwebs, G. I., Tishchenko, P. G., Grodzinsky, M. D., Koveza, G. P. (1986). Types of Landscape Territorial Structures. *Physical Geography and Geomorphology*, (33), 111-114. (In Russian)
14. Schwebs, G. I., Vasyutinskaya, T. D., Antonova, S. A. (1982). Dolina-river paragenetic landscapes (typology and formation) . *Geography and natural resources*, (1), 24 - 32. (In Russian)
15. Preobrazhensky V.S. (Ed.). (1982). Landscape Protection. Explanatory dictionary. Moscow: Progress. (In Russian)
16. Bachinsky, G.A. (1991). Socioecology: theoretical and applied aspects . Kiev: Naukova Dumka. (In Russian)
17. Vernadsky, V.I. (1965). The chemical structure of the Earth's biosphere and its environment. Moscow: Science. (In Russian)
18. Vernadsky, V.I. (1944). Reflection of a naturalist. Scientific thought as a planetary phenomenon. A few words about the noosphere . Moscow: Science. (In Russian)
19. Vernadsky, V.I. (1926). Biosphere. Leningrad: Chemical technologist. publishing house. (In Russian)
20. Modeling and management of the state of ecological-economic systems of the region (2001). Kiev: V.M. Glushkov Institute of Cybernetics. (In Russian)
21. Granovska, L.M. (2007). Racional naturalist in the zones of eco-economic riziku: monograph. Kherson. (In Russian)
22. Perelman, A.I., Kasimov, N.S. (1999). Geochemistry of the landscape. Moscow: Astraea-2000. (In Russian)
23. Green, A.M., Klyuev, N.N., Mukhina, L.I. (1995). Geoeological analysis. *News of the Russian Academy of Sciences. Ser. Geography*, (1), 21-30. (In Russian)
24. Yemelyanov, A.G. (1999). Geoeological analysis of landscapes. Problems of regional geoeology, Materials of scientific seminar, A.G. Isachenko (Ed.). Tver: Tver University, 10-11. (In Russian)
25. Yemelyanov, A.G. (2002). Geoeological analysis of regional and aquatic geo-ecosystems of the region. Historical geo-ecology, geography and environmental management: new directions and methods of research, 2nd International, Scientific. Conf., St. Petersburg.: Publishing house RSGMU, 10-11. (In Russian)
26. Yemelyanov, A.G. (2005). The concept of geoeological analysis of regional and aquatic geosystems of the region. Geoeology and nature management, 12th Congress of the Russian Geographer. Society, 4, SPb.: Publishing House of the Russian Geographical Society, 3-7. (In Russian)

27. Isachenko, A.G. (1995). Ecological geography of North-West Russia. SPb: Publishing House of St. Petersburg. University. (In Russian)
28. Kochurov, B.I. (1999). Geocology: eco-diagnostics and ecological balance of the territory. Smolensk: SSU Publishing House. (In Russian)
29. Preobrazhensky, V.S. (1992). The essence and forms of manifestation of geocological concepts in domestic science. *Izv. RAS. Ser. Geography*, (4), 41-47. (In Russian)
30. Isachenko, A.G. (1980). Optimization of the natural environment. Moscow.: Thought. (In Russian)
31. Mukhina, L.I. (1995). The study of natural anthropogenic geosystems. Moscow: Publishing House of Public Administration. (In Russian)
32. Preobrazhensky, V.S. (Ed.). (1982). Landscape Protection: Explanatory Dictionary. Moscow: Progress,
33. Tikhomirov, O.A. (2008). Dynamics of landscape-ecological conditions of aquatic complexes of reservoirs. *Vestn. Tver state un-that. Ser. Geography and geoecolog*, 5(33 (93)), 11–20. (In Russian)
34. Tikhomirov, O.A. (2010). Transformation of the morphological structure of aquatic complexes of a flat reservoir. *Vestn. Moscow State University. Ser. 5. Geography*, (1), 44–60. (In Russian)
35. Tikhomirov, O.A., Emelyanov, A.G. (2009). The evolution of aquatic complexes in the process of formation of reservoirs. *Problems of regional geoecology*, (2), 51–55. (In Russian)
36. Milkov, F.N. (1986). Physical geography: the study of landscape and geographical zonality. Voronezh. (In Russian)
37. Tikhomirov, O.A. (2006). Approaches to the classification of aquatic landscapes. Landscape Science: Theory, Methods, Regional Studies, Practice: Materials of the 11th Intern. Landscape Conf., Moscow. (In Russian)
38. Tikhomirov, O.A. (2008). Ecodiagnosics of aquatic complexes of reservoirs. Problems of environmental management and environmental situation in European Russia and adjacent countries: Proceedings of the 3d Intern. scientific conf., Moscow-Belgorod. (In Russian)
39. Dyakonov, K.N. (1975). The influence of large plain reservoirs on the growth of coastal forests. Leningrad. (In Russian)
40. Tikhomirov, O.A. (2005). Classification and assessment of the ecological status of the Upper Volga aquatic geo-ecosystems. *Problems of Regional Ecology*, (2), 28–38. (In Russian)
41. Tikhomirov, O.A. (2008). Dynamics of aquatic complexes of plain reservoirs. Monograph. Tver, Publishing House of Tver State University. (In Russian)
42. Moiseenko, T.I. (1998). Ecotoxicological approach to the regulation of anthropogenic pressures on the reservoirs of the North. *Ecology*, 29(6), 452–461. (In Russian)
43. Brekhovskikh, V.F., Volkova, Z.V. (2001). Features of the accumulation of heavy metals in bottom sediments and higher aquatic vegetation of the Ivankovo reservoir. *Vodn. Resources*, 29(4), 441–447. (In Russian)
44. Mokryakova, T.V. (2002). Accumulation of heavy metals by macrophytes in conditions of water pollution. *Vodn. Resources*, 29(2), 253–255. (In Russian)
45. Ziganshin, I.I. (2005). Bottom sediments of the lakes of the Republic of Tatarstan. (Master's thesis). Yaroslavl State Pedagogical University, Yaroslavl. (In Russian)
46. Tikhomirov, O.A. (2005). Classification and assessment of the ecological status of the Upper Volga aquatic geo-ecosystems. *Problems of Regional Ecology*, (1), 28–38. (In Russian)

Надійшла до редколегії 14.05.2019

УДК 502.15:332.142.6

**Н. В. МАКСИМЕНКО<sup>1</sup>**, д-р геогр. наук, доц., **С. В. БУРЧЕНКО<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна*

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

e-mail: [nadezdav08@gmail.com](mailto:nadezdav08@gmail.com)

<http://orcid.org/0000-0002-7921-9990>

[sveta.burchenko@gmail.com](mailto:sveta.burchenko@gmail.com)

## ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СТРАТЕГІЇ ЗЕЛЕНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ: МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД

Стратегія зеленої інфраструктури використовується у різних напрямках, які пов'язані з проектуванням, захистом та охороною навколишнього середовища. **Мета.** Провести аналіз міжнародного досвіду у галузі використання концепції зеленої інфраструктури, визначити основні теоретичні та практичні підходи до оцінки зеленої інфраструктури, провести аналіз шляхів інтеграції стратегії зеленої інфраструктури до територіального планування та включення у політику управління природними ресурсами у країнах Європи та світу. **Результати.** Проведено аналіз наукових джерел щодо питання вивчення концепції зеленої інфраструктури; проведено огляд літератури у суміжних дослідженнях, які прямо чи опосередковано стосуються зеленої інфраструктури. Встановлено, що є певні регіональні відмінності використання концепції зеленої інфраструктури в Європі, Америці, Азії. Спрямування практичних досліджень у цій сфері залежить від цілей, функцій та наявних елементів зеленої інфраструктури. Внаслідок цього може змінюватися її методологія. Виявлено можливості і обмеження використання її в Україні. Стратегія зеленої інфраструктури має найбільше використання в країнах Європи і США для забезпечення екологічного підґрунтя економічного розвитку території. Зараз для неї характерно як розвиток вглиб до більшої деталізації, так і в просторовому сенсі – охоплюючи все більші території. **Висновки.** З огляду на відсутність правових механізмів втілення в Україні концепції зеленої інфраструктури доцільно інтегрувати її у ландшафтно-екологічне планування і рекомендувати використовувати на локальному рівні з подальшим поширенням на великі території.

**Ключові слова:** зелена інфраструктура, територіальне планування, ландшафтно-екологічне планування, екосистемні послуги, біорізноманіття

**Maksymenko N. V., Burchenko S. V.**

*V.N. Karazin Kharkiv National University*

## THEORETICAL BASIS OF THE GREEN INFRASTRUCTURE STRATEGY: INTERNATIONAL EXPERIENCE

The Green Infrastructure Strategy is used in different directions related to the design, protection and protection of the environment. **Purpose.** Analyze international experience in using the concept of green infrastructure, identify the main theoretical and practical approaches to assessing green infrastructure, analyze how to integrate green infrastructure strategies into territorial planning and integrate natural resources management in Europe and the world into policies. **Methods.** Literary search, analysis, synthesis, synthesis. **Results.** An analysis of scientific sources on the issue of studying the concept of green infrastructure; a review of the literature in related studies that directly or indirectly relate to the green infrastructure. It has been established that there are certain regional differences in the use of the concept of green infrastructure in Europe, America, and Asia. Directions of practical research in this area depend on the goals, functions and existing elements of the green infrastructure. As a result, its methodology can be modified. The possibilities and limitations of its use in Ukraine are revealed. The green infrastructure strategy has the greatest application in Europe and the USA to provide the ecological basis for the economic development of the territory. Now it is characterized as a development inward to greater detail, and in a spatial sense - covering all large areas. **Conclusions.** Given the lack of implementation mechanisms in Ukraine for the concept of green infrastructure, it is advisable to integrate it into landscape-ecological planning and recommend using it at the local level with subsequent spreading over large areas.

**Key words:** green infrastructure, spatial planning, landscape-ecological planning, ecosystem services, biodiversity

**Максименко Н. В., Бурченко С. В.**

*Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина*

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОНЦЕПЦИИ ЗЕЛЕННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ: МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ

Стратегия зеленой инфраструктуры используется в разных направлениях, связанных с проектированием, защитой и охраной окружающей среды. **Цель.** Провести анализ международного опыта в области использования концепции зеленой инфраструктуры, определить основные теоретические и практиче-

ские подходы к оценке зеленой инфраструктуры, провести анализ путей интеграции стратегии зеленой инфраструктуры в территориальное планирование и включение в политику управления природными ресурсами в странах Европы и мира. **Результаты.** Проведен анализ научных источников по вопросу изучения концепции зеленой инфраструктуры; проведен обзор литературы в смежных исследованиях, которые прямо или косвенно касаются зеленой инфраструктуры. Установлено, что есть определенные региональные различия использования концепции зеленой инфраструктуры в Европе, Америке, Азии. Направления практических исследований в этой сфере зависит от целей, функций и имеющихся элементов зеленой инфраструктуры. Вследствие этого может меняться ее методология. Выявлены возможности и ограничения использования ее в Украине. **Выводы.** Стратегия зеленой инфраструктуры имеет наибольшее приращение в странах Европы и США для обеспечения экологической основы экономического развития территории. Сейчас для нее характерно как развитие вглубь к большей детализации, так и в пространственном смысле, охватывая все большие территории. Учитывая отсутствие механизмов воплощения в Украине концепции зеленой инфраструктуры целесообразно интегрировать ее в ландшафтно-экологическое планирование и рекомендовать использовать на локальном уровне с последующим распространением на большие территории.

**Ключевые слова:** зеленая инфраструктура, территориальное планирование, ландшафтно-экологическое планирование, экосистемные услуги, биоразнообразие

### **Вступ**

Покрокова модель розробки управлінського рішення про надання екосистемних послуг, що запропонована і детально проаналізована нами у [1], в якості центрального елементу використовує ландшафт, як уособлення природного комплексу, що характеризується певною структурою, процесами та притаманними йому функціями. Саме на його основі розробляється комплекс процедур ландшафтно-екологічного планування, шляхом оцінки екологічного стану природної системи, чутливості її компонентів та визначення можливостей ландшафту з точки зору надання екосистемних послуг. Оскільки саме ландшафтно-екологічне планування передбачає «роботу» з невеликими за площею територіями локального рівня організації довкілля, одним з видів екосистемних послуг можна вважати використання зеленої інфраструктури (далі – ЗІ).

Поняття зеленої інфраструктури Європейською Комісією визначається як стратегічно спланована мережа природних і напівприродних територій з різними екологічними особливостями, розроблена та здатна надавати широкий спектр екосистемних послуг, таких як очищення води, покращення якості повітря, створення місць для

відпочинку та пом'якшення наслідків зміни клімату і адаптація до них [2]. У широкому розумінні зелена інфраструктура також включає і водні простори, які впливають на умови та якість навколишнього середовища. Це визначення має на меті отримання екологічних, економічних та соціальних вигод від природоорієнтованих рішень в процесі управління.

**Метою** дослідження є проведення аналізу міжнародного досвіду у галузі використання концепції ЗІ, визначення основних теоретичних та практичних підходів до оцінки ЗІ, проведення аналізу шляхів інтеграції стратегії зеленої інфраструктури до територіального планування та включення у політику управління природними ресурсами у країнах Європи та Світу.

Дослідження проведено шляхом аналізу, синтезу та узагальнення наукових літературних джерел за наступними напрямками: теоретичне спрямування вивчення концепції ЗІ, практичні підходи до створення ЗІ на регіональному та локальному рівнях, інші концепції на які спирається ЗІ або які є її частиною, включення стратегії ЗІ до процесів управління та інтеграція у політичну сферу.

### **Результати дослідження**

Безпосереднє використання поняття ЗІ має досить коротку історію. Перші концепції ЗІ пов'язують з появою в середині 1980-х років новітніх методів управління обсягами зливостоків, спрямованих на їх

скорочення та попередження ерозії. Це були фрагментарні рішення, але надалі вони спонукали суспільство до більш масштабного використання ЗІ. Визначення ЗІ використовується у різних дисциплінах, які

пов'язані з проектуванням, захистом та охороною навколишнього середовища. Проте основним у всіх дисциплінах є включення зв'язності, багатофункціональності та практичності охорони. Основними ж відмінностями у використанні терміну ЗІ є його використання у різних масштабах та умовах або зосередженням на сукупності переваг, які можна отримати від ЗІ (табл.).

Більш ранні визначення ЗІ надаються на прикладі розвитку природоохоронного руху США з необхідністю нового підходу до управління життєвим простором [16], визначаючи ЗІ як «взаємопов'язану мережу зелених насаджень, яка зберігає цінності та функції природних екосистем і забезпечує пов'язані з ними переваги для населення». Протягом часу автори вивчають ЗІ вже у поєднанні з управлінням ландшафтом та землекористуванням. Проте у сформульованому визначенні залишаються основні ключові моменти щодо об'єктів зеленої інфраструктури та цілей її створення. У 1999 році Рада Президента з питань сталого розвитку визначила Зелену інфраструктуру, як одну з ключових стратегій щодо досягнення сталості. Побудову зеленої інфраструктури пропонується починати зі створення ГІС бази даних та за допомогою того ж ГІС визначається пріоритетність територій [17]. Визначення поняття ЗІ з огляду на динамічний стан концепції, розрив теоретичної та практичної складової було зроблено у роботі [18].

В залежності від встановлених цілей ЗІ, розробляється алгоритм створення плану управління ЗІ. Однак тут є певні недоліки та ризики. Першочерговим питанням є проблематика вибору території та об'єктів, які доцільно відносити до ЗІ. Оскільки забезпечення певних соціальних чи економічних вигід може повністю суперечити цілям збереження біорізноманіття, значення виділених для ЗІ територій та їх зв'язок має різну цінність для різних видів і може бути взагалі специфічною для окремих видів. Якість середовища існування може бути важливішою, ніж саме розташування об'єктів ЗІ. Так, наприклад, прокладання стежки для прогулянок не матиме цінності для збереження біологічного різноманіття, проте з точки зору соціальної важливості вона буде необхідна. Ще одним ризиком варто вважати, що чітке виділення територій ЗІ може привести до «законного руйнування середовища», тобто розроблювати всі

території, окрім ЗІ, яка все ж має не високий відсоток. Фінансування великомасштабних проектів ЗІ може обмежуватися потребами ринку і таким чином бути економічно прибутковими для стейкхолдерів, проте зовсім не відповідати цілі збереження біорізноманіття [19].

Підходи до визначення територій та об'єктів ЗІ у переважній більшості літератури спирається на екосистемні послуги [20], як один з головних критеріїв віднесення до ЗІ. Тісний зв'язок ЗІ з екосистемними послугами простежується у контексті економічних вигід, які можна отримати від ЗІ та шляхів їх визначення. Оцінка екосистемних послуг та їх вартості у більшості літератури є одним з ключових етапів створення ЗІ. У більшості розвинених країн концепція екосистемних послуг використовується ще з початку 2000 рр.

В результаті робота з екосистемними послугами тісно поєднується з картографуванням, зокрема в Європейському Союзі це відображено у програмі – Картографування та оцінка послуг екосистем. Дані щодо практичного створення картографічного матеріалу подаються також у технічних звітах Європейського Союзу [21]. В Україні дослідження підходу екосистемних послуг носить переважно теоретичний характер. Наприклад, Мішенін надає розгорнуту класифікацію екосистемних послуг та розглядає теоретичні аспекти економіки екосистемних послуг. Автор пропонує розділити підходи до визначення екосистемних послуг згідно з їх ознаками [22,23].

У дослідженні [24] автори пропонують власну методологію відображення елементів ЗІ, яка базується на екосистемних послугах та визначенні основних місць існування та коридорів для переміщення тварин. Основною ціллю запропонованого алгоритму є можливість його відтворення незалежно від масштабу. Автори виходять з припущень, що на ландшафтному рівні, поза міського середовища, неможливо віднести всі екосистеми до ЗІ. За основу виділення взято багатофункціональність екосистемних послуг та взаємозв'язки, що підтримують збереження екологічних мереж.

Як вже було вказано, в залежності від цілей створення ЗІ та перехресних дисциплін відрізняються й алгоритми її побудови. На прикладі [25] ЗІ тісно пов'язується з землекористуванням. Основну увагу у цьому

Таблиця

Регіональні відмінності використання концепції зеленої інфраструктури

<i>Регіон, країна</i>	<i>Рекомендації</i>	<i>Переваги</i>
Європа Німеччина [3]	Є приклади створення ландшафтного парку в місцях інтенсивного промислового виробництва, який охоплює промислові структури, природні ділянки та водні об'єкти, які живляться зливостоками, що очищуються природним фільтруванням	Природна очистка зливостоків; Створення рекреаційної зони; Створення резервного об'єму води; Зростання біорізноманіття; Виховний ефект завдяки відкритості системи водопостачання у рекреаційну зону; Відповідність рекомендаціям ландшафтного планування.
Європа Велика Британія [4,5]	Планування ЗІ визнається обов'язковим підходом в ландшафтному плануванні від національного до місцевого рівня	Створена єдина база даних для ЗІ; Зроблена система економічної оцінки заходів створення ЗІ; Розроблена інтегрована мережа ЗІ та блакитної інфраструктури для допомоги забудовникам, транспортникам, боротьбі з повенями, тощо; ЗІ вважається ефективним засобом у протидії глобальному потеплінню.
Європа Швеція [6,7]	Створення багатофункціонального міського середовища, що об'єднує технічну складову, синьо-зелену інфраструктуру і екосистемні послуги шляхом створення комплексної системи енергопостачання, водопостачання та утилізації відходів.	Очистка зливостоків з поверхні енергоефективних будівель; Створення зелено-синіх кліматичних зон навколо будівель Очистка зливостоків шляхом спрямування їх по рельєфу через природні фільтри (рослинність, струмки, ставки)
Європа Швейцарія [8]	Діє закон згідно якого, всі пласкі дахи мають бути вкриті зеленою рослинністю	Збільшення біорізноманіття у ЗІ міста; Мікрокліматичні зміни; Затримка зливостоків та їх природна фільтрація.
Америка США, у т.ч. [9,10]	ЗІ спрямована покращення якості води за рахунок управління дощовими стоками	Відбувається модернізація міст зі створенням: - дощових садів, що утримують воду; - водопроникних тротуарів та спортивних майданчиків; - ГІС-карт екологічно критичних земель; - водно-болотних угідь для вловлювання зливостоків.
Нью-Йорк [11]	Облаштування транспортних і стічних каналів шляхом ландшафтного перепланування з системою відкритого простору та уловленням і фільтрацією поверхневого стоку природним шляхом  Проект «Тепличне господарство» у школах передбачає створення на дахах шкіл самодостатніх оранжерей. Постачання енергії здійснюють сонячні панелі, а води – зливостоки зі спеціальною системою збору і природної фільтрації дощової води.	Фільтрація зливостоків та поверхневого стоку перед потраплянням у відкриту водойму, що забезпечує її очищення; Створення рекреаційної зони; Покращення екосистеми прилеглої території.  Формування знань з питань: - Управління водними ресурсами; - Збереження біорізноманіття; - Формування мікроклімату; - Ефективного землекористування; - Управління відходами; - Забруднення і очистка дощових вод.
Каліфорнія [12]	Розроблено «Рекомендації щодо зливостоків для зеленої зони та щільної забудови» та запровадив обов'язкове використання методів ЗІ в усіх нових проектах територіального розвитку.	Стала система ландшафтного дизайну, що використовує : - мінімальні обсяги ґрунту для окремих дерев, - біоутримання та біофільтрацію дощових вод для озеленення; - збереження і використання дощових вод через цистерни на дахах, тощо.

Луїзіана [13]	Використання ЗІ для управління зливостоками, покращення якості води, підтримки оселищ диких тварин та екологічної стійкості загалом.	Створення локальних ділянок для накопичення води під час злив, що виокремлені від рекреаційних зон; Відновлення природних екотонів екологічних коридорів; Збереження історичної забудови шляхом збирання і відведення руйнівних зливостоків з будівель.
Південно-східна Азія Сингапур [14]	Узгодження планування і проектування спорудження водосховищ, каналів та дренажу з довкіллям	Попередня обробка зливостоків природним чином (через ґрунти); Покращення біорізноманіття та естетики міського середовища; Створення нових рекреаційних зон.
Азія Китай [15]	Проекти міського розвитку з комплексною системою енергопостачання, водопостачання та утилізації відходів. Для створення середовища, заснованого на сталому використанні ресурсів	Очищення стічних вод, що використовуються для підігріву води у системі теплопостачання; Дощові стоки після інфільтрації і очищення повертаються в природне середовище; Осади використовуються як добриво у сільському і лісовому господарстві.

дослідженні приділяють особливостям землекористування – його розподілу та здатності ландшафтів надавати екосистемні послуги. Використовуючи просторові моделі землекористування та інтегральний показник для екосистемних послуг автори дійшли до висновку, що збільшення територій ЗІ підтримує надання екосистемних послуг та збільшує їх варіативність. Алгоритм дослідження у роботі базується на розподілі землекористування за допомогою платформи просторового моделювання LUISA. Результатом став довідковий сценарій, у якому відображені зміни у землекористуванні та зеленій інфраструктурі на території Європи на 2020 та 2050 роки.

Більшість досліджень, пов'язаних з розробкою ЗІ чітко визначають для яких територій та масштабів вони придатні. Оскільки, ЗІ для міста та для регіону буде відрізнятися за виділеними об'єктами, за цілями та іншими аспектами, чітко можна виділити дослідження, які стосуються тільки міських територій [26]. Порівняння основних підходів до ЗІ у Великій Британії, Європі та Північній Америці зроблено у дослідженні [27]. Автори розглядають ЗІ, через призму ландшафтного планування у міському середовищі. На їх думку інформативний базис ландшафтного планування може являти собою інструменти для планування ЗІ. Складність просторового зв'язку у міських ЗІ та шляхів їх відображення, за допомогою існуючих баз даних проаналізовано у [28]. Автори наголошують на існуючій потребі в подальших

дослідженнях щодо введення міської ЗІ з точки зору поєднання різних принципів у загальну концепцію та поліпшення якості індикаторів ЗІ.

У більшості випадків основна ціль ЗІ є збереження біорізноманіття. Стратегія збереження біорізноманіття до 2020 р., прийнята у 2011 році, розглядає основні причини втрати біорізноманіття. Зокрема, вона зосереджується на підтримці та покращенні екосистемних послуг та відновленні деградованих екосистем за рахунок включення «зеленої» інфраструктури в територіальне планування: до 2020 року екосистеми та їхні послуги будуть підтримуватися та розвиватися за рахунок створення зеленої інфраструктури та відновлення щонайменше 15% деградованих екосистем. Крім того, стратегія спрямована на те, що держави-члени встановлюють «пріоритети для відновлення та сприяння використанню зеленої інфраструктури, щоб досягти відновлення екосистем від субнаціонального до рівня ЄС» [29].

Для того, щоб ефективно оцінювати, існує потреба в чіткості та справжності щодо цілей проекту, що вимагає створення визначень, керівних принципів та стандартів, а також надійних статистичних даних щодо розвитку природоохоронного середовища. У 2007 році ініціатива з оптимізації показників європейського індексу біорізноманіття (SEBI) визначила властивості ефективних показників стійкості екосистем. Серед них мають значення політика, обґрунтована методологія, прийняття зацікавленими сторо-



нами, відповідне просторове покриття та здатність виявляти тимчасові тенденції. Ініціатива SEBI визначила кілька показників, що мають особливе значення для ЗІ, такі як «фрагментація природних та напівприродних територій», «фрагментація річкових систем», «охоплення екосистеми» та «національно визначені природоохоронні території». Можлива також ситуація, що комбінація кількох показників буде найкращим способом для представлення загальної ефективності. Крім того, показники будуть різними в залежності від їх цілей, наприклад, один тип індикатора може знадобитися для передачі переваг ЗІ, тоді як інші стають кращими при моніторингу та опису різних функцій [30].

Розвиток практичних питань розробки ЗІ публікувалися у технічних звітах ЕЕА. У 2011 році було опубліковано технічний звіт «Зелена інфраструктура та територіальна єдність», у якому акцентується увага на необхідності розробки критеріїв та механізмів для виявлення об'єктів ЗІ [31]. Ще одним звітом у якому аналізується політика використання ЗІ, її узгодженість та переваги ЗІ, які можливо забезпечити за допомогою саме правильної політики прийняття рішень [32].

У 2014 році було опубліковано новий технічний звіт «Просторовий аналіз зеленої інфраструктури у Європі» [33], у якому також надаються рекомендації щодо виділення території та включення їх до ЗІ. Цільовою аудиторією для цього звіту є як управлінці, так і практики, які залучені до розробки ЗІ. Головна ціль, запропонованої методології, це можливість її використання у різних масштабах та на різних рівнях управління для того щоб визначити райони, де можна відновити ключові середовища існування та покращити загальну екологічну якість середовища.

Окремо варто виділити технічний звіт «Дослідження природоохоронних рішень. Роль зеленої інфраструктури у пом'якшенні впливу природних небезпек, пов'язаних з погодними та кліматичними змінами» [34], оскільки у ньому зосереджується увага на здатності екосистем для надання послуг, які можуть зменшити наслідки зміни клімату та негативних природних явищ.

У звіті [30] розглядається питання щодо функцій, які може виконувати ЗІ та наукові докази, що свідчать про його здатність виконувати ці функції, використовуючи те-

матичні дослідження, де вони є. Основні цілі ЗІ у цьому дослідженні це збереження біорізноманіття, підтримання сталості екосистем та екосистемних послуг, соціальному благополуччі населення та підтримка розвитку зеленої економіки та сталого управління землею та водними ресурсами.

Узагальнюючим документом можна вважати фінальний звіт Європейської комісії «Підтримка впровадження зеленої інфраструктури» [35] у якому охоплюються 5 основних завдань:

1. Забезпечення більш ефективного просування ЗІ на всіх рівнях;
2. Розбудова потенціалу, навчання, освіта для ЗІ;
3. Покращення механізмів обміну інформацією;
4. Оцінка технічних стандартів та інноваційних можливостей;
5. Оцінка витрат і вигод

У тісній взаємодії з ландшафтною екологією розглядається оцінка зеленої інфраструктури у дослідженні [36]. При цьому наголошується на значенні саме зв'язку природоохоронних територій у плануванні та оцінці ЗІ для створення єдиної екологічної мережі територій.

У дослідженні [37] вводиться таке поняття як «Регіональна зелена інфраструктура», що співвідноситься зі схемами планування муніципальних генеральних планів. Шляхом кореляційного аналізу пропонується порівнювати вже затверджені плани управління з можливостями ЗІ. У дослідженні регіональна ЗІ відображається через основні компоненти: природна цінність, природоохоронна цінність, ландшафтне значення та рекреаційне значення.

Підходи до інтеграції ЗІ у державне та регіональне управління мають велике значення, оскільки без визначення виконавців та відповідальних сторін реалізувати такі проекти неможливо. Автори [38] за допомогою інтернет-анкетування порівнювали підходи до реалізації та інтеграції в управління концепції ЗІ у країнах Європи. Аналіз проведений у 32-х країнах Європи, показує що усі країни-респонденти використовували ЗІ в одному або декількох секторах політики. Незважаючи на різні способи реалізації європейської стратегії GI, респонденти в цьому дослідженні вказали на загальне розуміння цієї концепції.

Ландшафтно-екологічне планування у багатьох дослідженнях займає ключову роль у розробці ЗІ. Наприклад, у роботі [39] автори використовують метод ландшафтно-функціональних одиниць. У дослідженні

наводиться визначення ландшафтно-функціональних одиниць – територія в межах системи певного типу земної покриву (з урахуванням її функцій).

### Висновки

Зелена інфраструктура – це концепція, яка підкреслює важливість природного середовища при прийнятті рішень про планування землекористування [36, 40]. Стратегія зеленої інфраструктури хоч і має досить довгу історію досліджень, проте залишається динамічною. Теоретико-практична складова розвивається шляхом пошуку єдиних методологій розробки планування зеленої інфраструктури, яка б враховувала якомога більше аспектів. Проте, на практиці видно, що в залежності від цілей, функцій та елементів зеленої інфраструктури методологія її може відрізнятись. Єдині, уніфіковані вимоги можуть обмежувати розробників на шляху ідентифікації рівнів ЗІ, оці-

нки її компонентів, а також не враховують міжрегіональні та міжнаціональні особливості. Чи не найбільший базис досліджень ЗІ зосереджено у країнах-членах Європейського Союзу. Цьому сприяє значне підґрунтя у вигляді інформаційних баз даних, існуючих просторових моделей розподілу землекористування, напрацювань у суміжних сферах, також спорідненість діючого законодавства. Саме тому в Україні за відсутності законодавчої бази для реалізації концепції ЗІ доцільно її застосовувати для територій локального рівня організації доквілля [41], що зближує її з ландшафтно-екологічним плануванням.

### Література

1. Максименко Н. В. Ландшафтно-екологічне планування, як підґрунтя управлінських рішень про надання екосистемних послуг. *Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна, серія «Геологія. Географія. Екологія»* 2016, вип. 45, С.153-158.
2. European Commission. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Green Infrastructure (GI) – Enhancing Europe's Natural Capital. European Commission: Brussels, Belgium. 2013. p. 11.
3. Landscape Park Duisburg-Nord Newsletter. URL: <http://en.landschaftspark.de/architecture-nature/water-concept>
4. Liverpool Green Infrastructure Strategy 2010. URL: [www.ginw.co.uk/liverpool](http://www.ginw.co.uk/liverpool)
5. Green Infrastructure to Combat Climate Change URL: [www.ginw.co.uk/climatechange](http://www.ginw.co.uk/climatechange)
6. Jump up to:a URL: <http://www.ramboll.com/projects/viewproject?projectId=F73AC734-B657-48A0-AE92-0C8A85C8992A> accessed: 10.04.13
7. Hammarbysjöstad Ekonomisk Förening. URL: <http://www.hammarbysjostad.se/> accessed: 15.04.13
8. Dachbegrünung - Stadt Zürich URL: [https://www.stadt-zuerich.ch/content/te/de/index/gsz/angebote\\_u\\_beratung/beratung/dachbegrueunungen.html](https://www.stadt-zuerich.ch/content/te/de/index/gsz/angebote_u_beratung/beratung/dachbegrueunungen.html).
9. Dhakal K. P. and Chevalier L. R. (2017). "Managing urban stormwater for urban sustainability: Barriers and policy solutions for green infrastructure application." *Journal of Environmental Management*. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.07.065>
10. "Green Stormwater Infrastructure". Philadelphia Water Department. Retrieved 2019-04-14. URL: [http://www.phillywatersheds.org/what\\_were\\_doing/green\\_infrastructure](http://www.phillywatersheds.org/what_were_doing/green_infrastructure)
11. The Greenhouse Project. URL: <http://nysunworks.org/thegreenhouseproject>
12. Smart Growth. URL: <https://www.epa.gov/smartgrowth>
13. ASLA Professional Awards. ASLA.com. URL: <https://www.asla.org/2013awards/328.html>
14. ABC Waters Design Guidelines. URL: <https://web.archive.org/web/20130908170227/http://www.pub.gov.sg/abcwaters/abcwatersdesignguidelines/Pages/ABCDesignGuidelines.aspx>
15. Hammarby Sjöstad- The Sustainable City. URL: <http://www.hammarbysjostad.se/>
16. Benedict M. A., McMahon E. T. Green Infrastructure: Smart Conservation for the 21st Century. *Sprawl Watch Clearinghouse Monograph Series*, Washington, DC, USA. 2001 URL: <http://www.sprawlwatch.org/greeninfrastructure.pdf>
17. Benedict, M. A.; McMahon, E. Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities. Island Press: Washington, DC, USA, 2006. 299 p.

18. Wright, H. Understanding green infrastructure: The development of a contested concept in England. *Local Environ.*, 2011, № 16, P. 1003–1019.
19. Garmendia, E., Apostolopoulou, E., Adams, W., Bormpoudakis, D. Biodiversity and Green Infrastructure in Europe: Boundary object or ecological trap? *Land Use Policy*. 2016. URL: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.04.003>
20. Ecosystems and Human Well-Being, A Report of the Conceptual Framework Working Group of the Millennium Ecosystem Assessment. Island Press: Washington, DC, USA. 2003. URL: [http://pdf.wri.org/ecosystems\\_human\\_wellbeing.pdf](http://pdf.wri.org/ecosystems_human_wellbeing.pdf)
21. Maes, J., Paracchini, M. L., Zulian, G. A European Assessment of the Provision of Ecosystem Services – Towards an Atlas of Ecosystem Services. Publications Office of the European Union, Luxembourg. 2011. URL: [https://www.researchgate.net/publication/234127058\\_A\\_European\\_assessment\\_of\\_the\\_provision\\_of\\_ecosystem\\_services\\_Towards\\_an\\_atlas\\_of\\_ecosystem\\_services](https://www.researchgate.net/publication/234127058_A_European_assessment_of_the_provision_of_ecosystem_services_Towards_an_atlas_of_ecosystem_services)
22. Мішенін Є. В., Дегтярь Н. В. Економіка екосистемних послуг: теоретико-методологічні основи. *Маркетинг і менеджмент інновацій*. 2015. №2. С. 243–257. URL: <http://mmi.fem.sumdu.edu.ua/journals/2015/2/243-257>
23. Мішенін Є. В., Дегтярь Н. В. Стратегічні орієнтири в управлінні екосистемними послугами. *Механізм регулювання економіки*. 2016. № 1. С. 33–41. URL:
24. Liqueste C., Kleeschulte S., Dige G. et al. Mapping green infrastructure based on ecosystem services and ecological networks: A Pan-European case study. *Environmental Science & Policy*. 2015. Vol. 54. P. 268-280
25. Maes J. , Barbosa A. , Baranzelli C. et al. More green infrastructure is required to maintain ecosystem services under current trends in land-use change in Europe. *Landscape ecology*. 2015. № 30(3). P. 517-534. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10980-014-0083-2>
26. Andreucci M. B. Progressing Green Infrastructure in Europe. Conference: The Sustainable City 2013, Volume: 179, 2013. Vol. 1, №8, P. 413-422. URL: [https://www.researchgate.net/publication/271451634\\_Progressing\\_Green\\_Infrastructure\\_in\\_Europe](https://www.researchgate.net/publication/271451634_Progressing_Green_Infrastructure_in_Europe)
27. Mell Ian C. Green infrastructure planning: a contemporary approach for innovative interventions in urban landscape management. *Journal of Biourbanism*. 2011. №1. P. 29-39
28. Karsten Rusche, Mario Reimer, Rico Stichmann. (2019). Mapping and Assessing Green Infrastructure Connectivity in European City Regions. *Sustainability*. V.11, №6, P. 1819; <https://doi.org/10.3390/su11061819>
29. Our life insurance, our natural capital: an EU biodiversity strategy to 2020. Communication from the Commission to the European Parliament, The Council, The European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, Brussels. 2011. URL: [http://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/comm2006/pdf/EP\\_resolution\\_april2012.pdf](http://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/comm2006/pdf/EP_resolution_april2012.pdf)
30. The Multifunctionality of Green Infrastructure.. *Science for Environment Policy. In-depth Reports*, 2012. P.40. URL: [http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/IR3\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/IR3_en.pdf)
31. Green infrastructure and territorial cohesion. The concept of green infrastructure and its integration into policies using monitoring systems. EEA Technical report. № 18. Luxembourg: Publications Office of the European Union. 2011. 142 p. URL: [http://www.greeninfranet.org/uploads/documents/EEA%20Green%20infrastructure\\_Territorial%20cohesion.pdf](http://www.greeninfranet.org/uploads/documents/EEA%20Green%20infrastructure_Territorial%20cohesion.pdf)
32. Green infrastructure implementation and efficiency final report. Brussels: Institute for European Environmental Policy, 2011. 288 p. URL: [https://www.researchgate.net/publication/273897106\\_Green\\_Infrastructure\\_Implementation\\_and\\_Efficiency](https://www.researchgate.net/publication/273897106_Green_Infrastructure_Implementation_and_Efficiency)
33. Spatial analysis of green infrastructure in Europe. Technical report №2. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2014. 56 p. URL: <http://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0651121.pdf>
34. Exploring nature-based solutions. The role of green infrastructure in mitigating the impacts of weather- and climate change-related natural hazards. *EEA Technical report*, 2015, No 12. 66 p. URL: [https://www.kowi.de/Portaldata/2/Resources/horizon2020/coop/Exploring\\_nature-based\\_solutions\\_EEA.pdf](https://www.kowi.de/Portaldata/2/Resources/horizon2020/coop/Exploring_nature-based_solutions_EEA.pdf)
35. Supporting the Implementation of Green Infrastructure Final Report. European Commission. Rotterdam. 2016. 203 p. URL: [http://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/docs/green\\_infrastructures/GI%20Final%20Report.pdf](http://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/docs/green_infrastructures/GI%20Final%20Report.pdf)
36. Weber T, Sloan A., Wolf J. Maryland’s Green Infrastructure Assessment: Development of a comprehensive approach to land conservation. *Landscape and Urban Planning*, 2006. Vol. 77. № 1-2. P. 94–110.
37. Lai S., Leone F., Zoppi C. Assessment of municipal masterplans aimed at identifying and fostering green infrastructure: a study concerning three towns of the metropolitan area of Cagliari, Italy. *Sustainability*, 2019. V. 11, № 5, P.1470; <https://doi.org/10.3390/su11051470>
38. Slätmo E., Nilsson K., Turunen E. (2019). Implementing green infrastructure in spatial planning in Europe. *Land*, 2019, V.8, № 4. P. 62 <https://doi.org/10.3390/land8040062>

39. Niedźwiecka-Filipiak I., Rubaszek J., Potyrała J., Filipiak P. (2019). The method of planning green infrastructure system with the use of landscape-functional units (method LaFU) and its implementation in the Wrocław Functional Area (Poland). *Sustainability*, V.11, №2, P. 394; <https://doi.org/10.3390/su11020394>
40. The Conservation Fund, Arlington, VA. Green Infrastructure. (2009). URL: <https://www.conservationfund.org/our-work/cities-program/our-projects/green-infrastructure-plans>
41. Максименко Н. В., Клещ А. А. Напрямки оптимізації природокористування в інвайронментальному менеджменті території локального рівня організації довкілля. *Journal of Geology Geography and Geoecology*, 2017, Т. 25, Вип. 2, С. 81-88.
42. Maksymenko N. V., Voronin V. O., Cherkashyna N. I., Sonko S. P. Geochemical aspect of landscape planning in forestry. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. 2018. V. 27. №1. P. 81-87

### References

1. Maksymenko, N. V. (2016). Landscape and environmental planning as the basis for administrative decision-making on ecosystem services. *Visnyk V.N. Karazin KNU series of "Geology. Geography. Ecology"*, 45, 153-158. (in Ukrainian)
2. Green Infrastructure (GI) – Enhancing Europe’s Natural Capital. European Commission: Brussels, Belgium. 2013. p. 11.
3. Landscape Park Duisburg-Nord Newsletter Available at: <http://en.landschaftspark.de/architecture-nature/water-concept>
4. Liverpool Green Infrastructure Strategy 2010. Available at: [www.ginw.co.uk/liverpool](http://www.ginw.co.uk/liverpool)
5. Green Infrastructure to Combat Climate Change. Available at: [www.ginw.co.uk/climatechange](http://www.ginw.co.uk/climatechange)
6. Jump up to:a Available at: <http://www.ramboll.com/projects/viewproject?projectid=F73AC734-B657-48A0-AE92-0C8A85C8992A>
7. Hammarbysjöstad Ekonomisk Förening. Available at: <http://www.hammarbysjostad.se/> accessed: 15.04.13
8. Dachbegrünung - Stadt Zürich. Available at: [https://www.stadt-zuerich.ch/content/de/de/index/gsz/angebote\\_u\\_beratung/beratung/dachbegruenungen.html](https://www.stadt-zuerich.ch/content/de/de/index/gsz/angebote_u_beratung/beratung/dachbegruenungen.html)
9. Dhakal, K.P., Chevalier, L.R. (2017). Managing urban stormwater for urban sustainability: Barriers and policy solutions for green infrastructure application. *Journal of Environmental Management*. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.07.065>
10. Green Stormwater Infrastructure. Philadelphia Water Department. Retrieved 2019-04-14. Available at: [http://www.phillywatersheds.org/what\\_were\\_doing/green\\_infrastructure](http://www.phillywatersheds.org/what_were_doing/green_infrastructure)
11. The Greenhouse Project. Available at: <http://nysunworks.org/thegreenhouseproject>
12. Smart Growth. Available at: <https://www.epa.gov/smartgrowth>
13. ASLA Professional Awards. ASLA.com. Available at: <https://www.asla.org/2013awards/328.html>
14. ABC Waters Design Guidelines. Available at: <http://www.pub.gov.sg/abcwaters/abcwatersdesignguidelines/Pages/ABCDesignGuidelines.aspx>
15. Hammarby Sjöstad. The Sustainable City. Available at: <http://www.hammarbysjostad.se/>
16. Benedict, M. A., McMahon, E. T. (2001). Green Infrastructure: Smart Conservation for the 21st Century. Sprawl Watch Clearinghouse Monograph Series, Washington, DC, USA. Available at: <http://www.sprawlwatch.org/greeninfrastructure.pdf>
17. Benedict, M.A., McMahon, E. (2006). Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities. Island Press: Washington, DC, USA.
18. Wright, H. (2011). Understanding green infrastructure: The development of a contested concept in England. *Local Environment*, 16(10), 1003–1019.
19. Garmendia, E., Apostolopoulou, E., Adams, W., Bormpoudakis, D. (2016). Biodiversity and Green Infrastructure in Europe: Boundary object or ecological trap? *Land Use Policy*. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.04.003>
20. Ecosystems and Human Well-Being: A Report of the Conceptual Framework Working Group of the Millennium Ecosystem Assessment.(2003). Island Press: Washington, DC, USA. Available at: [http://pdf.wri.org/ecosystems\\_human\\_wellbeing.pdf](http://pdf.wri.org/ecosystems_human_wellbeing.pdf)
21. Maes, J., Paracchini, M.L., Zulian, G. (2011). A European Assessment of the Provision of Ecosystem Services – Towards an Atlas of Ecosystem Services. Publications Office of the European Union, Luxembourg. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/234127058\\_A\\_European\\_assessment\\_of\\_the\\_provision\\_of\\_ecosystem\\_services\\_Towards\\_an\\_atlas\\_of\\_ecosystem\\_services](https://www.researchgate.net/publication/234127058_A_European_assessment_of_the_provision_of_ecosystem_services_Towards_an_atlas_of_ecosystem_services)
22. Mishenin, Y.V., Degtyar, N. V. (2015). Economics of ecosystem services: theoretical and methodological basis. *Marketing and management of innovations*, (2), 243–257. Available at: <http://mmi.fem.sumdu.edu.ua/journals/2015/2/243-257> (in Ukrainian)
23. Mishenin, Y.V., Degtyar, N. V. (2016). Strategical Directions in the Wetlands Ecosystem Services Management. *Mechanism of Economic Regulation*, (1), 33–41. (in Ukrainian)

24. Liqueste, C., Kleeschulte, S., Dige, G., Maes, J., Grizzetti, B., Olah, B., Zulian, G. (2015). Mapping green infrastructure based on ecosystem services and ecological networks: A Pan-European case study. *Environmental Science & Policy*, 54, 268-280
25. Maes, J., Barbosa, A., Baranzelli, C., Zulian, G., Batista e Silva, F., Vandecasteele I., Hiederer, R., Liqueste, C., Paracchini, M. L., Mubareka, S., Jacobs-Crisioni, C., Castillo, C. P., Lavallo, C. (2015). More green infrastructure is required to maintain ecosystem services under current trends in land-use change in Europe. *Landscape ecology*, 30(3), 517-534. Available at: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10980-014-0083-2>
26. Andreucci, M. B. (2013). Progressing Green Infrastructure in Europe. *The Sustainable City 2013, Conference, Volume: 179*, 1(8), 413-422. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/271451634\\_Progressing\\_Green\\_Infrastructure\\_in\\_Europe](https://www.researchgate.net/publication/271451634_Progressing_Green_Infrastructure_in_Europe)
27. Mell Ian, C. (2011). Green infrastructure planning: a contemporary approach for innovative interventions in urban landscape management. *Journal of Biourbanism*, (1), P. 29-39
28. Karsten Rusche, Mario Reimer, Rico Stichmann. (2019). Mapping and Assessing Green Infrastructure Connectivity in European City Regions. *Sustainability*, 11(6), 1819; <https://doi.org/10.3390/su11061819>
29. Our life insurance, our natural capital: an EU biodiversity strategy to 2020. (2011). Communication from the Commission to the European Parliament, The Council, The European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, Brussels. Available at: [http://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/comm2006/pdf/EP\\_resolution\\_april2012.pdf](http://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/comm2006/pdf/EP_resolution_april2012.pdf)
30. The Multifunctionality of Green Infrastructure. (2012). *Science for Environment Policy. In-depth Reports*. Available at: [http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/IR3\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/IR3_en.pdf)
31. Green infrastructure and territorial cohesion. The concept of green infrastructure and its integration into policies using monitoring systems. (2011). *EEA Technical report*, (18). Luxembourg: Publications Office of the European Union. Available at: [http://www.greeninfranet.org/uploads/documents/EEA%20Green%20infrastructure\\_Territorial%20cohesion.pdf](http://www.greeninfranet.org/uploads/documents/EEA%20Green%20infrastructure_Territorial%20cohesion.pdf)
32. Green infrastructure implementation and efficiency final report. (2011). Brussels: Institute for European Environmental Policy. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/273897106\\_Green\\_Infrastructure\\_Implementation\\_and\\_Efficiency](https://www.researchgate.net/publication/273897106_Green_Infrastructure_Implementation_and_Efficiency)
33. Spatial analysis of green infrastructure in Europe. (2014). *Technical report*, (2). Luxembourg: Publications Office of the European Union. Available at: <http://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0651121.pdf>
34. Exploring nature-based solutions. The role of green infrastructure in mitigating the impacts of weather- and climate change-related natural hazards. (2015). *EEA Technical report*, (12). Available at: [https://www.kowi.de/Portaldata/2/Resourcen/horizon2020/coop/Exploring\\_nature-based\\_solutions\\_EEA.pdf](https://www.kowi.de/Portaldata/2/Resourcen/horizon2020/coop/Exploring_nature-based_solutions_EEA.pdf)
35. Supporting the Implementation of Green Infrastructure Final Report. (2016). European Commission, Rotterdam. Available at: [http://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/docs/green\\_infrastructures/GI%20Final%20Report.pdf](http://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/docs/green_infrastructures/GI%20Final%20Report.pdf)
36. Weber, T., Sloan, A., Wolf, J. (2006). Maryland's Green Infrastructure Assessment: Development of a comprehensive approach to land conservation. *Landscape and Urban Planning*, 77 (1-2), 94-110.
37. Lai, S., Leone, F., Zoppi, C. (2019). Assessment of municipal master plans aimed at identifying and fostering green infrastructure: a study concerning three towns of the metropolitan area of Cagliari, Italy. *Sustainability*, 11(5), 1470 <https://doi.org/10.3390/su11051470>
38. Slätmo, E., Nilsson, K., Turunen, E. (2019). Implementing green infrastructure in spatial planning in Europe. *Land*, 8(4), 62; <https://doi.org/10.3390/land8040062>
39. Niedźwiecka-Filipiak, I., Rubaszek, J., Potyrała, J., Filipiak, P. (2019). The method of planning green infrastructure system with the use of landscape-functional units (method LaFU) and its implementation in the Wrocław Functional Area (Poland). *Sustainability*, 11(2), 394; <https://doi.org/10.3390/su11020394>
40. The Conservation Fund, Arlington, VA. [Green Infrastructure](https://www.conservationfund.org/our-work/cities-program/our-projects/green-infrastructure-plans). (2009). Available at: <https://www.conservationfund.org/our-work/cities-program/our-projects/green-infrastructure-plans>
41. Maksymenko, N. V., Klieshch, A.A. (2017). Directions for optimization of natural resource use in environmental management for local areas. *Journal of Geology Geography and Geoecology*, 25 (2). 81-88. DOI <https://doi.org/10.15421/111722> (in Ukrainian)
42. Maksymenko, N. V., Voronin, V. O., Cherkashyna, N. I., Sonko, S. P. (2018). Geochemical aspect of landscape planning in forestry. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. 27 (1), 81-87. DOI <https://doi.org/10.15421/111833>

Надійшла до редколегії 03.06.2019



УДК 502.45:004.94

А. А. КЛЄЩ<sup>1</sup>, Ю. В. САМОЙЛОВА<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

пл. Свободи, 6, 61022, Харків, Україна

e-mail: [klieshch@karazin.ua](mailto:klieshch@karazin.ua) <https://orcid.org/0000-0003-1379-1043>

## ОРГАНІЗАЦІЯ ВОДООХОРОННИХ ЗОН В МІСТАХ УКРАЇНИ: МЕТОДИЧНІ ПРОБЛЕМИ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ ЗАСОБАМИ ЛАНДШАФТНО-ЕКОЛОГІЧНОГО ПЛАНУВАННЯ

**Мета.** Розробка методичних підходів до організації водоохоронних зон у містах на основі засад ландшафтно-екологічного планування. **Методи.** Геоінформаційне моделювання з використанням даних дистанційного зондування Землі. У якості програмного забезпечення для здійснення просторового аналізу даних використовувались операційні можливості ArcGIS 10.0 (зокрема, векторизація, буферизація, інструменти алгебри карт). **Результати.** Аналіз сучасного українського водоохоронного законодавства виявив низку проблем у проектуванні та організації водоохоронних зон річок у містах. Для їх вирішення сформульовано вихідні положення організації водоохоронних зон у містах, що є похідними від принципів ландшафтно-екологічного планування: 1) єдині норми та однозначність вимог до розробки проекту; 2) комплексний підхід у розробці проектних рішень; 3) підпорядкованість цілей містобудування цілям охорони довкілля; 4) стратегічні цілі та поступовість реалізації політики охорони вод. Обґрунтовано базовий алгоритм ландшафтно-екологічного планування «міських» водоохоронних зон, що складається з 4 етапів: інвентаризації, оцінки, аналізу та узагальнення й розробки концепції організації водоохоронної зони. Запропоновано «гібридний» підхід до проектування водоохоронних зон, що дозволяє коригувати нормативно визначену територіальну конфігурацію відповідно до значення водоохоронного потенціалу ландшафту. Апробація методики здійснена для р. Уди в межах м. Харків, внаслідок чого створено серію картографічних творів, що включає проект меж території водоохоронної зони й зонування її території відповідно до інтегральних цілей. Для визначеної території водоохоронної зони розроблено перелік рекомендованих природоохоронних заходів. **Висновки.** Застосування принципів ландшафтно-екологічного планування в проектуванні водоохоронних зон міст передбачає необхідність змін існуючих підходів до їх організації. Одержаний у результаті апробації запропонованої методики ГІС-проект може бути використаний як базова модель територіальної конфігурації водоохоронної зони р. Уди в межах Харкова під час здійсненні її проектування.

**Ключові слова:** водоохоронна зона, ландшафтно-екологічне планування, водоохоронний потенціал, природоохоронні заходи, місто Харків, р. Уди

Klieshch A. A., Samoilo Yu. V.

V. N. Karazin Kharkiv National University

## DEVELOPMENT OF WATER-PROTECTION ZONES IN AN UA CITY: METHODOLOGICAL PROBLEMS AND WAYS OF THEIR SOLUTION THROUGH LANDSCAPE-ECOLOGICAL PLANNING

**Purpose.** Development of methodical approaches to the development of water protection zones in cities based on the principles of landscape-ecological planning. **Methods.** GIS modeling using remote sensing data. ArcGIS 10.0 operational features (in particular, vectorization, buffering, algebra mapping tools) were used as a software for spatial analysis of data. **Results.** The analysis of modern Ukrainian water protection legislation has allowed to identify a number of problems in the design and development of water protection areas in the rivers within a city. For their solution, initial provisions of the organization of water protection zones in cities, derived from the principles of landscape-ecological planning, have been formulated: 1) unified rules and unequivocal demands for project development; 2) an integrated approach for solutions development; 3) subordination of goals of city-planning to the goals of environmental protection; 4) strategic goals and progressive implementation of the water protection policy. The basic algorithm of landscape-ecological planning of "urban" water protection zones has been substantiated. It consists of the following 4 stages: inventory, estimation, analysis and generalization, development of the concept for development of the water protective zone. A "hybrid" approach to the design of water protection zones is proposed, which allows to adjust the normatively defined territorial configuration in accordance with the value of the water protection potential of the landscape. Approbation of the methodology is carried out for the Udy River within the Kharkiv city borders, as a result of which a set of cartographic models was created, including the design of the boundaries of the territory of the water protection zone and the zoning of its territory in accordance with the integral goals. For a specific territory of the water protection zone, a list of recommended environmental measures has been developed. **Conclusions.** Application of the landscape and ecological planning principles during development of water protection zones within cities implies the need for changes in existing ap-

proaches to their development. As a result of the approbation of the proposed methodology we have developed the GIS project which can be used as the basic model of the territorial configuration of the water protection zone of the Udy River within Kharkiv in the course of its development.

**Keywords:** water protection zone, landscape-ecological planning, water protection potential, nature protection measures, Kharkiv, Udy River

**Клещ А. А., Самойлова Ю. В.**

*Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина*

### **ОРГАНИЗАЦИЯ ВОДООХРАННЫХ ЗОН В ГОРОДАХ УКРАИНЫ: МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ СРЕДСТВАМИ ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ**

**Цель.** Разработка методических подходов к организации водоохранных зон в городах на основе принципов ландшафтно-экологического планирования. **Методы.** Геоинформационное моделирование с использованием данных дистанционного зондирования Земли. В качестве программного обеспечения для осуществления пространственного анализа данных использовались операционные возможности ArcGIS 10.0 (в частности, векторизация, буферизация, инструменты алгебры карт). **Результаты.** Анализ современного украинского водоохранного законодательства выявил ряд проблем в проектировании и организации водоохранных зон рек в городах. Для их решения сформулированы исходные положения организации водоохранных зон в городах, которые являются производными от принципов ландшафтно-экологического планирования: 1) единые нормы и однозначность требований к разработке проекта; 2) комплексный подход в разработке проектных решений; 3) подчиненность целей градостроительства целям охраны окружающей среды; 4) стратегические цели и постепенность реализации политики охраны вод. Обоснован базовый алгоритм ландшафтно-экологического планирования «городских» водоохранных зон, состоящий из 4 этапов: инвентаризации, оценки, анализа и обобщения, а также разработка концепции организации водоохранной зоны. Предложено «гибридный» подход к проектированию водоохранных зон, который позволяет корректировать нормативно определенную территориальную конфигурацию в соответствии со значением водоохранного потенциала ландшафта. Апробация методики осуществлена для р. Уды в пределах г. Харьков, в результате чего создана серия картографических произведений, включая проект границ территории водоохранной зоны и зонирования ее территории в соответствии с интегральными целями. Для определенной территории водоохранной зоны разработан перечень рекомендованных природоохранных мероприятий. **Выводы.** Применение принципов ландшафтно-экологического планирования в проектировании водоохранных зон городов предполагает необходимость изменений существующих подходов к их организации. Полученный в результате апробации предложенной методики ГИС-проект может быть использован как базовая модель территориальной конфигурации водоохранной зоны р. Уды в пределах Харькова при ее проектировании.

**Ключевые слова:** водоохранная зона, ландшафтно-экологическое планирование, водоохранный потенциал, природоохранные мероприятия, город Харьков, р. Уды.

#### **Вступ**

Одним з державних інструментів природоохоронного територіального планування в Україні є практика встановлення водоохоронних зон (далі — ВЗ). Згідно ст. 87 Водного кодексу України водоохоронні зони, мають слугувати досягненню цілей «...створення сприятливого режиму водних об'єктів, попередження їх забруднення, засмічення і вичерпання, знищення навколводних рослин і тварин, а також зменшення коливань стоку...» [1].

У широкому розумінні ВЗ являє собою буферну територію (зону) довкола водного об'єкта із певною структурою та розмірами, у межах якої встановлюються обмеження на ведення господарської діяльності [2]. Створення та функціонування ВЗ передбачає накладання обмежень прав власників та/або користувачів щодо розпорядження або користування земельними ділянками в її межах

[3]. А саме, згідно ст. 4 Водного кодексу України в межах ВЗ забороняється «використання стійких та сильнодіючих пестицидів; влаштування кладовищ, скотомогильників, звалищ, полів фільтрації; скидання неочищених стічних вод, використовуючи рельєф місцевості (балки, пониззя, кар'єри тощо), а також у потічки» [1].

В українських містах, де водні об'єкти, як правило, перебувають під значним антропогенним тиском, є гостра потреба їхнього захисту, зокрема шляхом впровадження ВЗ. Однією з причин, що стоїть на заваді накладання водоохоронних обмежень у використанні земель міста як інструменту його екологічного менеджменту, є недосконалість нормативно-правової бази, що містить явні протиріччя в методичних підходах та вимогах до організації ВЗ.

Згідно з чинним законодавством, а саме ст. 4 Водного та ст. 58 Земельного кодексів України [1, 4], землі ВЗ не належать до складу земель водного фонду. Виключення становлять тільки землі прибережних захисних смуг (далі — ПЗС) — елементи внутрішньої структури ВЗ, які мають більш суворий природоохоронний режим. Це дає підстави розглядати ВЗ як додаткову правову конструкцію, що створюється для забезпечення ефективної охорони вод [5].

У містах правове регулювання створення ВЗ має здійснюватися відповідно до вимог та методичних підходів законодавчих і нормативних документів у галузі водного, земельного та містобудівного права. І хоча на існування значної кількості розбіжностей та суперечливих положень у нормативно-правових вимогах, що висувуються для проєктів ВЗ та ПЗС різними відомствами, вказували у своїх роботах Дубняк С. С., Дубняк С. А ще у 2005 р. [6] та Богак Л. М. і Тимофєєв М. В. у 2007 р. [7], нажал, їхнє узгодження між собою і зараз залишається актуальним.

Так, у п. 3 Постанови Кабінету Міністрів України від 08.05.1996 року №486 «Про затвердження Порядку визначення розмірів і меж водоохоронних зон та режиму ведення господарської діяльності в них» (далі — Постанова КМУ) зазначається, що до складу ВЗ «входять заплава, перша надзаплавна тераса, бровки та круті схили, а також прилеглі балки та яри» [8]. Схожі позиції містить п. 10.17 ДБН 360–92 «Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень», у якому наголошується на необхідності визначення розмірів ВЗ із «... урахуванням характеру рельєфу місцевості, рослинного покриву, характеру їх використання» [9]. З цього можна зробити висновок, що передбачені до включення у ВЗ території визначаються на основі ландшафтного підходу.

Проте в питанні визначення розмірів ВЗ у процесі проєктування нових міст та встановлення розмірів ПЗС — елементів внутрішньої структури ВЗ, — у якості методичної основи приймається так званий «геометричний» підхід визначення ширини ВЗ залежно від формальних критеріїв гідрологічної системи річки. Принагідно зауважимо, що Постанова КМУ і ДБН 360-92 «Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень», по-перше, спираються на різні критерії для визначення ширини ВЗ, а саме — площу водозбірного басейну та

довжину річки відповідно, по-друге, передбачають дещо відмінні один від одного її значення.

Наявність двох відмінних методичних підходів до організації ВЗ за відсутності механізму їхнього підпорядкування призводить до формування подвійних стандартів у нормуванні антропогенного навантаження на водні об'єкти. Як зазначалося вище, чинні містобудівні норми для проєктування нових населених пунктів передбачають фіксовані норми розмірів ВЗ, тоді коли в межах уже наявних міст згідно з Постановою КМУ розміри ВЗ мають визначатись у кожному окремому випадку «відповідно до існуючих ... конкретних умов забудови» [8]. Тобто, на відміну від ВЗ міст майбутнього, у сучасних містах розмір ВЗ чітко не регламентований і визначається за залишковим принципом на розсуд проєктних організацій та органів місцевого самоврядування.

Погоджуємось з Покидько І. та Мартин А. [10], які звертають увагу на те, що неоднозначність та загальний характер нормативно визначених методичних засад не тільки ускладнюють сам процес проєктування ВЗ, але й дозволяють досить широко інтерпретувати результати вишукувань, що в кінцевому рахунку полегшує пошук підстав для оскарження прийнятих проєктних рішень. Таким чином, розробку проєктів та впровадження ВЗ гальмує як неузгодженість нормативних вимог та механізмів координації між органами відомств водного фонду, землеустрою та містобудування, так і об'єктивна можливість маніпуляції з боку зацікавлених сторін у разі лобіювання власних інтересів під час планування містобудівного використання території.

Вочевидь, ситуація, що склалася та фактично унеможлиблює організацію ВЗ у містах, не може бути вирішена в короткі строки методами «жорсткого» адміністративного управління. То ж, пошук нових методичних підходів до обґрунтування територіальної організації та шляхів введення в експлуатацію ВЗ у межах міст, які б відповідали вимогам чинного законодавства, й одночасно слугували гарантією реалізації державної водоохоронної політики є вкрай актуальним завданням.

Одним із можливих шляхів вирішення даної проблеми, на нашу думку, є використання сучасних гнучких систем територіаль-



ного планування, які дозволять здійснити «м'який» поступовий перехід від реалій землеустрою український міст до екологічно виправданого містобудівного використання земель поблизу водних об'єктів.

Ландшафтне та ландшафтно-екологічне планування є різновидами екологічно-орієнтованих систем територіального планування, впровадження яких в Україні вже встигло засвідчити значні можливості у вирішенні завдань раціонального впорядкування природокористування на територіях, як різних видів функціонального призначення (аграрних, лісових, водогосподарських, заповідних та міських тощо) [11–15], так і

різних масштабних рівнів [16, 17]. Перспективність використання цих систем планування для вирішення означеної проблеми передусім зумовлена принципами на яких ґрунтується методичний апарат їхнього здійснення: використанні наскрізного міжгалузевого підходу, врахуванні природних особливостей ландшафту та специфіки природокористування території планування, пріоритетності цілей охорони навколишнього середовища, стратегічності та демократичності.

**Метою статті** є розробка методичних підходів до організації ВЗ у містах на основі засад ландшафтно-екологічного планування.

### *Методи та об'єкт дослідження*

Розробка методичних підходів до проектування «міських» ВЗ ґрунтувалася на залученні можливостей геоінформаційного моделювання та використанні даних дистанційного зондування Землі. У якості базового програмного забезпечення для здійснення просторового аналізу даних використовувались операційні можливості ArcGIS 10.0 (зокрема, векторизація, буферизація, інструменти алгебри карт). Збір та уточнення необхідної для проектування інформації передбачав візуальне дешифрування супутникових знімків із відкритих джерел.

У якості території дослідження задля апробації запропонованих методичних прийомів проектування міських ВЗ обрано фрагмент р. Уди та її водозбірного басейну, що розташовані в адміністративних межах м. Харкова. Загальна довжина р. Уди становить приблизно 164 км, площа водозбірного басейну – 3894 км<sup>2</sup>. У межах міста Харків р. Уди має довжину 11,6 км та невелике руслове водосховище Жовтневе із площею водного дзеркала 0,3 км<sup>2</sup>.

### *Результати та обговорення*

Задля вирішення окреслених вище складнощів та проблем нами сформульовано наступні вихідні положення організації ВЗ у містах, що є похідними від принципів ландшафтно-екологічного планування:

– єдині норми та однозначність вимог до розробки проекту. Розробка проектів ВЗ має відбуватися на основі єдиних спільних норм для річок як у межах сучасних міст та міст, що проектуються, так і поза ними. У разі наявності будь-яких розбіжностей норм, у зв'язку із тим, що міста є осередками високого рівня антропогенного навантаження, вибір параметрів ВЗ має бути зроблено на користь нормативу, що містить максимальні показники;

– комплексний підхід у розробці проектних рішень. Методика розробки та обґрунтування проекту ВЗ, у першу чергу,

має передбачати, що основу складу ВЗ мають становити території із високим водоохоронним потенціалом, тобто такі, що відіграють визначальну роль у формуванні екологічного стану вод. Водночас, методикою має бути регламентовано мінімальний фіксований розмір ВЗ, який би слугував гарантією забезпечення її цілісної територіальної структури;

– підпорядкованість цілей містобудування цілям охорони довкілля. У питаннях містобудівного освоєння територій поблизу водних об'єктів першочерговий пріоритет має бути надано саме забезпеченню виконання даними територіями водоохоронних функцій. Адже ненормоване землекористування територій із високим водоохоронним потенціалом, не позбавляє їх здатності

впливати на процеси формування екологічного стану водних ресурсів;

– стратегічні цілі та поступовість реалізації політики охорони вод. Організація ВЗ у містах має бути результатом планування, що передбачає не лише її проектування (побудову «креслення» землевпорядкування, проекту конфігурації), а має містити коротко- і довгострокові плани та механізми досягнення вимог охорони вод. Для цього повинна розроблятися інтегральна концепція цілей використання, догляду та охорони ландшафтів території ВЗ та система природоохоронних заходів із досягнення цих цілей або ж компенсації наслідків їхнього тимчасового не виконання.

Відповідно до названих положень, планування організації ВЗ у містах можна розглядати як пошук шляхів вирішення конфліктів природокористування, викликаних її «супер позиційністю» – накладанням одна на одну функцій охорони вод та використання земель. То ж, у центрі процесу планування ВЗ має бути, по-перше, розробка проекту, що включав би до її складу ділянки ландшафту зі значущими та чутливими елементами гідрологічної структури водозбірного басейну, функціонування чи зміни яких здатні позначитися на екологічному стані водного об'єкта та призвести до погіршення якості його вод, і, по-друге, вироблення плану дій щодо узгодження цього

проекту з уже наявною структурою землекористування.

Із зазначеного вище, випливає, що процедура планування потребує використання такого методичного підходу, який би поєднував можливості ландшафтного підходу до визначення цінних для охорони вод територій, із перевагами нормативного «геометричного» підходу в оперативній фіксації та регламентації мінімальних розмірів ВЗ. Крім того, акцентуємо увагу на складності застосуванні в містах ландшафтного підходу в його класичному розумінні, що спричинено докорінною трансформацією «природного» ландшафту міста та системним браком інформації про його компоненти.

Для задоволення визначених потреб запропоновано «гібридну» методику планування ВЗ у містах, технологія якої ґрунтується на просторовому аналізі та моделюванні засобами ГІС. Зазначимо, що пропонується методика не передбачає вирішення задачі розробки проекту землеустрою ПЗС у межах ВЗ, проте не виключає можливості включення необхідних для цього процедур у ході доопрацювання. Встановлена послідовність дій, передбачена методикою ландшафтно-екологічного планування міських ВЗ, схематично зображена на рис. 1.

Загалом весь процес організації ВЗ складається з трьох послідовних етапів інвентаризації, оцінки та розробки концепції

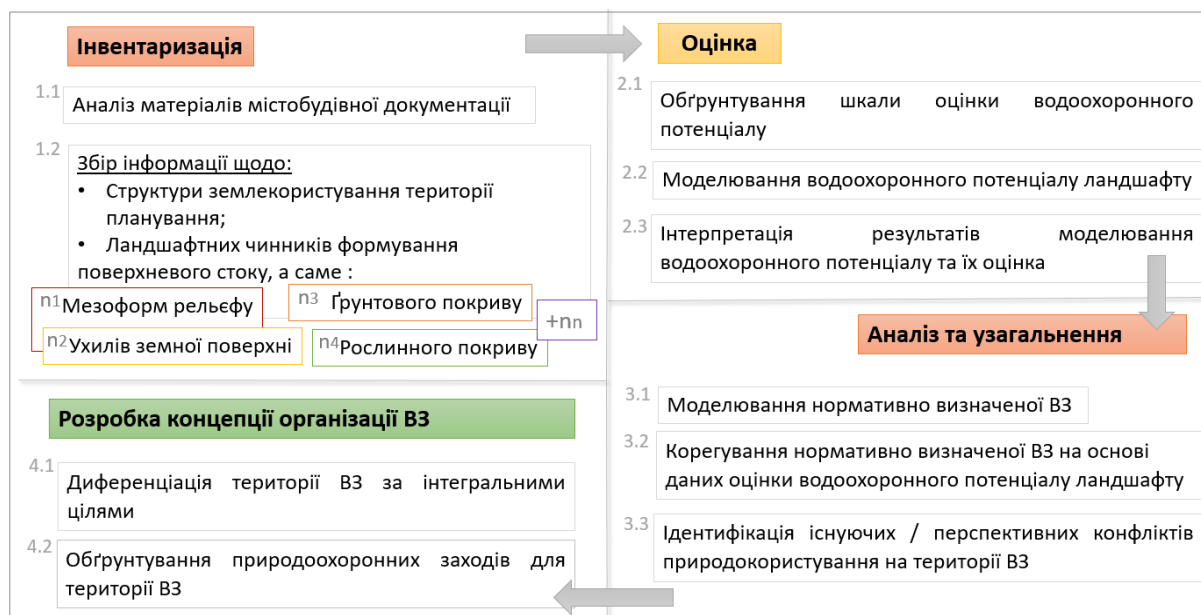


Рис. 1 – Алгоритм ландшафтно-екологічного планування «міських» ВЗ

організації та заходів, що в спрощеному варіанті відбиває послідовність здійснення ландшафтно-екологічного планування. Проте зміст та послідовність деяких кроків змінено відповідно до специфіки проектування ВЗ у містах. То ж, наведемо стислий опис сутності та змісту кожного з етапів планування.

Головним завданням інвентаризаційного етапу є збір та аналіз інформації, що має забезпечити процес планування ВЗ. Під час даного етапу, насамперед завдяки аналізу містобудівної документації, встановлюються вихідні передумови її формування. Збір інформації умовно можна поділити на два блоки: антропогенний та природний. До антропогенного блоку інформації відносяться систематизація інформації щодо реальної структури землекористування, здобутої з містобудівної документації, даних супутникових знімків та польових досліджень тощо. Інвентаризація елементів природного блоку передбачає формування банку геоданих ландшафтних чинників формування поверхневого стоку на території водозбірного басейну в межах міста за даними зібраних картографічних та статистичних матеріалів щодо характеристик рельєфу, ґрунтового та рослинного покриву території водозбірного басейну річки в межах міста.

Під час наступного етапу планування здійснюється оцінка території водозбірного басейну міста на предмет пошуку перспективних ділянок для включення до складу ВЗ. Основним джерелом негативного впливу на водний об'єкт є поверхневий стік, що має потенційну здатність переносити забруднюючі речовини з міських територій (промислових майданчиків, автомобільних доріг, житлової забудови тощо) до водного об'єкта. Таким чином, задачею даного етапу є диференціація території за її водоохоронним потенціалом – здатністю реалізувати основні гідрологічні функції ландшафту – формування та регуляцію поверхневого стоку [19].

Найбільш простими та інформативним показником цих функцій є інтенсивність поверхневого стоку, що значним чином залежить від низки умов переносу і процесів трансформації опадів у ландшафті. Серед головних чинників інтенсивності поверхневого стоку – характеристики та властивості рельєфу, ґрунтового та рослинного покривів [20].

Зупинимось більш детально на основних ландшафтних параметрах, що зумовлюють інтенсивність процесу поверхневого стоку.

Так, ухил земної поверхні є фундаментальним параметром рельєфу, що прямим чином визначає інтенсивність процесу поверхневого стоку – чим крутіший схил, тим інтенсивніше поверхневий стік і менше інфільтрація вологи в ґрунтову товщу [21].

Суттєвий вплив на поверхневий стік мають водопроникні властивості ґрунтового покриву, що здатні гальмувати процеси перенесення рідких речовин унаслідок їх всмоктування і фільтрації ґрунтовою товщею. Здатність до фільтрації значним чином залежить від гранулометричного складу ґрунтового субстрату. Наприклад, відомо, що найнижчі показники фільтрації притаманні глині (<0,001 м/добу), середні значення характерні для суглинків та супісків (0,01 та 0,05 м/добу), а найвищі – пісками (від 0,1 до 5,0 м/добу) та гравію (10 м/добу).

Значним чинником, що опосередковано впливає на інтенсивність поверхневого стоку є наявність, видовий склад та характеристики просторової будови рослинного покриву території. Так, відомо, що в результаті інтерцепції лісові рослинні угруповання здатні «перехопити» значну частку атмосферних опадів (у хвойних лісах – до 30–40 %, у листяних – до 10–20 %), тоді коли трав'яний та моховий покрив здатен затримувати лише до 5–6 мм опадів. Крім того, ліс у порівнянні з іншими рослинними формаціями відрізняється більшим сумарним випаровуванням води. Можемо підсумувати, що здатність зменшення інтенсивності поверхневого стоку, спричинена затримкою фіто горизонтлами атмосферних опадів та їх подальшим випаровуванням збільшується в послідовності: відсутність рослинного покриву – трав'яниста рослинність – чагарникова рослинність – лісова рослинність.

В основі чисельного визначення водоохоронного потенціалу лежить формальний підхід до оцінки сукупного впливу ландшафтних чинників на інтенсивність поверхневого стоку, запропонований Хромих В. В., Хромих О. В. та Єфресвим О. О. [22]. Обчислення значення коефіцієнта водоохоронного потенціалу (ВП) здійснювалося за формулою (1) :

$$ВП = K_y + K_p + K_c \quad (1)$$

де:  $K_y$  – коефіцієнт ухилу земної поверхні;  $K_p$  – коефіцієнт типу рослинного покриву території;  $K_c$  – коефіцієнт ґрунтового субстрату території.

Для розрахунку ВП використовувалися представлені в табл. 1 чисельні значення коефіцієнтів  $K_y$ ,  $K_p$ ,  $K_c$  присвоєні в результаті експертної бальної оцінки, критерії якої чітко пов'язані із кількісними та якісними характеристиками відповідних ландшафтних чинників.

Таблиця 1

Значення коефіцієнтів ландшафтних чинників для обчислення ВП [22]

$K_y$		$K_p$		$K_c$	
Ухил земної поверхні, градуси	Оцінка, бали	Тип рослинного покриву	Оцінка, Бали	Переважаюча фракція	Оцінка, бали
менше 0,5	1	Ліс	-2	Гравій, галька, пісок	-2
0,5 – 0,7	2	Чагарники	-1	Супісок	-1
0,7 – 1	3	Луки	0	Суглинок	0
1 – 3	4	Ділянки з порушеним рослинним покривом	+1	Глина	+1
3 – 7	5			Ділянки з техногенно зміненим ґрунтовим покривом	+1
7 – 11	6				
більше 11	7				

Обчислення та моделювання просторового розподілу значень водоохоронного потенціалу здійснювалося засобами геоінформаційної системи ArcGIS 10.0 за допомогою використання сервісу алгебри карт «Калькулятор растру» («Calculator Raster») з набору інструментів Просторовий аналіз («Spatial Analyst»).

У якості вхідних даних для здійснення розрахунку використовуються підготовлені в результаті інвентаризаційного етапу картографічні твори ландшафтних чинників інтенсивності поверхневого стоку, конвертовані в набори растрових даних (модель поверхні у вигляді сітки рівновеликих комірок) з однаковими розмірами комірок, що містять відповідну чисельну атрибутивну інформацію. Вибір розміру комірок має обиратися відповідно до рівня детальності вхідної інформації й має відповідати вимогам точності результатів планування.

Після побудови математичного виразу розрахункової формули коефіцієнту водоохоронного потенціалу за допомогою відповідних операторів, відбувається обчислення та моделювання вихідного растрового набору даних, кожна з комірок якого містить відповідне значення.

Інтерпретація результатів моделювання та оцінка значень коефіцієнту водоохоронного потенціалу здійснюється згідно наступній градації:

- до 2 балів – території, які мають значний водоохоронний потенціал. Становлять найбільшу значущість у складі ВЗ. Повинні включатися до складу ВЗ, а за умови розміщення за межами заплави річки, ділянки можуть бути виключені зі складу ВЗ;

- від 3 до 6 балів – території із середнім водоохоронним потенціалом. Не можуть бути вилучені з меж водоохоронної зони;

- від 7 до 9 балів – території, із низьким водоохоронним потенціалом. Є високочутливими до впливу антропогенних чинників. У разі надмірного навантаження здатні негативно впливати на стан поверхневих вод. Рекомендовані для включення до складу водоохоронної зони, у випадку їх розміщення поблизу зовнішньої межі ВЗ.

Зауважимо, що укладання шкал критеріїв для оцінки ландшафтних чинників та інтерпретації результатів моделювання просторового розподілу значень коефіцієнту водоохоронного потенціалу є найбільш суб'єктивним кроком етапу оцінки. І, хоча, залежно від особливостей умов формування та регуляції поверхневого стоку ландшафту розроблені шкали можуть, а інколи й мають, коригуватися, у центрі уваги мають бути вичерпність та достовірність їх наукового обґрунтування.

Наступний етап – «Аналіз та узагальнення» передбачає створення моделі нормативної ВЗ, її коригування відповідно до інфо-

рмації про водоохоронний потенціал ландшафту та існуючі та перспективні конфлікти природокористування на території ВЗ.

Базовим кроком у розробці меж ВЗ є їх моделювання відповідно до вимог містобудівних нормативів за допомогою створення буферу із фіксованим значенням відстані навколо водного об'єкта в середовищі геоінформаційної системи. Врахування ландшафтного підходу до проектування територіальної конфігурації ВЗ здійснюється на основі співставлення моделі нормативної «геометричної» ВЗ із результатами оцінки водоохоронного потенціалу. У результаті сумісного просторового аналізу обґрунтовуються пропозиції щодо необхідності включення чи вилучення певних ділянок зі складу ВЗ та відбувається внесення коректив. Результатом етапу повинен стати проект ВЗ.

Останній етап «Розробка концепції організації ВЗ» націлений на формування концепції інтегральних цілей території ВЗ та обґрунтування системи природоохоронних заходів. Для цього на території ВЗ у визначених межах здійснюється аналіз реальної та запланованої структури землекористування на предмет конфліктності із водоохоронним потенціалом та цілями охорони вод загалом. За результатами аналізу здійснюють зонування території відповідно до інтегральних цілей (наприклад, санація, розвиток, збереження тощо), для кожної зони визначаються природоохоронні заходи, що покликані сприяти реалізації цілей охорони вод.

*Апробація запропонованої методики та її обговорення.* Аналіз матеріалів містобудівної документації, що наявна у відкритому доступі, а саме Публічної кадастрової карти України [23], Плану зонування території (зонінгу) міста Харкова [24], планувальних обмежень і графічної частини Генерального плану міста Харкова [25], свідчить про відсутність інформації щодо розмірів та конфігурації ВЗ, натомість, є наміри щодо проектування ПЗС.

Інформаційною базою географічних даних щодо територіальної структури природокористування та рослинного покриву слугували результати попередніх досліджень [26], що були оновлені шляхом дешифрування актуальних супутникових знімків.

Задля визначення значень ухилу рельєфу земної поверхні території дослідження створено відповідну картографічну мо-

дель за допомогою ГІС на основі цифрової моделі рельєфу, що отримана шляхом векторизації топографічної основи із висотою перерізу горизонталей рельєфу в 1 м.

Основним джерелом даних щодо гранулометричного складу стали результати досліджень поверхневого шару ґрунту заплави р. Уди [27]. За відсутності спеціальних польових досліджень гранулометричного складу ґрунтового покриву решти території водозбірного басейну, зроблено припущення, що ґрунтовому покриву лісовкритих територій розташованих у межах борової тераси відповідають піщані фракції, решту ділянок басейну із браком інформації щодо ґрунтів віднесено до класу техногенно зміненого ґрунтового покривом (що здебільшого відповідає дійсності – під забудовою або асфальтовим покриттям тощо).

Результати інвентаризації природних чинників інтенсивності поверхневого стоку в картографічній формі наведені на рис. 2.

Здійснення етапу оцінки передбачало підготовку одержаних картографічних творів шляхом їх конвертування у форму растрових наборів даних із фіксованим розміром комірки в 50 м. Здійснення операції складання растрів у калькуляторі растрів дозволило отримати вихідну картографічну модель обчислених значень коефіцієнта водоохоронного потенціалу, представленою на рис. 3.

Інтерпретовані відповідно до градації категорій оцінки результати моделювання водоохоронного потенціалу в подальшому використано у якості основи для корекції нормативно визначеної конфігурації ВЗ відповідно до ландшафтних чинників.

Моделювання територіальної структури ВЗ за «геометричним» підходом відбувалось наступним чином. Встановлено, що згідно містобудівним нормам (для проектування нових населених пунктів) ширина ВЗ р. Уди має становити 300 м, для вдсх. Жовтневе – 500 м. Створені для кожного водного об'єкта буферні зони відповідної ширини об'єднанні між собою в територіально єдину структуру (рис. 4).

Відзначимо, що дана модель передбачила включення до складу ВЗ майже в повному обсязі території заплави та, частково – крутих схилів перших надзаплавних терас.

Варто звернути увагу, що частина змодельованої ВЗ розташована поза адміністративними межами міста та знаходиться

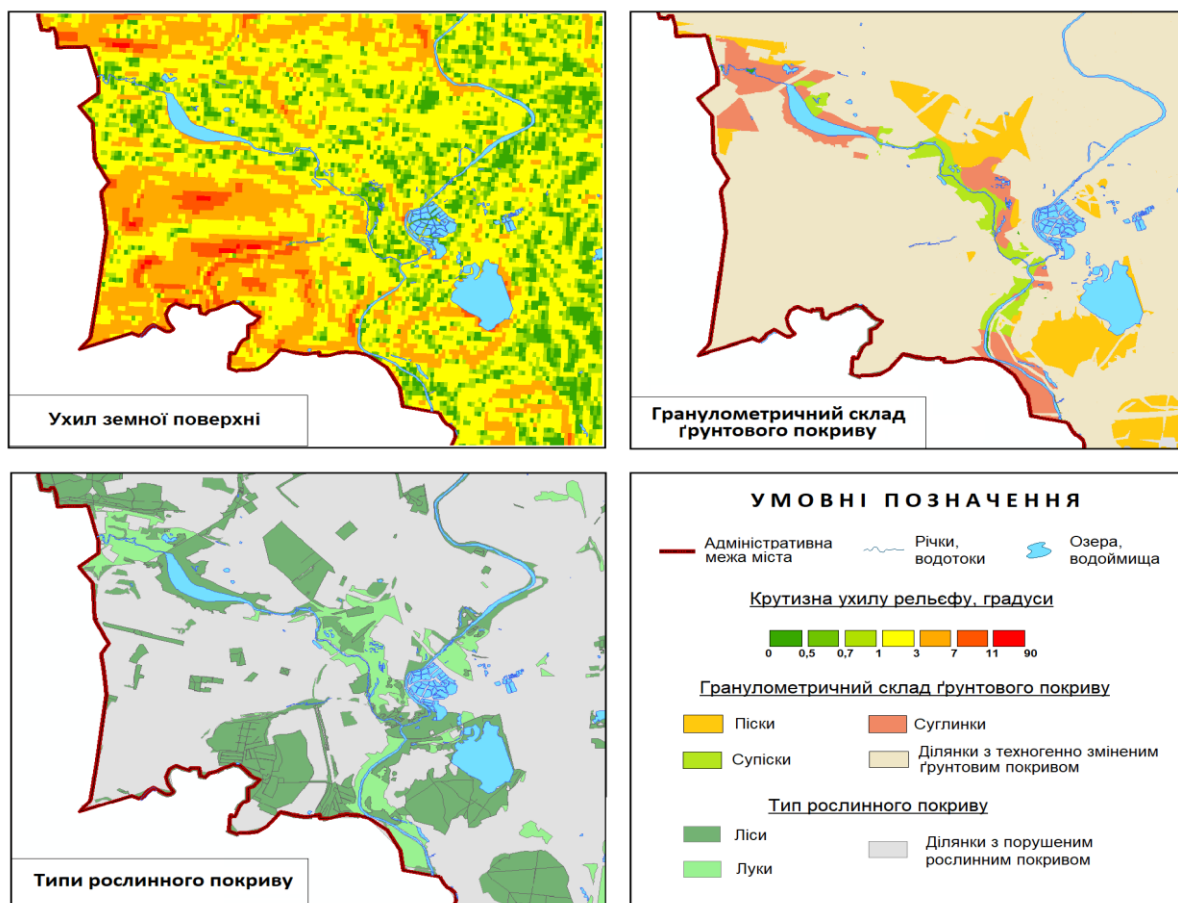


Рис. 2 – Інвентаризація природних чинників інтенсивності поверхневого стоку долини р. Уди в межах міста Харків

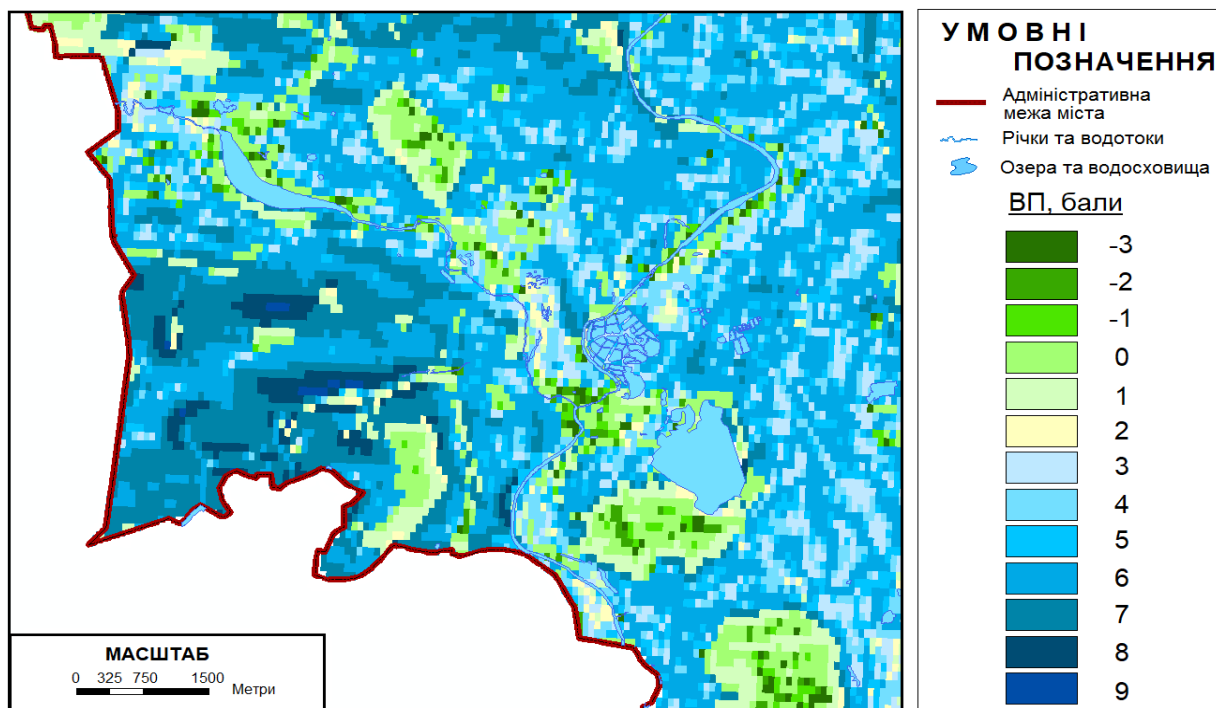


Рис. 3 – Водоохоронний потенціал території водозбірного басейну р. Уди в межах м. Харків



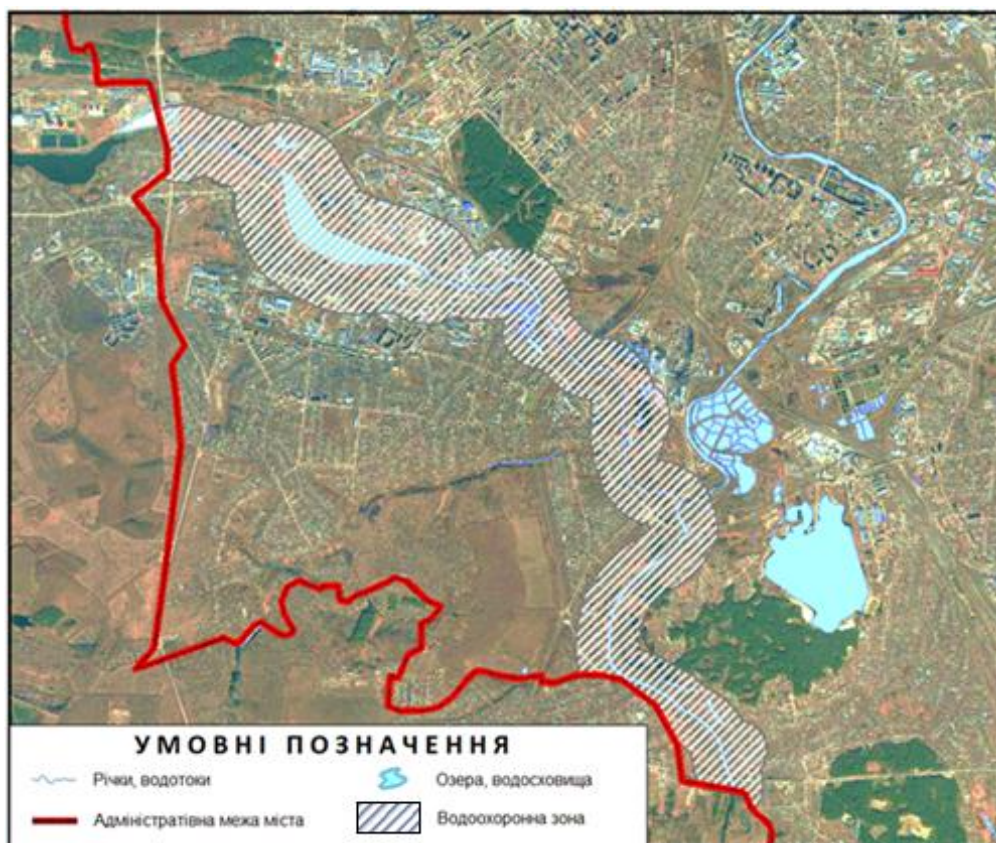


Рис. 4 – Модель нормативно визначеної ВЗ р. Уди в межах м. Харків на тлі супутникову знімку на території смт. Покотилівка

на території смт. Покотилівка. Це свідчить про необхідність узгодження проектів ВЗ та координації заходів водоохоронної політики між органами виконавчої влади різних населених пунктів та територіальних громад.

Для розробки остаточного проекту території ВЗ здійснено візуальний просторовий аналіз конфігурації нормативно визначеної ВЗ на предмет можливості включення до її меж значущих для формування поверхневого стоку територій. Усього виявлено 6 ділянок різної площі, що рекомендовані для включення до складу ВЗ, та 3 ділянки, що можуть бути виключені з її складу рис. 5.

Як видно з рис. 5, близькість розташування русел р. Уди та р. Лопань у районі їх злиття, створює ситуацію, що потребує узгодження між собою проектів організації території їх ВЗ між собою. Це дасть можливість прийняття раціональних рішень щодо

включення тих чи інших ділянок до складу ВЗ цих річок.

Результати аналізу територіальної структури сучасного землекористування в межах ВЗ на предмет конфліктності природокористування щодо завдань охорони вод та їх співставлення зі значеннями водоохоронного потенціалу дало можливість, здійснити зонування території ВЗ за інтегральними цілями (рис. 6).

Територію ВЗ диференційовано на 4 зони за пріоритетними напрямками використання території – інтегральними цілями, а саме виділено зони реабілітації, інтенсивної охорони вод, збереження існуючого землекористування та регламентованого розвитку.

Для кожної зони запропоновано орієнтовний перелік природоохоронних заходів, виконання яких має забезпечити дотримання режиму охорони вод або ж компенсувати негативний вплив на водні об'єкти, що узагальнено в (табл. 2).

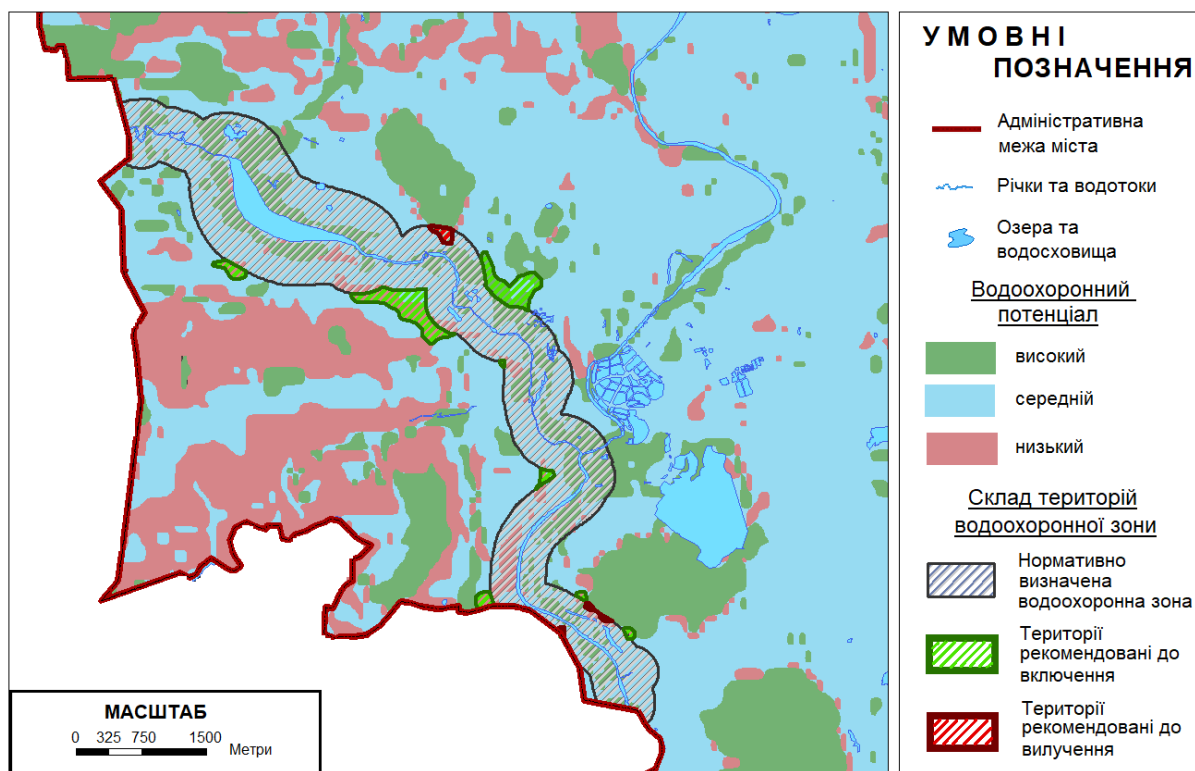


Рис. 5 – Результат узгодження змодельованих за геометричним принципом меж ВЗ р. Уди в межах м. Харків із водоохоронним потенціалом території

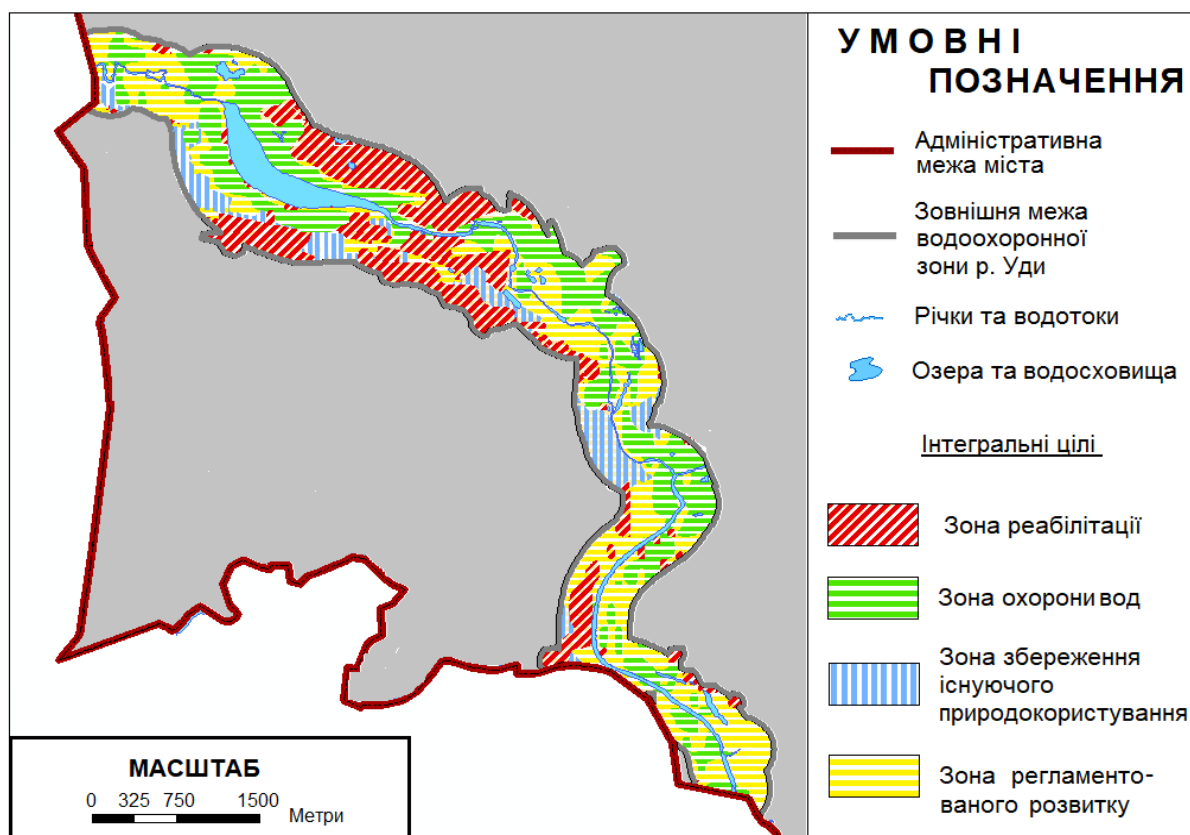


Рис. 6 – Проект меж та зонування території ВЗ р. Уди в межах м. Харків за інтегральними цілями



Таблиця 2

Рекомендовані природоохоронні заходи території ВЗ р. Уди в межах м. Харків

Зона	Водоохоронний потенціал	Переважаючий тип землекористування	Рекомендовані природоохоронні заходи
Реабілітація	низький	Промислові підприємства, малоповерхова житлова забудова.	- контроль за додержанням дозволів та лімітів на природокористування; - контроль справності зливової каналізації.
Регламентований розвиток	середній	Пустирі, рекреаційні території, заповідні пам'ятки природи.	- нормування рекреаційного навантаження; - розвиток рекреаційної інфраструктури; - створення скверів та парків; - збільшення частки деревних та чагарникових багаторічних насаджень; - еколого-просвітницька робота.
Збереження існуючого землекористування	середній	Малоповерхова житлова забудова, садово-дачні кооперативи.	- інформування мешканців щодо заборони використання сильнодіючих пестицидів, .
Охорона вод	високий	Пустирі, луки, пляжі.	- збільшення частки деревних та чагарникових багаторічних насаджень.

**Висновки**

Недосконалість законодавчої та нормативної бази з виділення та введення в експлуатацію ВЗ у містах перешкоджає виконанню завдань ефективної охорони вод уже протягом значного періоду часу. Розв'язанню проблеми організації ВЗ у межах міст може сприяти використання досвіду практики інвайронментальних систем планування, зокрема, ландшафтно-екологічного планування. Разом із тим, застосування принципів ландшафтно-екологічного планування в проектуванні ВЗ міст передбачає необхідність змін нинішніх підходів до їх організації.

Розроблена в рамках даного дослідження методика передбачає обґрунтування

конфігурації ВЗ за допомогою об'єднання нормативного й ландшафтного підходів до проектування та розробки концепції її організації з урахуванням сучасного землекористування в її межах.

Одержані результати апробації даної методики втілились у ГІС-проекті, що може бути використаний як базова модель територіальної конфігурації ВЗ р. Уди в межах Харкова під час здійснення її проектування. Також зазначимо, що перспективи використання розробленої моделі передбачають її уточнення шляхом збору польових матеріалів щодо природних умов та екологічних проблем територій та деталізації відповідно до передбаченого проектом масштабу.

**Література**

1. Водний кодекс України: Закон України від 06.06.1995 № 213/95-ВР. Дата оновлення: 18.12.2017. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80> (дата звернення: 20.05.2019).
2. Позаченюк К. А., Петлюкова К. О., Табунщик В. О. Поняття "современный ландшафт" и организация природопользования (на примере водоохраных зон). *Ученые записки Таврического национального университета имени В. И. Вернадского. Серия «География»*. 2013. Т. 26 (65), № 3. С. 299–309.
3. Пересоляк В. В. Правовий режим водоохоронної зони та прибережної захисної смуги. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Право*. 2011. Вип. 15. С.118–123.
4. Земельний кодекс України: Закон України від 25.10.2001 № 2768-III. Дата оновлення: 18.12.2017. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2768-14> (дата звернення: 07.02.2019).
5. Дроваль О. М. Правовий режим земель водного фонду України : дисс. ... канд. юрид. н.: 12.00.06. Нац. юрид. ун-т ім. Ярослава Мудрого, Харків, 2016. 226 с.
6. Дубняк С. С., Дубняк С. А. Оцінка стану і проблеми законодавчого регулювання водоохоронних зон водних об'єктів України. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2005. Том 7. С.25–39.

7. Богак Л. М., Тимофеев. М. В. До питання упорядкування забудови прибережних територій в межах міських населених пунктів. *Сучасне промислове та цивільне будівництво*. Макіївка, 2007. №1. С. 45–51.
8. Про затвердження Порядку визначення розмірів і меж водоохоронних зон та режиму ведення господарської діяльності в них : постанова КМУ від 08.05.1996 № 486. Дата оновлення: 14.12.2017. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/486-96-%D0%BF> (дата звернення: 20.05.2019).
9. Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень ДБН 360-92: Наказ Держкоммістобудування від 17.04.1992 N 44. Дата оновлення: 20.09.2013. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0044481-92> (дата звернення 20.05.2019).
10. Покидько І., Мартин А. Нова концепція формування водоохоронних обмежень у використанні земель. *Землепорядний вісник*. 2012. №7. С.34-40.
11. Sonko S. P., Maksymenko N. V., Peresadko V. A., Sukhanova I. P., Vasylenko O. V., Nikitina O. V. Concept of environmentally protective farming for the forest-steppe zone. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Геологія. Географія. Екологія»*. Випуск 48, 2018. С. 161-172
12. Maksymenko N. V., Voronin V. O., Cherkashyna N. I., Sonko S. P. Geochemical aspect of landscape planning in forestry. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. Issue 22, Volume 27 (1), 2018. P. 81-87
13. Максименко Н. В., Клещ А. А., Михайлова К. Ю., Гоголь О. М. Особливості ландшафтно-екологічного планування територій різного функціонального призначення. *Географія, Екологія, Туризм: теорія, методологія, практика* : Мат. міжнар. наук.-практ. конф., присв. 25- річчю геогр. фак. Терноп. нац. пед. ун-тету імені Володимира Гнатюка, Тернопіль: СМП «Тайп». 2015, С. 249-251.
14. Максименко Н. В., Зінковська Л. В. Оцінка состояния водной экосистемы р. Харьков средствами ландшафтного планирования. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2014. № 1-2. С. 35–44.
15. Максименко Н. В., Гоголь О. М. Комплексний ландшафтно-екологічний індекс, як підґрунтя для оцінки стану територій. *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії*. 2016. Вип. № 24. С. 61–67.
16. Максименко Н. В. Ландшафтно-екологічне планування: теорія і практика : монографія. Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2017. 216 с.
17. Ландшафтне планування в Україні : методичні настанови / Л. Г. Руденко та інш., Київ, 2014. 114 с.
18. Максименко Н. В., Клещ А. А. Напрямки оптимізації природокористування в інвайронментальному менеджменті територій локального рівня організації довкілля. *Вісник Дніпропетровського університету. Геологія, географія*. 2017. Т. 25 №2. С. 81–88.
19. Антипов А. Н., Гагарінова О. В., Федоров В. Н. Ландшафтная гидрология : теория, методы, реализация. *География и природные ресурсы*. 2007. №3. С. 56–67.
20. Антипов А. Н., Гагарінова О. В. Водно-экологические проблемы территориального развития. *География и природные ресурсы*. 2009. №1. С. 5–11.
21. Свидзинская Д. В. Основные геоморфометрические параметры: теория. *GIS-LAB. Географические информационные системы и дистанционное зондирование*. URL: <http://gis-lab.info/qa/geomorphometric-parameters-theory.html> (дата звернення: 20.05.2019).
22. Хромых В. В., Хромых О. В., Ерофеев А. А. Ландшафтный подход к выделению водоохранной зоны реки Ушайки на основе геоинформационного картографирования. *Вестник Томского государственного университета*. 2013. №370. С. 175 – 178.
23. Публічна кадастрова карта України. 2016. URL: <http://map.land.gov.ua/kadastrova-karta> (дата звернення: 20.05.2019).
24. План зонування території (зонінг) міста Харкова. *Департамент містобудування, архітектури та генерального плану Харківської міської ради*. URL: <https://uga.kharkov.ua/uk/public-information/zoning.html> (дата звернення: 20.05.2019).
25. Генеральний план міста Харкова. Планувальні обмеження. *Департамент містобудування, архітектури та генерального плану Харківської міської ради*. URL: <https://uga.kharkov.ua/uk/public-information/genplan-mista-harkova/86-layout-restrictions.html> (дата звернення: 20.05.2019).
26. Клещ А. А., Максименко Н. В., Пономаренко П. Р. Територіальна структура природокористування міста Харків. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2017. № 1–2 (27). С. 23–34.
27. Моделювання стану компонентів довкілля для створення системи екологічного менеджменту територій різного функціонального призначення : звіт про науково-дослідну роботу / Тітенко Г. В. та ін. – Харків, 2016. 306 с.

### References

1. Water Code of Ukraine № 2059-VIII. (2017). Available at: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80> (In Ukrainian)
2. Pozachenyuk, K. A., Petlyukova, K. O., & Tabunshchik, V. O. (2013). The concept of "modern landscape" and the organization of environmental management (for example, water protection zones)]. *Scientists Notes Tavrichesky National University Named after V.I. Vernadsky. Series "Geography"*, 26 (65(3)), 299 – 309 (In Russian)
3. Peresoliak, V. V. (2011). Legal regime of the water protection zone and the coastal protective zone. *Scientific Bulletin of Uzhgorod University. Series Law*, (15), 118–123 (In Ukrainian)

4. Land Code of Ukraine № 2768-III. (2019). Available at: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2768-14> (In Ukrainian)
5. Droval, O. M. (2016). Legal regime of lands of the water fund of Ukraine. (Master's thesis). Yaroslav Mudryi National Law University, Kharkiv (In Ukrainian)
6. Dubniak, S. S., & Dubniak, S. A. (2005). Assessment of the state and problems of legislative regulation of water protection zones of water objects of Ukraine. *Hydrology, hydrochemistry and hydroecology*, 7, 25–39 (In Ukrainian)
7. Bogak, L. M., & Ty`mofeyev, M. V. (2007). On the issue of ordering the development of coastal areas within urban settlements. *Modern Industrial and Civil Construction*, (1), 45–51 (In Ukrainian)
8. *On Approval of the Procedure for Determining the Amounts and Boundaries of the Water Protection Zones and the Mode of Their Economic Activity in them*. (2017). Cabinet of Ministers of Ukraine №486. Kyiv. Available at: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/486-96-%D0%BF> (In Ukrainian).
9. *Urban planning. Planning and building urban and rural settlements DBN 360-92*. (2013). Order of the State Committee for Construction № 44. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0044481-92> (In Ukrainian)
10. Pokidko, I., & Martin, A. (2012). The new concept of formation water conservation restrictions on land use]. *Land Bulletin*, (7), 34–40. (In Ukrainian)
11. Sonko, S. P. Maksymenko, N. V., Peresadko, V. A., Sukhanova, I. P., Vasylenko, O. V., & Nikitina O. V. (2018). Concept of environmentally protective farming for the forest-steppe zone. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, Series "Geology. Geography. Ecology"*, (48), 161–172.
12. Maksymenko, N. V., Voronin, V. O., Cherkashyna, N. I., & Sonko, S. P. (2018). Geochemical aspect of landscape planning in forestry. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 27( 22), 81–87.
13. Maksymenko, N. V., Klieshch, A. A., Mykhailova, K., & Gogol, O. M. (2015). Features of landscape-ecological planning of territories of different functional purposes. *Proceedings from Geography, Ecology, Tourism: Theory, Methodology, Practice*. Ternopil: SMP "Tayp" , 249-251. [In Ukrainian]
14. Maksymenko, N. V., & Zinkovska, L. V. (2014). Evaluation of the aquatic ecosystem river Kharkiv means of landscape planning. *Man and environment. Issues of neoecology*, (1-2), 35–44 (In Russian)
15. Maksymenko, N. V., & Gogol, O. M. (2016). Comprehensive landscape-ecological index as the basis for the areas assessment. *Problems of Continuous Geographic Education and Cartography*, (24), 61–67 (In Ukrainian)
16. Maksymenko, N. V. (2017). *Landscape-ecological planning: theory and practice*. Kharkiv: V. N. Karazin KNU (In Ukrainian)
17. Rudenko, L. H. (Ed.). (2014). *Landscape planning in Ukraine: methodological guidelines*. Kiev:Referat. (In Ukrainian)
18. Maksymenko, N. V., & Klieshch, A. A. (2017). Directions for optimization of natural resource use in environmental management for local areas. *Bulletin Dnipropetrovsk University. Geology, Geography*, 25(2), 81–88 DOI <https://doi.org/10.15421/111722> (In Ukrainian)
19. Antipov, A. N., Gagarinova, O. V., & Fedorov, V. N. (2007). Landscape hydrology: theory, methods, implementation. *Geography and natural*, (3), 56–67 (In Russian)
20. Antipov, A. N., & Gagarinova, O. V. (2009). The water-ecological problems of territorial development. *Geography and natural resources*, (1 ), 5–11 (In Russian) .
21. Svidzinskaya, D. V. (2013). Basic geomorphometric parameters: theory. *Gis-Lab.Info*. Available at: <http://gis-lab.info/qa/geomorphometric-parameters-theory.html> (In Russian)
22. Hromyh, V. V., Hromyh, O. V., & Erofeev, A. A. (2013). Landscape approach to the allocation of water protection zone of the river Ushayka based on geographic information mapping. *Bulletin of Tomsk State University*, (370), 175 – 178. (In Russian)
23. Public cadastral map of Ukraine. (2016). Available at: <http://map.land.gov.ua/kadastrova-karta> (In Ukrainian)
24. *Zoning plan of the city of Kharkiv*. (2016). Available at: <https://uga.kharkov.ua/uk/public-information/zoning.html> (In Ukrainian)
25. Department of urban development, architecture and master plan of Kharkiv city council. (2016). *General plan of the city of Kharkiv. Planning Restrictions*. Available at: <https://uga.kharkov.ua/uk/public-information/genplan-mista-harkova/86-layout-restrictions.html> (In Ukrainian)
26. Klieshch, A. A., Maksymenko, N. V., & Ponomarenko, P. R. (2017). Territorial structure of the land use of Kharkiv city. *Man and environment. Issues of neoecology*, (1–2 (27)), 23–34. (In Ukrainian)
27. Titenko, H. V., Maksymenko, N. V. (2016). *Modeling the state of the environmental components for the creation of a system of ecological management of territories of different functional purposes* (0115U000505). Kharkiv: V. N. Karazin KNU. (In Ukrainian)

Надійшла 12.05.2019

УДК 574.583

С. М. СНИГИРЕВ<sup>1</sup>, канд. биол. наук, А. В. ЧЕРНЯВСКИЙ<sup>1</sup>, Е. А. НАУМ<sup>1</sup>,  
А. А. ГАЛКИНА<sup>1</sup>, В. И. МЕДИНЕЦ<sup>1</sup>, канд. физ.-мат. наук, с. н. с., Е. И. ГАЗЕТОВ<sup>1</sup>,  
О. П. КОНАРЕВА<sup>1</sup>, П. М. СНИГИРЕВ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова

проект. Маяковського 7, м. Одеса, 65082, Україна

E-mail: [snigirev@te.net.ua](mailto:snigirev@te.net.ua) <https://orcid.org/0000-0003-3287-2519>

[chernyavskiy.alexandr@gmail.com](mailto:chernyavskiy.alexandr@gmail.com)

[naum\\_elizaveta@mail.ru](mailto:naum_elizaveta@mail.ru)

[naska.halaim@gmail.com](mailto:naska.halaim@gmail.com) <https://orcid.org/0000-0002-2840-1418>

[medinets@te.net.ua](mailto:medinets@te.net.ua) <http://orcid.org/0000-0001-7543-7504>

[gazetov@gmail.com](mailto:gazetov@gmail.com) <https://orcid.org/0000-0002-5362-1973>

[o.konareva@onu.edu.ua](mailto:o.konareva@onu.edu.ua) <https://orcid.org/0000-0001-5109-1975>

[snigirev@te.net.ua](mailto:snigirev@te.net.ua)

## СОСТОЯНИЕ МАКРОЗООБЕНТОСА В ПРИБРЕЖНЫХ ВОДАХ ОДЕССКОГО ЗАЛИВА В 2016-2017 ГГ.

**Цель.** Изучение современного состояния макрозообентоса в прибрежных водах Одесского залива в 2016-2017 гг. **Методы.** Стандартные методы отбора, определения, оценки численности и биомассы макрозообентоса. **Результаты.** Приведены результаты анализа биоразнообразия, структурных характеристик и таксономического состава макрозообентоса прибрежных вод Одесского залива. Исследована сезонная динамика его численности и биомассы. По метрикам макрозообентоса проведена оценка качества морской среды. **Выводы.** Всего в 2016-2017 гг. в Одесском заливе идентифицирован 121 таксон бентосных беспозвоночных. Таксономический состав и количественные показатели макрозообентоса имеют четко прослеживающийся сезонный ход с максимальным развитием бентоса в летний период. В пробах весной 2016 года было зарегистрировано 75 таксонов макрозообентоса, летом – 82 таксона, осенью – 60 таксона, а летом 2017 года – 62 таксона. Основу макрозообентосного сообщества составляли моллюски (Mollusca) с доминированием вида *M. galloprovincialis*, а также представители членистоногих (Arthropoda) и кольчатых червей (Annelida). Значительный вклад в видовой состав макрозообентоса вносили представители групп мшанки (Bryozoa), немертины (Nemertea) и плоские черви (Platyhelminthes). Вклад губок (Porifera), кишечнополостных (Cnidaria) и форонид (Phoronida) в бентосные сообщества Одесского залива был незначителен. В 2016-2017 гг. в Одесском заливе обнаружены 3 вида вселенцев – двусторчатые моллюски *Anadara kagoshimensis* и *Mya arenaria*, а также брюхоногий моллюск *Rapana venosa*. Из 121 таксонов макрозообентоса, 4 занесены в списки Красной книги Украины, 6 – в списки Красной книги Черного моря. На разных субстратах в период исследований отмечено практически равное количество таксонов макрозообентоса. В пробах на рыхлых грунтах число таксонов на разных глубинах изменялось от 5 до 40; при значениях индекса биоразнообразия Шеннона (H) – 1,7-2,9; на смешанном субстрате – от 19 до 48 видов; при H – 1,3-2,8. Численность и биомасса макрозообентоса изменялась на рыхлых грунтах в пределах от  $0,070 \times 10^4$  до  $3,227 \times 10^4$  экз./м<sup>2</sup> и от 0,002 до 5,361 кг/м<sup>2</sup>; а на каменистом субстрате – от  $0,667 \times 10^4$  до  $170 \times 10^4$  экз./м<sup>2</sup> и от 0,088 до 46,811 кг/м<sup>2</sup> соответственно. Качество морской среды, оцененное по индексам AMBI и M-AMBI, рассчитанных во всех 26 пробах, оценено как высокое (High) в 4, хорошее (Good) в 17, как среднее (Moderate) в 5 случаях из 26. Средние значения индексов AMBI и M-AMBI для разных сезонов года составили: первая декада июня 2016 года –  $1,84 \pm 0,07$  и  $0,69 \pm 0,04$  соответственно; август 2016 года –  $1,66 \pm 0,12$  и  $0,84 \pm 0,05$  соответственно; ноябрь 2016 года –  $2,62 \pm 0,13$  и  $0,60 \pm 0,02$  соответственно; июнь 2017 года –  $2,72 \pm 0,11$  и  $0,73 \pm 0,05$  соответственно).

**Ключевые слова:** макрозообентос, численность, биомасса, биоразнообразие, Одесский залив

Snigirov S.M, Chernyavskiy A.V., Naum E.A., Galkina A.A., Medinets V.I., Gazetov Ye.I., Konareva O.P., Snigirov P.M.

Odessa National I.I. Mechnikov University, Odessa, Ukraine

### MACROZOOBENTHOS STATE IN ODESSA BAY COASTAL WATERS IN 2016-2017

**Purpose.** Study of macrozoobenthos contemporary state in Odessa Bay coastal waters in 2016-2017. **Methods.** Standard methods of macrozoobenthos sampling, determination, estimation of number and biomass. **Results.** The results of macrozoobenthos biodiversity, structural characteristics and taxonomic composition in Odessa bay coastal waters have been presented. Seasonal dynamics of its number and biomass. has been studied. Assessment of marine environment quality has been performed on the metrics of macrozoobenthos. **Conclusions.** Altogether 121 taxa of benthic invertebrates were identified in Odessa Bay in 2016-2017. Taxonomic

composition and quantitative indicators of macrozoobenthos had clear seasonal variation with maximal development of benthos in summer period. In spring of 2016, 75 taxa of macrozoobenthos were registered in samples, in summer – 82 taxa, in autumn – 60 taxa, in summer of 2017 – 62 taxa. The basis of macrozoobenthos community was formed by mollusks (Mollusca) with domination of species *M. galloprovincialis*, as well as representatives of Arthropoda and Annelida. Significant input into macrozoobenthos species composition was made by representatives of the following groups: Bryozoa, Nemertea and Platyhelminthes. Contribution of Porifera, Cnidaria and Phoronida to Odessa Bay benthic communities was insignificant. In 2016-2017 3 alien species were registered in Odessa Bay – bivalves *Anadara kagoshimensis* and *Mya arenaria*, as well as gastropod *Rapana venosa*. Out of 121 macrozoobenthos taxa 4 were listed in the Red Data Book of Ukraine and 6 – in the Black Sea Red Data Book. During the period of studies practically equal quantities of macrozoobenthos taxa were found on different substrates. In samples from loose substrates the number of taxa at different depths varied from 5 to 40 with Shannon diversity index (H) making 1.7-2.9; on mixed substrate – from 19 to 48 species with H = 1.3-2.8. Macrozoobenthos number and biomass varied on loose substrates from  $0.070 \times 10^4$  to  $3.227 \times 10^4$  ind/m<sup>2</sup> and from 0.002 to 5.361 kg/m<sup>2</sup> and on stony substrate – from  $0.667 \times 10^4$  to  $170 \times 10^4$  ind/m<sup>2</sup> and from 0.088 to 46.811 kg/m<sup>2</sup> respectively. Quality of marine environment estimated using AMBI and M-AMBI indices calculated for all the 26 samples was assessed as High in 4 cases, Good in 17 cases and Moderate in 5 cases out of 26. Mean values of the AMBI and M-AMBI indices for different seasons of year were as follows: first decade of June 2016 –  $1.84 \pm 0.07$  and  $0.69 \pm 0.04$  respectively; August 2016 –  $1.66 \pm 0.12$  and  $0.84 \pm 0.05$  respectively; November 2016 –  $2.62 \pm 0.13$  and  $0.60 \pm 0.02$  respectively; June 2017 –  $2.72 \pm 0.11$  and  $0.73 \pm 0.05$  respectively.

**Key-words:** macrozoobenthos, number, biomass, biodiversity, Odessa Bay

**Снігір'ов С.М., Чернявський О.В., Наум Е.О., Галкіна А.О., Медінець В.І., Газетов Є.І., Конарева О.П., Снігір'ов П.М.**

*Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, м. Одеса, Україна*

#### **СТАН МАКРОЗООБЕНТОСУ ПРИБЕРЕЖНИХ ВОД ОДЕСЬКОЇ ЗАТОКИ В 2016-2017 РР.**

**Мета.** Дослідження сучасного стану макрозообентосу в прибережних водах Одеської затоки в 2016-2017 рр. **Методи.** Стандартні методи відбору зразків, визначення, оцінки чисельності і біомаси макрозообентосу. **Результати.** Наведено результати аналізу біорізноманіття, структурних характеристик і таксономічного складу макрозообентосу прибережних вод Одеської затоки. Досліджено сезонну динаміку його чисельності та біомаси. За метриками макрозообентосу проведено оцінку якості морського середовища. **Висновки.** Всього в 2016-2017 рр. в Одеській затоці ідентифіковано 121 таксон бентосних безхребетних. Таксономічний склад і кількісні показники макрозообентосу мають сезонний хід, що чітко просліджується, з максимальним розвитком бентосу в літній період. У зразках навесні 2016 року було зареєстровано 75 таксонів макрозообентосу, влітку – 82 таксони, восени – 60 таксонів, а влітку 2017 року – 62 таксони. Основу макрозообентосного угруповання складали молюски (Mollusca) з домінуванням виду *M. galloprovincialis*, а також представники членистоногих (Arthropoda) і кільчастих червів (Annelida). Значний внесок до видового складу макрозообентосу вносили представники груп мохуваток (Bryozoa), немуртин (Nemertea) і плоскі черви (Platyhelminthes). Внесок губок (Porifera), кнідарій (Cnidaria) і форонід (Phoronida) у бентосні угруповання Одеської затоки був незначним. В 2016-2017 рр. в Одеській затоці виявлено 3 види вселенців – двостулкові молюски *Anadara kagoshimensis* і *Mya arenaria*, а також червоногий молюск *Rapana venosa*. З 121 таксонів макрозообентосу 4 - занесені до списків Червоної книги України, 6 – до списків Червоної книги Чорного моря. На різних субстратах в період досліджень відмічалась практично рівна кількість таксонів макрозообентосу. В зразках на пухких ґрунтах число таксонів на різних глибинах змінювалось від 5 до 40; при значеннях індексу біорізноманіття Шеннона (H) – 1,7-2,9; на змішаному субстраті – від 19 до 48 видів; при H – 1,3-2,8. Чисельність і біомаса макрозообентосу змінювалась на пухких ґрунтах в границях від  $0,070 \times 10^4$  до  $3,227 \times 10^4$  екз./м<sup>2</sup> і від 0,002 до 5,361 кг/м<sup>2</sup>; а на кам'янистому субстраті – від  $0,667 \times 10^4$  до  $170 \times 10^4$  екз./м<sup>2</sup> і від 0,088 до 46,811 кг/м<sup>2</sup> відповідно. Якість морського середовища, оцінена за індексами AMBI і М-AMBI, розрахованими у всіх 26 зразках, оцінено як високе (High) в 4, хороше (Good) в 17 і як середнє (Moderate) в 5 випадках з 26. Середні значення індексів AMBI і М-AMBI для різних сезонів року становили: перша декада червня 2016 року –  $1,84 \pm 0,07$  і  $0,69 \pm 0,04$  відповідно; серпень 2016 року –  $1,66 \pm 0,12$  і  $0,84 \pm 0,05$  відповідно; листопад 2016 року –  $2,62 \pm 0,13$  і  $0,60 \pm 0,02$  відповідно; червень 2017 року –  $2,72 \pm 0,11$  і  $0,73 \pm 0,05$  відповідно.

**Ключові слова:** макрозообентос, чисельність, біомаса, біорізноманіття, Одеська затока

#### **Введение**

Исследования макрозообентоса северо-западной части Черного моря (СЗЧМ), включая Одесский залив, имеют долгую историю [2, 3, 5, 8, 11]. Согласно современным представлениям, сводный список видов макрозообентоса СЗЧМ насчитывает

419 таксонов различных беспозвоночных организмов [3, 5], из них: червей – 146, ракообразных – 111, моллюсков – 84 и прочих – 78 таксонов. Как отмечали Зайцев Ю.П., Александров Б.Г., Заика В.Е., Синегуб И.А., Шурова Н.М. и многие другие

гидробиологи [5], особенно быстрые и неблагоприятные преобразования бентоса были отмечены в 70 – 80-е годы прошлого столетия и коснулись в первую очередь СЗЧМ. Принято считать [1, 5], что наиболее заметные фаунистические и биоценотические изменения черноморского бентоса вызваны развитием промышленности и коммунального хозяйства крупных припортовых городов, общим и локальным загрязнением морских вод, строительством гидротехнических сооружений, антропогенным эвтрофированием, экологическим следствием марикультуры и морского промысла, интродукцией агрессивных видов-вселенцев. При этом наиболее масштабным, как по охваченной акватории, так и по степени экологических последствий, оказалось эвтрофирование [3, 6], которое способствует возникновению и расширению зон гипоксии в Черном море. В зависимости от длительности и интенсивности гипоксии ежегодная гибель представителей макрозообентоса в СЗЧМ может составлять от 30,0 до 90,0% [3]. При кратковременных заморах в первую очередь гибнут ракообразные виды макро- и мейобентоса, а также другие представители подвижной эпифауны. При длительной гипоксии наступает гибель двустворчатых моллюсков, а также других, более устойчивых к недостатку кислорода организмов [3]. Большой ущерб донным биоценозам северо-западной части Черного моря был нанесен при проведении промысла рыб с применением донных тралов, в результате которого произошло за-

илиние значительных площадей песчаных и ракушечных грунтов шельфа [3]. При этом в первую очередь пострадали биоценозы мидий и других двустворчатых моллюсков. Влияние других видов техногенного воздействия на донные биоценозы – рефулирования песка, дноуглубительных работ, дампинга грунта, берегоукрепительных работ, постройки и обслуживания гидротехнических сооружений носит сравнительно локальный характер [3, 5]. Так, например, влияние дампинга прослеживается в радиусе от 300 до 700 м от центра свалки [3] и зависит, главным образом, от локальных течений. В зависимости от объема сбрасываемого грунта видовое разнообразие бентоса в местах дампинга может сократиться в 2 – 5 раз, плотность и биомасса – в 2 – 12 раз и выше. Как следствие интенсивного развития судоходства, в акваторию Черного моря с балластными водами и в обрастаниях корпусов судов были занесены виды-вселенцы, причем наиболее интенсивное выявление их началось с 1960-х годов. Интродукция новых для фауны Черного моря видов является в большинстве случаев негативной формой воздействия на экосистему бентали [1, 3, 5]. Такие вселенцы как: *Polydora limicola*, *Mya arenaria*, *Anadara inaequalis*, *Rapana venosa* и некоторые другие в настоящее время стали массовыми видами в Черном море и, в частности, в СЗЧМ [1, 3, 5, 8, 16].

Целью настоящих исследований являлось изучение состояния макрозообентоса в прибрежной зоне Одесского залива.

### Материал и методы исследований

Отбор проб макрозообентоса в Одесском заливе в районе гидробиологической станции Одесского национального университета имени И.И. Мечникова (ОНУ) проводился в июне, августе и ноябре 2016 года и в июне 2017 года. Всего было отобрано 26 проб макрозообентоса (21 в 2016 г, и 5 в 2017 г) на глубинах от 1,7 до 13,5 м (рис. 1).

Пробы макрозообентоса отбирали, используя легководолазную технику при помощи бентосной рамки, размером 10X10 см ( $S=0.01 \text{ м}^2$ ), размер сита – 150 мкм, с заглублением в грунт до 5 см в трех повторностях по общепринятой методике [4, 9, 17, 18]. Пробу целиком помещали в по-

лиэтиленовый пакет и фиксировали раствором 4% формалина [4, 9, 17, 18].

Регистрацию проводили визуально. Отдельно на разных участках дна (площадью  $1 \text{ м}^2$ ) визуально подсчитывали общее количество особей рапаны и крупных подвижных ракообразных. Рассчитывали среднее значение численности крупных организмов бентоса на  $1 \text{ м}^2$ .

При отборе проб макрозообентоса на всех станциях визуально оценивали структуру и состояние субстрата, а также проводили измерения электропроводности (Е, мкСм/см), температуры (Т, °С), водородного показателя (рН, ед. рН), содержания растворенного в воде кислорода ( $\text{O}_2$  %, мг/дм<sup>3</sup>)



по стандартным методам наблюдений, отбора и обработки образцов, которые подробно описаны в монографии [8] с использованием портативного мультиметра «НАСН». Координаты станций отбора определяли с помощью портативных приборов спутниковой навигации «Garmin» и «Magellan Explorist 300»; глубину – с помощью ручного лота. В лабораторных условиях пробы промывали при помощи

бентосных сит с ячейей 10, 4, 2, 1 и 0,5 мм, разбивая их на подпробы. Крупные формы макрозообентоса просматривали невооруженным глазом в чашках Петри и в пластиковых поддонах, а мелкие формы – с использованием бинокля МБС-10 и «Prior» в чашках Петри и в камере Богорова [4, 9, 17, 18]. Определение видовой принадлежности проводили в соответствии с рекомендациями [7, 15].

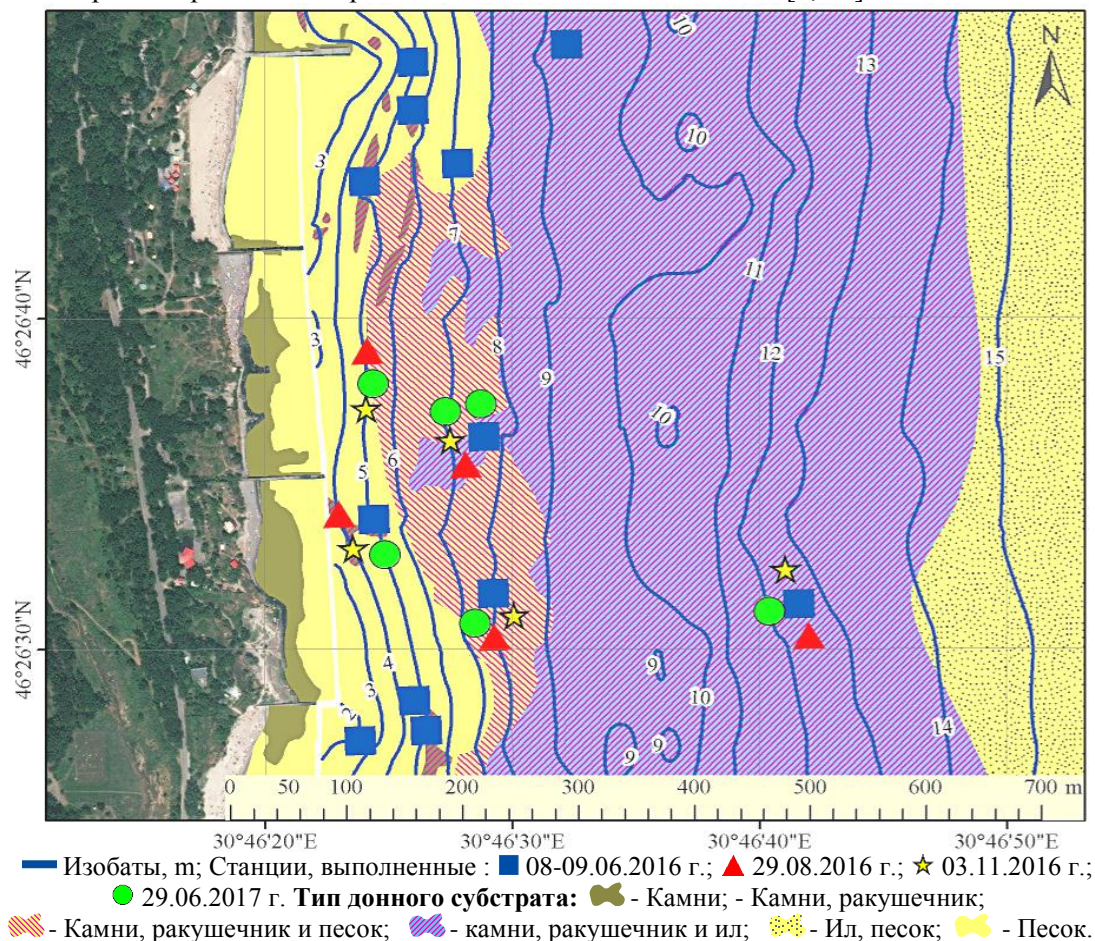


Рис. 1 – Расположение станций отбора проб макрозообентоса в прибрежной зоне Одесского залива в 2016-2017 гг

Видовые списки приведены в соответствии с Всемирным реестром морских видов World Register of Marine Species (WoRMS) [19] Для каждого вида проводилось определение численности и биомассы в каждой пробе. Видовое разнообразие оценивалось с помощью показателя (индекса) Шеннона (H). Доминантность групп макрозообентоса оценивали по трем характеристикам – встречаемость (O), численность (N), биомасса (B), по каждой из которых

выставлялся балл (0-9 для Одесского залива). Общий коэффициент доминантности рассчитывался как среднее значение этих характеристик.

Оценку качества среды по состоянию макрозообентоса проводили с использованием мультиметрических индексов (обилие видов, биоразнообразие – индекс Шеннона, AMBI и M-AMBI) по шкалам, рекомендованным в работах [13, 14, 17].

**Результаты исследования и их обсуждение**

Всего в период исследований 2016 - 2017 гг. в Одесском заливе был идентифицирован 121 таксон бентосных беспозвоночных (табл. 1). Анализ данных исследований показал, что в : в июне, августе и ноябре 2016 года в пробах было определено 75, 82 и 60, а в июне 2017 года 62 таксона макрозообентоса соответственно.

Анализ таксономического состава выявил 1 вид губок Porifera (0,8%), 2 – таксона Cnidaria (1,7%), 3 таксона плоских червей Platyhelminthes (2,5%), 1 таксон немертин Nemertea (0,8%), 3 таксона губок

Bryozoa (2,5%), 1 таксон форонид Phoronida (0,8%), 45 таксонов кольчатых червей Annelida (37,2%), 24 таксона моллюсков Mollusca (19,8%), 41 таксон членистоногих Arthropoda (33,9%). При этом следует отметить, что по результатам единичных съемок, количество зарегистрированных таксонов макрозообентоса изменялось от 60 до 75, что составляло от 50 до 62% от общего количества таксонов, которые были обнаружены в пробах в период с июня 2016 г. до июня 2017 г.

**Таблица 1**  
**Встречаемость видов макрозообентоса в Одесском заливе 2016-2017 гг.**

№№	Таксон	Тип	Период отбора проб			
			VI 2016	VIII 2016	XI 2016	VI 2017
1	Porifera gen. sp.	Porifera	+	-	-	-
2	<i>Obelia longissima</i> (Pallas, 1766)	Cnidaria	+	-	-	+
3	<i>Sagartia elegans</i> (Dalyell, 1848)	Cnidaria	+	-	-	-
4	Platyhelminthes gen. sp.	Platyhelminthes	-	+	+	-
5	Polycladida gen. sp.	Platyhelminthes	+	+	+	+
6	Tricladida gen. sp.	Platyhelminthes	+	+	+	-
7	Nemertea gen. sp.	Nemertea	+	+	+	+
8	Bryozoa gen. sp.	Bryozoa	+	-	-	-
9	<i>Conopeum seurati</i> (Canu, 1928)	Bryozoa	-	+	-	-
10	<i>Cryptosula pallasiana</i> (Moll, 1803)	Bryozoa	-	+	+	+
11	<i>Phoronis euxinicola</i> Selys-Longchamps, 1907	Phoronida	-	+	-	-
12	<i>Alitta succinea</i> (Leuckart, 1847)	Annelida	-	+	+	-
13	<i>Aonides paucibranchiata</i> Southern, 1914	Annelida	-	+	+	+
14	<i>Aricidea (Strelzovia) claudiae</i> Laubier, 1967	Annelida	-	+	+	+
15	<i>Capitella capitata</i> (Fabricius, 1780)	Annelida	+	+	+	+
16	Capitellidae gen. sp.	Annelida	-	-	-	+
17	<i>Eulalia viridis</i> (Linnaeus, 1767)	Annelida	+	+	+	-
18	<i>Eumida sanguinea</i> (Ørsted, 1843)	Annelida	-	+	-	-
19	<i>Exogone naidina</i> Ørsted, 1845	Annelida	+	+	-	+
20	<i>Fabricia stellaris</i> (Müller, 1774)	Annelida	-	+	-	-
21	<i>Genetyllis nana</i> (de Saint Joseph, 1908)	Annelida	-	+	-	-
22	<i>Genetyllis tuberculata</i> (Bobretzky, 1868)	Annelida	-	-	+	-
23	<i>Glycera alba</i> (O. F. Müller, 1776)	Annelida	+	+	+	+
24	<i>Harmothoe imbricata</i> (Linnaeus, 1767)	Annelida	+	+	+	+
25	<i>Harmothoe reticulata</i> (Claparède, 1870)	Annelida	-	+	+	-
26	<i>Hediste diversicolor</i> (O.F. Müller, 1776)	Annelida	+	-	-	-
27	<i>Hesionides arenaria</i> Friedrich, 1937	Annelida	-	-	+	-
28	<i>Heteromastus filiformis</i> (Claparède, 1864)	Annelida	+	+	+	+
29	<i>Lagis neapolitana</i> (Claparède, 1869)	Annelida	+	+	+	+
30	<i>Lindrilus flavocapitatus</i> (Uljanin, 1877)	Annelida	+	+	-	+
31	<i>Melinna palmata</i> Grube, 1870	Annelida	-	-	-	+
32	<i>Micronephthys stammeri</i> (Augener, 1932)	Annelida	+	-	-	-
33	<i>Microspio mecznikowianus</i> (Claparède, 1869)	Annelida	+	-	-	-
34	<i>Mysta picta</i> (Quatrefages, 1865)	Annelida	+	+	+	+
35	<i>Neanthes fucata</i> (Savigny, 1822)	Annelida	-	-	+	-
36	Nereidae gen. sp.	Annelida	+	+	+	+



№№	Таксон	Тип	Период отбора проб			
			VI 2016	VIII 2016	XI 2016	VI 2017
37	<i>Nereis zonata</i> Malmgren, 1867	Annelida	+	+	-	+
38	<i>Oligochaeta</i> gen. sp.	Annelida	+	+	+	+
39	<i>Perinereis cultrifera</i> (Grube, 1840)	Annelida	+	+	+	-
40	<i>Pholoe inornata</i> (Johnston, 1839)	Annelida	+	+	+	-
41	<i>Phyllodoce</i> ( <i>Anaitides</i> ) <i>maculata</i> (Linnaeus, 1767)	Annelida	+	+	-	+
42	<i>Phyllodocidae</i> gen. sp.	Annelida	+	+	+	+
43	<i>Platynereis dumerilii</i> (Audouin & Milne Edwards, 1834)	Annelida	+	+	-	+
44	<i>Polychaeta</i> gen. sp.	Annelida	-	+	-	-
45	<i>Polycirrus jubatus</i> Bobretzky, 1869	Annelida	+	+	-	-
46	<i>Polydora ciliata</i> (Johnston, 1838)	Annelida	+	+	-	+
47	<i>Polyophthalmus pictus</i> (Dujardin, 1839)	Annelida	+	-	-	-
48	<i>Prionospio cirrifera</i> (Wirén, 1883)	Annelida	+	+	+	+
49	<i>Pseudopolydora antennata</i> (Claparède, 1869)	Annelida	+	+	+	+
50	<i>Pterocirrus macroceros</i> (Grube, 1860)	Annelida	-	+	+	-
51	<i>Pygospio elegans</i> (Claparede, 1863)	Annelida	-	-	-	+
52	<i>Salvatoria limbata</i> (Claparède, 1868)	Annelida	+	+	+	-
53	<i>Sphaerosyllis bulbosa</i> (Southern, 1914)	Annelida	+	+	+	+
54	<i>Spio filicornis</i> (Müller, 1776)	Annelida	+	+	+	-
55	<i>Spionidae</i> gen. sp.	Annelida	+	+	+	+
56	<i>Syllides longocirratus</i> (Örsted, 1845)	Annelida	-	+	-	-
57	<i>Abra segmentum</i> (Récluz, 1843)	Mollusca	-	+	+	+
58	<i>Anadara kagoshimensis</i> (Tokunaga, 1906)	Mollusca	+	+	+	+
59	<i>Bittium reticulatum</i> (da Costa, 1778)	Mollusca	-	+	-	-
60	<i>Brachystomia eulimoides</i> (Hanley, 1844)	Mollusca	-	+	-	+
61	<i>Brachystomia scalaris</i> (MacGillivray, 1843)	Mollusca	-	-	+	-
62	<i>Cardiidae</i> gen. sp.	Mollusca	+	-	-	-
63	<i>Cerastoderma glaucum</i> (Bruguière, 1789)	Mollusca	+	+	-	-
64	<i>Chamelea gallina</i> (Linnaeus, 1758)	Mollusca	+	+	+	+
65	<i>Hydrobia acuta</i> (Draparnaud, 1805)	Mollusca	-	+	-	-
66	<i>Kurtiella bidentata</i> (Montagu, 1803)	Mollusca	+	+	-	+
67	<i>Lentidium mediterraneum</i> (O. G. Costa, 1830)	Mollusca	+	+	+	-
68	<i>Macomangulus tenuis</i> (da Costa, 1778)	Mollusca	+	-	-	-
69	<i>Modiolula phaseolina</i> (Philippi, 1844)	Mollusca	+	-	-	-
70	<i>Mya arenaria</i> (Linnaeus, 1758)	Mollusca	+	+	-	+
71	<i>Mytilaster lineatus</i> (Gmelin, 1791)	Mollusca	+	+	+	+
72	<i>Mytilus galloprovincialis</i> (Lamarck, 1819)	Mollusca	+	+	+	+
73	<i>Parthenina terebellum</i> (Philippi, 1844)	Mollusca	-	-	+	-
74	<i>Parvicardium exiguum</i> (Gmelin, 1791)	Mollusca	-	+	+	+
75	<i>Pitar rudis</i> (Poli, 1795)	Mollusca	+	+	+	-
76	<i>Pusillina lineolata</i> (Michaud, 1830)	Mollusca	-	+	-	+
77	<i>Rapana venosa</i> (Valenciennes, 1846)	Mollusca	+	-	+	-
78	<i>Retusa truncatula</i> (Bruguière, 1792)	Mollusca	+	+	-	-
79	<i>Rissoa splendida</i> (Eichwald, 1830)	Mollusca	-	+	-	-
80	<i>Setia valvatooides</i> (Milaschewitsch, 1909)	Mollusca	+	+	-	+
81	<i>Ampelisca diadema</i> (Costa, 1853)	Arthropoda	+	+	+	+
82	<i>Ampelisca</i> gen. sp.	Arthropoda	-	-	-	+
83	<i>Amphibalanus improvisus</i> (Darwin, 1854)	Arthropoda	+	+	+	+
84	<i>Amphipoda</i> gen. sp.	Arthropoda	-	+	+	+
85	<i>Ampithoe ramondi</i> (Audouin, 1826)	Arthropoda	+	+	+	+
86	<i>Apherusa bispinosa</i> (Spence Bate, 1857)	Arthropoda	-	-	+	+
87	<i>Athanas nitescens</i> (Leach, 1813 [in Leach, 1813-1814])	Arthropoda	+	+	+	+

№№	Таксон	Тип	Период отбора проб			
			VI 2016	VIII 2016	XI 2016	VI 2017
88	<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i> (Spence Bate, 1857)	Arthropoda	+	-	-	-
89	<i>Caprella acanthifera</i> (Leach, 1814)	Arthropoda	+	+	-	-
90	Chironomidae gen. sp.	Arthropoda	-	-	-	+
91	Corophium gen. sp.	Arthropoda	-	+	+	-
92	<i>Crassikorophium bonellii</i> (H. Milne Edwards, 1830)	Arthropoda	-	-	-	+
93	Cumacea gen. sp.	Arthropoda	+	+	-	+
94	<i>Dexamine spinosa</i> (Montagu, 1813)	Arthropoda	+	+	+	+
95	<i>Diogenes pugilator</i> (Roux, 1829)	Arthropoda	+	+	-	-
96	<i>Echinogammarus olivii</i> (H. Milne Edwards, 1830)	Arthropoda	-	-	+	-
97	<i>Erichthonius difformis</i> (H. Milne Edwards, 1830)	Arthropoda	-	-	+	-
98	<i>Gammarellus carinatus</i> (Rathke, 1843)	Arthropoda	-	-	-	+
99	<i>Gammarus insensibilis</i> Stock, 1966	Arthropoda	-	-	+	+
100	Gammarus gen. sp.	Arthropoda	+	-	-	-
101	<i>Gastrosaccus sanctus</i> (Van Beneden, 1861)	Arthropoda	+	+	-	-
102	<i>Halocladius vitripennis</i> (Meigen, 1818)	Arthropoda	+	-	-	-
103	<i>Idotea balthica</i> (Pallas, 1772)	Arthropoda	+	+	+	+
104	<i>Iphinoe elisae</i> Băcescu, 1950	Arthropoda	-	+	-	+
105	<i>Iphinoe maeotica</i> Sowinskyi, 1893	Arthropoda	+	-	-	-
106	<i>Iphinoe tenella</i> Sars, 1878	Arthropoda	+	+	-	-
107	<i>Jassa ocia</i> (Bate, 1862)	Arthropoda	-	-	+	+
108	<i>Lekanesphaera hookeri</i> (Leach, 1814)	Arthropoda	+	-	-	-
109	<i>Liocarcinus holsatus</i> (Fabricius, 1798)	Arthropoda	+	-	-	-
110	<i>Melita palmata</i> (Montagu, 1804)	Arthropoda	+	+	+	+
111	<i>Microdeutopus gryllotalpa</i> (Costa, 1853)	Arthropoda	+	+	+	+
112	Microdeutopus gen. sp.	Arthropoda	-	+	-	-
113	<i>Nototropis guttatus</i> Costa, 1853	Arthropoda	+	-	-	-
114	<i>Perioculodes longimanus</i> (Bate & Westwood, 1868)	Arthropoda	+	+	-	+
115	<i>Phthisica marina</i> Slabber, 1769	Arthropoda	-	+	-	-
116	<i>Pilumnus hirtellus</i> (Linnaeus, 1761)	Arthropoda	-	+	+	+
117	<i>Pisidia longimana</i> (Risso, 1816)	Arthropoda	-	-	+	-
118	<i>Pseudocuma (Pseudocuma) longicorne</i> (Bate, 1858)	Arthropoda	-	-	-	+
119	Pseudocuma gen. sp.	Arthropoda	+	-	-	+
120	<i>Stenosoma capito</i> (Rathke, 1837)	Arthropoda	+	+	+	-
121	<i>Stenothoe monoculoides</i> (Montagu, 1815)	Arthropoda	+	+	-	+
	<b>Всего таксонов</b>	<b>121</b>	<b>75</b>	<b>82</b>	<b>60</b>	<b>62</b>
	<b>Число новых таксонов, которые регистрировались в каждой последующей съемке, по сравнению с предыдущими</b>			<b>27</b>	<b>11</b>	<b>8</b>

При этом в каждой очередной съемке обнаруживались новые виды макрозообентоса, которые не регистрировались в предыдущих съемках. Этот факт позволил нам сделать вывод о том, что для полной объективной оценки характеристик биоразнообразия необходимо не менее двух лет проводить ежеквартальные наблюдения за состоянием макрозообентоса.

Учитывая, что в соответствии с литературными данными [3, 5] ранее в Одес-

ском морском регионе в период с 1994 по 2015 г. всего было зарегистрировано 98 таксонов макрозообентоса, из которых: червей и моллюсков – по 27, ракообразных – 37, представителей других групп – 7, можно сделать вывод о том, что в 2016–2018 гг. биологическое разнообразие макрозообентоса Одесском заливе, по сравнению с 1994-1999 гг. и 2005-2015 гг. [5], увеличилось в 1,8 раза (с 53 до 93 таксонов), средняя численность также увеличи-

лась в 1,5 раза, а средняя биомасса уменьшилась почти в 2,1 раза. При этом следует отметить, что в 2016-2017 гг. перестали встречаться представители 5 таксонов, но в то же время были обнаружены 45 таксонов, которые не регистрировались до 2015 года.

В 2016-2017 гг. в Одесском заливе регулярно обнаруживались 3 вида вселенцев – двустворчатые моллюски анадара *Anadara kagoshimensis* и мия *Mya arenaria*, а также брюхоногий моллюск рапана *Rapana venosa*. Численность анадара и мии была незначительной (1-2 экз./м<sup>2</sup>). По визуальным наблюдениям рапана в Одесском заливе была достаточно широко распространена (в среднем до 7 экз./м<sup>2</sup>). При этом ее наибольшие скопления отмечены в местах концентрации мидии.

Из 121 таксона макрозообентоса, обнаруженных нами в 2016-2017 гг., 4 - занесены в списки Красной книги Украины [10], 6 – в списки Красной книги Черного моря [12]. «Краснокнижные» рак-отшельник *D. pugilator* и краб плавунец *M. arcuatus* являются массовыми видами, травяной краб *S. mediterraneus* и краб-водолюб *X. poressa* – обычные виды; волосатый краб *P. hirtellus* относительно немногочисленный вид. Следует отметить, что в местах отбора проб макрозообентоса в Одесском заливе на дне неоднократно обнаруживались хитиновые покровы особей *U. pusilla*, которые зарываются глубоко в песок и не попадают в пробоотборник.

Анализ количества идентифицированных таксонов в отдельных пробах в различные сезоны года показал, что колебания числа таксонов в прибрежном районе Одесского залива составляют от 5 до 48 организмов макрозообентоса (табл. 2). Распределение количества таксонов макрозообентоса на разных глубинах и в различных субстратах было неравномерно. В случаях, когда каменистый субстрат был заилен и засыпан мелким песком, общее количество таксонов макрозообентоса, отобранных на рыхлых и твердых (каменистых) субстратах было практически равным: 99 и 96 таксонов соответственно.

Минимальное количество таксонов макрозообентоса фиксировалось в пробах, отобранных на рыхлых субстратах, на глубинах от 2 до 3 м, где наиболее ощутимо антропогенное воздействие, так как район

исследований находится в рекреационной (пляжной зоне) г. Одессы.

Анализ временных распределений количества идентифицированных таксонов макрозообентоса, индекса Н на двух типах донных субстратов – рыхлом (песок, ил, ракуша) и каменистом (камни, валуны, песок, ракуша) показал, что количественные показатели макрозообентоса в прибрежной зоне Одесского залива имеют четко выраженный сезонный ход.

Количество таксонов макрозообентоса в пробах на рыхлых грунтах (табл. 2) на разных глубинах изменялось следующим образом:

- в первой декаде июня 2016 г.: от 5 (на глубине 2,5 м) до 37 (глубина 13,0 м) при среднем значении  $17 \pm 4$ , значение индекса Н макрозообентоса в этот период изменялось в пределах от 1,40 до 2,70, при среднем значении  $2,04 \pm 0,17$ ;

- в августе 2016 г.: от 34 до 40 (глубина 3-8 м) при среднем значении  $37 \pm 3$ , значение Н - в пределах от 1,90 до 2,70, при среднем значении  $2,30 \pm 0,40$ ;

- в ноябре 2016 г.: от 8 до 19 (глубина до 8 м) при среднем значении  $14 \pm 5$ , значение Н - в пределах от 1,70 до 1,80, при среднем значении  $1,75 \pm 0,05$ ;

- в июне 2017 г.: от 18 до 38 (глубина до 8 м) при среднем значении  $28 \pm 7$ , значение Н - в пределах от 2,00 до 2,90, при среднем значении  $2,40 \pm 0,32$ ;

На каменистом субстрате (табл. 2) отмечена схожая динамика сезонных колебаний количества таксонов макрозообентоса и его биоразнообразия:

- в первой декаде июня 2016 г.: от 26 до 32 (глубина до 13 м) при среднем значении  $29 \pm 1$ , значение Н - в пределах от 2,00 до 2,50, при среднем значении  $2,20 \pm 0,11$ ;

- в августе 2016 г.: 36-48 таксонов (в среднем  $42 \pm 4$ ), Н – 1,90-2,30, при среднем значении  $2,17 \pm 0,16$ ;

- в ноябре 2016 г.: от 19 до 32 (глубина до 13 м) при среднем значении  $25 \pm 3$ , Н – 1,30-2,60, при среднем значении  $1,90 \pm 0,32$ ;

- в июне 2017 г.: от 22 до 34 (глубина до 13 м) при среднем значении  $28 \pm 6$ , Н – 2,10-2,80, при среднем значении  $2,45 \pm 0,35$ ;

Результаты исследований (табл. 2) свидетельствуют о том, что с понижением температуры воды в Одесском заливе число

Таблиця 2

Количественные характеристики макрозообентоса и физико-химические показатели морской среды в прибрежной зоне Одесского залива в 2016-2017 гг.

Дата	Код пробы	Глуб., м	Тип субстрата	T, °C	S, %	H	Кол-во таксонов	Сум.числ., 10 <sup>3</sup> экз./м <sup>2</sup>	Сум.биом., кг/м <sup>2</sup>
<b>Рыльный субстрат</b>									
08.06.16	16МНВС-09-ZB-1	13,5	Песок, ракушечник, ил	9,6	17,538	1,7	37	3,227	2,970
08.06.16	16МНВС-12-ZB-3	5,5	Песок	18,6	15,039	1,9	11	0,117	0,281
08.06.16	16МНВС-11-ZB-4	2,5	Песок	18,5	15,121	1,4	5	0,050	0,029
09.06.16	16МНВС-01-ZB-7	5,2	Песок	17,7	15,617	2,7	22	0,373	1,455
09.06.16	16МНВС-03-ZB-8	6,5	Песок	17,8	15,555	1,8	8	0,090	0,002
09.06.16	16МНВС-04-ZB-9	5,2	Песок	17,9	15,555	2,1	9	0,070	0,336
09.06.16	16МНВС-05-ZB-10	7,2	Песок, ракушечник	10,1	17,476	2,7	30	1,317	5,361
29.08.16	16МНВС-09-ZB-13	13,5	Песок, ракушечник, ил	16,5	17,480	2,7	40	2,100	0,150
29.08.16	16МНВС-13-ZB-17	3,0	Песок	23,0	16,670	1,9	34	2,717	0,079
03.11.16	16МНВС-09-ZB-18	13,0	Песок, ракушечник, ил	12,0	17,480	1,8	19	2,103	1,201
03.11.16	16МНВС-13-ZB-22	3,0	песок	11,7	17,350	1,7	8	0,220	0,004
29.06.17	17МНВС-09-ZB-1	13,3	Песок, ракушечник, ил	11,5	17,210	2,3	29	1,543	3,933
29.06.17	17МНВС-07-ZB-3	5,0	Песок, ракушечник, ил	17,5	16,730	2,9	38	1,387	3,710
29.06.17	17МНВС-13-ZB-5	3,0	Песок, ил	18,5	16,610	2,0	18	0,343	0,025
<b>Каменный, смешанный субстрат</b>									
08.06.16	16МНВС-08-ZB-2	8,5	Камни, песок, ракушечник	18,4	15,307	2,0	26	1,270	3,035
08.06.16	16МНВС-10-ZB-5	1,7	Камни, песок	18,5	15,039	2,3	32	3,493	14,164
09.06.16	16МНВС-02-ZB-6	9,2	Валуны, песок, ракушечник	13,5	16,918	2,0	29	1,553	0,758
09.06.16	16МНВС-06-ZB-11	8,2	Валуны, песок, ракушечник	10,8	17,538	2,5	30	2,513	4,627
29.08.16	16МНВС-08-ZB-14	8,5	Камни, песок, ракушечник	22,2	16,800	1,9	43	4,260	0,458
29.08.16	16МНВС-06-ZB-15	8,0	Валуны, песок, ракушечник	22,8	16,670	2,3	36	3,183	6,378
29.08.16	16МНВС-07-ZB-16	4,5	Камни, песок, ракушечник	22,9	16,670	2,3	48	3,660	11,029
03.11.16	16МНВС-08-ZB-19	8,5	Камни, песок, ракушечник	11,8	17,350	2,6	32	0,667	1,743
03.11.16	16МНВС-07-ZB-20	5,0	Камни, песок, ракушечник	11,7	17,350	1,8	25	2,390	14,805
03.11.16	16МНВС-06-ZB-21	8,5	Валуны, песок, ракушечник	11,7	17,350	1,3	19	5,170	46,811
29.06.17	17МНВС-08-ZB-2	8,0	Камни, песок, ракушечник	13,7	17,090	2,8	34	1,123	3,239
29.06.17	17МНВС-06-ZB-4	8,0	Валуны, песок, ракушечник	14,3	17,030	2,1	22	0,730	0,088

таксонов макрозообентоса уменьшается, вероятно из-за снижения биологической активности многих видов бентоса и закапыванием их в рыхлые грунты более чем на 5-10 см, что существенно затрудняет возможность их отбора бентосной рамкой. Максимальные значения индекса Шеннона (2,9) в июне 2017 года были зафиксированы как на рыхлом, так и на каменистом субстратах. В ноябре 2016 г этот показатель уменьшился до 1,7-1,9, оставаясь высоким (2,6) на отдельных станциях.

Анализ распределения численности и биомассы макрозообентоса (табл. 2) показал, что на рыхлых грунтах они изменялись от  $0,070 \times 10^4$  до  $3,227 \times 10^4$  экз./м<sup>2</sup> и от 0,002 до 5,361 кг/м<sup>2</sup> соответственно; а на каменистом субстрате – от  $0,667 \times 10^4$  до  $170 \times 10^4$  экз./м<sup>2</sup> и от 0,088 до 46,811 кг/м<sup>2</sup> соответственно.

Анализ временного распределения численности и биомассы макрозообентоса на рыхлых грунтах (табл. 2) показал, что они изменялись следующим образом:

- в июне 2016 г.: от  $0,07 \times 10^4$  до  $3,23 \times 10^4$  (глубина 13 м) экз./м<sup>2</sup> при среднем значении  $(0,75 \pm 0,04) \times 10^4$  экз./м<sup>2</sup> и от 0,002 до 5,361 кг/м<sup>2</sup>, при среднем значении  $1,491 \pm 0,670$  кг/м<sup>2</sup> соответственно;

- в августе 2016 г.: от  $2,10 \times 10^4$  до  $2,72 \times 10^4$  экз./м<sup>2</sup> при среднем значении  $(2,41 \pm 0,31) \times 10^4$  экз./м<sup>2</sup> и от 0,079 до 0,150 кг/м<sup>2</sup>, при среднем значении  $0,115 \pm 0,040$  кг/м<sup>2</sup> соответственно;

- в ноябре 2016 г.: от  $0,22 \times 10^4$  до  $2,10 \times 10^4$  экз./м<sup>2</sup> при среднем значении  $(1,16 \pm 0,09) \times 10^4$  экз./м<sup>2</sup> и от 0,004 до 1,201 кг/м<sup>2</sup>, при среднем значении  $0,602 \pm 0,080$  кг/м<sup>2</sup> соответственно;

- в июне 2017 г.: от  $0,34 \times 10^4$  до  $1,54 \times 10^4$  экз./м<sup>2</sup> при среднем значении  $(1,09 \pm 0,47) \times 10^4$  экз./м<sup>2</sup> и от 0,025 до 3,933 кг/м<sup>2</sup>, при среднем значении  $2,550 \pm 1,570$  кг/м<sup>2</sup> соответственно;

На каменистом субстрате (табл. 2) численность и биомасса макрозообентоса изменялась следующим образом:

- в июне 2016 г.: от  $1,27 \times 10^4$  до  $3,49 \times 10^4$  экз./м<sup>2</sup> при среднем значении  $(2,21 \pm 0,46) \times 10^4$  экз./м<sup>2</sup> и от 0,758 до 14,164 кг/м<sup>2</sup>, при среднем значении  $5,65 \pm 2,680$  кг/м<sup>2</sup> соответственно;

- в августе 2016 г.: от  $3,18 \times 10^4$  до  $4,26 \times 10^4$  экз./м<sup>2</sup> при среднем значении  $(3,70 \pm 0,38) \times 10^4$  экз./м<sup>2</sup> и от 0,458 до 11,029 кг/м<sup>2</sup>, при среднем значении  $5,955 \pm 3,780$  кг/м<sup>2</sup> соответственно;

- в ноябре 2016 г.: от  $0,67 \times 10^4$  до  $5,17 \times 10^4$  экз./м<sup>2</sup> при среднем значении  $(2,74 \pm 1,23) \times 10^4$  экз./м<sup>2</sup> и от 1,743 до 46,811 кг/м<sup>2</sup>, при сред-

нем значении  $21,120 \pm 11,590$  кг/м<sup>2</sup> соответственно;

- в июне 2017 г.: от  $0,73 \times 10^4$  до  $1,12 \times 10^4$  экз./м<sup>2</sup> при среднем значении  $(0,93 \pm 0,19) \times 10^4$  экз./м<sup>2</sup> и от 0,088 до 3,239 кг/м<sup>2</sup>, при среднем значении  $1,664 \pm 0,590$  кг/м<sup>2</sup> соответственно.

Были выявлены представители 9 крупных таксономических групп макрозообентоса (Porifera, Cnidaria, Platyhelminthes, Nemertea, Bryozoa, Phoronida, Annelida, Mollusca, Arthropoda), относительный вклад каждой из которых в общую численность и биомассу макрозообентоса на разных донных субстратах приведен на рис. 3-6. Наибольший вклад в сообщество макрозообентоса в Одесском заливе вносят представители групп Mollusca (4,6-56,4% - по численности и 88,8-98,2% - по биомассе) Arthropoda (2,0-20,5% по численности и 0,3-10,7% по биомассе) и Annelida (17,0-84,2% - по численности и 0,3-4,9% - по биомассе). Значения численности и биомассы Mollusca за весь период исследований 2016-2017 гг. на станциях обора проб изменялись в пределах от 550 до 12466,7 экз./м<sup>2</sup> и от 103,92 до 2456,56 мг/м<sup>2</sup> на рыхлых грунтах, а также от 2316,67 до 17200 экз./м<sup>2</sup> и от 1477,7 до 20720,98 мг/м<sup>2</sup> на каменистом субстрате соответственно. Наибольшие количественные показатели этой группы макрозообентоса были отмечены осенью 2016 года на каменистом субстрате. Численность Arthropoda в 2016-2017 гг. изменялась в пределах от 233,3 до 2550,0 экз./м<sup>2</sup> на рыхлом субстрате и от 1500 до 7633,3 экз./м<sup>2</sup> на смешанном. Биомасса членистоногих на каменистом субстрате составляла от 78,3 до 320,8 мг/м<sup>2</sup>, на рыхлых субстратах этот показатель колебался в пределах от 1,69 до 64,21 мг/м<sup>2</sup>. Максимум развития Arthropoda отмечен в летне-осенний период. Биомасса Annelida при относительно высокой численности (до 10033,3 экз./м<sup>2</sup> на рыхлом субстрате и до 11300,0 экз./м<sup>2</sup> на каменистом) была незначительна (до 14,92 мг/м<sup>2</sup> на рыхлом субстрате и до 33,94 мг/м<sup>2</sup> на смешанном).

Максимальный вклад представителей таких групп, как Porifera, Cnidaria и Platyhelminthes в общую численность макрозообентоса отдельных проб составлял 2,4; 1,6 и 5,0% соответственно. Вклад таксонов групп Nemertea, Bryozoa и Phoronida был менее 1%.

Результаты проведенной нами оценки доминантности по трем основным характеристикам (встречаемости, численности и

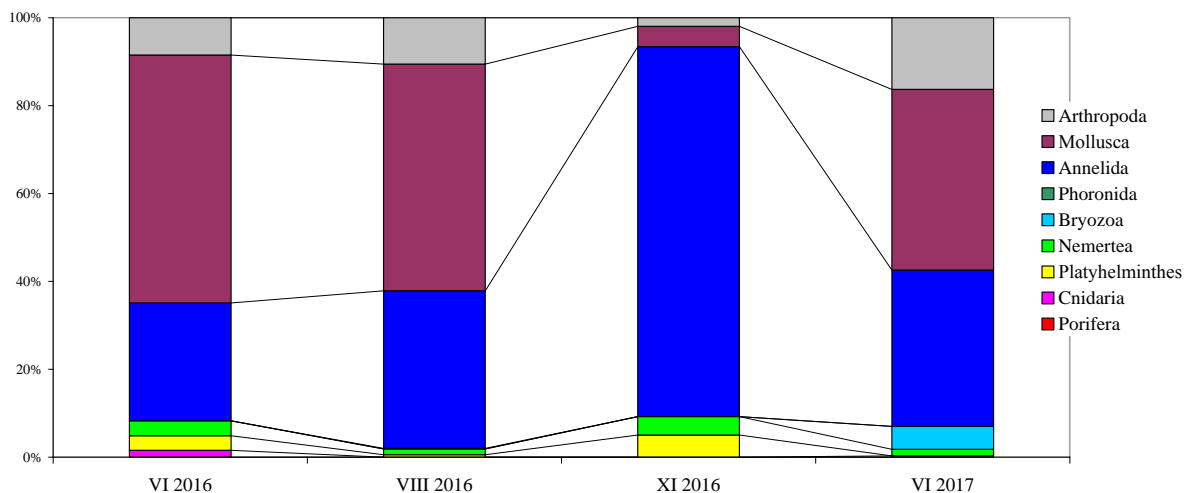


Рис. 2 – Относительный вклад отдельных групп в общую численность макрозообентоса в 2016-2017 гг. в Одесском заливе в пробах, отобранных на рыхлых донных субстратах (ил, песок, ракушка).

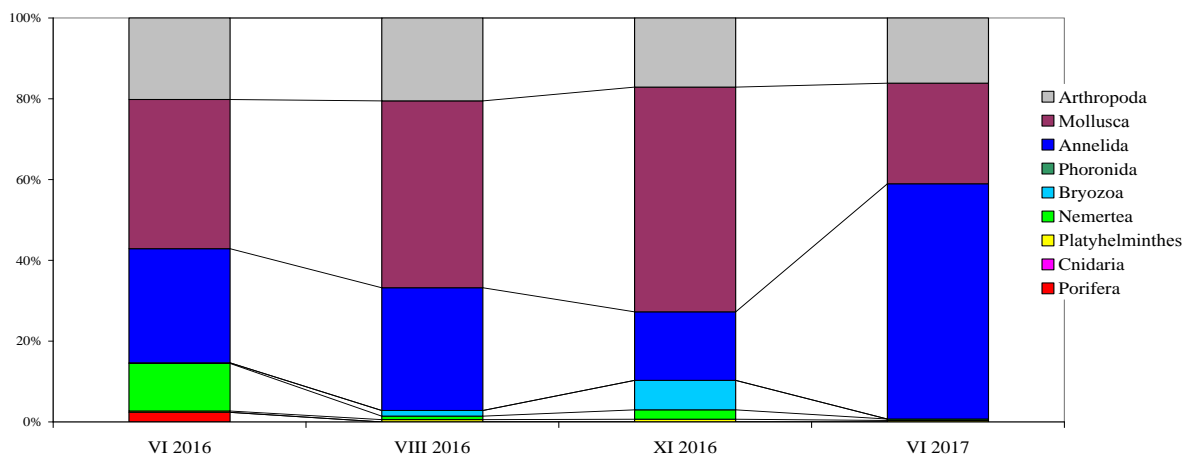


Рис. 3 – Относительный вклад отдельных групп в общую численность макрозообентоса в 2016-2017 гг. в Одесском заливе для проб, отобранных на каменистом донном субстрате (камни, валуны, ил, песок, ракушка)



Рис. 4 – Относительный вклад отдельных групп в общую биомассу макрозообентоса в 2016-2017 гг. в Одесском заливе для проб, отобранных на рыхлом донном субстрате (ил, песок, ракушка)

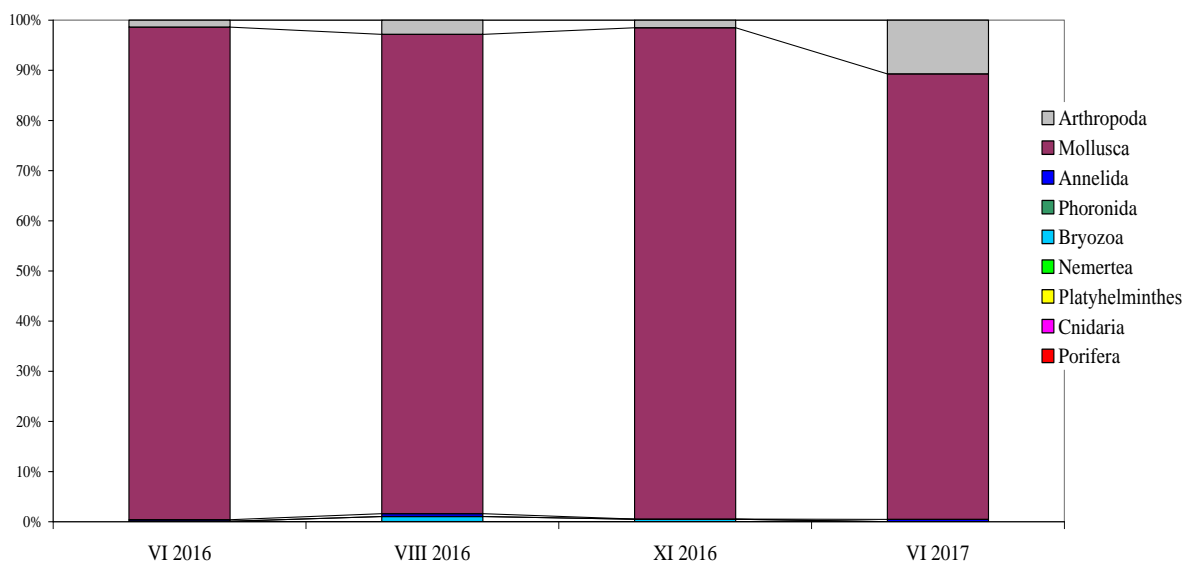


Рис. 5 – Относительный вклад отдельных групп в общую биомассу макрозообентоса в 2016-2017 гг. в Одесском заливе для проб, отобранных на каменистом донном субстрате (камни, валуны, ил, песок, ракуша)

биомассе) (табл. 3) показал, что по общему коэффициенту доминантности в порядке его снижения основные группы макрозообентоса располагались в следующем порядке: Mollusca > Arthropoda > Annelida > Bryozoa > Nemertea > Platyhelminthes > Cnidaria > Porifera > Phoronida. Существенных изменений общего коэффициента доминирования для большинства групп макрозообентоса по сезонам не выявлено. Представители Porifera в пробах были отмечены только весной 2016 года, Cnidaria – в весенний период 2016 и 2017 гг., Phoronida – только летом 2016 года.

По результатам исследования макрозообентоса Одесского залива была проведена оценка качества морской среды по индексам AMBI и M-AMBI (рис. 6, табл. 4). При этом оценка «хорошее» (Good) была получена в 17 случаях, «удовлетворительное» (Moderate) в 5 случаях и «высокое» (High) в 4 случаях из 26. В трех случаях (июнь и август 2016 года) на прибрежных станциях (глубина 2,5-5,5 м) качество среды по индексу AMBI оценено как «высокое» (High). По индексу M-AMBI качество среды

**Таблица 3**  
Доминантность 9 групп макрозообентоса в Одесском заливе в 2016-2017 гг.

Период исследований	Таксономическая группа																										
	Porifera			Cnidaria			Platyhelminthes			Nemertea			Bryozoa			Phoronida			Annelida			Mollusca			Arthropoda		
	О	N	В	О	N	В	О	N	В	О	N	В	О	N	В	О	N	В	О	N	В	О	N	В	О	N	В
VI 2016	4	5	3	5	3	2	6	4	6	7	6	5	7	2	4	0	0	0	8	8	7	9	9	9	9	7	8
VIII 2016	0	0	0	0	0	0	4	4	4	5	5	5	6	6	7	3	3	3	7	8	6	9	9	9	8	7	8
XI 2016	0	0	0	0	0	0	5	4	5	6	5	4	7	6	7	0	0	0	7	7	6	8	9	9	9	8	8
VI 2017	0	0	0	5	3	4	6	4	5	7	5	3	7	6	7	0	0	0	8	9	6	9	8	9	8	7	8
Общий коэф. доминантности	1,00			1,83			4,75			5,25			6,00			0,75			7,25			8,83			7,92		

Примечание: О – встречаемость, N – численность, В – биомасса макрозообентоса

оценено как «высокое» (High) в четырех случаях (август 2016 года и июнь 2017 года) на прибрежных станциях (глубина 4,5-13,5 м). По индексу Шеннона и обилию

видов состояние макрозообентоса в большинстве случаев оценено как «неудовлетворительное» (Poor), «удовлетворительное» (Moderate) и «плохое» (Bad).

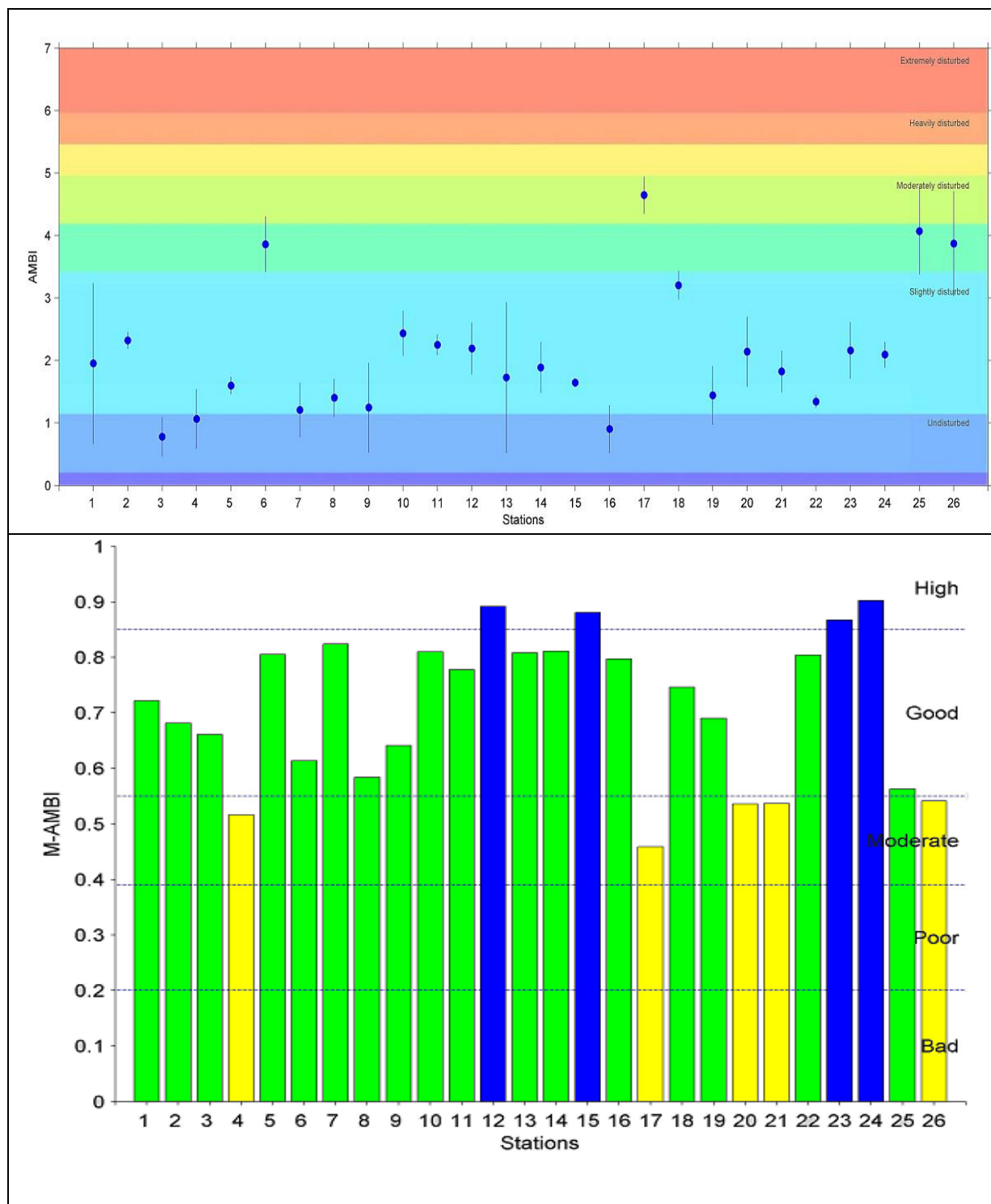


Рис. 6 – Экологический статус (ES) донных сообществ Одесского залива согласно индексам AMBI и M-AMBI



Таблица 4

Оценка качества морских вод по результатам исследования мультиметрических индексов макрозообентоса Одесского залива в период 2016-2017 гг.

Дата	Код станции	Глубина, м	R`	H`	АМБИ	М-АМБИ	Качество среды	MSFD статус
08.06.16	16MHBS-09-ZB-1	13,5	37	1,7	2,0	0,72	Good	GES
08.06.16	16MHBS-08-ZB-2	8,5	26	2,0	2,3	0,68	Good	GES
08.06.16	16MHBS-12-ZB-3	5,5	11	1,9	0,8	0,66	Good	GES
08.06.16	16MHBS-11-ZB-4	2,5	5	1,4	1,1	0,52	Moderate	Non - GES
08.06.16	16MHBS-10-ZB-5	1,7	32	2,3	1,6	0,81	Good	GES
08.06.16	16MHBS-02-ZB-6	9,2	29	2,9	3,9	0,61	Good	GES
09.06.16	16MHBS-01-ZB-7	5,2	22	2,7	1,2	0,82	Good	GES
09.06.16	16MHBS-03-ZB-8	6,5	8	1,8	1,4	0,58	Good	GES
09.06.16	16MHBS-04-ZB-9	5,2	9	2,1	1,2	0,64	Good	GES
09.06.16	16MHBS-05-ZB-10	7,2	30	2,7	2,4	0,81	Good	GES
09.06.16	16MHBS-06-ZB-11	8,2	30	2,5	2,3	0,78	Good	GES
29.08.16	16MHBS-09-ZB-13	13,5	40	2,7	2,2	0,89	High	GES
29.08.16	16MHBS-08-ZB-14	8,5	43	1,9	1,7	0,81	Good	GES
29.08.16	16MHBS-06-ZB-15	8,0	36	2,3	1,9	0,81	Good	GES
29.08.16	16MHBS-07-ZB-16	4,5	48	2,3	1,6	0,88	High	GES
29.08.16	16MHBS-13-ZB-17	3,0	34	1,9	0,9	0,80	Good	GES
03.11.16	16MHBS-09-ZB-18	13,0	19	1,8	4,6	0,46	Moderate	Non - GES
03.11.16	16MHBS-08-ZB-19	8,5	32	2,6	3,2	0,75	Good	GES
03.11.16	16MHBS-07-ZB-20	5,0	25	1,8	1,4	0,69	Good	GES
03.11.16	16MHBS-06-ZB-21	8,5	19	1,3	2,1	0,54	Moderate	Non - GES
03.11.16	16MHBS-13-ZB-22	3,0	8	1,7	1,8	0,54	Moderate	Non - GES
29.06.17	17MHBS-09-ZB-1	13,3	29	2,3	1,3	0,80	Good	GES
29.06.17	17MHBS-08-ZB-2	8,0	34	2,8	2,2	0,87	High	GES
29.06.17	17MHBS-07-ZB-3	5,0	38	2,9	2,1	0,90	High	GES
29.06.17	17MHBS-06-ZB-4	8,0	22	2,1	4,1	0,56	Good	GES
29.06.17	17MHBS-13-ZB-5	3,0	18	2,0	3,9	0,54	Moderate	Non - GES

**Примечание:** R` – обилие вида; H` – индекс биоразнообразия по Шеннону; АМБИ и М-АМБИ значения индексов АМБИ и М-АМБИ; Good – «хорошее», Moderate – «удовлетворительное» и High – «высокое» качество среды

В среднем для разных сезонов года значения индексов АМБИ и М-АМБИ составили соответственно: в июне 2016 г. –  $1,84 \pm 0,07$  и  $0,69 \pm 0,04$ ; в августе 2016 г. –  $1,66 \pm 0,12$  и  $0,84 \pm 0,05$ ; в ноябре 2016 г. –  $2,62 \pm 0,13$  и  $0,60 \pm 0,02$ ; в июне 2017 г. –  $2,72 \pm 0,11$  и  $0,73 \pm 0,05$ .

В целом по критериям MSFD качество среды по состоянию макрозообентоса

оценено как хорошее – в 21 случае из 26. В 5 случаях (в июне и ноябре 2016 г., а также в июне 2017 г.) качество среды оценено как плохое. При этом в 3 случаях из 5 статус имеют участки дна на глубине до 3,0 м, которые в большей степени подвержены антропогенной нагрузке. Зависимости показателя качества среды от типа донного субстрата не выявлено.

### Выводы

Всего в период исследований 2016 - 2017 гг. в Одесском заливе в районе гидро-биологической станции ОНУ имени И.И. Мечникова был идентифицирован 121 таксон бентосных беспозвоночных, представляющих 9 таксономических групп макрозообентоса: Porifera, Cnidaria, Platyhelminthes, Nemertea, Bryozoa, Phoronida, Annelida, Mollusca, Arthropoda. Наибольший вклад в сообщество макрозообентоса в Одесском заливе вносят представители таких групп как Mollusca, Arthropoda и Annelida. Анализ таксономического состава выявил 1 вид губок Porifera (0,8%), 2 таксона Cnidaria (1,7%), 3 таксона Platyhelminthes (2,5%), 1 таксон Nemertea (0,8%), 3 таксона Bryozoa (2,5%), 1 таксон Phoronida (0,8%), 45 таксонов Annelida (37,2%), 24 таксона Mollusca (19,8%), 41 таксон Arthropoda (33,9%). В 2016-2017 гг. в Одесском заливе обнаружены 3 вида вселенцев – двустворчатые моллюски *Anadara kagoshimensis* и *Mya arenaria*, а также брюхоногий моллюск *Rapana venosa*. Из 121 таксонов макрозообентоса, обнаруженных в течение исследований 4 занесены в списки Красной книги Украины, 6 – в списки Красной книги Черного моря. «Краснокнижные» рак-отшельник *D. pugilator* и краб-плавунец *M. arcuatus* являются массовыми видами, травяной краб *C. mediterraneus* и краб-водолюб *X. poressa* – обычные виды; волосатый краб *P. hirtellus* относительно немногочисленный вид.

Анализ полученных результатов показал, что таксономический состав и количественные показатели макрозообентоса имеют четко прослеживающийся сезонный ход с максимальным развитием бентоса в летний период. В июне 2016 года в пробах было обнаружено 75, в августе – 82 таксона, в ноябре – 60 таксона, а в июне 2017 года – 62 таксона макрозообентоса. По результатам единичных съемок выявлено, что количество зарегистрированных таксонов а съемках менялось в пределах от 60 до 75, что составляло от 50 до 62% от общего количества таксонов, которые были обнаружены во всех пробах в период с июня 2016 г. до июня 2017 г. При этом в каждой очередной съемке обнаруживались новые виды макрозообентоса, которые не регистрировались в предыдущих съемках. На основании этих результатов сделан вывод о том, что для полной объективной оценки характеристик биоразнообразия необходимо не менее двух лет проводить ежеквартальные наблюдения за состоянием макрозообентоса.

На рыхлом и на каменистом субстрате в период исследований в Одесском заливе зарегистрировано практически равное количество таксонов макрозообентоса – 99 и 96 соответственно. Число таксонов макрозообентоса в пробах на рыхлых грунтах на разных глубинах изменялось: от 5 до 40; а значение индекса Шеннона H макрозообентоса - от 1,7 до 2,9. На смешанном субстрате наблюдалась схожая динамика сезонных колебаний количества таксонов макрозообентоса (18-48) и его биоразнообразия (H изменялось от 1,3 до 2,8). Численность и биомасса макрозообентоса варьировала на рыхлых грунтах от  $0,070 \times 10^4$  до  $3,227 \times 10^4$  экз./м<sup>2</sup> и от 0,002 до 5,361 кг/м<sup>2</sup>; а на каменистом субстрате – от  $0,667 \times 10^4$  до  $170 \times 10^4$  экз./м<sup>2</sup> и от 0,088 до 46,811 кг/м<sup>2</sup> соответственно. Основной вклад в эти характеристики вносили группы Mollusca (доминант *M. galloprovincialis*), Arthropoda и Annelida.

Качество среды по состоянию макрозообентоса по индексам AMBI и M-AMBI оценено как «высокое» в 4 случаях, «хорошее» - в 17 случаях, «удовлетворительное» - в 5 случаях из 26. В среднем для разных сезонов года значения индексов AMBI и M-AMBI соответственно составили: в июне 2016 года –  $1,84 \pm 0,07$  и  $0,69 \pm 0,04$ ; в августе 2016 года –  $1,66 \pm 0,12$  и  $0,84 \pm 0,05$ ; в ноябре 2016 года –  $2,62 \pm 0,13$  и  $0,60 \pm 0,02$ ; в июне 2017 года –  $2,72 \pm 0,11$  и  $0,73 \pm 0,05$ . В соответствии с критериями Рамочной директивы ЕС по морской стратегии (MSFD) качество морской среды по состоянию макрозообентоса оценено как «хорошее» – в 21 случае из 26. В 5 случаях в июне и ноябре 2016 года, а также в июне 2017 года качество среды оценено как «плохое». При этом в 3 случаях из 5 статус «плохое» имеют участки дна на глубине до 3,0 м, которые в большей степени подвержены антропогенной нагрузке. Зависимости показателей качества среды от типа донного субстрата не выявлено.

Настоящее исследование выполнено в рамках научного проекта «Провести морские экосистемные исследования и разработать научную основу для внедрения директивы ЕС по морской стратегии», который в 2017-2019 гг. финансируется Министерством образования и науки Украины с использованием результатов полевых исследований, которые проводились при финансовой поддержке международного (EU-UNDP) проекта EMBLAS – II (Улучшение мониторинга природной среды Черного моря).

### Литература

1. Александров Б.Г. Проблема переноса водных организмов судами и некоторые подходы к оценке риска новых инвазий. *Морской экологический журнал*. 2004. Т. 3. № 1. С. 5-17
2. Виноградов К.А. Очерки по истории отечественных гидробиологических исследований на Черном море / [Отв. ред. Я.В. Ролл]. АН УССР. Ин-т гидробиологии. Одес. биол. ст. Киев: Изд-во АН УССР, 1958. 152 с.
3. Зайцев Ю.П., Александров Б.Г., Миничева Г.Г. и др. Северо-западная часть Черного моря: биология и экология. Киев: Наукова думка, 2006. 701 с.
4. Методические указания №36 / Под. Ред. Л.П. Жданова. Л.: Гидрометеиздат, 1971. С. 66.
5. Воробьева Л.В., Кулакова И.И., Синегуб И.А., Снигирева А.А., Рыбалко А.А. Одесский регион Черного моря: гидробиология пелагиали и бентали [монография]. Одесса: Астропринт, 2017. 324 с.
6. Иванов В.А., Белокопытов В.Н. Океанография Черного моря. НАН Украины, Морской гидрофизический институт. Севастополь, 2011. С. 212
7. Определитель фауны Черного и Азовского морей. Под ред. Ф.Д.Мордухай-Болтовского. Киев: Наук. Думка, 1968. Т.1, 1969. Т.2, 1972. Т.3.
8. Сминтина В.А., Медінець В.І., Сучков І.О. Острів Зміїний: екосистема прибережних вод: монографія.; відп. ред. В.І. Медінець; Одес. Нац. ун-т ім. І.І. Мечникова. Одеса: Астропринт, 2008. 228 с.
9. Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений. Под ред. А.В. Цыбань. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 190 с.
10. Червона книга України. Тваринний світ / за ред. І.А. Акімова. К.: Глобалконсалтинг, 2009. 600 с.
11. Чухчин В.Д. Экология брюхоногих моллюсков Черного моря. Киев: Наукова думка, 1983. 176 с.
12. Black Sea Red Data Book / Ed. by H. J. Dumont. New York: United Nations Office for Project Services, 1999. 413 p.
13. Borja, A., 2006. The new European Marine Strategy Directive: Difficulties, opportunities, and challenges. *Marine Pollution Bulletin*, 52: 239-242.
14. Borja, Á., I. Galparsoro, X. Irigoien, A. Iriondo, I. Menchaca, I. Muxika, M. Pascual, I. Quincoces, M. Revilla, J. Germán Rodríguez, M. Santurtún, O. Solaun, A. Uriarte, V. Valencia, I. Zorita, 2011. Implementation of the European Marine Strategy Framework Directive: A methodological approach for the assessment of environmental status, from the Basque Country (Bay of Biscay). *Marine Pollution Bulletin*, 62: 889-904.
15. Poppe G.T. and Goto Y. (1991) European seashells. Polyplacophora, Caudofoveata, Solenogastrea, Gastropoda. Volume 1. Wiesbaden: Hemmen, 352 pp.
16. Snigirov S. Rapa whelk controls demersal community structure off Zmiinyi Island, Black Sea / S. Snigirov, V. Medinets, V. Chichkin, S. Sylantsev. *Aquatic Invasions*. 2013. Vol. 8, Issue 3, P. 289-297.
17. Todorova V, Keremedchiev St, Karamfilov V, Berov D, Dimitrov L, Kotsev I, Dencheva K. 2013. Dominant habitat types of the seabed. -In: Moncheva S. & Todoova V. (eds), Initial assessment of the state of the marine environment, in accordance with Article 8 of the RPEMW. Institute of Oceanology at BAS, p. 76-164. URL: [http://www.bsbd.org/UserFiles/File/Initial%20Assessment\\_new.pdf](http://www.bsbd.org/UserFiles/File/Initial%20Assessment_new.pdf) (in Bulgarian).
18. Todorova V. and Konsulova T., 2005. Manual for quantitative sampling and sample treatment of marine-soft bottom macrozoobenthos. 38 pp.
19. World Register of Marine Species (WoRMS) URL: <http://www.marinespecies.org/>

### References

1. Aleksandrov, B. G. (2004). Problema perenosa vodnykh organizmov sudami i nekotorye podhody k otsenke novykh riska novykh invazij [Problems of aquatic organisms transportation by vessels and some approaches to assessment of risk of new invasions]. *Marine Ecological Journal*, 3(1), 5-17. (In Russian)
2. Vinogradov, K.A. (1958). Ocherki po istorii otechestvennykh gidrobiologicheskikh issledovaniy na Chernom more [Sketch-book on the history of hydrobiological studies of the Black Sea]. Kiev: Publisher of the Academy of Sciences of the YkrSSR. (In Russian)
3. Zaitsev, Yu.P., Aleksandrov, B.G., Minicheva, G.G. et al. (2006). Severo-zapadnaya chast Chernogo morya: biologiya i ekologiya [North-Western Black Sea: hydrology and ecology]. Kiev: Naukova Dumka. (In Russian)
4. Zhdanov, L.P. (Ed.). (1971). Metodicheskie ukazaniya №36 [Methodology guidelines №36]. Leningrad: Gidrometeizdat. (In Russian)
5. Vorobyova, L.V., Kulakova, I.I., Sinigub, I.A. et al. (2017). Odesskij region Chernogo morya: gidrobiologiya pelagialy i bentaly [Odessa region of the Black Sea: hydrobiology of pelagic and benthic zones] (Monograph edited by B.G. Aleksandrov). Odessa: Astroprint. 324. (In Russian)
6. Ivanov, V.A., Belokopytov, V.N. (2011). Okeanografiya Chernogo morya [Oceanography of the Black Sea]. National Academy of Sciences of Ukraine, Institute of Marine hydrophysics. Sevastopol. (In Russian)

7. Opredelitel fauny Chernogo I Azovskogo morey [Identification guide of the Azov and Black Seas fauna]. (1968, 1969, 1972). Kiev. Naukova Dumka. 1, 2, 3. (In Russian)
8. Smyntyna, V.A., Medinets, V.I., Suchkov, I.O. (2008). Ostriv Zmiinyi: Ecosystema pryberezhnyh vod: Monografiya.[Zmiinyi Island: Ecosystem of coastal waters : Monograph]. Odessa, Astroprint. (In Ukrainian)
9. Tsyban, A.V. (1980). Rukovodstvo po metodam biologicheskogo analiza morskoy vody i donnykh otlozheniy [Manual on methods of biological analysis of sea water and sediments]. Leningrad: Gidrometeoizdat. (In Russian)
10. Chervona knyha Ukrainy. Tvarynnyi svit. (2009). [Red Data Book of Ukraine. Fauna] Kiev: Globalkonsalting. (In Ukrainian)
11. Chuchkhin, V.D. (1983). Ekologiya bryukhonogih mollyuskov Chernogo morya [Ecology of the Black Sea gastropods]. Kiev: Naukova Dumka. (In Russian)
12. Dumont, H. J. (Ed.). (1999). Black Sea Red Data Book. New York: United Nations Office for Project Services.
13. Borja, A. (2006). The new European Marine Strategy Directive: Difficulties, opportunities, and challenges. *Marine Pollution Bulletin*, (52), 239-242.
14. Borja, Á., Galparsoro, I., Irigoien, X., Iriondo, A., Menchaca, I., Muxika, I., Pascual, M., Quincoces, I., Revilla, M., Germán, J. Rodríguez, Santurtún, M., Solaun, O., Uriarte, A., Valencia, V., Zorita I. (2011). Implementation of the European Marine Strategy Framework Directive: A methodological approach for the assessment of environmental status, from the Basque Country (Bay of Biscay). *Marine Pollution Bulletin*, 62, 889-904.
15. Poppe, G.T., Goto, Y. (1991). European seashells. *Polyplacophora, Caudofoveata, Solenogastrea, Gastropoda*, 1, Wiesbaden: Hemmen, 352.
16. Snigirov, S., Medinets, V., Chichkin, V., Sylantyev, S. (2013). Rapa whelk controls demersal community structure off Zmiinyi Island, Black Sea. *Aquatic Invasions*, 8(3), 289-297.
17. Todorova, V., Keremedchiev, St., Karamfilov, V., Berov, D., Dimitrov, L., Kotsev, I., Dencheva, K. (2013). Dominant habitat types of the seabed. In: Moncheva S. & Todoova V. (eds), Initial assessment of the state of the marine environment, in accordance with Article 8 of the RPEMW. Institute of Oceanology at BAS, 76-164. Available at: [http://www.bsbd.org/UserFiles/File/Initial%20Assessment\\_new.pdf](http://www.bsbd.org/UserFiles/File/Initial%20Assessment_new.pdf) (in Bulgarian).
18. Todorova, V., Konsulova, T. (2005). Manual for quantitative sampling and sample treatment of marine-soft bottom macrozoobenthos. 38.
19. World Register of Marine Species (WoRMS). (2019). Available at: <http://www.marinespecies.org/>

Надійшла до редколегії 24.05.2019

УДК 579.68(504.454)

**Н. В. КОВАЛЬОВА**<sup>1</sup>, канд. біол. наук, с. н. с., **В. І. МЕДІНЕЦЬ**<sup>1</sup>, канд. фіз.-мат. наук, с. н. с.,  
**С. В. МЕДІНЕЦЬ**<sup>1</sup>, д-р природ. наук

<sup>1</sup>Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, м. Одеса, Україна  
пров. Маяковського 7, м. Одеса, 65082, Україна

E-mail: [n.kovaleva@onu.edu.ua](mailto:n.kovaleva@onu.edu.ua)

[medinets@te.net.ua](mailto:medinets@te.net.ua)

[s.medinets@gmail.com](mailto:s.medinets@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0002-9710-0993>

<http://orcid.org/0000-0001-7543-7504>

<http://orcid.org/0000-0001-5980-1054>

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ БАКТЕРІОПЛАНКТОНУ ДНІСТРОВСЬКОГО ЛИМАНУ В 2003-2018 РР.

**Мета.** Визначення довгострокових змін чисельності бактеріопланктону в Дністровському лимані у 2003-2018 рр. та використання цих даних для оцінки якості водного середовища. **Методи.** Визначення чисельності бактеріопланктону проводили прямим мікроскопічним методом під мікроскопом із збільшенням 1200. Для оцінки трофічного стану вод використана екологічна класифікація якості поверхневих вод, що прийнята в Україні. **Результати.** Проаналізовано зміни кількісних характеристик бактеріопланктону в літні періоди 2003-2018 рр. Виявлено тенденцію збільшення кількості бактерій в останні вісім років і зростання трофічного статусу вод від політрофного в літні періоди 2003-2005, 2007-2009 і 2015-2016 рр. до гіпертрофного в 2011-2014 і 2017-2018 рр. В липні 2012 р. визначено максимальну за всі роки спостережень чисельність бактерій, що перевищила пік чисельності в кінці минулого століття. Показано наявність статистичних зв'язків бактеріопланктону з електропровідністю і прозорістю вод, хлорофілом а, феофітином і загальним фосфором. **Висновки.** Встановлено, що формування мікробіологічного режиму Дністровського лиману відбувалося під впливом природних процесів продукування органічної речовини і факторів забруднення, які найбільш сильно проявляються в середній і південній частині лиману. Серед контрольованих параметрів водного середовища, чисельність бактеріопланктону, поряд з хлорофілом а, найбільш реалістично відображає зміни трофічного стану вод Дністровського лиману, при цьому показник бактеріопланктону незамінний при індикації забруднення вод органічною речовиною антропогенного походження.

**Ключові слова:** бактеріопланктон, евтрофікація, Дністровський лиман

**Kovalova N. V., Medinets V. I., Medinets S. V.**

*Odessa National I. I. Mechnikov University, Odessa, Ukraine*

## RESULTS OF BACTERIOPLANKTON STUDIES IN THE DNISTROVSKIY ESTUARY IN 2003-2018

**Purpose.** Determination of long-term changes in bacterioplankton number in the Dnistrovskiy Estuary in 2003-2018 and data usage for aquatic environment quality assessment. **Methods.** Bacterioplankton number determination was done using direct microscopy method under microscope with magnification of 1200. Ecological classification of surface waters quality adopted in Ukraine was used for water trophic status assessment. **Results.** Changes of bacterioplankton quantitative characteristics in summer periods of 2003-2018 have been analyzed. Tendency of increase in bacteria quantity has been revealed in the past eight years, as well as the waters' trophic status increase from polytrophic in summer periods of 2003-2005, 2007-2009 and 2015-2016 to hypertrophic in 2011-2014 and 2017-2018. Maximal out of all the years bacterial number was identified in July 2012 that exceeded the peak value in the end of past century. Existence of statistical connections between bacterioplankton and water conductivity, transparency, chlorophyll a, pheophytin and total phosphorus were shown. **Conclusions.** It has been established that microbiological regime forming in the Dnistrovskiy Estuary took place under the influence of natural processes of organic matter production and pollution factors that revealed themselves the most in the middle and southern parts of the estuary. Among the aquatic environment parameters controlled bacterioplankton number, like chlorophyll a, reflected the changes of the Dnistrovskiy Estuary trophic state the most realistic way. At that, index of bacterioplankton is indispensable for indication of water pollution with organic matter of anthropogenic origin.

**Key words:** bacterioplankton, eutrophication, Dnistrovskiy Estuary

**Ковалева Н. В., Мединец В. И., Мединец С. В.**

*Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова*

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ БАКТЕРИОПЛАНКТОНА ДНЕСТРОВСКОГО ЛИМАНА В 2003-2018 ГГ.

**Цель.** Определение долгосрочных изменений численности бактериопланктона Днестровского лимана в 2003-2018 гг. и использование этих данных для оценки качества водной среды. **Методы.** Определение численности бактериопланктона проводили прямым микроскопическим методом под микроскопом с уве-

личением 1200. Для оценки трофического состояния вод использована экологическая классификация качества поверхностных вод принятая в Украине. **Результаты.** Проанализированы количественные изменения бактериопланктона в летние периоды 2003-2018 гг. Выявлена тенденция увеличения количества бактерий в последние восемь лет и рост трофического статуса вод от политрофного в летние периоды 2003-2005, 2007-2009 і 2015-2016 гг. до гипертрофного в 2011-2014 гг. і 2017-2018 гг. В июле 2012 г. определена максимальная за все годы наблюдений численность бактерий, которая превысила пик численности в конце прошлого столетия. Показано наличие статистических связей бактериопланктона с электропроводностью и прозрачностью вод, хлорофиллом а, феофитином и общим фосфором. **Выводы.** Установлено, что формирование микробиологического режима Днестровского лимана происходило под влиянием природных процессов продуцирования органического вещества и факторов загрязнения, которые наиболее сильно проявляются в средней и южной частях лимана. Среди контролируемых параметров водной среды, численность бактериопланктона, наряду с хлорофиллом а, наиболее реалистично отображают изменения трофического состояния Днестровского лимана, при этом показатель бактериопланктона незаменим при индикации загрязнения вод органическим веществом антропогенного происхождения.

**Ключевые слова:** бактериопланктон, эвтрофикация, Днестровский лиман

### *Вступ*

Дністровський лиман – друга за площею водойма північно-західного Причорномор'я повною мірою відчуває вплив антропогенних факторів [1], які формуються розташованими на його берегах містами Білгород-Дністровський, Овідіополь с. Шабо та великого рекреаційного комплексу Затока – Кароліно-Бугаз. За даними наших досліджень 2003-2017 рр. [2-7] в дельтовій частині Дністра та в Дністровському лимані практично кожного літа виникають евтрофікаційні явища, викликані різким зростанням біомаси мікроводоростей з наступним їх відмиранням, що супроводжується погіршенням якості води, насамперед гіпоксією (дефіцитом кисню), виникненням заморних явищ [8], зменшенням прозорості води, зміною кольору, підвищенням значень водневого показника рН, і т.п. У зв'язку з цим актуальними проблемами лиману є охорона та збереження його природних ресурсів для рибогосподарських цілей, меліорації та рекреації, що потребує проведення досліджень щодо виявлення просторово-часових змін показників якості води Дністровського лиману.

Одним з важливіших показників якості водного середовища та евтрофікаційних явищ є показник чисельності бактериопланктону, який включений до національної ме-

тодики екологічної оцінки якості поверхневих вод суші та естуаріїв [9]. Бактеріопланктон в екосистемі відповідає за деструкцію органічної речовини (ОР) і швидко реагує збільшенням своєї чисельності при появі у водоймі додаткової кількості алохтонної або відмиранні автохтонної ОР. Крім того, висока чисельність бактерій викликає підвищену небезпеку для здоров'я відпочивальників в зонах рекреації. Найбільш детальні дослідження бактериопланктону Дністровського лиману проводились співробітниками інституту гідробіології в 1985-1987 рр. [10], за даними яких було показано, що величини загальної чисельності бактерій були максимальними влітку і склали відповідно 11,08, 11,39 і 23,80 млн. кл/мл. Регулярні спостереження за кількісними змінами бактериопланктону Дністровського лиману почали проводитися співробітниками Регіонального центру інтегрованого моніторингу і екологічних досліджень Одеського національного університету ім. І. І. Мечникова з 2003 р. і тривають до теперішнього часу [2-7].

Метою даної роботи є визначення довгострокових змін чисельності бактериопланктону в Дністровському лимані у 2003–2018 рр. та використання цих даних для оцінки якості водного середовища.

### *Матеріали і методи*

Використані матеріали експедицій 2003–2018 рр., які проводились влітку кожного року спеціалістами Регіонального центру інтегрованого моніторингу і екологічних досліджень (РЦМЕД) Одеського національного університету імені І.І.Мечникова (ОНУ) за програмою комплексного екологічного мо-

ніторингу лиману [3–6]. Дослідження проводилися на 21 станції, які охоплювали усю акваторію лиману від верхів'я до Чорного моря (рис. 1), де в цілому було відібрано і проаналізовано 437 зразків води. Чисельність бактериопланктону визначали прямим мікроскопічним методом [11] за допомогою

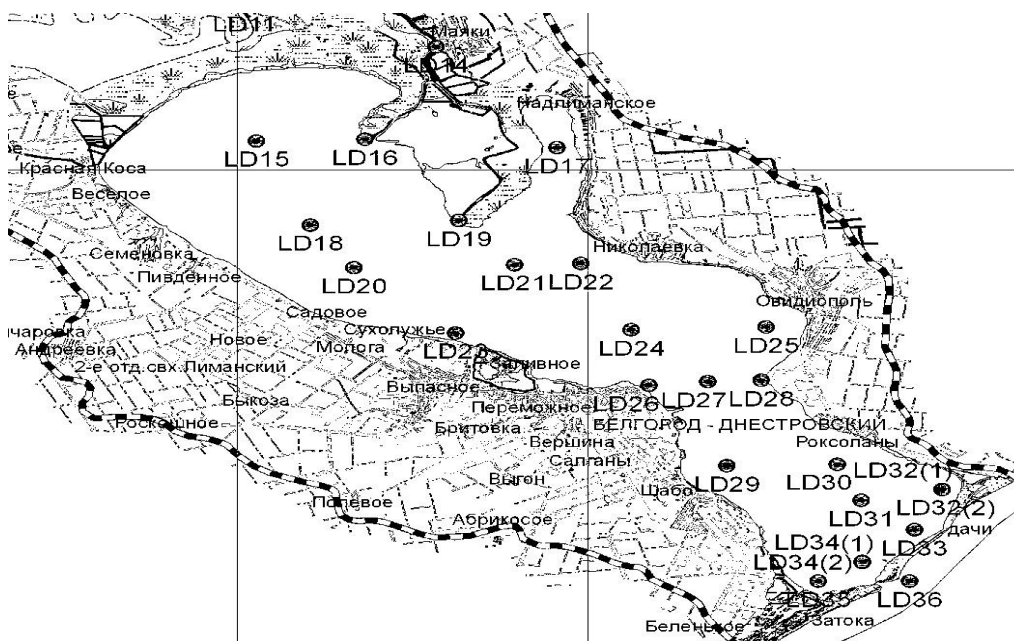


Рис. 1 – Схема розташування станцій відбору зразків води в Дністровському лимані

мікроскопа Olympus із збільшенням 1200. Для оцінки трофічного стану вод за чисельністю бактеріопланктону використана еко-

логічна класифікація якості поверхневих вод, що прийнята в Україні [9].

### Результати та обговорення

Аналіз отриманих в експедиціях 2003–2018 рр. експериментальних даних (рис. 2) показав наступне. Чисельність бактеріопланктону (ЧБ) в водах Дністровського лиману змінювалася в дуже широкому діапазоні (1,79–42,22 млн.кл/мл), що обумовлено неоднорідністю його розподілу по акваторії і міжрічними змінами. Середні значення ЧБ в липні різних років відрізнялися в 4,6 рази, змінюючись від  $(6,11 \pm 1,65) \cdot 10^6$  кл/мл в 2006 р. до  $(28,10 \pm 6,72) \cdot 10^6$  кл/мл в 2012 р. Динаміка абсолютних значень ЧБ

за увесь період спостережень з 2003 по 2018 р. вказує на наявність позитивного тренду. Середня ЧБ у водах Дністровського лиману за останні 6 років (2011–2018 рр.) перевищувала значення попередніх шести років (2003–2010 рр.) в 1,7 рази.

Кількісні зміни бактеріопланктону відбувалися в умовах незначного коливання температури води, яка в середньому для водойми в період досліджень була сприятлива для розвитку бактерій і змінювалась в різні роки від  $22,0^\circ\text{C}$  (2005 р.) до  $26,9^\circ\text{C}$  (2004 р.) (рис. 3).



Рис. 2 – Чисельність бактеріопланктону в Дністровському лимані влітку 2003–2018 рр.



Найбільші коливання (у 28,8 разів) визначені для середніх значень електропровідності вод, яка в 2010 р. складала 0,43 mSm, а в липні 2016 р. в середньому сягала 12,38 mSm. Середні значення прозорості вод змінювалися від 0,8 м в липні 2007 р до 0,3 м в 2012 р. указуючи на негативний тренд у багаторічному ряду спостережень. Концентрації хлорофілу а проявляли близьку до чисельності бактерій амплітуду коливання і подібний до бактеріопланктону позитивний тренд за увесь період спостережень.

Максимальні значення ЧБ спостерігались у 2012 р., коли в усіх досліджених зразках води кількість бактерій перевищувала  $10^6$  кл/мл, що відповідало гіпертрофному статусу вод по всій акваторії лиману.

У цей рік кількість бактерій перевищила пік чисельності періоду інтенсивної евтрофікації лиману у кінці минулого століття [10]. Рівень евтрофікації в інші роки спостережень був меншим і частка гіпертрофних вод в лимані складала від 7 % в 2008 р.

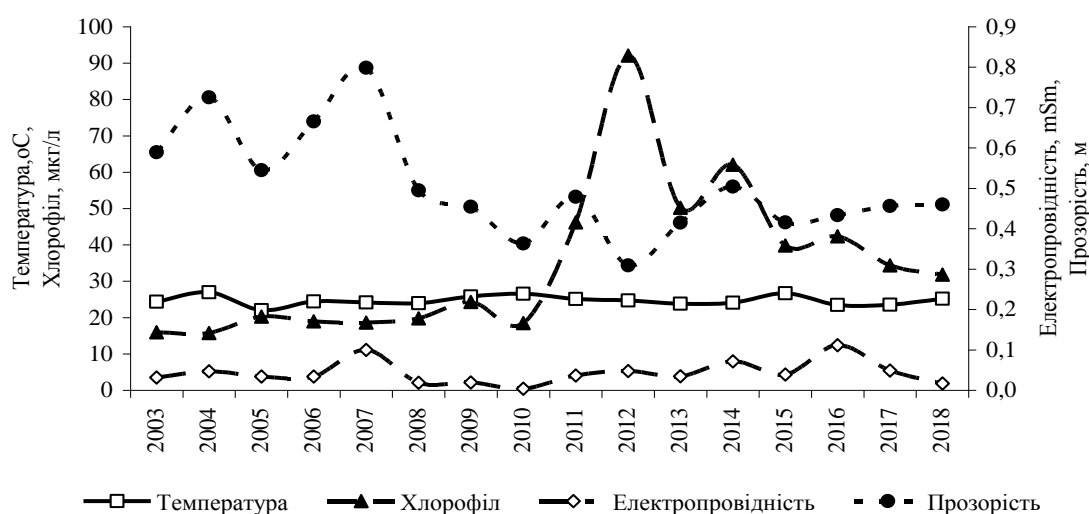


Рис. 3 – Динаміка параметрів водного середовища Дністровського лиману влітку 2003–2018 рр.

до 87 % в 2011 р. При цьому в 2006 р. гіпертрофний стан вод по бактеріопланктону не визначався, а кількість бактерій відповідала політрофному (38 %) і евтрофному (62 %) статусу. В середньому для всієї акваторії лиману найменша чисельність бактерій, яка відповідала евтрофному стану вод була визначена влітку 2006 і 2010 рр. В літні періоди 2003–2005, 2007–2009 і 2015–2016 рр. води лиману відповідали політрофному статусу, а в липні 2011–2014 рр. і 2017–2018 рр. досягали рівня гіпертрофного стану.

На протязі всього періоду досліджень зберігалися достатньо стабільні особливості просторового розподілу бактеріопланктону по акваторії лиману. У більшості років (75%) найвища ЧБ спостерігалася в середній частині (LD22-LD28) лиману (рис.4). На цієї ділянці середня за всі роки спостережень кількість бактерій складала  $(11,18 \pm 5,92) \cdot 10^6$  кл/мл, що відповідало гіпертрофному статусу вод ( $>10^6$  кл/мл) і перевищувало вміст у верхів'ї водойми (LD15-LD21) в 1,4 рази. При цьому коливання чисельності на двох

означених ділянках відбувалися синхронно про що свідчить високий коефіцієнт кореляції ( $r=0,95$ ). В пониззі лиману чисельність бактерій складала  $(10,29 \pm 5,26) \cdot 10^6$  кл/мл і поступалася кількості в центральній частині всього в 1,1 рази. При цьому в 2009, 2010 і 2018 рр. найвища для лиману чисельність бактерій визначена саме в пониззі. У вказані три роки спостерігалася найменша електропровідність вод, зниження якої в лимані зазвичай пов'язано з певними гідрометеорологічними умовами, які перешкоджають заходу в лиман морських вод. Вплив морських вод на зниження чисельності бактерій в пониззі лиману простежується при наближенні до Цареградського гирла, яке єднає лиман з морем (рис. 5).

Кількість бактерій на станції LD34, що розташована найближче усіх інших до гирла була найнижчою в пониззі  $(8,60 \pm 5,41) \cdot 10^6$  кл/мл і відповідала політрофному статусу вод. Тоді як в середньому для всіх стайцій пониззя стан вод за чисельністю бактеріопланктону відповідав гіпер-

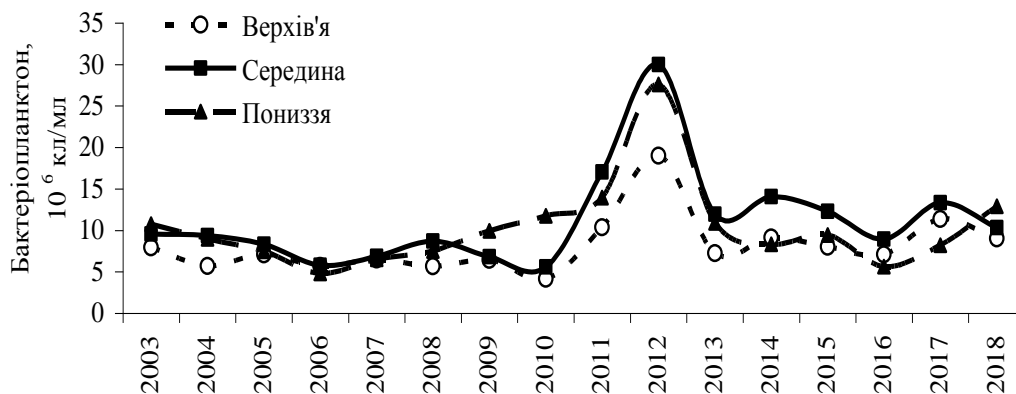


Рис. 4 – Динаміка середніх значень чисельності бактеріопланктону на різних ділянках Дністровського лиману в літній період 2003–2018 рр.

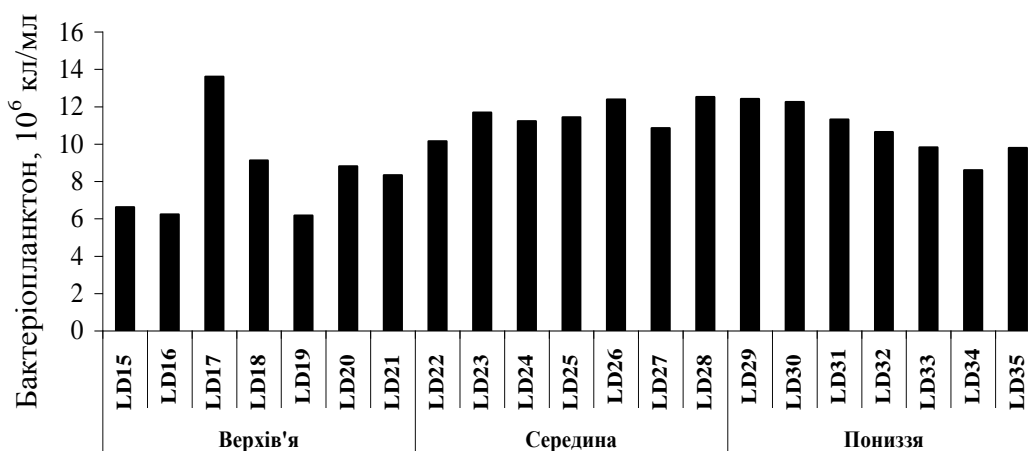


Рис. 5 – Розподіл середніх значень чисельності бактеріопланктону в акваторії Дністровського лиману в 2003–2018 рр.

трофному статусу ( $>10^6$  кл/мл). Найменша для лиману чисельність бактеріопланктону, що відповідала евтрофному стану вод ( $2,6\text{--}7,0$ ) $\cdot 10^6$  кл/мл, визначена на станціях LD16 ( $6,23\pm 2,65$ ) $\cdot 10^6$  кл/мл і LD19 ( $6,17\pm 2,35$ ) $\cdot 10^6$  кл/мл, які розташовані у верхів'ї лиману біля гирла річок Турунчук та Дністер. В той же час найвища для лиману кількість бактерій ( $13,60\pm 7,36$ ) $\cdot 10^6$  кл/мл стабільно спостерігалася в Карагольській затоці (LD17), що знаходиться біля дельти Дністра і куди зливаються стічні води м. Теплодар. Поряд з цім найбільша кількість екстремально високих значень ЧБ ( $30,43\text{--}42,22$ ) $\cdot 10^6$  кл/мл визначена в середній частині лиману на розрізах між м. Білгород-Дністровський і м. Овідіополь (LD23-LD28) та біля с. Шабо (LD29), де антропогенний тиск на екосистему лиману здійснюється найбільшою мірою.

Аналіз кореляційних зв'язків ЧБ з іншими біотичними і абіотичними параметрами водного середовища (табл.1) показав

наступне. Коефіцієнти кореляції між ЧБ і прозорістю вод лиману мали негативний знак ( $r=-0,45$ ), який показує, що максимальна кількість бактерій спостерігалась при мінімальній прозорості і відповідно при максимальному вмісті зваженої речовини. Зв'язок бактеріопланктону з електропровідністю, яка є показником розповсюдження в лимані морських вод, проявлявся тільки на окремих ділянках. В пониззі лиману отримано негативний коефіцієнт кореляції ( $r=-0,23$ ), який показує, що морські води з високою електропровідністю сприяють зниженню кількості бактерій, тоді як в верхів'ї лиману коефіцієнт кореляції був позитивним ( $r=0,24$ ) і зниження кількості бактерій пов'язано з впливом річкових вод, які мають порівняно низку електропровідність і кількість бактерій. Серед біогенних елементів позитивний зв'язок виявлено між бактеріопланктоном і загальним фосфором

( $r=0,28$ ), що свідчить про стимулюючий вплив сполук фосфору на розвиток бактерій в лимані. Проте особливо тісний позитивний зв'язок чисельність бактеріопланктону проявляла з хлорофілом *a* ( $r=0,78$ ) і феофітином ( $r=0,73$ ), значення яких характеризують біомасу фітопланктону, що свідчить про те, що у Дністровському лимані саме фітопланктон є основним джерелом органі-

чної речовини, при деструкції якої спостерігається інтенсивний розвиток бактерій.

Треба відмітити, що хлорофіл *a* за даними організації по економічному співробітництву і розвитку [12] розглядається як один з ключових параметрів для оцінки рівня евтрофікації за категоріями трофності вод (від мезотрофних до гіпертрофних) (табл. 2).

Таблиця 1

Коефіцієнти кореляції чисельності бактеріопланктону з параметрами водного середовища Дністровського лиману в 2003–2018 рр.

Параметр	Увесь лиман	Ділянка Дністровського лиману		
		Верхів'я	Середина	Пониззя
Прозорість	-0,45**	-0,52**	-0,37**	-0,44**
Електропровідність	-0,07	0,24*	-0,07	-0,23*
Водневий показник (рН)	0,31*	0,40*	0,27*	0,13
Азот амонійний	0,18	0,01	0,26*	0,09
Азот нітритний	-0,08	-0,11	-0,10	0,08
Азот нітратний	-0,20	-0,19	-0,25*	-0,12
Азот загальний	-0,02	-0,12	0,07	-0,06
Фосфор загальний	0,28*	0,21*	0,33**	0,40**
Фосфати	-0,02	-0,08	0,16	0,48
Хлорофіл <i>a</i>	0,78**	0,75**	0,79**	0,79**
Феофітин <i>a</i>	0,73**	0,63**	0,72**	0,83**

Примітка. Рівень значимості: \*\* – 0,001; \* – 0,01

Таблиця 2

Середні значення параметрів водного середовища Дністровського лиману при різній трофності вод визначеної по хлорофілу *a*

Показник	Трофічний статус вод		
	мезотрофні	евтрофні	гіпертрофні
Хлорофіл <i>a</i> , мкг/л	5,40	16,44	52,81
Біомаса фітопланктону, мг/л	3,13	16,92	57,03
Феофітин, мкг/л	4,04	11,34	31,68
Феофітин, %	42,71	39,65	35,30
Фосфор фосфатів, мгР/л	0,07	0,04	0,03
Азот нітратний, мгN/л	0,46	0,24	0,13
Азот загальний, мгN/л	1,64	1,50	1,70
Фосфор загальний, мгР/л	0,10	0,10	0,15
Бактеріопланктон, 10 <sup>6</sup> кл/мл	5,01	7,00	12,96

Аналіз даних таблиці 2 показав, що концентрація хлорофілу *a* в гіпертрофних водах Дністровського лиману в середньому перевищує його вміст в мезотрофних водах в 10 разів, а біомаса фітопланктону збільшується в 18 разів. За цих же умов вміст феофітину зростає в 8 разів, а його відсотковий вміст в фітопланктоні гіпертрофних вод стає на 7 % нижче, ніж в мезотрофних водах. Зниження відносного вмісту феофітину при великій кількості водоростей є визнаним явищем [13] і відбувається за рахунок присутності в фітоп-

ланктоні життєздатних активних клітин. Внаслідок активного функціонування фітопланктону в гіпертрофних умовах спостерігається зниження концентрації біогенних елементів. При цьому середнє значення фосфатів в гіпертрофних водах стає в 2 рази нижчим ніж в мезотрофних, а концентрація нітратів за цих умов знижується в 3,5 рази. В зв'язку з цим концентрація фосфатів і нітратів в гіпертрофних водах з максимальними значеннями біомаси фітопланктону і хлорофілу *a* відповідають статусу мезотрофних і оліготрофних вод

[9]. Вміст загального азоту і фосфору в гіпертрофних водах не значно (лише на 0,05 мкгP/л і 0,06 мкгN/л) перевищує його концентрації в мезотрофних умовах. Тобто концентрації сполук азоту і фосфору не можуть бути індикаторами трофічного стану вод.

Найбільш наближену до хлорофілу *a* характеристику трофності вод дають значення чисельності бактеріопланктону. В гіпертрофних водах кількість бактерій зростає по порівнянню з мезотрофними водами в 2,6 рази. Однак при концентраціях хлорофілу *a*  $5,40 \pm 1,60$  мкг/л, що відповідають мезотроф-

ним водам [12], чисельність бактеріопланктону складала  $(5,01 \pm 2,79) \cdot 10^9$  кл/мл і свідчила про евтрофний стан вод [9].

Для проведення регресійного аналізу залежності чисельності бактеріопланктону від хлорофілу *a* проведено ранжирування всіх даних по хлорофілу і розрахунок середніх для кожних десяти значень. Регресійний аналіз даних усереднених в діапазоні десяти значень показав, що залежність чисельності бактеріопланктону ( $x - 10^9$  кл/л) від концентрації хлорофілу *a* ( $y -$  мкг/л) добре описується лінійною функцією (рис. 6).

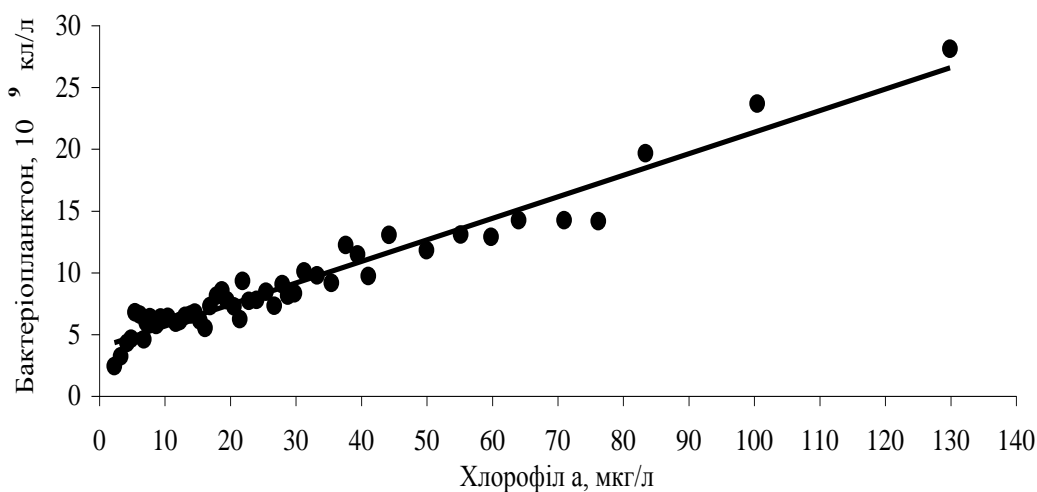


Рис. 6 – Зміни чисельності бактеріопланктону в залежності від концентрації хлорофілу *a* в Дністровському лимані

Отриманий регресійний взаємозв'язок чисельності бактеріопланктону (ЧБ,  $10^9$  кл/л) з концентрацією хлорофілу *a* (С, мкг/л) описується рівнянням (1) з коефіцієнтом детермінації  $R^2 = 0,94$ , що свідчить практично про їх функціональну залежність.

$$\text{ЧБ} = 0,17 \cdot \text{С} + 3,95 \quad (1)$$

Аналіз отриманої залежності в межах концентрацій хлорофілу *a* від 2,5 і вище показує, що співвідношення С/ЧБ зростає від 0,5 в мезотрофних водах до значень більших, як 5,0 – в гіпертрофних (табл. 3). У практиці на-

ших спостережень при мезотрофному стані вод, оціненому по концентрації хлорофілу *a* [9], досить часто (36 % спостережень) визначалася чисельність бактерій, яка перевищувала значення, розраховані за формулою 1 по концентрації хлорофілу *a*, який однозначно характеризує органічну речовину автохтонного походження від продукування фітопланктону, що, на нашу думку, свідчить про наявність додаткової кількості органічної речовини алохтонного (не фітопланктонного) походження. В зв'язку з цим можна зробити висновок, що якщо співвідношення

Таблиця 3  
Дані розрахунку чисельності бактеріопланктону по формулі (1) і співвідношення С/ЧБ при різній трофності вод, визначеної по хлорофілу *a* [9]

Показник	Трофічний статус вод		
	мезотрофні	евтрофні	гіпертрофні
Хлорофіл <i>a</i> , мкг/л	2,5–8,0	8,0–25,0	25,0–155,0
Бактеріопланктон, $10^9$ кл/л	4,4–5,3	5,3–8,2	8,2–30,3
Співвідношення С/ЧБ	0,6–1,5	1,5–3,0	3,0–5,1

С/ЧБ стає меншим, ніж наведено в таблиці 3 для відповідних концентрацій хлорофілу *a*, це свідчить про додаткове забруднення вод органічною речовиною антропогенного походження або надходження вторинного забруднення вод органічною речовиною з донних відкладень.

Тобто співвідношення С/ЧБ можна одностайно використовувати і якості індикатора наявності органічної речовини алохтонного та антропогенного походження, хоча для більш детального вивчення цього процесу треба одночасно з вивченням бактеріопланктону та хлорофілу *a* було би добре провести інструментальне визначення розчинених та завислих форм органічної речовини.

Порівняння кількісних характеристик бактеріопланктону Дністровського лиману з іншими екосистемами басейну Нижнього Дністра показало, що в сучасних умовах мікробіологічні параметри лиману близькі до тих, що спостерігаються в озерах Свині і Тудорова [14]. Однак чисельність бактерій в лимані значно перевищує їх вміст в оз. Біле і в Кучурганському водосховищі [15]. При цьому кількість

бактерій в лимані виявилася майже в 2 рази нижчою, ніж в оз. Путріно [14].

Зіставлення отриманих нами результатів з ретроспективними даними, які були опубліковані наприкінці минулого століття [10] показало, що в літній період 1985 і 1986 рр. середні значення чисельності бактеріопланктону Дністровського лиману були близькі до значень останні восьми років. Однак в літній період 1987 р. дослідники фіксували пік чисельності бактерій ( $23,80 \cdot 10^6$  кл/мл), який співпадав з інтенсивним розвитком мікроводоростей. В наших дослідженнях подібне явище різкого збільшення чисельності бактерій спостерігалось влітку 2012 р., коли середня чисельність бактерій підвищилася до  $(28,10 \pm 6,72) \cdot 10^6$  кл/мл і перевищила максимум минулого століття. Відмітимо, що зареєстрований в липні 2012 р. абсолютний максимум чисельності бактеріопланктону в Дністровському лимані був характерним також для заплавлених озер Дністра [14] і Кучурганського водосховища [15] і отже ймовірно був обумовлений однаковою фактором.

### Висновки

Формування мікробіологічного режиму Дністровського лиману відбувається під впливом природних процесів продукування органічної речовини і факторів антропогенного забруднення, які найбільш сильно проявляються в середній і південній частині лиману. Дані досліджень за шістнадцятирічний період (2003–2018 рр.) дозволили виявити тенденцію збільшення кількості бактерій у останні вісім років і зростання трофічного статусу вод від політрофного в літні періоди 2003–2005, 2007–2009 і 2015–2016 рр. до гіпертрофного в 2011–2014 рр. і 2017–2018 рр. В липні 2012 р. визначена максимальна за всі роки спостережень чисельність бактерій, яка перевищила пік чисельності у кінці минулого століття. Серед контрольованих параметрів водного середовища, чисельність бактеріопланктону, поряд з хлорофілом *a*, найбільш реалістично відображує зміни трофічного стану вод Дністровського лиману, при цьому

показник бактеріопланктону незамінний при індикації забруднення вод органічною речовиною антропогенного походження. Відкрита нами практично функціональна залежність чисельності бактеріопланктону від концентрації хлорофілу *a* дозволяє нам стверджувати, що співвідношення С/ЧБ можна використовувати і якості індикатора наявності органічної речовини алохтонного та антропогенного походження, тобто оцінювати ступень забруднення водойми органічними речовинами.

Дослідження виконано в рамках НДР «Визначити джерела і роль азотного навантаження в евтрофікації водних екосистем Нижнього Дністру і Чорного моря», який фінансується Міністерством освіти і науки України у 2017–2019 гг.

Автори висловлюють свою подяку співробітникам РЦМЕД ОНУ ім. І. І. Мечникова за допомогу у проведенні відборів зразків та проведенні супутніх спостережень.

### Література

1. Медінець В. І., Конарева О. П., Ковальова Н. В., Солтис І. Є. Екологічно-рекреаційні проблеми дельти Дністра. *Екологія міст та рекреаційних зон*: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф., Одеса: Інноваційно-інформаційний центр «ІНВАЦ», 2009. С. 87–91.
2. Ковальова Н.В. Визначення якості вод в водоймищах Нижнього Дністра по чисельності бактеріоплан-

- ктову. *Эколого-экономические проблемы Днестра*: сб. тез. докл. VII междунар. науч.-практ. конф. г. Одесса, 7 октября – 8 октября 2010 г., Одесса, 2010. С. 48.
3. Ковалева Н.В., Мединец В.И., Новиков А.Н., Снигирев С.М., Газетов Е.И., Конарева О.П., Солтыс И.Е. Бактериопланктон и фотосинтетические пигменты фитопланктона – индикаторы современного состояния вод нижнего Днестра и Днестровского лимана. *Причорноморський екологічний бюлетень*. Одесса: ИНВАЦ, 2005. Вип. 3–4. С. 136–144.
  4. Мединец В.И., Ковальова Н.В. Оцінка якості вод в водоймищах Нижнього Дністра по бактеріопланктону і хлорофілу *a* влітку 2009 р. *Екологія міст та рекреаційних зон*: зб. тез. доп. наук.-практ. конф. Одеса, 3–4 червня 2010 р.: Одеса, ИНВАЦ, 2010. С. 239–242.
  5. Ковалева Н.В., Мединец В.И. Микробиологические аспекты формирования качества вод водоемов Нижнего Днестра. *Екологія міст та рекреаційних зон*: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф., Одеса, 31 травня – 1 червня 2012 р., Одеса: ИНВАЦ, 2012. С. 227–230.
  6. Ковалева Н.В., Ковалева Е.А. Количественные изменения бактериопланктона Днестровского лимана в летний период 2003–2013 гг. *Лимани північно-західного Причорномор'я: сучасний гідроекологічний стан; проблеми водного та екологічного менеджменту, рекомендації щодо їх вирішення*: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. Одеськ. Держ. Екологічний Університет. Одеса: ТЕС, 2014. С. 90–92.
  7. Ковальова Н. В., Мединец В. И., Мединец С. В. Трофічний стан вод Дністровського лиману в літній періоді 2012–2017 рр. *Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: освіта – наука – виробництво – 2018*: зб. тез. доп. XXI Міжн. наук.-практ. конф., Харків, 18–20 квітня 2018 року. Харків: ХНУ імені В.Н.Каразіна, 2018 С. 103–106.
  8. В Днестровском лимане наблюдается массовая гибель рыбы. (2011). URL: <https://korrespondent.net/ukraine/events/1234813-v-dnestrovskom-limane-nablyudaetsya-massovaya-gibel-ryby>
  9. Романенко В.Д., Жукинський В.М., Оксіюк О.П., та ін. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. К.: СИМВОЛ-Т, 1998. 28 с.
  10. Потапова Н.А. Бактериопланктон. *Гидробиологический режим Днестра и его водоемов*. Киев: Наук. думка, 1992. С. 181–196.
  11. Романенко В.И., Кузнецов С.И. *Экология микроорганизмов пресных водоемов*: лабораторное руководство. Л.: Наука, 1974. 194 с.
  12. OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development). *Eutrophication of Waters, Monitoring, Assessment and Control*. Paris, OECD, 1982. 154 pp.
  13. Минеева Н.М. Растительные пигменты в воде Волжских водохранилищ. М.: Наука, 2004. 156 с.
  14. Ковальова Н. В., Мединец В. И., Мединец С. В., Конарева О. П., Солтыс И. Е., Газетов Е. И. Трофічний статус дельтових озер Дністра у 2006–2017 рр. *Вісник ХНУ ім. В. Н. Каразіна серія «Екологія»*, 2018, вип. 18. С. 30–41.
  15. Ковальова Н.В., Мединец В.И., Мединец С.В., Снігірьов С.М., Конарева О.П., Газетов Е.И., Мілева А.П., Грузова І.Л., Солтыс І.Є., Снігірьов П.М., Світлична Х.О. Дослідження змін трофічного статусу вод Кучурганського водосховища у 2006–2018 рр. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2018. Вип. 30. С.78–90.

### References

1. Medinets, V.I., Konareva, O.P., Kovalova, N.V., Soltys, I.E. (2009). Ekologichno-rekreacijni problemy delty Dnistra [Ecological and recreational problems of Dniester delta]. Ecology of cities and recreation areas, All-Ukrainian scientific and practical conference, INVATS. 87–91. (In Ukrainian)
2. Kovalova, N.V. (2010). Vyznachennya yakosti vod v vodojmyshhah Nizhnego Dnistra po chyselnosti bakterioplanktonu [Determination of waters quality reservoirs of Lower Dniester using the bacterioplankton number]. Ecology and economic problems of the Dniester, 7th International scientific and practical Conference, Odessa, 48. (In Ukrainian)
3. Kovalova, N.V., Medinets, V.I., Novikov, A.N., Snigirev, S.M., Gazyetov, Ye.I., Konareva, O.P., Soltys, I.E. (2005). Bakterioplankton i fotosinteticheskie pigmenty fitoplanktona indikatoryi sovremennogo sostoyaniya vod Nizhnego dnestra i dnestrovskogo limana [Bacterioplankton and photosynthetic pigments of phytoplankton – indicators of current state of water in the Lower Dniester and the Dniestrovskiy Liman]. *Black sea region ecological bulletin*. Odessa, INVATS. (3–4). 136–144. (In Russian)
4. Medinets, V.I., Kovalova, N.V. (2010). Ocinka yakosti vod v vodojmyshhah Nyzhnego Dnistra po bakterioplanktonu i hlorofilu *a* vlitku 2009 r. [Estimation of waters quality in the reservoirs of Lower Dniester using the bacterioplankton and chlorophyll in summer 2009]. Ecology of cities and recreation areas, Scientific and practical conference, Odessa, INVATS, 239–242. (In Ukrainian)
5. Kovalova, N.V., Medinets, V.I., (2012). Mikrobiologicheskie aspekty formirovaniya kachestva vod vodoemov Nizhnego Dnistra [Microbiological aspects of water quality forming in the Lower Dniester water-bodies]. Ecology of cities and recreation areas, All-Ukrainian scientific and practical conference, INVATS,

- 227–230. (In Russian)
6. Kovalova, N.V., Kovalova, Ye.O. (2014). Kolichestvennye izmeneniya bakterioplanktona Dnestrovskogo limana v letnij period 2003–2013 gg. [Quantitative changes of bacterioplankton of the Dniester estuary in a summer period 2003–2013]. Estuaries of the north-western Black Sea: urgent hydro-ecological problems and the ways to solve them, All-Ukrainian scientific and practical Conference, Odessa Ecological University, 90–92. (In Russian)
  7. Kovalova, N.V., Medinets, V.I., Medinets, S.V. (2018). Trofichni stan vod Dnistrovskogo lymanu v litni periody 2012–2017 rr. [Trophic state of the Dniester Estuary waters in summer periods of 2012–2017]. Ecology, environmental protection and sustainable nature management: education-science-production-2018, Collection of theses of the 21th International scientific and practical Conference, Kharkiv, 103–106. (In Ukrainian)
  8. V Dnestrovskom limane nablyudayetsya massovaya gibel' ryby. (2011). [In the Dniester estuary there is a massive death of fish]. Available at: <https://korrespondent.net/ukraine/events/1234813-v-dnestrovskom-limane-nablyudaetsya-massovaya-gibel-ryby>
  9. Romanenko, V.D., Zhukinskiy, V.M., Oksiyuk, O.P. et al. (1998). Metodyka ekologichnoi otsinky yakosti poverhnevnyh vod za vidpovidnymi kategoriyamy [Methodology of ecological assessment of surface waters quality according to respective categories]. CYMVOL-T. 28. (In Ukrainian)
  10. Potapova, N.A. (1992). Bakterioplankton [Bacterioplankton] Hydrobiological regime of Dnister and his reservoirs. Kyiv: Nauk. Dumka, 181–196. (In Russian)
  11. Romanenko, V.I., Kuznetsov, S.I. (1974). Ehkologiya mikroorganizmov presnyh vodoemov: Laboratornoe rukovodstvo [Ecology of microorganisms of fresh reservoirs: Laboratory guidance]. Leningrad: Nauka, 194. (In Russian)
  12. Eutrophication of Waters, Monitoring, Assessment and Control. (1982). *OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development)*. Paris: OECD.
  13. Mineeva, N.M. (2004). Rastitelnye pigmenty v vode Volzhskih vodohranilishch [Vegetable pigments in the Volga storage pools water]. Moscow: Science, 156. (In Russian)
  14. Kovalova, N.V., Medinets, V.I., Medinets, S.V., Konareva, O.P., Soltys, I.E., Gazyetov, Ye.I. (2018). Trofichni status deltovykh ozer Dnistra u 2006–2017 rr. [Trophic status of the Dniester deltaic lakes in 2006–2017]. *Visnyk of V.N.Karazin Kharkiv National University series "Ecology"*, (18), 30–41. (In Ukrainian)
  15. Kovalova, N.V., Medinets, V.I., Medinets, S.V. Snigirev, S.M., Konareva, O.P., Gazyetov, Ye.I., Mileva, A.P., Gruzova, I.L., Soltys, I.E., Snigirev, P.M., Svetlichna, H.O. (2018). Doslidzhennya zmin trofichnogo statusu vod Kuchurganskogo vodosxovyshha u 2006–2018 rr. [Study of changes of trophic status of the Kuchurganske Reservoir in 2006–2018]. *Man and environment. Issues of neoecology*, (3), 78–90. (In Ukrainian)

Надійшла до редколегії 22.04.2019



УДК 630\*1:551.5

**А. А. ЛІСНЯК<sup>1, 2</sup>**, канд. с.-г. наук, доц.

<sup>1</sup>Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації  
імені Г. М. Висоцького

вул. Пушкінська 86, м. Харків, 61024, Україна,

<sup>2</sup>Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

пл. Свободи, 6, м. Харків, 61022, Україн

e-mail: [anlisnyak@gmail.com](mailto:anlisnyak@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0002-5850-7328>

**S. TORMA<sup>3</sup>, Ph. D., J. VILČEK<sup>3, 4</sup>, Ph. D., P. KIJOVSKY<sup>4</sup>**

<sup>3</sup>Науково-дослідний інститут ґрунтознавства та охорони ґрунтів, регіональний філіал у м. Пряшів  
вул. Раймонова 1, м. Пряшів, 08 001, Словацька Республіка

<sup>4</sup>Пряшівський університет у Пряшеві,

вул. Константінова, 15, м. Пряшів, 08 001, Словацька Республіка

e-mail: [s.torma@vupop.sk](mailto:s.torma@vupop.sk)

<https://orcid.org/0000-0002-4444-9067>

[j.vilcek@vupop.sk](mailto:j.vilcek@vupop.sk)

<https://orcid.org/0000-0001-5971-0726>

[peter.kijovsky@smail.unipo.sk](mailto:peter.kijovsky@smail.unipo.sk)

<https://orcid.org/0000-0003-0185-852X>

**М. З. РЕГО<sup>5</sup>**

<sup>5</sup>Чугуєво-Бабчанський лісний коледж

вул. Чугуївська, 43, смт. Кочеток, Харківська область, 63513, Україна.

e-mail: [marjana\\_hashchak@ukr.net](mailto:marjana_hashchak@ukr.net)

<https://orcid.org/0000-0001-9198-2385>

## ЗМІНА АГРОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ СІРИХ ЛІСОВИХ ҐРУНТІВ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ ПІД ВПЛИВОМ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ

**Мета.** Вивчення змін основних агрохімічних показників в верхніх шарах сірих лісових ґрунтів Лівобережного Лісостепу України виведених з сільськогосподарського використання і заліснених сосною звичайною в різні роки. **Методи.** Теоретичні методи включали збір та опис фактів, їх аналіз. Емпіричні методи передбачали проведення польових досліджень на пробних площах ДП «Чугуєво-Бабчанський ЛГ» та фермерського господарства поблизу лісових масивів. Лабораторно-аналітичні дослідження проводили згідно стандартизованих методів виконання вимірювань. Узагальнення експериментальних даних виконували за допомогою прикладних програмних пакетів. **Результати.** Дослідження проводились на ґрунтах під природними лісовими насадженнями, ґрунтах в інтенсивному сільськогосподарському обробітку та малопродуктивних ґрунтах, які виведені з с.-г. використання. У всіх досліджуваних ґрунтах порівнювались між собою основні агрохімічні показники: вміст мінерального азоту, рН сольовий, вміст гумусу, вміст загальних форм азоту, фосфору і калію. Проаналізовано статистичні залежності між агрохімічними параметрами в досліджуваних ґрунтах. **Висновки.** Отримані результати свідчать про відновлення і розвиток в староорних сірих лісових ґрунтах процесів гуміфікації та акумуляції біогенних елементів при збільшенні тривалості впливу на них соснового лісу. Вікові стадії лісу визначають специфіку екологічних факторів, що впливають на ґрунтоутворювальні процеси. В ґрунті наймолодшого сосняку (12 років) відзначається більше випадків зі збільшенням коефіцієнтів просторових варіацій. Це свідчить про те, що формування молодих екосистем характеризуються найнижчою стійкістю, в цих біоценозах не досягнуто динамічної рівноваги, яка властива більш зрілим соснякам.

**Ключові слова:** лісові екосистеми, виведені з обробітку землі, заліснення, сосна звичайна, агрохімічні показники

**Lisnyak A. A.<sup>1, 2</sup>, Torma S.<sup>3</sup>, Vilček J.<sup>3, 4</sup>, Kijovsky P.<sup>4</sup>, Rego M. Z.<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named G. M. Vysotsky

<sup>2</sup>V. N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine

<sup>3</sup>Soil Science and Conservation Research Institute Bratislava, regional work place Presov, Slovak Republic

<sup>4</sup>University of Presov in Presov, Slovak Republic

<sup>5</sup>Chuguevo-Babchan Forest College, Ukraine

## CHANGE OF AGROCHEMICAL PARAMETERS OF GRAY FOREST SOILS OF THE LEFT-BANK FOREST-STEPPE UNDER THE INFLUENCE OF FOREST ECOSYSTEMS

**Purpose.** The study of changes in the main agrochemical parameters in the upper layers of the gray for-

est soils of the Left Bank Forest-Steppe of Ukraine that were removed from agricultural processing and forested with pine, in different years. **Methods.** Theoretical methods included the collection and description of facts, their analysis. Empirical methods involved conducting field research on test plots of the state-owned enterprise "Chuguevo-Babchansky LG" and farm near woodlands. Laboratory and analytical studies were performed using standardized measurement methods. The generalization of the experimental data was performed using application software packages. **Results.** Studies were carried out on soils under natural forest plantations, soils in intensive agricultural processing and unproductive soils that are derived from agricultural use. In all the studied soils, the main agrochemical parameters were compared among themselves: mobile forms of nitrogen, pH, humus content, content of common forms of nitrogen, phosphorus and potassium. Statistical dependences between agrochemical parameters in the studied variants were established. **Conclusions.** The results obtained indicate the revitalization and development of humification and accumulation of nutrients in old arable gray forest soils with an increase in the duration of exposure to pine forest. The age stages of the forest determine the specifics of the environmental factors that influence the soil-forming processes. In the soil of a young pine-tree (12 years), there are more cases of an increase in the coefficients of spatial variation. This indicates that the formation of young ecosystems are characterized by low resistance, in these biocenoses the dynamic equilibrium is not reached, which is characteristic of more mature pine forests.

**Keywords:** forest ecosystems, removed from tillage, afforestation, Scots pine, agrochemical indicators

Лисняк А. А.<sup>1,2</sup>, Torma S.<sup>3</sup>, Vičėk J.<sup>3,4</sup>, Kiyovsky P.<sup>4</sup>, Pero M. Z.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Український науково-дослідницький інститут лісного господарства та агролесомеліорації імені Г. Н. Высоцького

<sup>2</sup>Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

<sup>3</sup>Науково-дослідницький інститут ґрунтознавства та охорони ґрунту, Словаччина

<sup>4</sup>Прешовський університет в Прешово, Словаччина

<sup>5</sup>Чугуєво-Бабчанський лісний коледж, Україна

#### ИЗМЕНЕНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ ЛЕВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ

**Цель.** Изучение изменений основных агрохимических показателей в верхних слоях серых лесных почв Левобережной Лесостепи Украины выведенных из сельхозобработки и облесенные сосной обыкновенной в разные годы. **Методы.** Теоретические методы включали сбор и описание фактов, их анализ. Эмпирические методы предусматривали проведение полевых исследований на пробных площадях ГП «Чугуєво-Бабчанський ЛГ» и фермерского хозяйства вблизи лесных массивов. Лабораторно-аналитические исследования проводили с помощью стандартизированных методов выполнения измерений. Обобщение экспериментальных данных выполняли с помощью прикладных программных пакетов. **Результаты.** Исследования проводились на почвах под естественными лесными насаждениями, почвах в интенсивной сельскохозяйственной обработке и малопродуктивных почвах, которые выведены из сельскохозяйственного использования. Во всех исследуемых почвах сравнивались между собой основные агрохимические показатели: подвижные формы азота, pH, содержание гумуса, содержание общих форм азота, фосфора и калия. Проанализировано статистические зависимости между агрохимическими параметрами в исследуемых вариантах. **Выводы.** Полученные результаты свидетельствуют о восстановлении и развитии в старопашотных серых лесных почвах процессов гумификации и аккумуляции биогенных элементов при увеличении продолжительности воздействия на них соснового леса. Возрастные стадии леса определяют специфику экологических факторов, влияющих на почвообразующие процессы. В почве молодого сосняка (12 лет) отмечается больше случаев увеличения коэффициентов пространственных вариаций. Это свидетельствует о том, что формирование молодых экосистем характеризуются низкой устойчивостью, в этих биоценозах не достигнуто динамического равновесия, которая свойственна более зрелым соснякам.

**Ключевые слова:** лесные экосистемы, выведенные из обработки земли, облесение, сосна обыкновенная, агрохимические показатели

#### Вступ

Проблема збільшення площі лісів в Україні, на сьогодні, потребує невідкладного вирішення, й тому пріоритетними напрямками розвитку лісового господарства стають розширене відновлення лісових ресурсів на малопродуктивних землях, які сьогодні виводяться із категорій сільськогосподарських земель і передаються до лісового фонду [1, 2]. Найбільш поширеними категоріями малопродуктивних сільськогосподарських земель в Україні є: піщані,

еродовані, засолені, кам'яністі, короткопродієльні ґрунти [3, 4], які характеризуються низькою ефективною родючістю, а тому їх сільськогосподарське використання є економічно недоцільним. Зважаючи на низький рівень продуктивності та нелісовий характер цих ґрунтів, лісорозведенню повинні передувати роботи з визначення рівня їх лісорослиного потенціалу та загалом лісопридатності, що забезпечує високу приживлюваність і життєздатність лісових культур та

максимальну адаптованість створених лісів до факторів навколишнього середовища.

Початок науковим дослідженням малопродуктивних сірих лісових ґрунтів на основі порівняльно-географічного методу був покладений в 1878 р. експедицією В. В. Докучаєва. У працях В. В. Докучаєва сірі лісові ґрунти названі “типovими лісовими землями” і “сірими перехідними землями”. Учений розглядав ці ґрунти як самостійний тип, який формується у результаті процесу ґрунтоутворення, що відбувається під трав’янистими широколистяними лісами лісостепової зони.

Поряд з світовим вкладом у вивчення сірих лісових ґрунтів [5], помітний вклад до бази знань про ці ґрунти внесли ряд українських вчених-ґрунтознавців [6, 7, 8, 9]. Ними виявлено, що для оцінювання лісопридатності сірих лісових ґрунтів, дуже важливими є агрохімічні показники, які в різній мірі визначають їх лісопридатність. Так, зменшення вмісту гумусу в ґрунті несприятливо впливає лише на відносно вимогливі до родючості дерева і чагарники. Забезпеченість біофільними живильними елементами (NPK) також впливає на лісопридат-

ність ґрунтів. Установлено, що недовідок фосфору є причиною слабкої життєздатності буку [9], а дефіцит калію в ґрунтоутворюючих породах сприяє значному полягання захисних лісових насаджень у деяких регіонах України [3, 9].

За тривалого сільськогосподарського використання відбуваються певні зміни параметрів хімічних, фізико-хімічних та інших показників властивостей сірих лісових ґрунтів, у результаті чого вони характеризуються різним агроекологічним станом на час їх виведення з обробітку [8, 10]. Тому, вкрай необхідно дослідити зміни, які відбуваються в верхньому родючому шарі ґрунту при залісенні таких земель, а також можливості їх трансформаційного потенціалу. Недостатньо вивченими при цьому є оборотні і необоротні ґрунтові процеси та режими, які зараз відбуваються на цих землях. В зв’язку з цим, метою досліджень було вивчення змін основних агрохімічних показників в верхніх шарах малопродуктивних сірих лісових ґрунтів Лівобережного Лісостепу України, які виведені з сільськогосподарського обробітку і залісенні сосною звичайною в різні роки.

### **Матеріали та методи досліджень**

Об’єктом досліджень є сірі лісові ґрунти території ДП «Чугуєво-Бабчанське лісове господарство» та фермерського господарства поблизу лісових масивів різного використання: 1) ґрунти під природними лісовими насадженнями сосни звичайної; 2) 80-річна рілля (аналоги лісових ґрунтів варіанту 1). Окремо вивчалися малопродуктивні ґрунти, які виведені з сільськогосподарського використання й передані для залісення сосною звичайною (залісенні 12 років, 49 років і 86 років тому).

У 2018 р. на досліджуваних об’єктах було відібрано зразки ґрунту з глибини 0-15 см в п’ятикратній повторності за загальноприйнятими в лісовій таксації, типології, ґрунтознавстві методиками [7]. Вибір за-

значеної глибини відбору проб обумовлено невеликою потужністю гумусових-елювіальних горизонтів сірих лісових ґрунтів (від 16 до 21 см) і необхідністю отримання порівняльного матеріалу в обраних об’єктах. Визначення агрохімічних показників у зразках ґрунтів проводили за стандартизованими та загальноприйнятими методиками [11, 12, 13]: рН за ДСТУ ISO 10390:2007; вміст органічної речовини ґрунту за ДСТУ 4289:2004, вміст амонійного та нітратного азоту за ДСТУ 4729:2007, вміст загального азоту за методом Кьельдала, загального фосфору за методом Труога-Мейера, загального калію за методом Воробйової. Експериментальні дані оброблялися з допомогою програми Statistica.

### **Результати досліджень**

Загальна площа лісових ділянок в Україні становить 10,4 млн. га, з яких лісовою рослинністю покриті 9,6 млн. га. Запас деревини в лісах оцінюється в межах 2,1 мільярда м<sup>3</sup>. В останні десятиліття, за рахунок оптимізації лісових, сільськогоспо-

дарських та інших категорій земель відбувається поступове збільшення площ лісових масивів. Понад половини лісів країни створені людиною, що підтверджує значний економічний і природоохоронний потенціал лісів України. В лісах

Держлісагентства запас деревини на 1 гектар становить близько 240 м<sup>3</sup> (сьоме місце в Європі, в Польщі – 219 м<sup>3</sup>, в Білорусі – 183 м<sup>3</sup>, в Швеції – 119 м<sup>3</sup>). Загалом по Україні цей показник нижчий і становить 218 м<sup>3</sup> за рахунок насамперед лісів реформованих сільгосппідприємств, які зріджені та знаходяться в складному санітарному стані [14].

Першим етапом наших досліджень було виявлення основних закономірностей трансформації лісових ґрунтів і ґрунтів в сільськогосподарському обробітку. Дослідження в двох порівняльних парах (ліс-рілля) проводилося на сірих лісових ґрунтах Лівобережного Лісостепу України на ділянках під лісом, які знаходяться на території ДП «Чугуєво-Бабчанське лісове господар-

ство» і під ріллею (ґрунти-аналоги) фермерського господарства поблизу лісових масивів. Досліджувані показники родючості цих ґрунтів наведені у таблиці 1. При статистичній обробці аналітичного матеріалу отримані низькі величини коефіцієнтів варіювання (V) за багатьма показниками ґрунтової родючості. Дуже слабе просторове варіювання, що не виходить за межі 1-5 % рівня, відзначено для величини рН<sub>KCL</sub>, загального фосфору і калію в ґрунтах всіх об'єктів. Сильніше варіює в просторі вміст гумусу і загального азоту (V від 7 % до 30 %).

Максимально варіює в просторі нітратна форма азоту (V від 27 до 56 %) в ґрунтах всіх об'єктів, особливо в ґрунті ріллі варіанту 1 через глибистий і гребенистий мікрорельєф при неякісній обробці ґрунтів.

**Таблиця 1**  
Статистичні параметри показників родючості сірих лісових ґрунтів в шарі 0-15 см Лівобережного Лісостепу України (при n = 5, t<sub>теор.</sub> = 2,0)

Показники ґрунту	Статистичні параметри	Варіанти дослідження			
		Ділянка 1 під сосновим лісом	Рілля 1 поблизу соснового лісу	Ділянка 2 під сосновим лісом	Рілля 2 поблизу соснового лісу
N-NO <sub>3</sub> , мг/кг	Mcp	4,98	5,41	4,87	4,60
	V, %	28,87	56,64	42,05	27,44
	t	0,47	1,27	1,41	0,82
N-NH <sub>4</sub> , мг/100 г	Mcp	18,93	7,35	21,01	9,80
	V, %	8,82	23,31	14,95	24,57
	t	5,85	2,28	4,89	2,37
Азот загальний, %	Mcp	0,44	0,21	0,41	0,16
	V, %	22,16	15,16	12,80	30,78
	t	9,19	8,91	7,18	9,79
рН <sub>KCL</sub>	Mcp	5,57	5,28	5,72	5,18
	V, %	2,09	2,37	5,45	1,85
	t	2,12	1,29	2,53	0,94
Гумус загальний, %	Mcp	4,27	2,36	4,05	2,58
	V, %	19,32	9,33	11,27	16,74
	t	5,84	6,86	5,82	5,03
Фосфор загальний, %	Mcp	0,39	0,47	0,41	0,53
	V, %	3,42	4,82	3,02	4,74
	t	3,27	4,90	3,32	4,28
Калій загальний, %	Mcp	1,07	1,02	1,05	1,13
	V, %	3,27	2,24	5,92	2,74
	t	1,41	1,15	0,91	1,07

Висока просторова неоднорідність вмісту нітратного азоту в ґрунті лісової ділянки у другій порівнювальній парі (V 42 %) обумовлена більш виразним мікрорельєфом, пов'язаним з наявністю земляних горбків, слідів діяльності землероїв, і нерозподілом рослинного опаду при випасі

худоби. Також значно сильніше варіює в ґрунтах першої порівнювальної пари амонійна форма азоту. Це пов'язано з динамікою вмісту мінерального азоту в ґрунтах, який, як найбільш динамічний агрохімічний показник, в першу чергу залежить від мікробіологічної активності ґрунту та джерел

для амоніфікації та нітрифікації і різкої нерівномірності просторової мінералізації органічної речовини в ґрунті ріллі, яка залежить від більш вираженого в просторі мікрорельєфу через велику глибисту і гребенисту поверхню ріллі.

За вмістом мінерального нітратного азоту не знайдено достовірних відмінностей між сірими ґрунтами під лісом і ріллею. Невисока нітрифікаційна здатність орних сірих лісових ґрунтів пов'язана з низьким вмістом гумусу в них, незадовільними фізичними властивостями, а також несприятливими гідротермічними факторами, зумовленими високою щільністю складення, поганим структурно-агрегатним станом.

Верхні шари сірих ґрунтів під ріллею характеризуються слабо-кислою реакцією середовища. Величина  $pH_{KCL}$  на ріллі обох порівнювальних пар трохи нижче, ніж в ґрунті ділянки під сосновим лісом.

Нами також виявлено, що сірі лісові ґрунти, які знаходяться під ріллею, в порівнянні з ґрунтами лісових ділянок, в першу чергу збіднені компонентами біогенного походження. Ці результати узгоджуються з показниками вмісту гумусу, отриманими в верхніх гумусово-елювіальних горизонтах ґрунтових розрізів. Виявлено, що при оранці і сільськогосподарському використанні сірих лісових ґрунтів знижується вміст гумусу. В обох порівнювальних парах ця різниця достовірна. При цьому, критерії достовірності відмінностей високі і становлять 5-6 ( $t_{факт}$ ) при  $t_{теор}$  2,0. Однак, втрати гумусу при розорюванні і подальшому сільськогосподарському використанні ґрунтів досить високі: в першій парі вміст гумусу в верхньому 0-15 см шарі ґрунту під лісом вище в порівнянні з ріллею на 1,91 %, в другій – на 1,48 %. На нашу думку, при інтенсивному сільськогосподарському використанні ґрунтів, деяка частина органічної речовини ґрунтів мінералізується, порушується просторова однорідність в розподіленні гумусу, що є особливо актуальним в ґрунтах на схилах. На освоєних ділянках спостерігається зниження колоїдних частинок, відповідно й гумусу з поверхні розораних ґрунтів. Для сірих лісових ґрунтів таке явище найбільш реально, що пов'язано також з нестійкістю їх ґрунтово-поглинаючого комплексу. Крім того, в 90-і роки минулого

сторіччя прийоми агротехніки і рівень застосування органічних і мінеральних добрив на цих ґрунтах, залучених в ріллю, не відповідав нормам і вимогам. Тому в ґрунтах спостерігається процес «виорювання». При збереженні такої ситуації, різниця в гумусі між ґрунтом ріллі і лісовим аналогом буде тільки збільшуватися.

Аналогічна закономірність спостерігається і при порівнянні лісових ґрунтів і ріллі за вмістом загального азоту. У ґрунтах орних ділянок з втратами гумусу відбувається і втрата загального азоту. Однак, спостерігається факт збільшення вмісту загального фосфору при оранці і сільськогосподарському використанні сірих ґрунтів. У порівнянні з лісовими ділянками в ґрунтах ріллі статистично достовірно збільшується кількість загального фосфору, що пов'язано, мабуть, з внесенням мінеральних добрив і вивітрюванням фосфоровмісних мінералів при механічній обробці ґрунтів. Не виявлені статистично доказові різниці між ґрунтами різних об'єктів за вмістом загального калію. Як правило, критерії достовірності відмінностей ( $t_{факт}$ ) значно менші  $t_{теор}$ .

Другим етапом наших досліджень було виявлення основних закономірностей трансформації малопродуктивних ґрунтів виведених із сільськогосподарського обробітку і заліснених сосною звичайною в різні роки. Статистична обробка результатів аналізів виведених з сільгоспобробітку сірих лісових ґрунтів під сосною звичайною в шарі 0-15 см показала (табл. 2), що в цілому під сосною різного віку (12 років, 49 років і 86 років) просторове варіювання показників родючості слабке. Коефіцієнти варіації часто не виходять за межі 21 % рівня варіювання. Дуже слабка мінливість в просторі характерна для таких показників ґрунтової родючості як обмінна кислотність ( $pH_{KCL}$ ), загальні форми фосфору і калію. Величини їх коефіцієнтів варіювання не перевищують 7 %. Сильніше варіює вміст гумусу і загального азоту. Максимальні величини коефіцієнтів варіації за цими показниками становлять, відповідно, 17 % і 12 %.

Верхній 15 см шар сірих староорних ґрунтів під сосняками різного віку достовірно не відрізняються за величиною обмінної кислотності. Відзначено дуже низькі величини коефіцієнтів достовірності відмінностей ( $t_{факт}$  від 0,25 до 1,65 при  $t_{теор}$  1,9).

Таблиця 2

Статистичні параметри показників родючості виведених із сільгоспобробітку малопродуктивних сірих лісових ґрунтів під сосною звичайною в шарі 0-15 см Лівобережного Лісостепу України (при  $n = 5$ ,  $t_{\text{теор.}} = 1,9$ )

Показники ґрунту	Статистичні параметри	Варіанти дослідження		
		1	2	3
		Виведено з обробітку 12 років	Виведено з обробітку 49 років	Виведено з обробітку 86 років
N-NO <sub>3</sub> , мг/кг	Мср	1,52	2,75	1,83
	V, %	7,04	9,42	4,34
	t	3,20	3,41	1,67
N-NH <sub>4</sub> , мг/100 г	Мср	11,52	12,45	10,57
	V, %	20,51	18,05	13,90
	t	0,78	1,43	2,59
Азот загальний, %	Мср	0,18	0,49	0,39
	V, %	12,16	7,19	7,91
	t	19,85	9,61	12,58
рН <sub>КСЛ</sub>	Мср	4,52	4,89	4,79
	V, %	6,61	2,36	3,59
	t	1,65	1,32	0,25
Гумус загальний, %	Мср	2,37	4,61	4,12
	V, %	17,54	4,42	8,64
	t	18,50	10,06	9,29
Фосфор загальний, %	Мср	0,41	0,49	0,47
	V, %	2,46	4,02	3,66
	t	2,27	0,50	2,38
Калій загальний, %	Мср	1,21	1,15	1,26
	V, %	5,79	2,36	4,02
	t	1,76	2,83	6,44

Хоча ряд авторів вказує, що роль деревостану в природних екосистемах найбільш помітно проявляється в мінливості уздовж поверхневого шару ґрунту середніх значень рН<sub>КСЛ</sub> і вмісту вуглецю [10, 15, 16].

Дуже сильно відрізняються сірі лісові ґрунти у віковому ряду сосняків за вмістом гумусу і загального азоту, вказуючи на більш інтенсивне гумусонакопичення і біогенну акумуляцію азоту в ґрунтах під сосновими деревостанами 49 і 86 років. Середній вміст загального гумусу в молодих сосняках становить 2,37 %, тоді коли в дорослих сосняках – 4,12-4,61 %. Величини коефіцієнтів варіювання за вмістом гумусу у сосняках віком 12 років – 17 %, а сосняків віком 49 і 86 років – 4 % і 8 %. Відносно вмісту загального азоту, то спостерігається подібна тенденція. Середній вміст загального азоту в молодих сосняках становить 0,18 %, тоді коли в дорослих сосняках – 0,39-0,49 %. Величини коефіцієнтів варіювання за вмістом загального азоту у сосняках віком 12 років – 12 %, а сосняків віком 49 і 86 років – 7 % і 8 %.

Вміст нітратного азоту (N-NO<sub>3</sub>) у верхньому 15 см шарі сірих староорних ґрунтів всіх варіантів дуже низький, на рівні 1,52-1,91 мг/кг ґрунту і не відображає просторової мінливості.

За вмістом амонійного азоту (N-NH<sub>4</sub>) спостерігається найбільш висока просторова мінливість в ґрунтах всіх об'єктів. Різниця в перевагу більш високого вмісту амонійних форм азоту вказує на лісову природу ґрунтів, в яких переважний розвиток мають процеси амоніфікації, а не нітрифікації [17]. Немає суттєвої різниці між вмістом амонійного азоту в ґрунтах всіх об'єктів за рахунок невеликої різниці його абсолютної кількості і високих коефіцієнтів просторової варіації.

Досліджувані сірі староорні ґрунти характеризують високим вмістом загального фосфору і калію, і становлять 0,41-0,49 % і 1,15-1,21 % відповідно. Відмінності між ґрунтами досліджуваного вікового ряду сосняків за цими показниками статистично недостовірні.

Результати визначення показників родючості в верхній 15 см товщі ґрунту підтверджують дані, отримані при аналізі

аналогічних показників в гумусово-елювіальних горизонтах ґрунтових розрізів, незважаючи на деякі відмінності в абсолютних величинах. Так, наприклад, за вмістом гумусу в розрізах (дані 2017 г.) можна вибудувати такий зростаючий ряд: сосна 12 років (3,05 %) – сосна 86 років (4,3 %) – сосна 49 років (4,9 %). У той же час відзначена тісна кореляція між вмістом гумусу і загального азоту в зазначеному ряду: сосняк 12 років (0,178%) – сосняк 86 років (0,302%) – сосняк 47 років (0,352 %). За результатами вихідних досліджень в гуму-

сово-елювіальних горизонтах розрізів 1980 року вміст загального гумусу на цілині складав 4,7 %, в сосняку 49 річного віку 4,65 %, а в сосняку 86 років – 4,46 %. З отриманих даних видно, що відзначається більше випадків зі збільшенням коефіцієнтів просторових варіацій в сосняках 12 років, що свідчить про те, що формування молодих екосистем характеризуються найнижчою стійкістю, і в цих біоценозах не досягнуто динамічної рівноваги, яка властива соснякам 46 і 89 років.

### Висновки

Вивчення сірих лісових ґрунтів Лівобережного Лісостепу України, які знаходяться під ріллею, в порівнянні з аналогічними ґрунтами лісових ділянок, виявили ослаблення процесу біогенної акумуляції в даних ґрунтах: менший рівень рН, вмісту гумусу, амонійного та загального азоту, що пов'язано з сільськогосподарським використанням ґрунтів.

Зміна екологічної обстановки шляхом заліснення старої ріллі сосновим лісом свідчить про відновлення і розвиток процесу біогенної акумуляції в ґрунтах. Збільшення

тривалості впливу на сірі лісові ґрунти соснового лісу впливає на ґрунтоутворювальні процеси, й передусім підвищується рівень гуміфікації та акумуляції біогенних елементів, а вікові стадії лісу визначають специфіку екологічних факторів. В ґрунті наймолодшого сосняку відзначається більше випадків зі збільшенням коефіцієнтів просторових варіацій, що свідчить про те, що формування молодих екосистем характеризуються найнижчою стійкістю, і в цих біоценозах не досягнуто динамічної рівноваги, яка властива більш зрілим соснякам.

### Література

1. Ткач В. П., Мешкова В. Л. Сучасні проблеми оптимізації лісистості України. *Лісівництво і агролісомеліорація*. К.: Урожай, 2008. Вип.113. С.8-15.
2. Остапенко Б. Ф., Ткач В. П. Лісова типологія. Харків: ХДАУ ім. В.В. Докучаєва, 2002. 204 с.
3. Наукові та прикладні основи захисту ґрунтів від ерозії в Україні: монографія / Д. О. Тімченко, М. М. Гічка, М. В. Куценко, А. А. Лісняк та інші. Харків: НТУ "ХПІ", 2010. 460 с.
4. Лісняк А. А. Оцінка малопродуктивних та непридатних для сільськогосподарського використання земель, прийнятих під заліснення на 2015 рік *Вісник ХНУ ім. Каразіна. Серія Екологія*. 2015. Вип. 13, № 1148. С. 74-80.
5. Іванюк Г. С. Аналіз "Систематики ґрунтів Польщі". *Вісник Львівського ун-ту. Серія географічна*. 2013. Вип. 44. С. 122 – 132.
6. Гродзинський М. Ландшафтна екологія. К.: Знання, 2014. 550 с.
7. Полупан Н. І., Соловей В. Б., Кисіль В. І., Величко В. А. Визначник еколого-генетичного статусу та родючості ґрунтів України. К.: Колообіг, 2005. 304 с.
8. Булігін С. Ю., Думін Ю.В., Куценко М. В. Оцінка географічного середовища та оптимізація землекористування. Х.: ТОВ «Світло зі Сходу», 2001. 168 с.
9. Новосад К.Б. Еволюція чорноземів під лісовими фітоценозами. *Ґрунтознавство*. 2001. № 1-2, Т. 1. С. 62-74.
10. Vilček J., Torma S. Characterization of Soil in Slovakia for Sugarbeet (*Beta vulgaris*. L.) Cultivation Using Geographic Information Systems (GIS). 2016-a. *Sugar Tech* 18(5), P.488-492. doi: 10.1007/s12355-015-0419-5. ISSN 0972-1525.
11. Аринушкина В. Е. Руководство по химическому анализу почв. – М. : Изд-во МГУ, 1970. 120 с.
12. ДСТУ ISO 10390:2007 Якість ґрунту. Визначення рН. Київ: Держспоживстандарт України, 2012. 14 с.
13. Методи визначення складу та властивостей ґрунтів. Книга 1–2 / Укладачі: С. А. Балюк, В. О. Барактян, М. Є. Лазебна. Харків, 2007. 350 с.
14. Основні досягнення лісового господарства України (за даними Держлісагенства). URL: [http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article?art\\_id=121197&cat\\_id=81209](http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article?art_id=121197&cat_id=81209) (дата звернення: 20.05.2019).



15. Torma S., Vilček J., Lošák T., Kužel S., Martensson A. Residual plant nutrients in crop residues – an important resource. *Acta agriculturae scandinavica, Section B – Soil & Plant Science*, 2017. 68(4):358-366. doi: 10.1080/09064710.2017.1406134.
16. Шейн Е. В., Милановский Е. Ю. Роль и значение органического вещества в образовании и устойчивости почвенных агрегатов. *Почвоведение*. 2003. №1. С. 53-61.
17. Lisnyak A., Utkina K., Garbuz A. Present status of east Forest-Steppe of Ukraine with reference to ravine-beam system of «Mitrishin Ovrage». *Folia Geographica*. 2018, Vol. 60., No. 1, P.62-73.

### References

1. Tkach, V. P., Meshkova, V. L. (2008). Suchasni problemi optimizacii lisistosti Ukraini [Modern problems of forestry optimization in Ukraine]. *Lisivnictvo i agrolisomeliioraciya*, (113), 8-15. (in Ukrainian)
2. Ostapenko, B. F., Tkach, V. P. (2002). Lisova tipologiya. [Forest typology: Textbook]. Kharkiv: HDAU im. V.V. Dokuchaeva. (in Ukrainian)
3. Balyuk, S. A., Tovazhnyansky, L.L. (Eds.). Naukovi ta prikladni osnovi zahistu gruntiv vid erozii v Ukraini: monografiya [Scientific and applied fundamentals of soil protection against erosion in Ukraine: monograph]. Harkiv: NTU "HPI". (in Ukrainian)
4. Lisnyak, A. A. (2015). Ocinka maloproduktivnih ta nepridatnih dlya silkogospodarskogo vikoristannya zemel, priinyatih pid zalisennya na 2015 rik [Estimation of unproductive and unfit for agricultural use of land adopted for afforestation by 2015]. *Visnik HNU im. Karazina. Seriya Ekologiya*, (1148(13)), 74-80. (in Ukrainian)
5. Ivanyuk, H. S. (2013). Analysis of "Systematic of Poland soils". *Visnyk of Lviv Univ. Series Geography*, 44, 122–132 (in Ukrainian)
6. Hrodzynskiy, M. (2014). Landshaftna ekolohiia. [Landscape Ecology]. Ky`yiv: Znannia, 550 (in Ukrainian)
7. Polupan, N. I., Solovej, V. B., Kisil, V. I., Velichko, V. A. (2005). Vznachnik ekologo-genetichnogo statusu ta rodyuchosti gruntiv Ukraini. [Identification of ecological-genetic status and soil fertility in Ukraine]. Kyiv: Koloobig. (in Ukrainian)
8. Buligin, S. U., Dumin, U. V., Kucenko, M. V. (2001). Ocinka geografichnogo seredovishcha ta optimizaciya zemlekoristuvannya [Estimation of the geographical environment and optimization of land use]. H.: TOV «Svitlo zi Skhodu». (in Ukrainian)
9. Novosad K. B. (2001). Evolyuciya chornozemiv pid lisovimi fitocenozaми [Evolution of chernozems under forest phytocoenoses]. *Gruntoznavstvo*, 1(1-2), 62-74. (in Ukrainian)
10. Vilček, J., Torma, S. (2016). Characterization of Soil in Slovakia for Sugarbeet (*Beta vulgaris*. L.) Cultivation Using Geographic Information Systems (GIS). *Sugar Tech*, 18(5),488-492. doi: 10.1007/s12355-015-0419-5 (in English)
11. Arinushkina, V. E. (1970). Rukovodstvo po himicheskomu analizu pochv [Manual on chemical analysis of soils]. Moscow : Izd-vo MGU. (in Russian)
12. DSTU ISO 10390:2007 Yakist gruntu. Vznachennya pH (2012).[Quality of soil. Determination of pH]. Kiev: Derzhspozhivstandart Ukraini. (in Ukrainian)
13. Balyuk, S. A., Barahtyan, V. O., Lazebna M. E. (Eds.). (2007). Metodi vznachennya skladu ta vlastivostej gruntiv. Kniga 1–2 [Methods of determining the composition and properties of soils. Book 1-2]. Harkiv. (in Ukrainian)
14. Osnovni dosyagnennya lisovogo gospodarstva Ukraini (za danimi Derzhlisagenstva). (2019). [The main achievements of the forestry of Ukraine (according to the State Forestry Agency)]. Available at: [http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article?art\\_id=121197&cat\\_id=81209](http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article?art_id=121197&cat_id=81209) (in Ukrainian)
15. Torma, S., Vilček, J., Lošák, T., Kužel, S., Martensson, A. (2017). Residual plant nutrients in crop residues – an important resource. *Acta agriculturae scandinavica, Section B – Soil & Plant Science*, 68(4),358-366. doi: 10.1080/09064710.2017.1406134. (in English)
16. Shein, E. V., Milanovskij, E. U. (2003). Rol i znachenie organicheskogo veshchestva v obrazovanii i ustojchivosti pochvennyh agregatov [The role and importance of organic matter in the formation and stability of soil aggregates]. *Pochvovedenie*. (1), 53-61. (in Russian)
17. Lisnyak, A., Utkina, K., Garbuz, A. (2018). Present status of east Forest-Steppe of Ukraine with reference to ravine-beam system of «Mitrishin Ovrage». *Folia Geographica*, 60(1), 62-73. (in English)

Надійшла до редколегії 29.05.2019

УДК 504.03

**А. Н. НЕКОС**, д-р геогр. наук, проф  
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна  
майдан Свободи, 6, 61022, Харків, Україна  
e-mail: [alnekos999@gmail.com](mailto:alnekos999@gmail.com) <https://orcid.org/0000-0003-1852-0234>

**О. В. БЕЛКІНА**  
Комунальний заклад «Харківська загальноосвітня школа I-III ступенів № 92 Харківської міської ради  
Харківської області імені Героя Радянського Союзу П.П. Набойченка»  
вулиця Новопримська, 66, 61019, Харків, Україна  
e-mail: [elenebelkina1@gmail.com](mailto:elenebelkina1@gmail.com)

## ВІДЕОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ТЕРИТОРІЙ АДМІНІСТРАТИВНИХ РАЙОНІВ УРБОГЕОСИСТЕМ

**Мета.** Оцінити візуальне середовище території Новобаварського району урбогеосистеми м. Харкова. **Методи.** Польові відеоєкологічні візуальні, фотофіксація та відео фіксація, статистичні. **Результати.** Для визначення якості візуального середовища Новобаварського району м. Харкова використано п'ятибальну шкалу оцінки «привабливості» територій щодо психо-фізіологічного стану людини. Визначено, що на території району присутні 36% комфортних зорових полів, 13% – гомогенних, 51% – агресивних. Останнім часом намітилася позитивна динаміка щодо формування комфортного візуального середовища житлового фонду району. При будівництві нових і реконструкції старих будинків змінюється колористика фасадів. Внутрішні території багатоповерхової забудови наповнюються привабливими дитячими майданчиками й зеленими насадженнями, що перетворює агресивні і гомогенні поля візуального середовища на комфортні. **Висновки.** Архітектура Новобаварського адміністративного району м. Харків в естетичному плані, у більшості випадків, має нейтральний характер, оскільки значна кількість будинків не має розмаїття зорових елементів, а більш присутні гомогенні та агресивні площини. У такому випадку існує реальна погроза психо-фізіологічним функціям головного мозку людини щодо сприйняття інформації про якість візуального навколишнього середовища. Така ситуація свідчить про необхідність створення комфортного візуального середовища, яке недостатньо представлено на території району. І надалі також є необхідним вирішувати ці завдання, використовуючі технології, що апробовані та успішно втілюються у країнах Європи.

**Ключові слова:** відеоєкологія, візуальне середовище, агресивне поле, гомогенне поле, комфортне поле

**Nekos A. N.**  
*V. N. Karazin Kharkiv National University*

**Bielkina O. V.**  
*Municipal institution "Kharkiv secondary school of I-III degrees № 92 Kharkiv city council  
of Kharkiv region named after the Hero of the Soviet Union P.P. Naboychenko"*

### VIDEO ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF THE ADMINISTRATIVE REGIONS WITHIN URBGEOSYSTEM TERRITORIES

**Purpose.** Assess the visual environment of the Novobavarskiy district within Kharkiv urban ecosystem. **Methods.** Field-based visual observation, photofixation and video recording, statistical. **Results.** We used a five-point scale to assess the "attractiveness" of territories and objects regarding the psycho-physiological state of a person to determine the quality of the visual environment of Novobavarskiy district, Kharkiv. As a result of video-environmental studies, it was discovered that there are homogeneous and aggressive fields in the visual environment on the territory of Kharkiv. In most cases the aesthetics of the district architecture has a neutral character, because a significant number of buildings does not have a variety of visual elements, so as homogeneous and aggressive areas can be found in great variety. It is determined that in the district there are 36% of comfortable visual fields, 13% are homogeneous and 51% are aggressive visual fields. Recently, there has been positive dynamics in the formation of a comfortable visual environment of the district's housing stock. When building new houses and renovating old buildings, different colours for facades are used. The interior is filled with attractive children's playgrounds and green spaces which transforms the aggressive and homogeneous fields of the visual environment into a comfortable one. **Conclusions.** The situation shows that it is necessary to create a comfortable visual environment that is not represented sufficiently in this district. In this case, there is a real threat to the physiological functions of the brain regarding the perception of information about the visual environment. And in the future it is also necessary to solve these problems using technologies that have been tested and implemented successfully in European countries.

**Key words:** videoecology, visual environment, aggressive field, homogeneous field, comfortable field

**Некос А. Н.**

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

**Белкина Е. В.**

*Коммунальное учреждение «Харьковская общеобразовательная школа I-III ступеней № 92 Харьковского городского совета Харьковской области имени Героя Советского Союза П.П. Набойченко»*

#### **ВИДЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИИ АДМИНИСТРАТИВНОГО РАЙОНА УРБОГЕОСИСТЕМ**

**Цель.** Оценить визуальную среду территории Новобаварского района урбогеосистемы г. Харькова. **Методы.** Полевые видеоэкологические визуальные наблюдения, фотофиксация и видеофиксация, статистические. **Результаты.** Для определения качества визуальной среды Новобаварского района Харькова использовано пятибалльную шкалу оценки «привлекательности» территорий относительно психо-физиологического состояния человека. Определено, что на территории района находятся 36% комфортных зрительных полей, 13% - однородных, 51% - агрессивных. В последнее время наметилась положительная динамика по формированию комфортной визуальной среды жилого фонда района. При строительстве новых и реконструкции старых зданий меняется колористика фасадов. Внутренние территории многоэтажных зданий наполняются привлекательными детскими площадками и зелеными насаждениями, что превращает агрессивные и однородные поля визуальной среды на комфортные. **Выводы.** Архитектура Новобаварского административного района в эстетическом плане, в большинстве случаев, имеет нейтральный характер, поскольку значительное количество домов не имеет разнообразия зрительных элементов, а более присутствуют однородные и агрессивные плоскости. В таком случае существует реальная угроза психо-физиологическим функциям головного мозга человека по восприятию информации о качестве визуальной окружающей среде. Такая ситуация свидетельствует о необходимости создания комфортной визуальной среды на территории района, и в дальнейшем необходимо использовать технологии, которые апробированные и успешно воплощаются в странах Европы.

**Ключевые слова:** видеоэкология, визуальная среда, агрессивное поле, однородное поле, комфортное поле

#### **Вступ**

**Постановка проблеми.** Міське середовище являє собою комплекс природних, природно-антропогенних і соціально-економічних факторів, які значно і різноманітно впливають на психо-фізіологічний стан мешканців міст. Міське середовище життя людини – це сукупність внутрішньоквартирного житлового середовища, штучного середовища (поза квартирами, підприємств, установ, вулиць, доріг, транспорту та ін.), середовища культурних ландшафтів (парків, садів та ін.), природного середовища, а також соціально-психологічного й соціально-економічного середовищ. Створення екологічного міського середовища життєво важливо для здоров'я людини [8].

Проблема екології людини придбала для багатьох країн економічну і соціальну значимість. Однак, коли мова йде про екологічні проблеми, звичайно говориться про забруднене повітря і воду, підвищений шум і радіацію і не згадується не менш важливий екологічний фактор – постійне видиме середовище і його стан [13].

**Аналіз останніх досліджень й публікацій.** Наукові дослідження свідчать що постійне візуальне середовище, його насиченість зоровими елементами впливає на пси-

хічний і загально-фізіологічний стан людини, особливо впливає на його орган зору, тобто діє як будь-який інший екологічний фактор [12, 13, 14].

Науковий напрямок, що розбудовує аспекти візуального сприйняття навколишнього середовища, було запропоновано російським фізіологом В.А. Філіним ще у 1989 році і має називу відеоєкологія. Це пріоритетний науковий напрям, який входить у сферу інтересів екологів, психологів, фізіологів, лікарів, архітекторів, художників [15].

Проблема відеоєкології стала особливо актуальною за останні 50 років у зв'язку із загальною урбанізацією, яка відторгнула людину від природного візуального середовища. Такій ситуації значною мірою сприяло застосування нових містобудівних технологій, конструкцій, матеріалів у практиці забудови міст.

Візуальне середовище – один з головних компонентів життєзабезпечення людини. Під **візуальним середовищем** розуміють навколишнє середовище, яке людина сприймає через орган зору у всьому його розмаїтті – це ліс, берег моря, небо, гори, будинки, споруди, це інтер'єр житлових і виробничих приміщень, автомашини, кораблі, літаки і т. ін. Усе

видиме середовище вчені умовно поділили на дві складові: природну і штучну.

Природне візуальне середовище перебуває в повній відповідності з фізіологічними нормами зору, тому що природа створювала око «під себе». Зовсім інша справа – штучне середовище. Воно усе більше відрізняється від природного і у багатьох випадках суперечить законами зорового сприйняття людини [11, 12]. Поки людина більшу частину часу перебуває у природному середовищі, у формуванні нового наукового напрямку – відео-екології не було необхідності [12].

Людина сприймає зовнішнє середовище через зоровий аналізатор. На думку вчених 80% інформації людина одержує саме через зір. Око – найактивніше з органів почуттів; постійно рухається і переміщується у двох основних площинах: горизонтальній (вправо – вліво) і вертикальній (нагору – вниз). Така активність досягається, насамперед, природою окорухового апарату й особливо роботою його нервових центрів, а також властивостями м'язів ока, які є самими швидкодіючими в організмі [8]. Існують два основні види рухів очей – повільні й швидкі. Швидкі рухи очей у літературі одержали назву *саккади* (від французького слова «бавовна вітрила»). Саккади правого й лівого ока зовсім синхронні й мають однакову амплітуду. Орієнтовані вони також в одному напрямку. Саккад досить багато – приблизно дві і більше у секунду, тобто напрямок погляду змінюється кожні півсекунди. Таким чином, око постійно сканує навколишній простір [8]. На підставі цих даних було сформульовано концепцію про автоматію саккад. Це означає, що в переважній більшості саккада є первинною, а те, що око побачить після саккади – вторинним. При цьому саккаді ока неодмінно потрібно зупинитися на якомусь елементі. Як тільки це відбувається, око заспокоюється й амплітуда його саккад зменшується до мінімальних значень, число ж саккад залишається колишнім. Через 2-3 секунди око ще раз сканує навколишнє середовище декількома саккадами й знову зупиняється на якійсь деталі, мінімізуючи амплітуду саккад. Існують окремі випадки, коли саккада є вторинною, наприклад, у якості реакції на світловий спалах. Для фіксації погляду на об'єкті, який з'являється в поле зору, саккадичний центр вибирає саккаду відповідної амплітуди й орієнтації, точніше –

здійснюється їхня модуляція, а інтервал задається в колишньому виді [8, 9].

Концепція про автоматію саккад є новим напрямом – про зорове сприйняття навколишнього середовища. Саме з цієї позиції професор Філін В. А. запропонував класифікацію навколишнього простору і відзначив, що середовище може являти собою сукупність комфортного, гомогенного і агресивного полів.

*Комфортні візуальні поля* – це поля з великим різноманіттям елементів у навколишньому просторі. Наявність кривих ліній різної товщини й контрастності, гострих кутів у вигляді вершин і загострень, які утворюють силует, розмаїття колірної гами, згущення й розрідження видимих елементів і різна їх віддаленість є характерними рисами цих полів. Ліс, гори, моря, ріки, хмари можна з повною впевненістю віднести до комфортного середовища. В цьому середовищі усі механізми зору працюють в оптимальному режимі [13, 14].

*Гомогенні візуальні поля* – це видимі поля в навколишньому просторі, де відсутні зорові деталі взагалі, або кількість їх різко знижена. У міських умовах гомогенні візуальні поля утворюються торцями будинків, заборами, дахами, асфальтовими дорогами. Гомогенізація міського середовища пов'язана із застосуванням панелей і скла великого розміру, плівок, лінолеуму, фанери, пластику та інших сучасних будівельних матеріалів [13, 14]. Більші однотонні поверхні без яких-небудь яскравих плям впливають на організм людини. Класичний приклад – білий аркуш паперу. Скануючи простір, око не знаходить об'єкти, за які можна було б зацепитися погляду, тому мозок не одержує ніякої інформації. Це викликає дискомфорт і дозволяє зробити висновок, що даний об'єкт виродливий. Подібними предметами набите будь-яке місто. На вулицях це глухі забори, гладкі двері, голі торці будинків, панелі великого розміру, монолітне скло, асфальтове покриття доріг, даху будинків, намету, гаражі й павільйони. Загалом, будь-яка одноколірна площа, обмежена прямими лініями [8, 13, 14].

*Агресивні візуальні поля* – це поля, що складаються із безлічі однакових елементів, рівномірно розосереджених на якійсь поверхні, наприклад, тканина в горошок [8, 13, 14]. Занадто велика кількість однотипних

об'єктів, на яких можна зафіксувати погляд, приводить до того, що в мозок надходить величезна кількість сигналів, які містять таку ж саму інформацію. Це викликає сум'яття, відблиски в очах і змушує нас швидко відвертатися. Проте, у містах з кожним днем з'являються все нові й нові агресивні поля. Це й панельні багатоповерхові будинки з рівномірним розташуванням вікон, усілякі сітки й ґрати, гофроване залізо, шифер, рівна цегельна кладка, плитка в метро й багато чого іншого. Негативний вплив гомо-

генних і агресивних полів підсилює їхня комбінація із прямими лініями й прямими кутами, які око також «не любить» [8, 11, 12].

Отже, візуальне середовище є невід'ємним екологічним фактором, і людина як біологічний вид сформувалася в певних природних умовах. На думку Аристотеля, місто повинно надавати людям безпеку і одночасно робити їх щасливими.

**Мета** – оцінити візуальне середовище території Новобаварського району урбогеосистсеми м. Харкова.

### Методика дослідження

Для визначення якості візуального середовища Новобаварського району м. Харкова використано п'ятибальну шкалу оцінки «привабливості» територій щодо можливого психо-фізіологічного стану людини, де 1 бал – стан середовища «непривабливий», 5 балів – стан середовища «дуже привабливий». «Привабливість» – властивість об'єкту, що характеризує його здатність сприяти задоволенню мотиваційних потреб людини (рекреаційних, пізнавальних, розважальних, спортивних та ін.). Залежно від пріоритетних потреб особистості, той самий об'єкт різними людьми може оцінюватись і як непривабливий, і як надзвичайно атрактивний [4]. Зрозуміло, що цей показник носить суб'єктивний характер.

Для оцінки відеоекологічного візуального середовища Новобаварського району м. Харкова запропоновано класифікацію об'єктів міської інфраструктури з певними категоріями залежно від соціального призначення:

- житловий фонд;
- рекреаційні зони;
- установи освіти;
- установи охорони здоров'я;
- спортивні, фізкультурно-оздоровчі установи;
- підприємства торгівельно-побутового обслуговування;
- будівлі промислової зони;
- адміністративні будівлі;
- дорожня мережа;
- історико-архітектурні об'єкти.

### Результати досліджень

Для дослідження візуальних полів, присутніх на території Новобаварського району (табл.), обрано 176 об'єктів міської інфраструктури, які є репрезентативними для кожної умовної категорії класифікації.

При дослідженні об'єктів *житлового фонду* (всього 85) визначено 27% – об'єктів, що створюють комфортне візуальне середовище та 73% - об'єктів створюють агресивне середовище (рис. 1). Таку ситуацію можна пояснити тим, що серед житлового фонду Новобаварського району чималий відсоток припадає на приватні будівлі, які забудовувались у період першої чверті ХХ ст., то ж мова про комфортні поля візуального середовища йти не може. При відборі об'єктів житлового фонду, встановлено, що багатоповерхові будинки побудовані переважно із цегли, бетону, мають прямокутну форму з гострими кутами, сірого кольору. Деякі будинки облицьовані керамічною плиткою.

Такі будинки зводилися переважно у 60-80 роки минулого сторіччя, у зв'язку з необхідністю швидкого розв'язання житлової проблеми. Тому питанням формування комфортного візуального середовища уваги не приділялося. Наприклад, багатоповерхові житлові будинки з великою кількістю однакових монотонних вікон утворюють гомогенні та агресивні поля візуального середовища. Погляд очей завдяки автоматії саккад переноситься з одного вікна на інше кожні півсекунди. При цьому від кожної саккади в мозок іде та сама інформація: «вікно», «вікно», «вікно», що неминуче веде до перевантаження мозку і можливого виникнення на першому етапі пасивної агресії [8]. Типовим прикладом будинку, який утворює агресивне візуальне середовище і є будинок по вул. Кибальчича, 33 а.

Однак слід відзначити, що останнім часом намітилася позитивна динаміка щодо

Таблиця

Розподіл візуальних полів відеоекологічного середовища на території Новобаварського району м. Харкова

№ з/п	Об'єкти міської інфраструктури району	Усього в категорії, шт.	Комфортні поля, %	Гомогенні поля, %	Агресивні поля, %
1.	Житловий фонд	85	27	-	73
2.	Рекреаційні зони	4	100	-	-
3.	Установи освіти	36	75	8,3	16,7
4.	Установи охорони здоров'я	9	22,2	55,6	22,2
5.	Фізкультурно-оздоровчі та спортивні установи	3	66,7	33,3	-
6.	Підприємства торгівельно-побутового обслуговування	8	25	25	50
7.	Будівлі промислової зони	8	37,5	25	37,5
8.	Адміністративні будівлі	9	33,3	55,6	11,1
9.	Дорожня мережа	10	20	-	80
10.	Історико-архітектурні об'єкти	4	100	-	-
	<b>Усього досліджено</b>	<b>176</b>	<b>36</b>	<b>13</b>	<b>51</b>

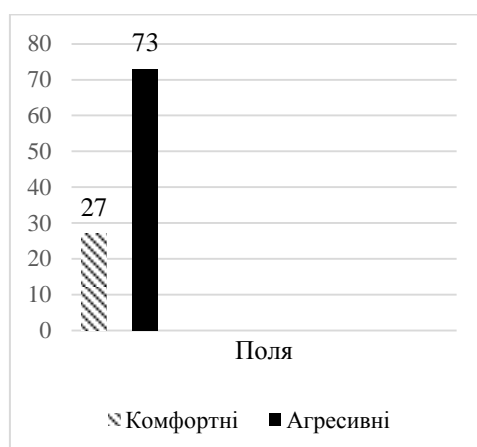


Рис. 1 – Візуальне середовище житлового фонду, (%)

формування комфортного візуального середовища житлового фонду району. При будівництві нових і реконструкції старих будинків змінюється колористика фасадів. Грамотно підібраний колір здатний зняти зорову напругу, тому забудовники відходять від традиційного сірого кольору, що дозволяє стверджувати про поступові зміни гомогенних полів візуального середовища на комфортні. Внутрішні території забудови облагороджуються дитячими майданчиками, малими архітектурними формами й зеленими насадженнями, що перетворює агресивні і гомогенні поля візуального середовища на комфортні.

Дослідження *рекреаційн зон* Новобаварського району, які представлені парком

Новобаварським, парком ім. Сафарова, парком ім. Квітки-Основ'яненка та парком по вул. Кибальчича, показали переважання комфортних полів візуального середовища.

*Установи освіти* в районі в останній час мають тенденцію розвитку, оскільки ведеться реставрація фасадів таких будівель. Що стосується цих будівель у Новобаварському районі, то тут спостерігається покращення полів візуального середовища, пов'язане з виконанням міської Програми благоустрою, яка передбачає часткову реконструкцію фасадів. Але питання щодо створення комфортних полів візуального середовища все ще залишається відкритим. Серед 36 досліджених об'єктів будівель установ освіти встановлено, що 75% мають комфор-

тні, 8,3% – гомогенні, 16,7% – агресивні поля візуального середовища (рис. 2).

Установи охорони здоров'я створюють різноманітні поля візуального середовища (рис. 3).

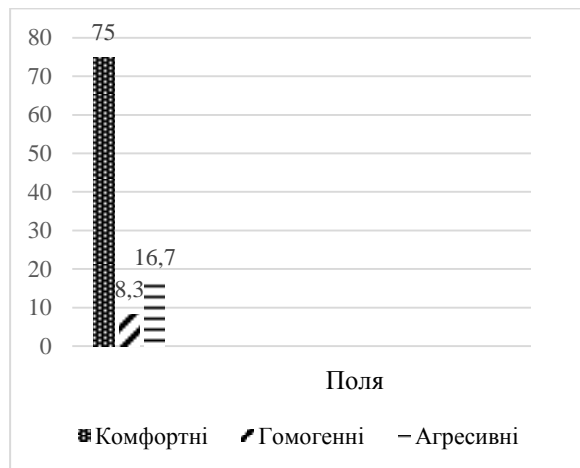


Рис. 2 – Візуальне середовище установ освіти, (%)

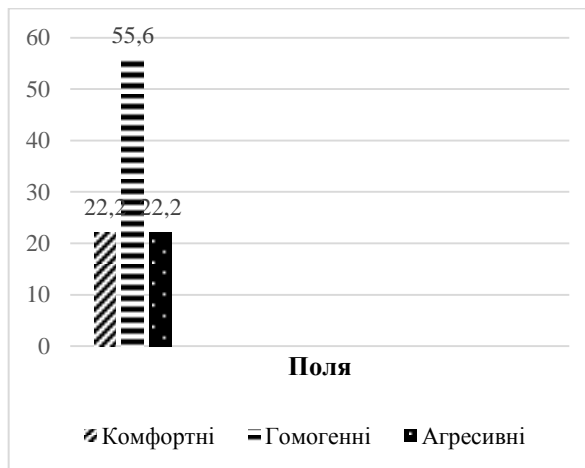


Рис. 3 – Візуальне середовище установ охорони здоров'я, (%)

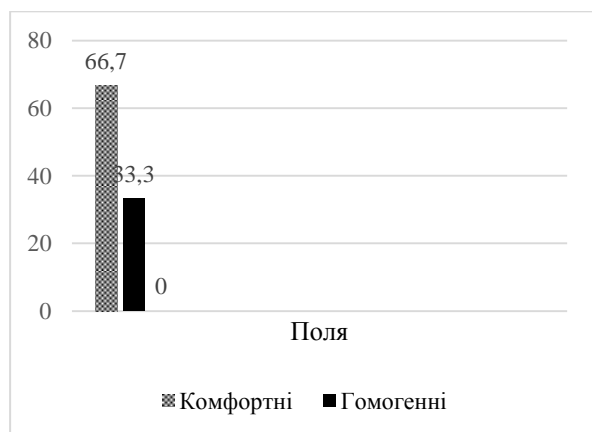


Рис. 4 – Візуальне середовище фізкультурно-оздоровчих установ, (%)

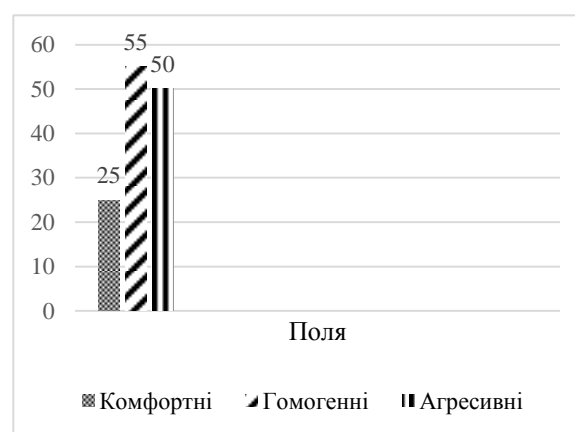


Рис. 5 – Візуальне середовище торгівельно-побутових підприємств, (%)

Відеоекологічне обстеження *забудови промислової зони* показали неоднозначні висновки. Комфортні поля візуального середовища представлені 37,5% будівель з досліджених, гомогенні – 25% будівель і агресивні – 37,5% будівель. Однак в цілому більшість будівель промислової зони зазвичай мають агресивні поля візуального середовища, оскільки їм властиві раціональність і технологічність (рис. 6).

При дослідженні *адміністративних будівель* (Культурно-діловий центр «Баварія», будівля адміністрації Новобаварського району, Новобаварський військомат тощо),

серед яких більша частина має гомогенні (55,6%) поля візуального середовища, а 33% – комфортного та 11,1% – агресивного полів (рис. 7).

Що стосується категорії об'єктів, які належать до *дорожньої мережі*, встановлено щодо дуже незначних позитивних тенденцій при формуванні комфортних полів візуального середовища (рис. 8).

Такі явища зараз спостерігаються у деяких місцях в районі. Можливо бачити роздільні озеленені дорожні полоси, де висаджені квіти, перехрестя доріг з квітковими клумбами, яскраві біг-борди вздовж міських доріг тощо. А такого ще дуже і дуже мало.



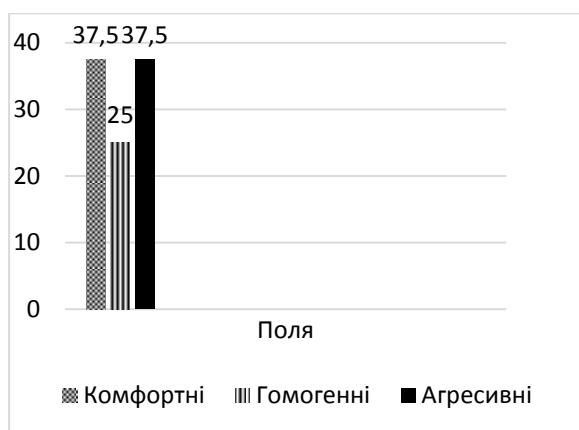


Рис. 6 – Візуальне середовище забудов промислової зони, (%)

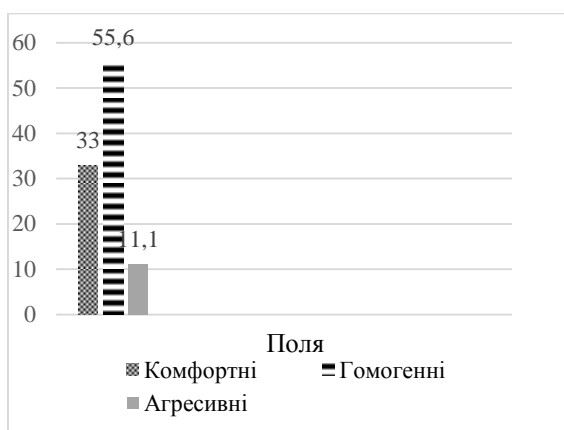


Рис. 7 – Візуальне середовище адміністративних будівель(%)

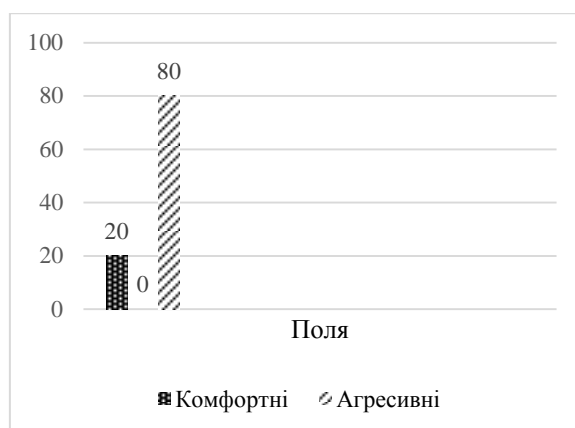


Рис. 8 – Візуальне середовище дорожньої мережі, (%)

При дослідженні об'єктів візуального середовища Новобаварського району встановлено, що комфортне візуальне середовище представлене історико-архітектурними об'єктами - пам'ятниками архітектури і 4 храмами. Віртуозна декоративність архітектурних стилів культових споруд храмів на території Новобаварського району (Гольберівська церква, Храм Миколи Чудотворця, Свято-Вознесенський храм та Григорівська церква) сприяє формуванню різноманітності візуального поля й створює 100% комфортне середовище. Відомо, що культові споруди споконвіку притягували погляд та не оставляли байдужими нікого і не тільки мірян. Люди йшли туди, щоб заспокоїти душу, зняти напругу, покращити емоційний стан. Та звісно, що така споруда повинна створювати позитивне візуальне середовище і, як наслідок, покращувати психо-фізіологічний стан людини.

Внаслідок проведених відеоекоекологічних досліджень можливо запропонувати

деякі рекомендації щодо покращення візуального середовища Новобаварського району м. Харкова.

1. *Створення муралів.* Мурал (англ. mural) вміщує в себе такі поняття як: розпис стін, фрески, стародавній наскальний живопис. Загалом – це малюнок на великій площині. Саме так можна зробити ту чи іншу будівлю привабливішою, а район – затишнішим. Такі мурали вже створені в місті: портрет Людмили Гурченко, пров. Гурченко, 7, портрет акторки Наталії Фатєєвої по вул. Примерівській, 22А, мурал біля «Стрілки» на вул. Конторській тощо.

2. *Графіті.* Декор будинків не означає «архітектурних надмірностей», бо це необхідні функціональні елементи, що становлять основу візуального середовища. Найпростішим способом декорування будинків може бути використання графіті із залученням молодих художників. Прикладами графіті можуть бути сюрреалістичне графіті

під назвою «Фантазія» по пров. Плеханівському, 3, рекордний портрет Шевченко на стіні будинку по Садовому проїзду, 30.

3. *Колористика забудови.* При будівництві нових і реконструкції старих будинків рекомендується звернути увагу на колористику фасадів. Грамотно підібраний колір здатний зняти зорову напругу.

4. *Озеленення* культивування на незайманих ділянках території населених місць дикорослих або окультурених рослин для поліпшення якості середовища.

Озеленення у системі зовнішнього благоустрою міст має велике значення:

- зелені насадження значно зменшують наявність пилу й аерозолів в повітрі, відіграють роль фільтру;
- зелені насадження впливають на формування мікроклімату, діють на тепловий режим, вологість і ступінь рухомості повітря;

• декоративні рослини створюють широкі можливості для архітектурних композицій і планування міста;

• зелені насадження — місце активного й пасивного відпочинку населення [16].

5. *Малі архітектурні форми (МАФу)*, які сьогодні дуже популярні у якості певного декору територій, є основними елементами, за допомогою яких прийнято формувати комфортний дизайн міста. При облаштуванні паркових зон створюють малі і великі архітектурні форми [1, 2].

6. *Скління входних дверей* в під'їздах усіх багатоквартирних будинків. Спеціалісти, які працюють над створенням доступного дизайнерського інструменту для благоустрою під'їздів в старих багатоквартирних будинках пропонують використовувати в обробці старих і нових під'їздів алюмінієві двері зі склом, дерево для обшивки фасаду, а також колірні і світлові рішення [2].

### Висновки

Відеоєкологія на сьогодні актуальний науковий напрямок, який може вирішити багато питань як архітектурних, так і тих, які стосуються безпосередньо психічного і загально-фізіологічного стану людини.

При дослідженнях використані фото-і відеофіксація матеріалів, які надали можливість у камеральних умовах провести сортування об'єктів за методиками відеоєкології та визначити комфортні, гомогенні і агресивні поля візуального середовища

Для оцінки відеоєкологічного візуального середовища Новобаварського району м. Харкова запропоновано класифікацію об'єктів міської інфраструктури залежно від соціального призначення: житловий фонд, рекреаційні зони, установи освіти, установи охорони здоров'я, спортивні, фізкультурно-оздоровчі установи, підприємства торгівельно-побутового обслуговування, промислова зона, адміністративні будівлі, дорожня мережа та історико-архітектурні об'єкти.

Для дослідження візуальних полів, присутніх на території району, було обрано 176 об'єкт інфраструктури, які є репрезентативними для кожної категорії класифікації. Серед них 36% об'єктів мають комфортні візуальні поля, 13% - гомогенні та 51% - агресивні.

Таким чином архітектура району в естетичному плані несе нейтральний характер тому, що мало будинків з розмаїттям зорових елементів. Існує реальна погроза фізіологічним механізмам зору, які не можуть повноцінно працювати в агресивних і гомогенних полях візуального середовища.

На жаль на сьогодні поліпшити візуальне середовище міста важко з багатьох причин, серед яких недостатнє фінансування міста та відсутність спеціалістів, які б розвивали такий напрямок наукових досліджень як відеоєкологія. Однак, поступово необхідно вирішувати це завдання з використанням конструктивних технологій, що апробовані та широко застосовуються в країнах Європи та США.

### Література

1. Авдеева Е. В. Зеленые насаждения в мониторинге окружающей среды крупного промышленного города: дис. д. с/х. наук.: 03.00.16 – экология. Сибирский государственный технологический университет. Красноярск, 2008.
2. Ахмедова Л. С. Особенности трансформации визуального информационно – коммуникативного поля города : дис. канд. архитектуры: 18.00.01. Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. Самара, 2009.
3. Габайдулина С. Цвет как психологическая характеристика городской среды. *Колористика города: материалы Международного семинара.* М.: 1990. Т 1. С. 175-181.
4. Городков А. В. Методика оценки агрессивности визуальных полей городской среды. *Вестник МАНЭБ.* 2006. Т. 11, № 3. С. 30-35.

5. Ежова Н. А. Параметры комфортности личности в городском визуальном ландшафте. *Аналитика культурологии*. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/parametry-komfortnosti-lichnosti-v-gorodskom-vizualnom-landshafte>
6. Историко-информационный портал. Улицы и площади Харькова.2012. URL:[www.streets.kharkiv.info](http://www.streets.kharkiv.info)
7. Кочанов Е. О., Кочанова И. Е. Проблемы экологии визуального середовища урбосистем (на прикладі Ленінського району м. Харкова). *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна Сер. Екологія*. 2012. № 1004. С.69-78.
8. Мірошніченко В. В. Розвиток уявлень про вплив середовища на людину. *Вісник Харківського національного університету ім. В. Н. Каразіна серія Екологія*, 2009. № 864. С.215–221.
9. Некос А. Н. Трофогеографія – місце у системі географічних наук. *Ученые записки Таврического национального университета имени В. И. Вернадского. Сер. География*. 2008. Т. 21 (60). №2. С. 176 – 182.
10. Офіційний сайт адміністрації Ленінського району Харківської міської ради. URL: [www.lenrada.kharkov.ua](http://www.lenrada.kharkov.ua)
11. Филин В. А. Автоматия саккад. М.: Изд-во МГУ, 2002. 129 с.
12. Филин В. А. Видеоэкология. Что для глаза хорошо, а что – плохо. М.: Видеоэкология, 2006. 512 с.
13. Филин В. А. Видеоэкология – наука о красоте и визуальной среде. URL:[www.videoecology.ru](http://www.videoecology.ru)
14. Филин В. А. Цветовая среда города как экологический фактор. *Колористика города*: матер. международного семинара. М: 1990. Т 1.С. 55-60.
15. Генеральный план міста Харкова. Планувальні обмеження. *Департамент містобудування, архітектури та генеральному плану Харківської міської ради*. URL: <https://uga.kharkov.ua/uk/public-information/genplan-mista-harkova/86-layout-restrictions.html> (дата звернення: 20.04.2019).

#### References

1. Avdeeva, E.V. (2008). Zelenie nasagdenia v monitoring okrugachei sredi krupnogo promichlennogo goroda. [Green areas in monitoring the environment of a large industrial city]. (Master's thesis). Siberian State Technological University. Krasnoyarsk. (In Russian)
2. Axmedova, L. S. (2009). Osobnosti transformacii vizualnogo informacionno-komunicativnogo pola goroda. [Features of the transformation of the visual information - communication field of the city] (Master's thesis). Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering. Samara. (In Russian)
3. Gabaidulina, S. (1990). Cvet kak psixologiceskaya charakteristika gorodskoy sredi. [Color as a psychological characteristic of the urban environment ]. *Koloristika goroda, materiali Megdunarodnogo seminaru*, Moscow, 1, 175-181. (In Russian)
4. Gorodkov, A.V. Fedosova, S. I. (2006). Metodika ocenki agresivnix vizualnix poley gorodskoy sredi [Method of assessing the aggressiveness of the visual fields of the urban environment]. *Vestnik MANEB*, 11(3), 30-35. (In Russian)
5. Ejova, N. A. (2005). Parametri komfortnosti lichnosti v gorodskom vizualnom landchafte.[ Parameters of personality comfort in the urban visual landscape]. *Analitika kulturologii* Available at: <http://analiculturolog.ru/component/k2/item/1583> (In Russian)
6. Istiriko-informacionniy portal. Ulici I plochadi Kharkova (2012). [Historical information portal. Streets and squares of Kharkov]. Available at: [www.streets.kharkiv.info](http://www.streets.kharkiv.info)
7. Kochanov, E. O., Kochanova, I. E. (2012). Problemi ekologii vizualnogo seredovicha urbosistem (na prikladi Leninskogo raiyonu m. Kharkova) [ Problems of ecology of the visual environment of urbosystems (on the example of the Leninsky district of Kharkiv)]. *Visnyk V.N. Karazin Kharkiv National University Ser. Ekologiya* , (1004), 69-78. (In Ukrainian)
8. Mirochnichenko, V.V. (2009). Rozvitok uyavlen pro vpliv seredovicha na ludinu. [Development of ideas about the impact of the environment on a person]. *Visnyk V.N. Karazin Kharkiv National University Ser. Ekologiya*, (864), 215–221. (In Ukrainian)
9. Nekos, A. N. (2008). Trofogeografiya – misce u sistemi geografichnix nauk.[ Trophogeography is a place in the system of geographical sciences.]. *Uchenie zapiski Tavricheskogo nacionalnogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Ser. Geografia* . 21 (60 (2)), 176 – 182. (In Ukrainian)
10. Oficijnij sait administracii leninskogo rayonu.[ Official site of the administration of the Leninsky district of the Kharkiv city council.]. Available at: [www.lenrada.kharkov.ua](http://www.lenrada.kharkov.ua) (In Ukrainian)
11. Filin, V. A. (2002). Avtomatiya sakkad.[ Automatic Saccade.]. Moscow: Izd-vo MGU. (In Russian)
12. Filin, V. A.(2006). Videoekologia. Chto dla glaza chorocho, a chto plocho. [Videoecology. What is good for the eye and what is bad for the eye]. Moscow. (In Russian)
13. Filin, V. A. Videoekologia. – nauka o krasote I vizualnoi srede.[ Videoecology - the science of beauty and the visual environment]. Available at: [www.videoecology.ru](http://www.videoecology.ru) (In Russian)
14. Filin, V. A. (1990). Cvetovaya sreda goroda kak ekologicheskij factor. [City color environment as an environmental factor.] *Koloristika goroda, materiali Mejdunarodnogo seminaru*, Moscow, 1, 55-60. (In Russian)
15. Department of urban development, architecture and master plan of Kharkiv city council. (2016). *General plan of the city of Kharkiv. Planning Restrictions*. Available at: <https://uga.kharkov.ua/uk/public-information/genplan-mista-harkova/86-layout-restrictions.html> (In Ukrainian)

Надійшла до редколегії 02.05.2019

# АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ НА ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

УДК 504.574.2

О. О. ГОЛОЛОБОВА<sup>1</sup>, канд. с.-г. наук, доц., В. В. ДОРОГАНЬ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

пл. Свободи, 6, м. Харків, 61022, Україна

E-mail: [valeo.elena@gmail.com](mailto:valeo.elena@gmail.com) <https://orcid.org/0000-0001-5558-2114>

[doroganvika@ukr.net](mailto:doroganvika@ukr.net)

## ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД МАЛИХ ТА СЕРЕДНІХ РІЧОК ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

**Мета.** Екологічна оцінка якості поверхневих вод малих та середніх річок Полтавської області, зокрема: середніх річок – Псел, Ворскла, Мерла та п'яти малих річок – Говтва, Грунь, Коломак, Полузир'я, Ташань. **Методи.** Польовий, атомно-абсорбційної спектрофотометрії, кластерний аналіз. **Результати.** Відповідно до нормативу якості поверхневих вод культурно-побутового призначення всі показники для середніх річок знаходяться в межах норми. Спостерігалось перевищення цинку в водах малих річок – Грунь, Ташань і Полузир'я. Не відповідає нормативу низький вміст розчинного кисню. При порівнянні значень з нормативом якості вод водойм рибогосподарського призначення визначено перевищення БСК-5 – для річок Ворскла та Псел; вміст аміаку та нітритів значно перевищував нормативне значення для р. Ворскла, р. Псел, р. Мерла. Визначено перевищення СПАР для середніх річок. Міддю найбільш забруднена р. Ворскла, цинком та загальним залізом – р. Псел, перевищення БСК-5 – для річок Говтва, Ташань, Полузир'я, Грунь. Щодо водорозчинних сполук азоту, то тільки вміст нітратного азоту відповідає нормативним значенням. Найбільше забруднення аміаком спостерігається для річок Говтва та Коломак. Перевищення ГДК за вмістом нітритів у р. Коломак. За результатом кластерного аналізу річки за ступенем та характером забруднення поверхневих вод об'єднані в три основні групи: перша – р. Коломак, друга – річки Мерла, Псел, Грунь, Ворскла, третя – річки Ташань, Полузир'я та Говтва. В подальшому отримані результати можуть слугувати інструментом регулювання, моніторингу та вирішення проблем забруднення. **Висновки.** Малі річки Полтавської області знаходяться під значним антропогенним впливом, їх екологічний стан оцінюється як екологічний регрес. Тож першочергову увагу необхідно звернути на поліпшення екологічного стану малих річок Полтавської області і вжити запропоновані природоохоронні заходи.

**Ключові слова:** поверхневі води, мала річка, середня річка, гідрохімічні показники, Полтавська область, кластерний аналіз

Gololobova O. O., Dorogan V. V.

V. N. Karazin Kharkiv National University

## ECOLOGICAL ASSESSMENT OF QUALITY OF SURFACE WATER OF SMALL AND MEDIUM RIVERS OF POLTAVA REGION

**Purpose.** Environmental assessment of the quality of surface water of small and medium rivers of the Poltava region, in particular: medium rivers – Psel, Vorskla, Merla and five small rivers – Govtva, Grun, Kolomak, Poluzorie, Tashan. **Methods.** Field, atomic absorption spectrophotometry, cluster analysis. **Results.** In accordance with the quality standard for surface water of cultural and household purposes, all indicators for medium-sized rivers are within the normal range. There was an excess of zinc in the waters of small rivers - Grun, Tashyas and Poluzorie. The low content of soluble oxygen does not meet the norm. When comparing values with the norm of quality of water for reservoirs of fishery management, excess BOD-5 for the Vorskla and Psel rivers is defined; the content of ammonia and nitrites significantly exceeded the normative value for the river Vorskla, Psel, Merla. The excess of surfactants for medium rivers is determined. The river Vorskla is mostly polluted with copper; the Psel river – with zinc and iron, in water from the Govtva, Tashan, Poluzorie and Grun rivers we have identified exceeding BOD-5. Regarding the water-soluble nitrogen compounds, only the nitrogen content corresponds to the normative value. The greatest pollution with ammonia is observed for the Govtva and Kolomak rivers. Excess of MAC on the content of nitrites was identified for the Kolomak river. As a result of the cluster analysis of the river, the degree and nature of pollution of surface water are grouped into three main

groups: the first is the Kolomak river, the second one is the Merla, Psel, Grun, Vorskla rivers, the third one is the Tashan, Poluzorie and Govtva rivers. In the future, the results can serve as a tool for regulation, monitoring and solution of pollution problems. **Conclusions.** Small rivers of Poltava region are under considerable anthropogenic impact, their ecological status is estimated as ecological regression. Therefore, priority attention should be paid to improving the ecological status of small rivers in the Poltava region and implementation of the proposed nature conservation measures.

**Key words:** surface waters, small river, medium river, hydrochemical indicators, Poltava region, cluster analysis

Гололобова Е. А., Дорогань В. В.

Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина

### ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД МАЛЫХ И СРЕДНИХ РЕК ПОЛТАВСКОЙ ОБЛАСТИ

**Цель.** Экологическая оценка качества поверхностных вод малых и средних рек Полтавской области, в частности: средних рек – Псел, Ворскла, Мерла и пяти малых рек – Говтва, Грунь, Коломак, Полузорье, Ташань. **Методы.** Полевой, атомно-абсорбционной спектрофотометрии, кластерный анализ. **Результаты.** В соответствии с нормативом качества поверхностных вод культурно-бытового назначения все показатели для средних рек находятся в пределах нормы. Наблюдалось превышение цинка в водах малых рек – Грунь, Ташань и Полузорье. Не соответствует нормативу низкое содержание растворимого кислорода. При сравнении значений с нормативом качества вод водоемов рыбохозяйственного назначения определено превышение БСК-5 – для рек Ворскла и Псел; содержание аммиака и нитритов значительно превышало нормативное значение для р. Ворскла, р. Псел, р. Мерла. Определены превышения СПАР для средних рек. Медью наиболее загрязнены р. Ворскла, цинком и общим железом – р. Псел, превышение БСК-5 – для рек Говтва, Ташань, Полузорье, Грунь. По водорастворимым соединениям азота, то только содержание нитратного азота соответствует нормативным значением. Наибольшее загрязнение аммиаком наблюдается для рек Говтва и Коломак. Превышение ПДК по содержанию нитритов в р. Коломак. По результатам кластерного анализа реки по степени и характеру загрязнения поверхностных вод объединены в три основные группы: первая – р. Коломак, вторая – реки Мерла, Псел, Грунь, Ворскла, третья – реки Ташань, Полузорье и Говтва. В дальнейшем полученные результаты могут служить инструментом регулирования, мониторинга и решения проблем загрязнения. **Выводы.** Малые реки Полтавской области находятся под значительным антропогенным влиянием, экологическое состояние рек оценивается как экологический регресс. Поэтому первоочередное внимание необходимо обратить на улучшение экологического состояния малых рек Полтавской области и применить предложенные природоохранные мероприятия.

**Ключевые слова:** поверхностные воды, малая река, средняя река, гидрохимические показатели, Полтавская область, кластерный анализ

### Вступ

Площа водних об'єктів Полтавської області складає 148,431 тис. га, що становить 5,2 % території. Область покрита густою мережею річок, яка є більшою на півночі та меншою на південному заході, із загальною протяжністю 13006 км [1]. Поверхня області розчленована достатньо асиметричними долинами річок Псел, Хорол і Сула, широкими балками та великої кількості широких долин. Річкові долини на території Полтавщини мають добре розвинуту заплаву, чітко виражену борову терасу та значні пологі і полого-хвилясті лесові тераси. Заплавні тераси майже всіх річок області слабо дреновані та місцями заболочені, зайняті низинними торф'яниками або лучно-супіщаними ґрунтами. Річкові долини на території Полтавщини мають добре розвинуту заплаву, чітко виражену борову терасу та значні пологі і полого-хвилясті лесові тераси. Заплавні тераси майже всіх річок області слабо дреновані та місцями заболочені, зайняті низинними торф'яниками або лучно-

супіщаними ґрунтами [2]. Річки області живляться переважно талими сніговими водами, більша частина місцевого стоку формується в північних районах Полтавщини [3].

В межах Полтавської області формується стік трьох річок: Говтва, Сліпорід, Тагамлик. До середніх річок області належать: Хорол, Псел, Ворскла, Сула, Удай, Оржиця, Оріль, Мерла [1]. Нахил поверхні області зумовлює переважний напрям гідрографічної мережі, майже всі річки течуть з півночі на південь або з північного сходу на південний захід та є лівими притоками р. Дніпро [3].

Відповідно до Водної Рамкової Директиви ЄС 2000/60/ЄС «забруднення» – це пряме або непряме внесення в результаті діяльності людини речовин або тепла в повітря, воду або землю, що може бути небезпечним для здоров'я людини або якості водних екосистем чи для безпосередньо залежних від них наземних екосистем, що в результаті призводить до псування матеріальних цінностей, або до погіршення чи ушкодження ко-

рисних властивостей довкілля та можливості законного користування довкіллям [4].

Якість води у природних водних об'єктах оцінюється екологічним, водогосподарським або санітарно-гігієнічним підходом. Екологічні нормативи якості води призначені для збереження та охорони водних екосистем, водогосподарські нормативи встановлюються для питного, промислового, рибогосподарського та сільськогосподарського використання, а санітарно-гігієнічні нормативи встановлюються для забезпечення охорони здоров'я населення [5]. Загальноприйнятим під час досліджень для визначення стану водного середовища є проведення фізико-хімічних та біологічних методів дослідження й порівняння отриманих результатів з гранично допустимими концентраціями [6].

Нормативні документи регламентують ряд показників – хімічні, органолептичні, радіологічні, мікробіологічні, рибогосподарські, паразитичні та інші. Гігієнічна регламентація надає можливість визначати граничні значення їх вмісту, за яких забруднюючі речовини не будуть створювати негативного впливу на здоров'я людини, впливати на рослинний і тваринний світ та на екосистеми в цілому.

Основою гігієнічної регламентації є система нормування рівнів концентрації шкідливих речовин з використанням стандартних показників, таких як: гранично допустимих концентрацій, орієнтовно безпечних рівнів впливу, максимально допустимих рівнів, допустимих залишкових кількостей та гранично допустимих рівнів [7,19]. Оцінка якості поверхневих вод ґрунтується на визначених репрезентативних показниках, величини яких обов'язково мають визначатися за уніфікованими методами аналізу якості компонентів довкілля [8].

Малі річки Полтавської області формують гідрохімічний склад та якість води середніх і великих річок. Однак через невеликі площі водозбірних басейнів вони є найбільш вразливими до деструктивного антропогенного впливу, тому потребують постійного моніторингу якості води та екологічного аналізу, що на сьогодні є досить важливим та актуальним питанням. Всі великі та середні річки області залучені до державної мережі спостережень, однак державні установи моніторингу проводять контроль стану поверхневих вод лише у встановлених контрольних пунктах.

Надмірне використання річок та їх водозборів порушує їх природний гідрохімічний і гідробіологічний режими, зменшує водності та глибину річок, пересихання малих річок та водотоків, зниження їхньої біопродуктивності, збільшення процесів евтрофікації. Використання річкових екосистем продовжує носити екстенсивний та руйнівний характер [9]. Інтенсивне ведення господарської діяльності на території області зумовлює необхідність застосування комплексного підходу для вивчення довгострокових тенденцій та закономірностей зміни якісних показників поверхневих вод річок [10]. З малих та середніх річок відбирають значні обсяги води для господарського використання, наслідком чого є зниження транспортуючої здатності водного потоку, що стає додатковою причиною замулення русел водойм та подальшого зниження водності [9].

Існуюча наразі державна система моніторингу якості поверхневих вод річок в Полтавській області зорієнтована на спостереження за гідрохімічним складом вод насамперед великих і середніх річок у встановлених контрольних пунктах, тоді як малі річки практично не залучені до мережі спостережень. Тоді як малі річки Полтавської області формують гідрохімічний склад та якість води середніх і великих річок [3].

Екологічний стан водних об'єктів і якість їх води є основними чинниками санітарного й епідемічного благополуччя населення Полтавської області. Проте більшість водних об'єктів регіону за ступенем забруднення віднесені до забруднених та дуже забруднених [11].

Основними забруднюючими речовинами водних екосистем є важкі метали. Токсичність важких металів у водному середовищі залежить від форм, в яких вони перебувають. Потрапляючи у водойму, вони можуть перебувати в іонній формі в вигляді комплексів з неорганічними і органічними сполуками. Однак найбільшу токсичність для водних організмів мають вільні іони металів та їх гідрокомплекси. Важкі метали досить довго зберігають свою біологічну активність, в порівнянні з забруднюючими речовинами органічного походження, які за певний час піддаються деструкції. Небезпека багатьох важких металів полягає не лише в їх високій токсичності, але й у здатності мігрувати в харчових ланцюгах та акумулюватися в живих організмах [12].



Зазвичай у водних об'єктах відмічається значне перевищення рибогосподарських гранично допустимих концентрацій цинку, свинцю, міді, кобальту та інших важких металів. Найбільш чутливі до токсичної дії купруму синьо-зелені водорості, його вплив спричиняє до припинення росту діатомових та синьо-зелених водоростей. Токсичність купруму зростає при зниженні вмісту кисню та температури у водоймі. Негативний вплив нікелю для водних мікроорганізмів та водоростей закладається в тому, що він майже не виводиться з організму на протязі тривалого часу. Нікель належить до канцерогенних речовин. Кадмій активно акумулюється найпростішими мікроорганізмами, водоростями і макролітами, а його солі є високотоксичними для риб. Негативний вплив свинцю на рибу призводить до порушення та зміни структур специфічних тканин. Надмірна концентрація у водному середовищі плюмбуму пригнічує розмноження синьо-зелених водоростей, зменшує інтенсивність фотосинтезу, пригнічує фіксацію молекулярного азоту [12].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Моніторинг стану забруднення поверхневих вод річок області здійснюють такі державні установи: Полтавське регіональне управління водних ресурсів, Державна екологічна інспекція у Полтавській області, Полтавський обласний лабораторний центр МОЗ України, Світловодська гідрометеорологічна обсерваторія Кіровоградського обласного центру з гідрометеорології [1].

Полтавське регіональне управління водних ресурсів здійснює моніторинг водних об'єктів області в районах основних водозаборів комплексного призначення, водогосподарських систем сільськогосподарського та міжгалузевого водопостачання за радіологічними та хімічними показниками. Установа щомісяця відбирає проби з р. Дніпро у створі водозабору м. Горішні Плавні, ВАТ «Полтаварибгосп» в селі Святилівка Глобинського району та Власівського водозабору м. Кременчука. Державна установа «Полтавський обласний лабораторний центр МОЗ України» перевіряє якість води р. Дніпро в межах Полтавської області. Відділом інструментально-аналітичного контролю Державної екологічної інспекції у Полтавській області проводяться перевірки та відбір проб поверхневих вод річок, в які випускаються скиди забруднюючих речовин підприємствами області. Світловодська гідромете-

орологічна обсерваторія Кіровоградського обласного центру з гідрометеорології проводить спостереження на території Полтавської області за станом поверхневих вод річок: Сула, Хорол, Псел та Ворскла [1].

Дніпровське басейнове управління водних ресурсів щомісячно надає звіти про загальну характеристику річок, які належать до басейну р. Дніпра. Відповідно до звітів установи на період дослідження загальна характеристика стану якості вод річок Дніпровського басейну протягом серпня 2017 року була такою: гідрохімічний стан річок протягом серпня змінився в сторону погіршення; повсюди фіксувалось різке зниження в воді розчиненого кисню, у тому числі до екстремальних значень (у малих та середніх річках); спостерігалось зростання вмісту марганцю, фосфатів, заліза, амонію, а також вмісту органіки; продовжувалось масове «цвітіння» води на фоні високих температурних показників. Головними факторами, які впливали на якісний стан річкових вод у серпні були: високий температурний фон повітря та води, відсутність значних опадів, тривала спека та засуха, значне зниження водності річок [13].

У вересні гідрохімічний стан води у основних водотоках басейну Дніпра знаходився на задовільному рівні з негативними змінними характеристиками, на якість води впливали такі фактори: відсутність значних атмосферних опадів та значне зниження водності річок, завершення процесу «цвітіння» води та початок процесів розкладу синьо-зелених водоростей. Протягом вересня у воді річок ще зберігалась підвищена каламутність, кольоровість води, підвищене органічне забруднення, вміст амонію, заліза та марганцю [14].

В дослідженнях Степової О. В. наведена оцінка якості річкових вод в районах розташування очисних споруд, яка дала змогу класифікувати їх за ступенем придатності для відповідних видів водоспоживання. На протязі періоду дослідження загальний рівень забруднення поверхневих водойм області у місцях розташування очисних споруд за середнім значенням індексу забруднення змінювався в межах від «забруднених» – IV клас якості води до «брудних» – V клас якості води.

Головними забруднювачами вод були: нітрати, амоній-іони, розчинений кисень, фосфати та марганець. Найбільш забрудненими контрольними створами були створи



річок Суха Лохвиця («дуже брудна», VI клас), Крива Руда («дуже брудна», VI клас), та Коломак («брудна», V клас). Води річок Сула, Псел, Дніпро, Ворскла за індексом забруднення відносились до III та IV класів, значення яких коливались в межах від «помірно забрудненої» до «брудної» [15].

В дослідженнях Лободи Н. С. визначено головні джерела забруднення поверхневих вод р. Ворскла – скиди забруднюючих вод очисних споруд, які розташовані неподалік м. Полтава: Котелевські очисні споруди, очисні споруди житлово-комунального

комплексу села Терешки, Супрунівські очисні споруди Полтавського ВУВКГ села Решетняки. Екологічний стан річки Ворскла за гідрохімічними показниками індексу забрудненості води характеризується як «помірно забруднений». У роки високої водності забруднення річки зменшується, а у маловодні – зростає. За органолептичним критерієм переважають «помірно забруднені» води [16].

Мета – екологічна оцінка якості поверхневих вод малих та середніх річок Полтавської області.

### Методи дослідження

Метою відбору точкових проб поверхневих вод середніх та малих річок Полтавщини було отримання дискретних проб, які відображають якість досліджуваної води; визначення складу та властивостей річкової води за показниками, які регламентовані в нормативних документах [17]. Для дослідження було обрано три середні річки – Псел, Ворскла, Мерла та п'ять малих річок – Говтва, Грунь, Коломак, Полузир'я, Ташань.

Відбір проб поверхневих вод річок проводився 28 серпня та 16 вересня 2017 року в період літньо-осінньої межени відповідно до ДСТУ ISO 5667-6:2009 [18]. Для аналізу якості поверхневих вод річок було відібрано вісім точкових проб: проба № 1 – р. Говтва (Решетилівський район, в межах смт. Решетилівка); проба № 2 – р. Полузир'я (Полтавський район, с. Абазівка); проба № 3 – р. Ворскла (м. Полтава «Прирічний парк»); проба № 4 – р. Псел (Гадяцький район, с. Сарі в межах РЛП «Гадяцький»); проба № 5 – р. Грунь (Гадяцький район, с. Хітці); проба № 6 – р. Ташань (м. Зіньків, вулиця Воздви-

женська); проба № 7 – р. Коломак (м. Полтава); проба № 8 – р. Мерла (Котелевський район, с. Мала Рублівка на території ГЗ «Малорублівський»).

Лабораторний аналіз відібраних проб проводився в навчально-дослідній лабораторії аналітичних досліджень екологічного факультету Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. В роботі було обрано фізико-хімічний метод оцінки якості тому, що він найточніше оцінює забруднення поверхневої води конкретними забруднюючими речовинами та надає можливість класифікувати якість води річок [10].

Визначення показників якості води виконували за такими методиками: азот нітритний – згідно з вимогами КНД 211.1.4.023; азот амонійний – згідно з вимогами КНД 211.1.4.030; ХСК – згідно з вимогами КНД 211.1.4.024; рН води – згідно з вимогами ДСТУ 4077-2001; СПАР – фотометричним методом; вміст важких металів – за методикою ПНДФ 14.1:2.253-09 (М 01-46-2013).

### Результати дослідження

В програму дослідження входило визначення та порівняльний аналіз показників якості поверхневих вод річок області: рН, розчинний кисень, БСК-5, перманганатна окислюваність, аміак, нітрити, нітрати, хлориди, СПАР, мідь, цинк, свинець, залізо загальне, кадмій, марганець, хром, нікель, миш'як. БСК-5 для річок Мерла та Коломак не визначалося. Результати гідрохімічних показників представлені в таблиці 1.

Відповідно до норм СанПіН № 4630-88 якості поверхневих вод культурно-побутового призначення всі гідрохімічні показники знаходяться в межах норми [19]. Са-

НПіН № 4630-88 не регламентує вміст кадмію, тому звернулись до Директиви ЄС 76/160/ЄС, яка є основним правовим документом, що здійснює правове регулювання якості води для купання ЄС Концентрація кадмію не перевищує значень європейського нормативу цього показника.

При порівнянні значень з нормативом якості вод водойм рибогосподарського призначення [20] визначено перевищення БСК-5 – для річок Ворскла та Псел на 1,6 та 1,8 мг/дм<sup>3</sup> відповідно.

Вміст аміаку у воді понад нормативного значення є токсичним для риб. Вміст

аміаку значно перевищував нормативне значення, зокрема: для р. Ворскла він склав 8,4 ГДК, для р.Псел – 3,2 ГДК, для р. Мерла – 4,8 ГДК.

Перевищення ГДК спостерігається і для нітритів. Воно достатньо високе і досягає – для р. Ворскла – 3,5 ГДК, для річок Псел та Мерла – 1,4 ГДК. перевищення СПАР – для річок Ворскла, Псел, Мерла – 4,0 ГДК, 2,8 ГДК, 2,2 ГДК відповідно.

Перевищення концентрації міді для р. Ворскла складає 71 ГДК, для р. Псел 14 ГДК, для р. Мерла 2,4 ГДК; цинку – для р. Ворскла 12 ГДК, р. Псел – 92 ГДК й 1,7 ГДК для р. Мерла. Вміст загального заліза знаходиться в межах норми для р. Мерла, для р. Ворскла перевищення складає 1,1 ГДК, для р. Псел – 1,3 ГДК (табл. 1).

Позитивним є слаболужне, в межах ГДК, значення водневого показника. Також не перевищує нормативних значень вміст нітратного азоту, хлоридів, показники перманганатної окислюваності.

Щодо важких металів, то в межах норми – вміст миш'яку, нікелю, загального хрому, кадмію. Результати визначення гідрохімічних показників якості поверхневих

вод малих річок Полтавської області представлені в таблиці 2.

При порівнянні значень гідрохімічних показників з нормативом якості поверхневих вод культурно-побутового призначення [19] спостерігалось перевищення: цинку в річках Грунь і Ташань на 0,26 та 0,14 мг/дм<sup>3</sup> відповідно.

Не відповідає нормативу низький вміст розчинного кисню в річках. Для річок Говтва та Ташань він складає 3,9, для р. Полузир'я – 3,8 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Для р. Коломак він найнижчий – 3,6 мг О<sub>2</sub> / дм<sup>3</sup>.

Згідно з порівнянням гідрохімічних показників до нормативу якості вод водойм рибогосподарського призначення [20] визначено перевищення БСК-5 – для річок Говтва, Ташань, Полузир'я на 2,0, для р. Грунь – на 1,9 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>.

Щодо водорозчинних сполук азоту, то тільки вміст нітратного азоту відповідає нормативним значенням. Найбільше забруднення аміаком спостерігається для річок Говтва та Коломак, 12,6 ГДК та 9,6 ГДК відповідно, потім р. Полузир'я – 5,6 ГДК, найменше для річок Грунь та Ташань – 2,8 ГДК, та 4,2 ГДК відповідно.

Таблиця 1

Гідрохімічні показники якості поверхневих вод середніх річок Полтавської області

№	Назва показника	Ворскла	Псел	Мерла	ГДК**	ГДК***
1.	pH	7,88	7,96	7,81	6,5-8,5	6,5-8,5
2.	Розчинний кисень, мг О <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	4,9	4,1	4,2	> 4,0	> 6,0
3.	БСК-5, мг О <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	3,6	3,8	–	< 6,0	2,0
4.	ХСК (Mn) <sub>2</sub> , мг О <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	4,4	4,75	4,85	30	20
5.	Аміак, мг/дм <sup>3</sup>	0,42	0,16	0,24	0,5	0,05
6.	Азот нітритний, мг/дм <sup>3</sup>	0,28	0,11	0,11	1,0	0,08
7.	Азот нітратний, мг/дм <sup>3</sup>	23,7	21,5	18,4	45	40,0
8.	Хлориди, мг Cl / дм <sup>3</sup>	46,5	48,5	56,4	350	300,0
9.	СПАР, мг/дм <sup>3</sup>	0,4	0,28	0,22	0,5	0,1
10.	Залізо загальне, мг/дм <sup>3</sup>	0,112	0,13	0,0046	0,3	0,1
11.	Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	0,071	0,14	0,0024	1,0	0,001
12.	Цинк, мг/дм <sup>3</sup>	0,12	0,92	0,0172	1,0	0,01
13.	Свинець, мг/дм <sup>3</sup>	0	0,0004	0	0,03	0,1
14.	Кадмій, мг/дм <sup>3</sup>	0	0	0	0,0009**	0,005
15.	Марганець, мг/дм <sup>3</sup>	0,045	0,057	0,068	–*	0,01
16.	Хром загальний, мг/дм <sup>3</sup>	0	0	0,00001	0,05	0,001
17.	Нікель, мг/дм <sup>3</sup>	0	0	0	0,1	0,01
18.	Миш'як, мг/дм <sup>3</sup>	0	0	0	0,05	0,05

\* «–» – норматив не визначено;

\*\* – норматив для кадмію за Директивою ЄС 76/160/ ЄС [8];

ГДК\* – для водних об'єктів культурно-побутового водокористування [19];

ГДК\*\* – для вод водойм рибогосподарського призначення [20].

Перевищення вмісту нітритів для річок Говтва, Грунь і Ташань, Полузир'я складає 1,88 ГДК, 2,25 ГДК, 2,88 ГДК, 2,63 ГДК. Найбільше забруднення нітритами спостерігається для річки Коломак – 3,88 ГДК (табл. 2).

Екологічна оцінка якості води дає інформацію про воду як складову частину водної системи, середовище існування гідробі-

онтів і важливу частину природного середовища, в якому мешкає людина. Тому першим етапом в дослідженні екологічної оцінки якості річкової води є визначення класу та категорій саме гідрохімічних показників. Визначення класу та категорії якості гідрохімічних показників поверхневих вод малих

Таблиця 2

Гідрохімічні показники якості поверхневих вод малих річок Полтавської області

№	Назва показника	Говтва	Грунь	Ташань	Коломак	Полузир'я	ГДК*	ГДК**
1.	pH	7,77	7,61	8,29	6,95	7,94	6,5-8,5	6,5-8,5
2.	Розчинний кисень, мг O <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	3,9	4,0	3,9	3,6	3,8	>4,0	>6,0
3.	БСК-5, мг O <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	4,0	3,9	4,0	–	4,0	<6,0	2,0
4.	ХСК (Mn), мг O <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	5,1	5,1	5,0	5,45	5,2	30	20
5.	Аміак, мг/дм <sup>3</sup>	0,63	0,14	0,21	0,48	0,28	0,5	0,05
6.	Азот нітритний, мг/дм <sup>3</sup>	0,15	0,18	0,23	0,31	0,21	1,0	0,08
7.	Азот нітратний, мг/дм <sup>3</sup>	35,2	24,2	27,9	1,45	27,4	45	40,0
8.	Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	82,2	44,7	92,4	144,2	80,4	350	300,0
9.	СПАР, мг/дм <sup>3</sup>	0,31	0,35	0,42	0,09	0,26	0,5	0,1
10.	Залізо загальне, мг/дм <sup>3</sup>	0,092	0,088	0,095	0	0,073	0,3	0,1
11.	Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	0,1	0,097	0,135	0,0011	0,068	1,0	0,001
12.	Цинк, мг/дм <sup>3</sup>	0,92	1,26	1,14	0	1,26	1,0	0,01
13.	Свинець, мг/дм <sup>3</sup>	0,00014	0	0,0002	0,0019	0	0,03	0,1
14.	Кадмій, мг/дм <sup>3</sup>	0	0	0	0	0	0,0009**	0,005
15.	Марганець, мг/дм <sup>3</sup>	0,086	0,082	0,61	0,0165	0,11	-*	0,01
16.	Хром, мг/дм <sup>3</sup>	0,0004	0,0002	0	0	0	0,05	0,001
17.	Нікель, мг/дм <sup>3</sup>	0	0	0	0	0	0,1	0,01
18.	Миш'як, мг/дм <sup>3</sup>	0	0	0,00002	0	0,00012	0,05	0,05

«←» – норматив не визначено;

\*\* – норматив для кадмію за Директивою ЄС 76/160/ ЄС [8];

ГДК\* – для водних об'єктів культурно-побутового водокористування [19];

ГДК\*\* – для вод водойм рибогосподарського призначення [20].

та середніх річок Полтавської області проводилось згідно з Методичними вказівками «Екологічна оцінка якості поверхневих вод за відповідними категоріями». Визначення проводилось в порівнянні гідрохімічних показників до значень відповідних показників екологічної класифікації якості поверхневих вод за трофо-сапробіологічними критеріями та за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної дії [21].

В таблиці 3 представлені результати екологічної класифікації якості поверхневих вод річок за трофо-сапробіологічними критеріями та критеріями вмісту специфічних речовин токсичної дії, визначення класу та категорій якості основних гідрохімічних показників для середніх річок області [21]. Найгірші класи та категорії для всіх середніх річок мають такі показники: розчинений кисень, нітрити, СПАР, для річок Ворскла і Псел ще й мідь та цинк.

В таблиці 4 показано результати екологічної класифікації якості поверхневих вод річок за трофо-сапробіологічними критеріями та критеріями вмісту специфічних речовин токсичної дії основних гідрохімічних показників для малих річок Полтавщини [21].

Найгірші класи та категорії для всіх малих річок мають такі показники: розчинений кисень, нітрити, нітрати та СПАР. Для річок Говтва, Грунь, Ташань, Полузир'я ще й мідь та цинк.

Таблиця 3

Клас та категорія показників якості поверхневих вод середніх річок Полтавської області

№	Назва показника	Назва річки		
		Ворскла	Псел	Мерла
		Клас (категорія)	Клас (категорія)	Клас (категорія)
1.	pH	II (2)	II (2)	II (2)
2.	Розчинний кисень	V (6)	IV (6)	IV (6)
3.	БСК-5	III (4)	III (4)	–
4.	ХСК (Mn)	II (2)	II (2)	II (2)
5.	Аміак	III (4)	II (2)	II (3)
6.	Нітрити	V (7)	V (7)	V (7)
7.	Нітрати	V (7)	V (7)	V (7)
8.	Хлориди	II (3)	II (3)	II (3)
9.	СПАР	V (7)	V (7)	IV (6)
10.	Залізо загальне	III (4)	III (4)	I (1)
11.	Мідь	V (7)	V (7)	II (3)
12.	Цинк	IV (6)	V (7)	II (3)
13.	Свинець	I (1)	I (1)	I (1)
15.	Марганець	II (3)	III (4)	III (4)

Таблиця 4

Клас та категорія показників якості поверхневих вод малих річок Полтавської області

№	Назва показника	Назва річки				
		Говтва	Грунь	Ташань	Полузир'я	Коломак
		Клас (категорія)	Клас (категорія)	Клас (категорія)	Клас (категорія)	Клас (категорія)
1.	pH	II (2)	II (2)	III (4)	II (2)	I (1)
2.	Розчинний кисень	V (7)	IV (6)	V (7)	V (7)	V (7)
3.	БСК-5	III (4)	III (4)	III (4)	III (4)	–
4.	ХСК (Mn)	II (2)	II (3)	II (3)	II (3)	II (3)
5.	Аміак	III (5)	II (2)	II (3)	II (3)	III (4)
6.	Нітрити	V (7)	V (7)	V (7)	V (7)	V (7)
7.	Нітрати	V (7)	V (7)	V (7)	V (7)	IV (6)
8.	Хлориди	III (4)	II (3)	III (4)	III (4)	III (4)
9.	СПАР	V (7)	V (7)	V (7)	V (7)	III (5)
10.	Залізо загальне	II (3)	II (3)	II (3)	II (3)	I (1)
11.	Мідь	V (7)	V (7)	V (7)	V (7)	II (2)
12.	Цинк	V (7)	V (7)	V (7)	V (7)	I (1)
13.	Свинець	I (1)	I (1)	I (1)	I (1)	III (4)
15.	Марганець	III (4)	III (4)	IV (6)	III (4)	II (2)

Для статистичної обробки даних в дослідженні використано метод кластеризації. Основа кластеризації полягає в тому, що класифікація об'єктів дослідження проводиться з використанням численних обчислювальних процедур, в результаті чого утворюються відповідні «кластери». Головною перевагою даного методу є те, що він надає можливість класифікувати об'єкти не тільки за однією ознакою, а за декількома одночасно. Для цього вводять відповідні значення, показники, які характеризують певну міру близькості за всіма параметрами [22].

Завдання кластерного аналізу полягає в об'єднанні елементів чи змінних даної групи в такі кластери, щоб елементи всередині одного кластера володіли високим ступенем «природною близькості» між собою, а самі кластери були «досить відмінні» один від одного. Групи точок можуть бути згруповані в більші множини, так щоб в кінцевому результаті всі точки виявились ієрархічно класифікованими. Найбільш відомий метод схематичного представлення матриці даних заснований на побудові дендограми або діаграми дерева.

Дендограму можна визначити як графічне зображення результатів процесу послідовної кластеризації [22].

Метою кластерного аналізу було розбиття річок Полтавської області на класи, кожен з яких відповідає певному рівню забруднення. Річки області, які потрапили до одного класу, характеризуються схожими показниками кількості та масового складу гідрохімічних показників, а зокрема і забруднюючих речовин. Для кластеризації було використано вихідний файл даних, який містить інформацію про основні гідрохімічні показники поверхневих вод річок: рН, розчинний кисень, БСК-5, окиснюваність, аміак, нітрити, нітрати, хлориди, лужність, СПАР, залізо загальне, мідь, цинк, свинець, кадмій, марганець, хром, нікель, миш'як.

Для статистичної обробки даних та розбиття річок на кластери використаний пакет комп'ютерних програм STATISTICA і на підставі даних результатів лабораторного аналізу використано метод побудови дерева – Joining (tree clustering) та метод k-середніх (k-means clustering).

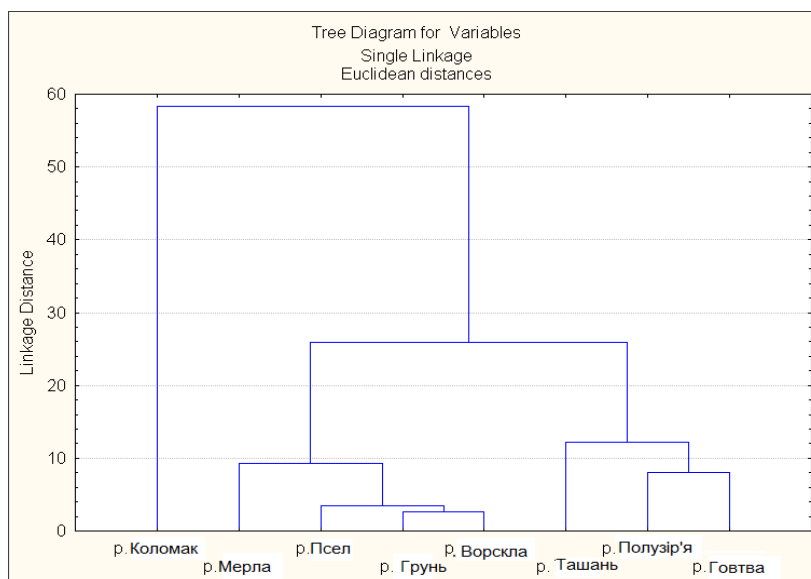


Рис. – Дендограма поділу поверхневих вод малих та середніх річок Полтавської області на кластери

На рисунку представлена дендограма поділу поверхневих вод малих та середніх річок Полтавської області на кластери: сформовано три основні кластери з найбільш схожими показниками для кожного кластеру.

До першого кластеру віднесено поверхневі води річки Коломак. Концентрація марганцю, міді, СПАР, азоту нітратного в її поверхневих водах найнижча та знаходиться в межах норми відповідно до всіх нормати-

вів. Такі показники як залізо загальне, кадмій, цинк, хром, нікель, миш'як взагалі відсутні у водах річки.

До другого кластеру відносяться поверхневі води річок Мерла, Псел, Грунь, Ворскла. Основні перевищення концентрації гідрохімічних показників спостерігаються відповідно до нормативу для вод водойм рибогосподарського призначення. Перевищення концентрації знаходиться в межах:

для аміаку – від 0,14 до 0,42 мг/дм<sup>3</sup> про нормі 0,05 мг/дм<sup>3</sup>, для азоту нітратного – від 0,11 до 0,28 мг/дм<sup>3</sup> при нормі 0,08 мг/дм<sup>3</sup>, для СПАР – від 0,22 до 0,4 мг/дм<sup>3</sup> при нормі 0,1 мг/дм<sup>3</sup>, для міді – від 0,0024 до 0,14 мг/дм<sup>3</sup> при нормі 0,001 мг/дм<sup>3</sup>, для цинку – від 0,0172 до 1,26 мг/дм<sup>3</sup> при нормі 0,01 мг/дм<sup>3</sup>, для марганцю – від 0,045 до 0,082 мг/дм<sup>3</sup> при нормі 0,01 мг/дм<sup>3</sup>. Нікель, миш'як, кадмій в поверхневих водах річок не виявлені.

До третього кластеру відносяться поверхневі води малих річок Ташань, Полузир'я та Говтва. Концентрації гідрохімічних показників річок перевищують нормативні значення для вод водойм рибогосподарського призначення. Перевищення знаходиться в межах: для аміаку – від 0,21 до 0,63 мг/дм<sup>3</sup> про нормі 0,05 мг/дм<sup>3</sup>, для азоту нітратного – від 0,15 до 0,23 мг/дм<sup>3</sup> при нормі 0,08 мг/дм<sup>3</sup>, для СПАР – від 0,26 до 0,31 мг/дм<sup>3</sup> при нормі 0,1 мг/дм<sup>3</sup>, для міді – від

0,0068 до 0,1 мг/дм<sup>3</sup> при нормі 0,001 мг/дм<sup>3</sup>, для цинку – від 0,92 до 1,26 мг/дм<sup>3</sup> при нормі 0,01 мг/дм<sup>3</sup>, для марганцю – від 0,086 до 0,61 мг/дм<sup>3</sup> при нормі 0,01 мг/дм<sup>3</sup>. Важкі метали нікель і кадмій у водах річок відсутні. Також малі річки третього кластеру мають найгірші класи та категорії таких показників: розчинений кисень, нітрити, нітрати, СПАР, мідь та цинк. Отже, відповідно до екологічної класифікації, малі річки знаходяться під значним антропогенним впливом та мають порушені екологічні параметри, їх екологічний стан оцінюється як екологічний регрес.

Таким чином, кластерний підхід до оцінки якості поверхневих вод річок дозволяє за визначеним числом гідрохімічних показників об'єднувати досліджувані об'єкти в кластери, що в подальшому може використовуватись як інструмент регулювання, моніторингу та вирішення проблем забруднення.

### Висновки

Відповідно до СанПіН № 4630-88 нормативу якості поверхневих вод культурно-побутового призначення всі показники для середніх річок знаходяться в межах норми. Спостерігалось перевищення значень в водах малих річок: цинку в річках Грунь, Ташань і Полузир'я. Не відповідає нормативу низький вміст розчинного кисню в річках Говтва, Ташань, Полузир'я. Для р. Коломак він найнижчий.

При порівнянні значень з нормативом якості вод водойм рибогосподарського призначення визначено перевищення БСК-5, вміст аміаку, нітритів, СПАР – для річок Ворскла та Псел.

Перевищення ГДК за вмістом міді визначено для р. Ворскла, р. Псел, р. Мерла ; цинку – для р. Ворскла, р. Псел, р. Мерла. Вміст загального заліза знаходиться в межах норми для р. Мерла, для р. Ворскла та р. Псел визначено перевищення ГДК. Визначено також перевищення БСК-5 – для річок Говтва, Ташань, Полузир'я, Грунь. Щодо водорозчинних сполук азоту, то тільки вміст нітратного азоту відповідає нормативним значенням. Найбільше забруднення аміаком спостерігається для річок Говтва та Коломак, найменше – для річок Грунь та Ташань. Перевищення вмісту нітритів визначено для річок Говтва, Грунь і Ташань, Полузир'я, найбільше забруднення нітритами спостерігається для р. Коломак.

Найгірші класи та категорії для всіх середніх річок мають такі показники: розчинений кисень, нітрити, СПАР, для річок Ворскла і Псел ще й мідь та цинк. Найгірші класи та категорії для всіх малих річок мають такі показники: розчинений кисень, нітрити, нітрати та СПАР. Для річок Говтва, Грунь, Ташань, Полузир'я ще й мідь та цинк.

За результатом кластерного аналізу за ступенем і характером забруднення поверхневих вод річки були об'єднані в три основні кластери: перший – р. Коломак, другий – річки Мерла, Псел, Грунь, Ворскла, третій кластер – річки Ташань, Полузир'я та Говтва. Такий підхід до оцінки якості поверхневих вод річок дозволив за визначеним числом гідрохімічних показників об'єднувати досліджувані об'єкти в кластери, що в подальшому може слугувати як інструмент регулювання, моніторингу та вирішення проблем забруднення.

Малі річки Полтавської області знаходяться під значним антропогенним впливом, їх екологічний стан оцінюється як екологічний регрес.

Тож першочергову увагу необхідно звернути на поліпшення екологічного стану малих річок Полтавської області. До першочергових заходів покращення належить:

– вдосконалення регіональної системи моніторингу за станом малих річок;

– поліпшення гідрологічного режиму малих річок;  
– охорона поверхневих вод малих річок від несанкціонованих скидів забруднюючих речовин;

– зниження антропогенного навантаження на малі річки області внаслідок забруднення зворотними водами;  
– підвищення та популяризація знань про екологічне значення малих річок.

### Література

1. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Полтавській області у 2016 році. Звіт 2016 Департамент екології та природних ресурсів. 2017. С. 169.
2. Винарчук, О. О., Хільчевський, В. К. Умови формування хімічного складу води та вивченість гідрохімічного режиму річок Лівобережного Лісостепу. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2010. С. 219-230.
3. Характеристика водних ресурсів Полтавської області. URL: <http://geo.pnpu.edu.ua/waters.php>. (Дата звернення: 17.10.2018).
4. Directive 2000/60/EC of the European parliament and of the council. *Official Journal of the European Communities*. 2000. p. 34.
5. Council Directive 76/160/EEC of 8 December 1975 concerning the quality of bathing water. URL: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31976L0160:EN:NOT> (Дата звернення: 20.10.2018).
6. Сніжко С. І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. К.: Ніка Центр, 2001. 196 с.
7. Сельнікова Т. О. Еколого-гідрологічні дослідження Житомирської області на основі аналізу забруднення водних об'єктів. *Вісник ЖДТУ*, 2006. №36. С. 130–136.
8. Керівний нормативний документ охорона навколишнього природного середовища та раціональне використання природних ресурсів організація та здійснення спостережень за забрудненням поверхневих вод (в системі мінекоресурсів) КНД 211.1.1.106 -2003. Міністерство екології та природних ресурсів України, Київ, 154.
9. Хімко, Р. В., Мережко, І. О., Бабко, Р. В. Малі річки – дослідження, охорона, відновлення. К.: Інститут екології, 2003. 380 с.
10. Степова, О. В., Рома, В. В. Державна система моніторингу водних об'єктів. Навчальний посібник «Моніторинг поверхневих вод». П.: ПолтНТУ, 2017. С. 82.
11. Регіональна цільова програма розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейну р. Дніпро Полтавської області на період до 2021 р. Полтавський літератор. 2013. С. 16–23.
12. Грициняк, І. І., Колесник, Н. Л. Біологічне значення та токсичність важких металів для біоти прісно-водних водойм (огляд). *Рибогосподарська наука України*. № 2. 2014. С. 31–45.
13. Характеристика стану вод Дніпровського басейну протягом серпня 2017 року. URL:<http://dbuwr.com.ua/upravlinnya-vodnimi-resursami/monitoring-yakosti-vodi/3480-stan-vod-dniprovs-kogo-basejnu-protyagom-serpnya-2017-roku.html>. (Дата звернення: 11.11.2018).
14. Характеристика стану вод Дніпровського басейну протягом вересня 2017 року URL:<http://dbuwr.com.ua/upravlinnya-vodnimi-resursami/monitoring-yakosti-vodi/3561-stan-vod-dniprovs-kogo-basejnu-protyagom-veresnya-2017-roku.html>. (Дата звернення: 11.11.2018).
15. Степова, О. В., Булавенко, Р. В., Рома, В. В. Аналіз стану поверхневих вод Полтавської області в контрольних створах. *Вісник ПДАА*. 2012. №1. С. 181–184.
16. Лобода, Н. С., Пилип'юк, В. В. Динаміка хімічного складу води по довжині р. Ворскла та оцінка її якості. *Вісник ОДЕУ*. 2011. №12. С. 178–189.
17. Некос, А. Н., Гарбуз, А. Г. Экологическая оценка объектов окружающей среды и пищевых продуктов (методика проведения исследований). Х.: ХНУ им. В.Н. Каразина. 2012. С. 104.
18. ДСТУ ISO 5667-6:2009 Качество воды. Отбор проб. Часть 6. Руководство по отбору проб из рек и ручьев (ISO 5667-6:2005, IDT).
19. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения: СанПиН № 4630-88. М.: Минздрав СССР, 1988. 70 с.
20. Гранично допустимі значення показників якості води для рибогосподарських водойм. Загальний перелік ГДК і ОБРВ шкідливих речовин для води рибогосподарських водойм. К.: Міністерство рибного господарства СССР, 1990, 45 с.
21. Яцик, А. В., Гопчак, І. В. Методичні вказівки «Екологічна оцінка якості поверхневих вод за відповідними категоріями». Р.: НУВГП. 2012. С. 26.
22. Дулепов, В. И., Лескова, О. А., Майоров, И. С. Системная экология. В.: ВГУЭС. 2004. С. 252.

### References

1. Regionalna dopovid pro stan navkolyshnogo pryrodnogo seredovyshha v Poltavskij oblasti u 2016 roci.(2017). [Regional report on the state of the environment in the Poltava region in 2016. Report 2016 Department of Ecology and Natural Resources],169 (in Ukrainian)



2. Vynarchuk, O. O., Xilcevskij, V. K. (2010). Umovy formuvannja ximicnoho skladu vody ta vyvcenist hidroximicnoho rezymu ricok Livobereznogo Lisostepu [Conditions of the formation of the chemical composition of water and the study of the hydrochemical regime of the rivers Livobereznogo Forest-steppe]. *Hidrolohija, hidroximija i hidroekologija*. Ternopil, 219-230. (in Ukrainian)
3. Characteristics of water resources of the Poltava region. Available at: <http://geo.pnpu.edu.ua/waters.php> (in Ukrainian)
4. Directive 2000/60/EC of the European parliament and of the council.(2000). *Official Journal of the European Communities*, 34 (in English)
5. Council Directive 76/160/EEC of 8 December 1975 concerning the quality of bathing water. Available at: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31976L0160:EN:NOT> (in English)
6. Snizko, S. I. (2001). Ocinka ta prohnozuvannja jakosti pryrodnyx vod [Estimation and prediction of the quality of natural waters]. Kyjiv, Nika Centr, 196 (in Ukrainian)
7. Jelnikova, T. O. (2006). Ekolohe-hidrolohichni doslidzennja Zytomyrskoji oblasti na osnovi analizu zabrudnennja vodnyx objektiv [Ecological and hydrological investigations of Zhytomyr region on the basis of analysis of pollution of water objects]. *Visnyk ZDTU*, 36, 130–136 (in Ukrainian)
8. Okhorona navkolyshnoho pryrodnoho seredovyshcha ta ratsionalne vykorystannia pryrodnykh resursiv orhanizatsiia ta zdiisnennia sposterezhen za zabrudnenniam poverkhnevnyx vod (v systemi minekoresursiv) . KND 211.1.1.106. (2003). [Environmental protection and rational use of natural resources. Organization and implementation of observations on pollution of surface waters (in the system of mines resources)], Kyiv: Ministerstvo ekolohii ta pryrodnykh resursiv Ukrainy (in Ukrainian)
9. Ximko, R. V., Merezko, I. O., Babko, R. V. (2003). Mali ricky – doslidzennja, oxorona, vidnovlennja [Small rivers – research, protection, restoration]. Kyjiv, Instytut ekolohiji, 380 (in Ukrainian)
10. Stepova, O. V., Roma, V. V. (2017). Derzavna systema monitorynhu vodnyx objektiv. Navcal'nyj posibnyk «Monitorynh poverxnevnyx vod» [State monitoring system for water objects. Training Manual "Surface Water Monitoring"]. Poltava, PoltNTU, 82 (in Ukrainian)
11. Rehionalna cilova prohrama rozvytku vodnoho hospodarstva ta ekolohicnoho ozdovlennja basejnu r. Dnipro Poltavskoji oblasti na period do 2021 r. (2013). [Regional target program for the development of water management and ecological improvement of the Dnipro river basin in the Poltava region until 2021 Poltava writer]. *Poltavskij literator*, 16–23 (in Ukrainian)
12. Hrycynjak, I. I., Kolesnyk, N. L. (2014). Biolohicne znacennja ta toksycnist vazkyx metaliv dlja bioty prysnovodnyx vodojm (ohljad) [Biological value and toxicity of heavy metals for the biota of freshwater reservoirs (overview)]. *Rybohospodarska nauka Ukrajinu*. 2, 31-45 (in Ukrainian)
13. Characteristics of the waters of the Dnipro basin during August 2017. Available at: <http://dbuwr.com.ua/upravlinnya-vodnimi-resursami/monitoring-yakosti-vodi/3480-stan-vod-dniprovs'kogo-basejnu-protyagom-serpnja-2017-roku.html> (in Ukrainian)
14. Characteristics of the waters of the Dnipro basin during September 2017. Available at: <http://dbuwr.com.ua/upravlinnya-vodnimi-resursami/monitoring-yakosti-vodi/3561-stan-vod-dniprovs'kogo-basejnu-protyagom-beresnja-2017-roku.html> (in Ukrainian)
15. Stepova, O. V., Bulavenko, R. V., Roma, V. V. (2012). Analiz stanu poverxnevnyx vod Poltavsk'koi oblasti v kontrol'nyx stvorax [Analysis of the state of surface waters of the Poltava region in the control layers]. *Visnyk PDAA*, 1, 181–184 (in Ukrainian)
16. Loboda, N. S., Pylypjuk, V. V. (2011). Dynamika ximicnoho skladu vody po dovzyni r. Vorskla ta ocinka jiji jakosti [Dynamics of chemical composition of water along the length of Vorskla River and assessment of its quality]. *Visnyk ODEU*, 12, 178–189 (in Ukrainian)
17. Nekos, A. N., Garbuz, A. G. (2012). Ekologiceskaâ ocenka obektov okruzausej sredi i pisevyh produktov (metodika provedenia issledovanij) [Environmental assessment of environmental and food products (research methodology)]. HNU im. V.N. Karazina, 104 (in Russian)
18. DSTU ISO 5667-6:2009 (2009). Kacestvo vodu. Otor prob. Cast 6. Rukovodstvo po otoru prob yz rek y rucev (ISO 5667-6:2005, IDT) [DSTU ISO 5667-6: 2009 Quality of water. Sampling Part 6: Guidelines for the selection of samples from rivers and streams (ISO 5667-6: 2005, IDT)] (in Russian)
19. Sanitarnye pravila i normy ohrany poverhnostnyx vod ot zagrjaznenija: SanPiN 4630-88. (1988). [Sanitary rules and norms for protection of surface water from pollution: SanPiN 4630-88]. Moscow : Minzdrav SSSR. (in Russian)
20. Hranychno dopustymi znachennja pokaznykiv yakosti vody dlya rybohospodars'kykh vodoym. Zahal'nyy perelik HDK i OBRV shkidlyvykh rehovyn dlya vody rybohospodars'kykh vodoym (1990).[Limit values of water quality indices for fish farming reservoirs. The general list of MPCs of harmful substances for water of fish farming reservoirs]. K: Ministry of Fisheries of the USSR. 1990, 45 (in Ukrainian)
21. Jacyk, A. V., Hopcak, I. V.(2012). Metodycni vkazivky «Ekolohicna ocinka jakosti poverxnevnyx vod za vidpovidnymi katehorijamy» [Methodological editions of “Ecological assessment of ecological quality of surface waters behind the inner categories”]. NUVHP, 26 (in Ukrainian)
22. Dulepov, V. I., Leskova, O. A., Majorov, I. S. (2004). Sistemnaa ekologia [System ecology]. VGUES, 252 (in Russian)

Надійшла до редколегії 29.01.2019

УДК: 504.436

А. Н. НЕКОС<sup>1</sup>, д-р геогр. наук, проф., О. М. МАКСИМОВ<sup>1</sup>, К. В. ШЕВЧИК<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

майдан Свободи, 6, м. Харків, 61022

e-mail: [alnekos999@gmail.com](mailto:alnekos999@gmail.com) <https://orcid.org/0000-0003-1852-0234>

[thekattypretty@gmail.com](mailto:thekattypretty@gmail.com)

## ЕКОЛОГІЧНА ЯКІСТЬ ПРИРОДНИХ ВОД З МІСЬКИХ ДЖЕРЕЛ М. ХАРКОВА

**Мета.** Оцінка екологічної якості джерельних вод міста Харкова. **Методи.** Польові, атомно-абсорбційної спектрофотометрії, аналітичні методи дослідження показників якості води. **Результати.** Зразки природних вод проаналізовано за такими показниками: рН, електричний потенціал, вміст нітратів, хлоридів, аміаку, прозорість, мутність, а також жорсткість води. Найвищі значення вмісту нітратів, нітритів, а також рівень лужності й жорсткості виявлено в пробах з Холодногірського джерела (джерело у парку «Юність»). У воді з Жуковського джерела виявлено вмісту хлоридів в півтора рази вищий за показники у воді з інших джерел води міста. У воді з джерела Глибокий Яр виявлено найбільш низьку мінералізацію вод, а у воді з джерела Саржин Яр – найвищу з досліджуваних зразків води з природних джерел Харкова. Значення рівня жорсткості води в усіх зразках, окрім Жуковського джерела, вказують на перевищення нормативного значення у 2-3 рази. Проте усі показники, окрім показника жорсткості не є небезпечними для людини, бо перевищень ГДК за ними не виявлено. Результати досліджень зразків води з джерела Саржин Яр та джерела в парку Юність (джерело Холодногорська) у 2019 році порівняно з результатами аналогічного дослідження, проведеного в 2015 році. Саржин Яр індекс жорсткості збільшився в 3,4 рази, а в вибірці з джерела в парку "Юність" (джерело Холодногорська) майже в 6 разів. **Висновки.** Визначено, що на території м. Харків вода з Жуковського джерела у Київському районі, повністю придатна до споживання, адже її хімічний склад у повній мірі відповідає санітарним нормам, які застосовуються до питних джерельних вод. Жорсткість питних вод, де є перевищення ГДК, може негативно впливати на здоров'я людини. Для інших джерел рекомендується провести модернізацію місць відбору води для населення. Реконструювати систему водопроводів для подачі води з джерел, а також ввести додаткові етапи їх очистки на шляху до споживача.

**Ключові слова:** водозабезпечення, якість джерельних вод, природні джерела, природні ресурси, водокористування

Nekos A. N., Maksimov A. M., Shevchyk K. V.

V. N. Karazin Kharkiv National University

### ECOLOGICAL QUALITY OF NATURAL WATERS FROM URBAN SPRINGS OF KHARKIV

**Purpose.** Estimation of ecological safety of spring waters of the city of Kharkiv. **Methods.** Field research, atomic absorption spectrophotometry, analytical methods for studying water quality indicators. **Results.** Natural water samples were analyzed on the following parameters: pH, electrical potential, nitrate content, chlorides, ammonia, transparency, turbidity, and water hardness. The highest values of the content of nitrates, nitrites, as well as the level of alkalinity and rigidity were found in a sample from the Kholodnogorsk spring. In the water from the Zhukovsky spring the high content of chlorides is found, which is one and a half times higher than the concentration in water from other city springs. In the water from the Glyboky Yar spring the lowest mineralization of water was detected, and in the water from the Sarzhin Yar spring - the highest of the studied samples of water from the natural springs of Kharkiv. However, all identified pollutant concentrations except for the rigidity index is not dangerous for a person, because they are not exceeded by the MAC. The results of research on water samples from the Sarzhin Yar spring and from the spring in Yunost park (Kholodnogorsk source) in 2019, compared to the results of a similar study conducted in 2015. It was determined that in the water from the Sarzhin Yar spring the rigidity index increased 3.4 times, and in the sample from the spring in Yunost park (Kholodnogorsk spring) almost 6 times. **Conclusions.** It is determined that in the territory of the city of Kharkiv, water from the Zhukovskii spring in the Kyivskiy district is fully suitable for consumption, because its chemical composition is fully in line with the sanitary norms that apply to drinking spring waters. The value of the level of hardness of water in all samples, except Zhukovsky spring, indicate that the normative value exceeds 2-3 times. The rigidity of drinking water that exceeds the MAC may adversely affect human health. Therefore, the only ecologically safe, among the investigated, can be considered water from the Zhukovsky spring (Kievskiy district in Kharkiv). For other sources,

it is recommended to modernize the water collection sites for the population, reconstruct the system of water supply for the supply of water from these sources, as well as to introduce additional stages of their treatment on the way to the consumer.

**Key words:** water supply, quality of spring water, natural resources, natural sources, water use

**Некос А. Н., Максимов А. М., Шевчик Е. В.**

*Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина*

#### **ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ КАЧЕСТВО ПРИРОДНЫХ ВОД С ГОРОДСКИХ ИСТОЧНИКОВ г. ХАРЬКОВА**

**Цель.** Оценка экологической безопасности родниковых вод города Харькова. **Методы.** Полевые исследования, атомно-абсорбционной спектрофотометрии, аналитические методы исследования показателей качества воды. **Результаты.** Образцы природных вод проанализированы по следующим показателям: рН, электрический потенциал, содержание нитратов, хлоридов, аммиака, прозрачность, мутность, а также жесткость воды. Результаты указывают, что высокие значения содержания нитратов, нитритов, а также уровень щелочности и жесткости обнаружено в пробе с Холодногорского источника (источник в парке «Юность»). В воде из Жуковского источника обнаружено показатель содержания хлоридов в полтора раза выше показателей из других источников воды города. В воде из источника Глубокий Яр определено наиболее низкую минерализацию вод, а в воде из источника Саржин Яр - самую высокую из исследуемых образцов воды. Однако все данные показатели, кроме показателя жесткости не опасны для человека, потому что превышений ПДК за ними не обнаружено. Результаты исследований проб воды из Источника Саржин Яр и из источника в парке «Юность» (Холодногорского источника) в 2019 сравнены с результатами подобного исследования выполненного в 2015 году. Определено, что в воде из источника Саржин Яр показатель жесткости вырос в 3,4 раза, а в образце из источника в парке «Юность» (Холодногорского источника) почти в 6 раз. **Выводы.** На территории г. Харькова вода из Жуковского источника в Киевском районе полностью пригодна к употреблению, ведь ее химический состав в полной мере соответствует санитарным нормам, применяемых к питьевым родниковым водам. Значение жесткости воды во всех образцах, кроме Жуковского источника указывают на превышение нормативного значения в 2-3 раза. Жесткость питьевых вод, которая превышает ПДК может негативно влиять на здоровье человека. Поэтому единственной экологически безопасной, среди исследованных, можно считать воду с Жуковского источника (Киевского района города Харькова). Для других источников рекомендуется провести модернизацию мест отбора воды из них для населения. Реконструировать систему водопроводов для подачи воды из данных источников, а также ввести дополнительные этапы их очистки на пути к потребителю.

**Ключевые слова:** водообеспечение, качество вод источников, природные источники, природные ресурсы, водопользование

#### **Вступ**

Актуальним постійним питанням для населення є питання наявності доступних джерел придатної для безпечного споживання води [1]. Питна вода є однією з основних умов існування людства. Наразі міста забезпечені централізованим водопостачанням [6], але міста також використовують в побуті воду з природних джерел, які є виходами ґрунтових, міжпластових вод на денну поверхню.

Стан води у гірських породах має багатоманітні форми і залежить від сил взаємодії, які виникають на межі системи «порода-вода» і зумовлюються складом порід, ступенем їх дрібнення і фізичних умов. Вода міститься у породи у вигляді надтонкої плівки, сорбованої на породи (гігроскопічна волога), тонких плівок, які огортають частинки твердих речовин (плівкова волога), рідини, яка заповнює капіляри у проміжках між окремими частинками породи, а також за досить великої кількості вологи – у капельно-струменевому стані, утворюючи підземні водойми значної потужності у вигляді водоносних шарів і тріщинних зон. У роботі Хільчевського В.К. та інш. [12, стор. 182] наводиться, що основними особли-

востями, які визначають формування хімічного складу підземних вод є:

- Тісний контакт підземних вод з різноманітними породами і мінералами земної кори, який полегшує перехід елементів та їх сполук у розчин.

- Наявність водотривких важко проникних шарів порід, які відокремлюють певні горизонти підземних вод, що ускладнює, а часто й порушує водообмін між водоносними горизонтами. Це сприяє утворенню індивідуальності складу підземних вод.

- Ускладненість зв'язку підземних вод з атмосферою і землею поверхнею.

- Ослаблення біологічних процесів, які в підземних водах, на відміну від інших видів природних вод, обмежуються життєдіяльністю мікроорганізмів за винятком карстових районів.

- Різка зміна фізичних умов (температури й тиску) з глибиною. На великих глибинах вода взаємодіє з породами при тиску в кілька сотень і тисяч атмосфер і часто при високих температурах (понад 100°C).

• Зниження з глибиною вмісту кисню і встановлення з деякої глибини відновних умов, низького окиснювально-відновного потенціалу, створення середовища, яке сприяє розвитку анаеробних процесів.

Такі визначені особливості впливають на певні риси хімічного складу підземних вод. Наприклад, надзвичайна різноманітність хімічного складу вод. Підземні води можуть мати дуже своєрідний склад газів, до якого входять всі природні хімічні елементи. Це значно підвищені концентрації  $Fe^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $NO_2^-$ ,  $NO_3^-$ ,  $Ra^{2+}$ ,  $H^+$ , величезний вміст  $CO_2$ ,  $H_2S$ ,  $CH_4$  та ін. Співвідношення між головними іонами різноманітні. Мінералізація підземних вод змінюється: від прісних до розсолів, сума іонів – від кількох десятків  $mg/dm^3$  до 600-650  $mg/dm^3$ . Такий широкий діапазон зміни мінералізації (за винятком озер) не спостерігається серед інших видів природних вод. Відсутність у більшості глибинних підземних вод чітко вираженого режиму хімічного складу за сезонами [10].

Різнманітність хімічного складу підземних вод і характер його розподілу в земній корі зумовлені історичним розвитком процесів виникнення вод у товщі гірських порід, їх динамікою, перетворенням їх складу при взаємодії з породами і під впливом життєдіяльності організмів[4].

Територія Харківської області розташована на межі Дніпровсько – Донецької западини, що входить складовою частиною у Дніпровсько – Донецький артезіанський басейн. Глибина залягання водоносних горизонтів обчислюється від декількох метрів до сотень метрів. Харківська область посідає п'яте місце в Україні за загальними запасами підземних вод. Забір прісних підземних вод здійснюється в основному з крейдових відкладень і дорівнює 0,168  $km^3/рік$ . Для видобутку підземних вод використовуються такі водоносні горизонти: Новопетрівський і Межигірський, Бучацько-Канівський, крейдово-мергельний та сеноман-нижньокрейдяний.

Новопетрівський і Межигірський водоносні горизонти не використовуються для центрального водопостачання у м. Харкові у зв'язку з техногенним забрудненням [6].

Крейдово-мергельний водоносний горизонт, зв'язаний із зоною тріщинуватості у долинах річок, згасає до вододілів. Водоутримуючі породи мають потужність від 500 до 150 м, багатководність горизонту мінлива від 1 – 2 л/с до 20 – 40 л/с. Хімічний склад при мінералізації 1 – 1,5  $g/dm^3$  – гідрокарбонатно-кальцієвий. З цього горизонту подається вода

для населених пунктів: Куп'янськ, Великий Бурлук, Дворічна та ін. У Харкові цей водоносний горизонт не використовується у зв'язку з можливим техногенним забрудненням[6].

Водоносний горизонт Бучацько-Канівських відкладів широко розвинений у межах області. Відсутній або має локальне розповсюдження в північно-східних і східних районах області, а також на північно-західних околицях Донецького складчастого спорудження. Водоносний комплекс перекривається водотривкими глинами та глинистими мергелями київської світи. Лише в південній та у південно-східній частині Харківської області, де глини та глинисті мергелі замінені на алеврити або розмиті, комплекс втрачає самостійне значення і утворює з водоносними горизонтами, що залягають вище, єдину гідравлічну систему. Нижнім водотривким шаром слугують слугують глини канівської та лузанівської світ. На правобережжі р. Орель водовміщуючі породи представлені пісками кварцово-глауконітовими, пісковиками, алевритами. Води цього горизонту, як правило, безнапірні чи слабо напірні. Потужність водовміщуючих порід коливається від 5-10 до 20-40 м. Коефіцієнт фільтрації пісків 1-5 м/добу. Живлення бучацько-канівського водоносного комплексу здійснюється за рахунок інфільтрації атмосферних опадів і за рахунок переливу напірних вод з верхньокрейдяних відкладів. Розвантаження здійснюється в долинах р. Сіверський Донець і його приток. Водоносний комплекс місцями високонапірний. Висота напору у Валківському, Красноградському і Краснокутському районах досягає 130-190 м, на іншій території – 30-80 м. Питомі дебіти свердловин коливаються в широких межах – від практично безводних у Зміївському і Ізюмському районах до 0,9  $dm^3/c$  – у Балакліївському районі. Тип води досить строкатий і змінюється від гідрокарбонатно-сульфатного кальцієво-натрієвого в Харківському, Вовчанському, Балакліївському і Чугуївському районах до гідрокарбонатно-хлоридного та хлоридно-гідрокарбонатного натрієвого в центральних і південних районах області. Мінералізація води коливається від 0,3 до 3,2  $g/dm^3$ , загальна жорсткість – 0,5-26  $mg-екв/dm^3$ . Водоносний горизонт має локальний гідравлічний зв'язок із ґрунтовими водами в долинах річок Сіверський Донець, Уди, Лопань, Харків, Орелька. Він має значні експлуатаційні запаси, що становили за даними регіональної оцінки 645,3 тис.  $m^3/добу$ . Використовується по всій тери-

торії області, за винятком Великобурлуцького, Дворічанського та Куп'янського районів.

Згідно інформації наведеної в дослідженні Прибилової В.М. [10] водоносний горизонт має широке розповсюдження, якість води, умови залягання та значні експлуатаційні запаси. На більшій частині свого розповсюдження водоносний горизонт захищений від забруднення з поверхні, але зазнає техногенного впливу на території великих населених пунктів та промислових підприємств.

У центральній й південній частині Харківської області живлення водоносного горизонту буцацько-канівських відкладів відбувається більшою мірою за рахунок перетікання вод з нижчезалягаючих водоносних горизонтів, що містять солоні води, у районах купольних структур і в районах виклинцювання водоносних горизонтів у зонах зчленування ДДАБ з Українським кристалічним щитом і Донецькою складчастою областю. Хімічний склад вод міняється до хлоридного натрієвого типу з мінералізацією до  $3 \text{ г/дм}^3$  і вище й із загальною жорсткістю до  $10 \text{ ммоль/дм}^3$  і вище [10].

Сеноман-нижньокрейдяний водоносний комплекс віднесено до глауконітових пісків та пісковиків сеноманського ярусу нижньої крейди та до таких же відкладень альбапського ярусу нижньої крейди. Підстиляється водоносний комплекс юрськими глинами. Потужність водоутримуючих порід – 20 – 100 м. Глибина залягання цього водоносного комплексу така: 300 – 350 м у північній частині області; 800 – 950 м у центральній частині; 25 – 27 м на півдні. У долині р. Орель дебет скважин 10 – 14 л/с, у Харкові – 1 – 2 л/с. Мінералізація води –  $1 \text{ г/дм}^3$ , хімічний склад –

#### **Об'єкти та методи дослідження**

Об'єктом дослідження є вода з природних джерел міста Харкова. Особливістю обраних для дослідження джерел є їх територіальне розташування у різних районах міста Харкова, а також їх значення, як найбільших та найпопулярніших природних джерел води серед жителів міста [9].

Представлені у роботі джерела води використовуються харків'янами як питні, тож дослідження зразків питної води на базі лабораторії аналітичних екологічних досліджень екологічного факультету Харківського

гідрокарбонатно-кальцієвий. Цей водоносний горизонт широко використовується для централізованого водопостачання у Харкові і Харківській області [10].

При дослідженні питання забезпечення жителів міста Харкова якісними безпечними водними ресурсами, було проаналізовано декілька робіт подібної тематики, що висвітлюють сучасні проблеми водопостачання міст. Зокрема в дослідженні Кравченко Н. Б. та інш. (2015 р.) [7], було визначено, що населення активно використовує джерела природних питних вод у господарських потребах. У роботі було надано результати соціологічних опитувань: «Проведений розрахунок рейтингу закритих джерел питної води м. Харкова за соціально-економічними показниками (без урахування екологічних показників) показав, що найкращим з точки зору споживача є джерело «Саржин яр», найгіршим – джерело у парку «Юність»» [7, стор. 84-88].

Таким чином, дана проблема є більш ніж актуальною для містян Харкова і тому потребує постійних моніторингових досліджень для визначення відповідності вимогам до питних вод та з'ясування їх екологічної безпеки.

*Мета* – оцінити екологічну якість джерельних вод міста Харкова.

Для оцінки екологічної якості джерельних вод міста Харкова відібрано зразки води джерел у чотирьох адміністративних районах міста: Київський район (Жуковське джерело), Московський район (Глибокий Яр), Шевченківський район (Саржин Яр) та Холодногірський район (джерело у парку «Юність»).

національного університету імені В. Н. Каразіна проводилось із застосуванням атестованих методик та експериментів [8].

Аналізи зразків питної води з джерел міста виконано за наступними показниками: значення рН, електричний потенціал; вміст нітратів; хлоридів; аміаку; нітритів; прозорість; мутність; жорсткість води.

Також за допомогою атомно-абсорбційного спектрофотометра С-115ПК визначено у зразках води концентрацію таких важких металів: Fe, Zn, Cu, Mn, Cd, Cr [2].

#### **Результати та обговорення**

Результати досліджень джерельної води вказують на такі її характеристики: найвищий

рівень рН встановлено у Жуковському джерелі – 6,85, що більше за рівень водневого пока-

зника в інших джерелах. Нормативним значенням рН є проміжок від 6,5 до 8,5, що вказує на кислотність чи навпаки – лужність води. Усі зразки джерельних вод характеризуються за рівнем рН як нейтральні.

Електричний потенціал вказує на рівень мінералізації води. Показник не має нормативного значення. Результати досліджень відображено на рисунку 1.

Найвищий рівень мінералізації виявлено у джерелі Глибокий Яр – 6,96, а найниж-

чий у Саржиному Яру – 5,78. Можна стверджувати, що у джерелі Глибокий Яр спостерігається найвищий вміст розчинених неорганічних солей та розчинених речовин серед досліджуваних зразків води.

Хлориди у джерельних водах повинні міститись у межах до 350 мг/дм<sup>3</sup>. Досліджувані зразки води за вмістом хлоридів відповідають нормативам (рис. 2).

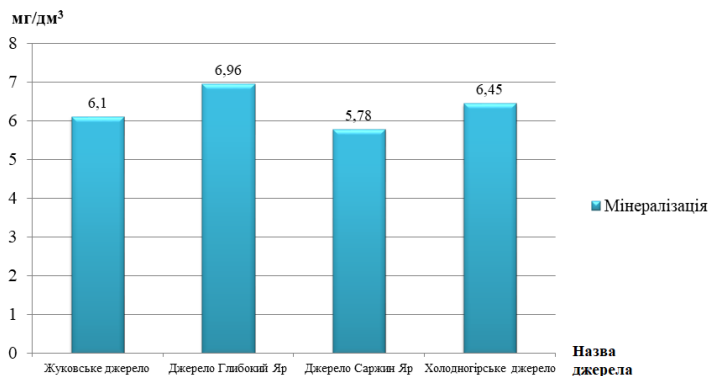


Рис. 1 – Рівень мінералізації джерельних вод

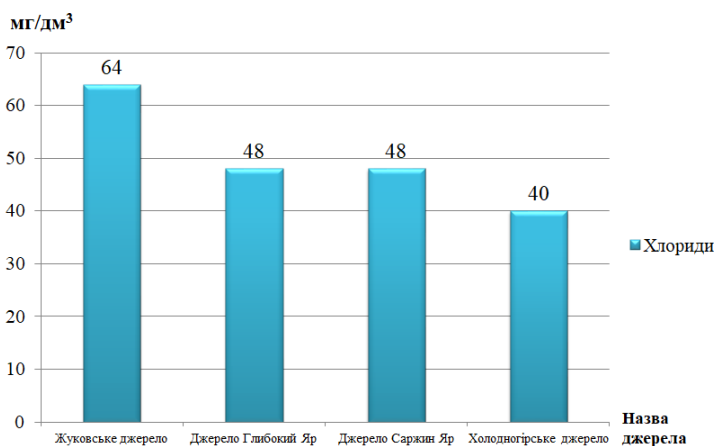


Рис. 2 – Вміст хлоридів у джерельних водах

Найвище значення – у Жуковському джерелі – 64 мг/дм<sup>3</sup>, а найнижче – у Холодногірському джерелі – 40 мг/дм<sup>3</sup>. В даному випадку вміст хлоридів в усіх пробах води можна вважати незначним у порівнянні з ГДК. Хлориди (Cl<sup>-</sup>) надають воді солонуватий присмак і можуть несприятливо впливати на шлункову секрецію [11]. Ось чому вміст Cl<sup>-</sup> у питній воді не повинен перевищувати 350 мг/дм<sup>3</sup>.

Рівень вмісту нітратів має не перевищувати значення 50 мг/дм<sup>3</sup>. У жодному із зразків перевищень не виявлено. Найнижчий вміст нітратів у зразках вод з Жуковського джерела та у Саржиному Яру – 3,4 мг/дм<sup>3</sup>, а

найвищий – у Холодногірському джерелі – 4,1 мг/дм<sup>3</sup>.

За рівнем прозорості усі зразки джерельних вод оцінено за 30 бальною шкалою й охарактеризовано 24 – 25 балами, що є ознакою чистої прозорої води без домішок та з низьким рівнем мутності.

Вміст аміаку, а також нітритів перебуває в нормі й однакове у всіх зразках. Аміак: у всіх джерелах – 0,04 мг/дм<sup>3</sup> (норма – до 2,0 мг/дм<sup>3</sup>). Нітрити – 0,001 мг/дм<sup>3</sup> у всіх джерелах (норма – 3,3 мг/дм<sup>3</sup>).

Значення жорсткості води відхиляється від норми (1,5 – 10 ммоль/дм<sup>3</sup>) (рис. 3). Для питної джерельної води показник не переви-



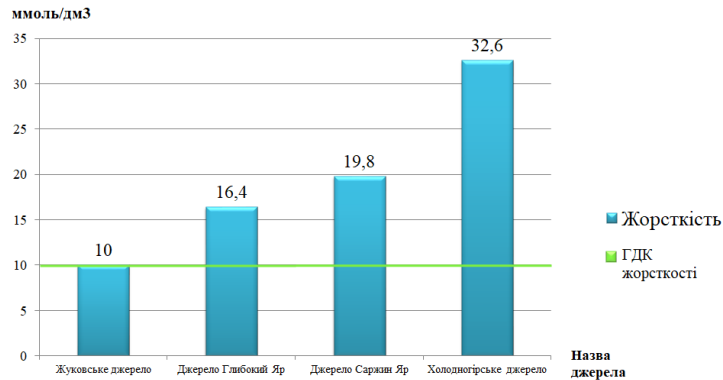


Рис 3 – Рівень жорсткості джерельних вод

щено лише у зразку води з Жуковського джерела, де він дорівнює 10 мг/дм<sup>3</sup>.

Місця відбору зразків вод характеризуються завищеною жорсткістю: у джерелі Глибокий Яр – у 1,5 рази, у Саржиному Яру – у 2 рази, у Холодногірському джерелі – у 3 рази й становить 32,6 ммоль/дм<sup>3</sup>.

Вживання води з підвищеною жорсткістю призводить до серцево – судинних захворювань, хвороб шкіри та зокрема негативно відображається на міцності волосся [4].

Перевишень вмісту важких металів відповідно до ГДК не виявлено. Вміст кадмію та хрому в зразках не визначено, це вказує на дуже малу концентрацію речовин. Дефіцит споживання кадмію може негативно вплинути на вуглеводневий обмін, активацію ряду ферментів, синтез у печінці гіппурової кислоти а також на обмін Zn, Cu, Fe, Ca. Cr також регулює вуглеводневий обмін й контролює рівень глюкози у крові.

Також проведені у 2019р. дослідження показали, що найвищі значення вмісту нітратів, нітритів, рівень лужності й жорсткості виявлено в пробі води з Холодногірського джерела (джерело у парку «Юність»), що

знаходиться на території Холодногірського району. Відсутнє достовірне пояснення причин таких показників, але слід звернути увагу на санітарний стан цього джерела. При відборі проб, було опитано місцеве населення щодо їх особистого враження після відвідання даного джерела. Було виявлено, що лише один з трьох кранів, виведених для користування джерелом, є придатним для відбору води й використовуються населенням. А вода відібрана лише з нього за органолептичними показниками може використовуватися як питна. З інших кранів поступає вода низької якості та вважається, як стверджують користувачі, екологічно небезпечною.

Результати дослідження параметру жорсткості води джерела Саржин Яр і Холодногірського джерела (джерела у парку «Юність») було порівняно з результатами дослідження 2015 року [7] (рис. 4).

Наприкінці слід зазначити, що під час проведення польових досліджень, огляду та візуальної оцінки місця розташування та облаштування джерел питної води, проведено опитування містян, які відвідували джерела та відбирали воду для питного використання.

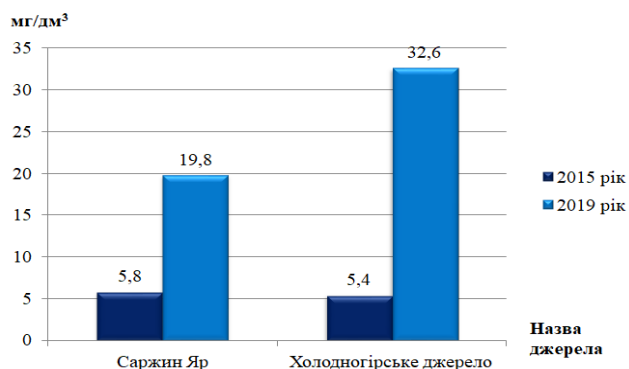


Рис. 4 – Зміна жорсткості води джерел у період з 2015 по 2019 рік



Внаслідок опитування виявлено конфлікт інтересів між населенням та органами місцевої влади. Проблема полягає у незадовільному облаштуванні усіх джерел, що досліджувались, окрім джерела Саржин Яр. Наразі не забезпечено безперешкодного доступу до місць користування джерельною водою. Схоже, що при фінансуванні міських Програм з благоустрою адміністративних районів міста не передбачено статті з благоустрою джерел питної води і тому населення вимушене отримувати воду в незадовільних

санітарно-гігієнічних умовах. Наслідки такого використання можуть бути не передбачуваними. Також можливо припустити, що через це знижується попит на даний природний ресурс. І нарешті, потрібно поставити питання: хто взагалі повинен відповідати за безпеку питної джерельної води у різних районах міста Харкова, яку населення роками використовує для пиття і хто відповідає за фінансування та облаштування цих джерел, що користуються достатньо великим попитом у харків'ян.

### Висновки

Отримані результати аналізів джерельних вод показали, що значення рН, електричного потенціалу, вмісту нітратів, хлоридів, аміаку, нітритів, прозорість, мутність перевищують ГДК не виявили.

Вміст важких металів у зразках джерельних вод не перевищує ГДК. Виявлено концентрацію Cd та Cr, що може призвести до дефіциту даних елементів в організмі людини, негативно вплинути на баланс речовин й процеси у ньому.

Вода джерела у Київському районі (Жуковське джерело) характеризується рівнем жорсткості у 10 ммоль/дм<sup>3</sup>, що є верхньою межею нормативного значення (від 1,5 до 10 ммоль/дм<sup>3</sup>). Усі інші зразки вод характеризуються завищеною жорсткістю: у джерелі Глибокий Яр – у 1,5 рази, у Саржиному Яру – у 2 рази, у Холодногірському джерелі – у 3 рази й становить 32,6 ммоль/дм<sup>3</sup>.

При порівнянні параметра жорсткості з аналогічним дослідженням 2015 року [7] вод з джерел Саржин Яр і джерела у парку «Юність», можна стверджувати, що жорсткість у обох зразках підвищилась у період з 2015 по 2019 рік. Так у джерелі Саржин Яр показник зріс у 3,4 рази, а у зразку води з джерела у парку «Юність» – майже у 6 разів.

Жорсткість питних вод, що перевищує ГДК може негативно впливати на здоров'я людини. Тож єдиною екологічно безпечною, серед досліджених, можна вважати воду з Жуковського джерела (Київського району міста Харкова). Для інших джерел рекомендується провести модернізацію місць відбору води з них для населення. Реконструювати систему водопроводів для подачі води з даних джерел, а також ввести додаткові етапи їх очистки на шляху до споживача.

### Література

1. Закон України «Про питну воду та питне водопостачання» від 10.01.2002 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2918-14>
2. ДСанПін 2.2.4-171-10 Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. Міністерство охорони здоров'я України (МОЗ України). 2010. URL: [https://dbn.co.ua/load/normativy/sanpin/dsanpin\\_2\\_2\\_4\\_171\\_10\\_gigienichni\\_vimogi\\_do\\_vodi\\_pitnoji\\_priznachenoji\\_dlja\\_spozhyvannja\\_ljudinoju/25-1-0-1180](https://dbn.co.ua/load/normativy/sanpin/dsanpin_2_2_4_171_10_gigienichni_vimogi_do_vodi_pitnoji_priznachenoji_dlja_spozhyvannja_ljudinoju/25-1-0-1180)
3. Державна служба геології та надр України. Підземні води: ресурси, використання, якість. URL: <http://www.geo.gov.ua>.
4. Боярин М. В., Нетробчук І. М. Основи гідроекології: теорія і практика. Луцьк: Вежа-Друк, 2016. 364 с.
5. Екологічний атлас Харківської області – водні ресурси. 2016. URL: <http://only-maps.ru/sovremennye-karty/ekologichnij-atlas-xarkivsko%D1%97-oblasti-vodni-resursi.html>
6. КП «Харківводоканал». Відомості про водопостачання м. Харкова. URL: [https://vodokanal.kharkov.ua/content/control\\_of\\_quality](https://vodokanal.kharkov.ua/content/control_of_quality)
7. Кравченко Н. Б. Зеленська Е. І. Порівняльна оцінка якості питної води з закритих джерел м. Харкова. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2015. № 3-4. С. 84 – 88. URL: <https://periodicals.karazin.ua/humanenviron/article/view/5560>
8. Некос А. Н., Гарбуз А. Г. Екологічна оцінка об'єктів навколишнього середовища та харчових продуктів. Харків: ХНУ В. Н. Каразіна, 2012. 104 с.
9. Основи екології. Екологічна економіка та управління природокористуванням. / під заг. ред. д.е.н., проф. Мельника Л. Г. та к.е.н., проф. Шапочки М. К. Суми: ВТД Університетська книга, 2005. 759 с.

10. Прибилова В.М. Оцінка якісного складу питних підземних вод водоносного горизонту бучацько-канівських відкладів на території харківської області. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія Геологія. Географія. Екологія*. 2014. Т.40. № 1098. С.42-45. URL: <https://periodicals.karazin.ua/geoeco/article/view/1077>
11. Сафранов Т.А. Мінералізація питних вод як показник їх якості та фактор впливу на здоров'я населення. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. No 1-2 (29), 2018. С. 73 – 80. URL: <https://periodicals.karazin.ua/humanenviron/article/view/10760>
12. Хільчевський В.К., Осадчий В.І., Курило С.М., Основи гідрохімії. К.: Ніка-Центр, 2012. 312 с.

### References

1. Pro pytnu vodu ta pytne vodopostachannya. (2019). Zakon Ukrainy, 2918-III. Ryiv. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2918-14> (in Ukraine)
2. DSanPin 2.2.4- 171-10 Hihiyenichni vymohy do vody pytnoyi, pryznachenoyi dlya spozhyvannya lyudynoyu (2010). [Hygienic requirements for drinking water intended for human consumption]. Ministry of Health of Ukraine. Available at: [https://dbn.co.ua/load/normativy/sanpin/dsanpin\\_2\\_2\\_4\\_171\\_10\\_gigienichni\\_vimogi\\_do\\_vodi\\_pitnoyi\\_priznachenoji\\_dlja\\_spozhyvannja\\_ljudinoju/25-1-0-1180](https://dbn.co.ua/load/normativy/sanpin/dsanpin_2_2_4_171_10_gigienichni_vimogi_do_vodi_pitnoyi_priznachenoji_dlja_spozhyvannja_ljudinoju/25-1-0-1180) (in Ukraine)
3. Derzhavna sluzhba heolohiyi ta nadr Ukrainy. Pidzemni vody: resursy, vykorystannya, yakist'. Available at: <http://www.geo.gov.ua> (in Ukraine)
4. Boyaryn, M. V., Netrobchuk, I. M. (2016). *Osnovy hidroekolohiyi: teoriya i praktyka*. [Fundamentals of Hydroecology: Theory and Practice]. Luts'k: «Vezha-Druk». (in Ukraine)
5. Ekolohichnyy atlas Kharkivs'koyi oblasti – vodni resursy. (2016). URL: <http://only-maps.ru/sovremennye-karty/ekologichnij-atlas-xarkivsko%D1%97-oblasti-vodni-resursi.html> (in Ukraine)
6. Vidomosti pro vodopostachannya m. Kharkova. (2019). KP «Kharkivvodokanal». Available at: [https://vodokanal.kharkov.ua/content/control\\_of\\_quality](https://vodokanal.kharkov.ua/content/control_of_quality) (in Ukraine)
7. Kravchenko, N. B., Zelens'ka, E. I. (2015). Porivnyal'na otsinka yakosti pytnoyi vody z zakrytykh dzherel m. Kharkova. [Comparative estimation of drinking water quality from closed sources of Kharkiv city]. *Man and Environment. Issues of Neoecology*, (3-4). 84 – 88 Available at: <https://periodicals.karazin.ua/humanenviron/article/view/5560> (in Ukraine)
8. Nekos, A. N., Harbuz, A. H. (2012). Ekolohichna otsinka ob'yektiv navkolyshn'oho seredovishcha ta kharchovykh produktiv. [Environmental assessment of environmental and food products]. Kharkiv: KHNU V. N. Karazina. 104 (in Ukraine)
9. Melnyk, L.G., Shapochka, M.K. (Eds.). (2005). *Osnovy ekolohiyi. Ekolohichna ekonomika ta upravlinnya pryrodokorystuvannyam*. [Fundamentals of ecology. Ecological Economics and Environmental Management]. Sumy: «VTD Universytet-s'ka knyha». (in Ukraine)
10. Prybylova, V.M. (2014). Otsinka yakisnoho skladu pytnykh pidzemnykh vod vodonosnoho horyzontu buchats'ko-kanivs'kykh vidkladiv na terytoriyi kharkivs'koyi oblasti. [Assessment of qualitative composition of drinking groundwater of the aquifer Buchatko-Kaniv deposits on the territory of Kharkiv region]. *Visnyk Kharkivs'koho natsional'noho universytetu imeni V.N. Karazina. Seriya Heolohiya. Heohrafiya. Ekolohiya*, 40(1098), 42-45. Available at: <https://periodicals.karazin.ua/geoeco/article/view/1077> (in Ukraine)
11. Safranov, T.A. (2018) Mineralizatsiya pytnykh vod yak pokaznyk yikh yakosti ta faktor vplyvu na zdorov'ya naselennya. [Mineralization of drinking water as an indicator of their quality and impact on population health]. *Man and Environment. Issues of Neoecology*, (1-(29)), 73 – 80[in Ukraine]. Available at: <https://periodicals.karazin.ua/humanenviron/article/view/10760> (in Ukraine)
12. Khil'chevskyy, V.K., Osadchyy, V.I., Kurylo, S.M. (2012). *Osnovy hidrokhimiyi*. [Fundamentals of Hydrochemistry]. Kyiv: «Nika-Tsentr». (in Ukraine)

Надійшла до редколегії 19.05.2019

УДК: 911+504

Н. Л. РИЧАК<sup>1</sup>, канд. геогр. наук, доц., О. М. ГРИЧАНИЙ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

майдан Свободи, 6, 61022, Харків, Україна

e-mail: [rychak@karazin.ua](mailto:rychak@karazin.ua) <https://orcid.org/0000-0003-1620-3059>

## ОЦІНКА НАВАНТАЖЕННЯ ПОВЕРХНЕВОГО СТОКУ НА ВОДНИЙ ОБ'ЄКТ В УМОВАХ УРБОЛАНДШАФТУ

Якість поверхневих вод залишається сьогодні важливою проблемою. Особливо гостро це стосується водних об'єктів, що розташовані в урболандшафтних басейнових геосистемах. **Мета.** Оцінити навантаження стічних вод атмосферного походження урболандшафтної басейнної геосистеми на води річки (на прикладі р. Харків). **Методи.** Польові ландшафтно-екологічні, ландшафтно-геохімічний; камерально-аналітичний; системний аналіз; хіміко-аналітичні; статистичні. **Результати.** Проведена оцінка стану поверхневих вод під впливом навантаження від поверхневого стоку атмосферного походження впродовж 2014-2016 рр., та частково 2017-2019 р., що сформувався під впливом транспортної (частково житлової) підсистеми урбанізованої території та поверхневих вод р. Харків. За сольовим складом характеристика якості води – «помірно забруднена» (1,6); за трофо-сапробіологічними показниками якість води характеризується як «забруднена» (від 3,1 до 2,75 за течією річки). Саме у цьому створі добре демонструється вплив стічних поверхневих вод, що формуються в умовах міського середовища на якість природних вод. Найвність високих значень забруднювачів та природних чинників. Оцінка якості води за вмістом специфічних показників «помірно забруднена» (від 2,28 до 1,85). **Висновки.** Вода р. Харків, що зазнає потужного впливу від урбанізованого середовища має III клас якості, вода «помірно забруднена». Екологічна оцінка вказує на навантаження поверхневим стоком вже на середній частині річки, яке зростає відповідно до умов функціонування урболандшафтів та антропогенного (транспортного) навантаження.

**Ключові слова:** навантаження, поверхневий стік, атмосферне походження, урболандшафтна басейнова геосистема

Rychak N. L., Grychanyi O. M.

V. N. Karazin Kharkiv National University

## ESTIMATION OF IMPACT FROM SURFACE RUNOFF ON WATER OBJECTS IN URBAN LANDSCAPE CONDITIONS

The quality of surface water remains an important issue today. This is particularly acute for water bodies located in the urban-basin geosystems. **Purpose.** To estimate pressure of atmospheric precipitation within the urban landscape basin geosystem on the river water (by example of the Kharkiv river). **Methods.** Field landscaping, ecological, landscape-geochemical; analytical; system analysis; chemical analytical; statistical **Results.** An assessment of the state of surface waters under the impact from the surface runoff of atmospheric origin during 2014-2016, and partly from 2017-2019, formed under the influence of the transport (partly residential) subsystem of the urban area and surface waters in Kharkiv. On the salt content, the characteristic of water quality is "moderately polluted" (1,6); on the tropho-saprobiological indicators, the quality of water is characterized as "polluted" (from 3.1 to 2.75 along the river). It is in this context the impact of waters, which is formed in the conditions of the urban environment for the quality of natural waters, is well demonstrated. The presence of high values of pollutants and natural factors. The assessment of the quality of water on the content of specific indicators is "moderately polluted" (from 2.28 to 1.85). **Conclusions.** The water of the Kharkiv region, which has a strong influence from the urban environment, has a grade III quality; the water is "moderately polluted". Environmental assessment indicates the impact of surface runoff already on the middle part of the river, which increases in accordance with the conditions of the operation of urban landscapes and anthropogenic (transport) load.

**Keywords:** loading, surface runoff, atmospheric origin, urban landscape basin geosystem

Рычак Н. Л., Гричаний О. М.

Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина

## ОЦЕНКА НАГРУЗКИ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА НА ВОДНЫЙ ОБЪЕКТ В УСЛОВИЯХ УРБОЛАНДШАФТА

Качество поверхностных вод остается сегодня важной проблемой. Особенно остро это касается водных объектов, расположенных в урболандшафтних бассейновых геосистемах. **Цель.** Оценить нагрузку сточных вод атмосферного происхождения урболандшафтной бассейновой геосистемы на воды реки (на примере реки Харьков). **Методы.** Полевые ландшафтно-экологические, ландшафтно-геохимический; камерально-аналитический; системный анализ; химико-аналитические; статистические. **Результаты.** Проведена оценка состояния поверхностных вод под воздействием нагрузки от поверхностного стока

атмосферного походження на протязі 2014-2016 гг., і частинно 2017-2019 г., сформований під впливом транспортної (частинно житлової) підсистеми урбанізованої території і поверхневих вод р. Харків. По солевому складу характеристика якості води - «умерено забруднена» (1,6 по трофі-сапробіологічним показателям) якість води характеризується як «забруднена» (от 3,1 до 2,75 по теченню річки). Іменно в цьому створі добре демонструється вплив стічних поверхневих вод, формуються в умовах міської середовища на якість природних вод. Наявність високих значень вмісту забруднювачів і природних факторів. Оцінка якості води по вмісту специфічних показників «умерено забруднена» (от 2,28 до 1,85). **Висновки.** Вода р. Харків, піддається сильному впливу урбанізованої середовища має III клас якості, вода «умерено забруднена». Екологічна оцінка показує на навантаження поверхневого стоку вже в середній частині річки, яка росте в відповідності з умовами функціонування урбанізованого ландшафту і антропогенної (транспортної) навантаження.

**Ключові слова:** навантаження, поверхневий сток, атмосферне походження, урбанізаційна басейнова геосистема

### Вступ

У роботі надано оцінку навантаження, яке спричиняють стічні води на водний об'єкт. Низька швидкість течії річки в місті, замулення води та дна русла в результаті седиментації зважених речовин, зменшення об'єму стоку та витрат води виступають допоміжними чинниками забруднення та загального зниження функціональності екосистеми. Пріоритетними урбанізаційними підсистемами, що в найбільшій мірі виступають джерелами забруднення поверхневих вод у місті в межах басейнових геосистем, – є транспортна та житлова (сумісно з культурно-освітньою та громадсько-адміністративною). Ці підсистеми характеризуються «високим ступенем антропоїзації та низькою здатністю до саморегуляції» В. Самойленко, 2007 [15, стор.17]. Навантаження від забруднення неорганізованим поверхневим стоком негативно впливає на екосистему річки і знижує потенціал об'єкту для досягнення та підтримання оптимальної якості об'єкту.

За В. І. Данилов – Данильєвичем (2000), «Екологічно допустимий рівень антропогенного впливу на природу, що не перевищує порогу стійкості екосистеми та визначає максимально можливі обсяги втручання людини у хід природних процесів масоенергообміну на різних рівнях, обмежує можливі обсяги антропогенного забруднення навколишнього середовища» [5, Т1, стор. 329]

Надання оцінки навантаження на екосистему річки від неорганізованого стоку дощових та талих вод, що формується в умовах транспортної підсистеми є актуальною темою. Визначення навантаження та його вплив на якість води у річці дасть змогу визначитися з рекомендаціями для досягнення оптимальних умов існування урбанізованого ландшафту.

Дослідження такого спрямування передбачені Водною рамочною директивою ЄС 2000/60/ЄС [1], Директивою ЄС «Міські стічні води» [3], Загальнодержавною програмою розвитку та реконструкції централізованих систем водовідведення населених пунктів України на 2012-2020 роки [6] та ін. Програми спрямовані на досягнення та підтримання збалансованого екологічного та хімічного станів поверхневих водних об'єктів, що потерпають від урбанізованого навантаження. Ці програми визначають актуальність теми дослідження.

За Masterson J. P. (1997), потрапляння поверхневого стоку у водні об'єкти викликає цілу низку проблем. Найголовніша з них, це порушення цілісності водного об'єкту, а також, перевищення ГДК хімічних речовин у водному об'єкті, забруднення придонного шару. Ці порушення призводять до гострих і хронічних токсичних дій на гідробіоти та до ерозії каналів, що виникає в результаті значної інтенсивності потоку поверхневих стічних вод [19].

Основними водними ресурсами урбанізаційної басейнової геосистеми р. Харків є сама річка з її притоками, болотами, штучними водоймами, а також підземними водами. Гідрографічні об'єкти цієї території належать до басейну р. Харків, яка відноситься до басейну р. Лопань, яка, в свою чергу, належить до басейну р. Уди, а остання - належить до басейну р. Сіверський Донець.

В сучасних умовах якість води у р. Харків погіршується [9, 11, 18]. Причинами цього явища є незбалансоване водоспоживання та водокористування, а також поверхневий стік з урбанізованої території [9, 11-14, 15, 16, 18], який лише частково упорядкований завдяки дощовій каналізації і є різко змінним у часі [11, 12] за кількісними та якісними характеристиками [11]. Оцінити

складову частину забруднень, які надходять у водойми з поверхневим стоком досить складно. Якщо долю організованих (локалізованих в межах зазначених ділянок) джерел можна безпосередньо врахувати при побудові моделей [15], то при неорганізованих (розповсюджених на значних ділянках безпосередньо для їх врахування) потрібно розглядати інші методи [15, 18].

Аналіз багатьох наукових досліджень показав, що автотранспорт та об'єкти транспортної інфраструктури є важливим чинником, який формує хімічний склад стічних вод атмосферного походження [9, 11-14, 16, 18].

Вплив стічних вод, що формуються в умовах урболандшафтної басейнової геосистеми р. Харків фрагментарно досліджувалися [9, 11-14, 18]. Результати дослідження добового обсягу дощового стоку показали, що кількість забруднюючих речовин знаходиться в рекомендованих межах для вод даної категорії. Але стічні води характеризуються підвищеним вмістом зважених речовин, нітратів, сульфатів, хлоридів; а стік, сформований талими водами характеризується низькою якістю за показниками загальної жорсткості та за вмістом: плюмбуму, цинку, мангану та ніколу [11].

С. Мостепан (2010) виділяє дві складові у забрудненості зливових вод: основну, яка визначається зливом та накопиченням на поверхні забруднень, та фонову, що виникає через ерозію самих поверхонь, стан дорожнього покриття та бордюрів, похил земель-

ної ділянки та автодороги та від інтенсивності дощів; та відмічає для водних об'єктів м. Харкова такі перевищення ГДК<sub>к.п.</sub>: це: нафтопродукти, цинк, хром [9].

Інформаційні результати, які цікаві нам за тематикою та територіальною прив'язкою нашого дослідження, отримані В. Юрченко та ін. (2012). Авторами експериментально встановлено, що у складі змивів з автошляхів присутні підвищенні концентрації амонійного азоту; найвища концентрація органічних сполук серед завислих речовин спостерігається в змиві з територій автостоянки та з покриття, де паркуються автомобілі, а їх концентрація позитивно корелює з інтенсивністю руху. Крім цього, визначено низьку ефективність осадження завислих речовин [18].

Таким чином, стан, хімічний склад стічних вод досліджувався для урболандшафтної басейнової геосистеми, проте безпосереднє навантаження на якість поверхневих вод та їх екологічна оцінка стосовно даного навантаження не проводилась.

*Метою роботи* є оцінити навантаження стічних вод атмосферного походження урболандшафтної басейнової геосистеми на води річки (на прикладі р. Харків).

Для дослідження обрана урболандшафтна басейнова геосистема р. Харків, яка потужно потерпає від навантаження в умовах м. Харкова.

Об'єкт дослідження – якість поверхневих вод р. Харків.

### *Методи та методика дослідження*

Вихідними даними для роботи є фактичні дані, які отримані впродовж 2014-2016 рр., та частково 2017 р. Проведено відбір проб стоку вод атмосферного походження, що сформувався під впливом транспортної (частково житлової) підсистеми урбанізованої території та поверхневих вод р. Харків.

При дослідженні використано такі методи: польові, ландшафтно-екологічний з використанням топографічних карт; ландшафтно-геохімічний; камерально-аналітичний; для аналізу інформаційної бази дослідження та вихідних даних (геоморфологічних, гідрологічних, метеорологічних та техногенних процесів) – методи системного аналізу; для отримання вихідних даних (хімічний склад проб води) застосовувано лабораторні хіміко-аналітичні методи; для обробки отриманих результатів вихідних

даних та для оцінювання навантаження застосовано статистичні методи.

Для проведення оцінки навантаження поверхневого стоку, що утворюється в умовах урболандшафтної басейнової геосистеми на поверхневі води річки Харків, були використані сучасні методики та нормативні документи відповідно до об'єкту та предмету дослідження.

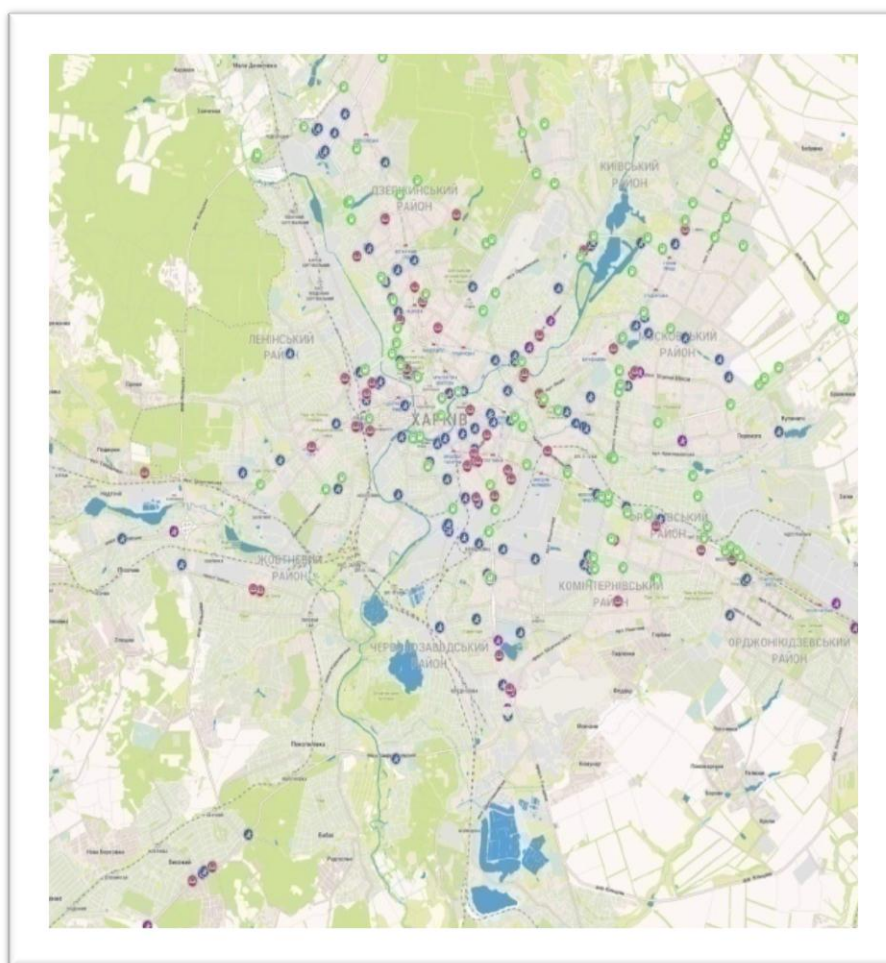
Польові дослідження – відбір проб води проводилися протягом усього періоду спостереження. На першому етапі (2014-2015 рр.) проведено відбір поверхневого стоку, що утворюється в умовах урболандшафтної басейнової геосистеми р. Харків.

На другому етапі (2016-2017, 2017-2019 рр.) дослідження доповнено відбором поверхневих вод річки за сольовими, трофо-сапробіо-логічними та специфічними



(токсичними) показниками. Детальне дослідження (на першому етапі) природних та антропогенних умов формування урболандшафтної басейнової геосистеми р. Харків, а саме: геоморфологічні умови, гідрологічні, ґрунтово-рослинні та їх зміна під впливом урбанізованих процесів, дали змогу уточнити розташування місця дослідження (рис.1). Ці місця – це створи річки, куди потрапляє неорганізований поверхневий стік, що сформувався в умовах (домінантних, більше ніж 60%) транспортної функціональної підсистеми міста (рис. 1). Нами обрано ділянки створу №1 – це гирло річки (1 км). Даний створ річки входить у мережу регіональних моніторингових досліджень, які проводять для оцінки якості поверхневих вод басейну р. Сіверський Донець. Друге місце – це середня частина течії р. Харків, яка приймає неорганізований пове-

рхневий стік з урбанізованої території, а також тут функціонує дренажна система, що виводить зливові води з цієї ж території у річку. Третя ділянка – це верхня частина річки Харків, «умовна окраїна» міста, але зі значним антропогенним впливом транспортної функціональної підсистеми (рис. 2). У ручному режимі відібрані проби поверхневих вод річки при потраплянні неорганізованого поверхневого стоку після дощу (у різні сезони роки та відповідно при різних гідрологічних режимах: водопілля, межени, повені, тощо) та у період сніготанення. Проби води були відібрані згідно нормативних та рекомендованих документів: ДСТУ 3013 – 95 «Правила контролю за відведенням дощових і снігових вод з території міста і промислових підприємств» [4], ДСТУ ISO 5667-15:2007 «Якість води. Відбирання проб», ДСТУ ISO 5667-3-2001 «Якість води. Відбирання проб.



🟢 – автозаправні станції 🟡 – станції технічного обслуговування 🚗 – автомобільні мийки

Рис. 1 – Місцезнаходження стаціонарних об'єктів автотранспортної інфраструктури на території дослідження у м. Харків

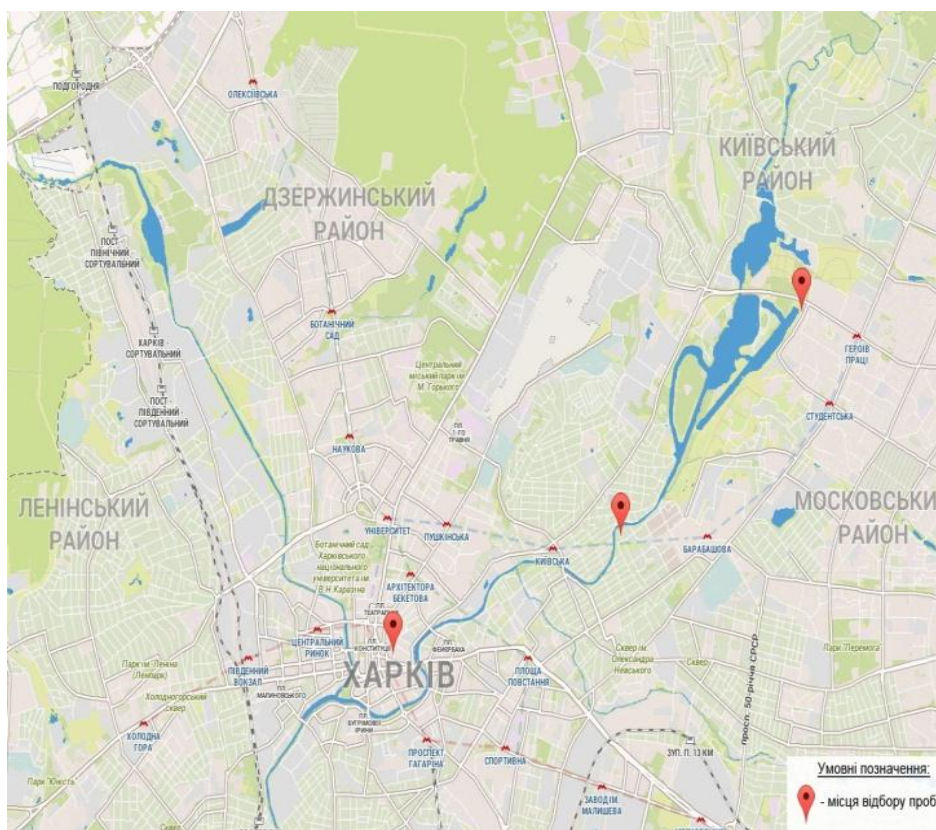


Рис. 2 – Місця відбору проб

Настанови щодо зберігання та поводження з пробами», «Временные рекомендации...», 1975 [2], атестовані методики для визначення завислих домішок.

Аналіз вмісту хімічних сполук і елементів у пробах стічних і поверхневих вод проводився у навчально-дослідній лабораторії аналітичних екологічних досліджень екологічного факультету ХНУ імені Каразіна. Аналіз кількісного вмісту важких металів (Хром<sup>6+</sup>, Залізо заг., Нікол, Плюмбум, Кадмій, Купрум, Цинк) проводився за допомогою фотоелектроколориметричного методу, жорсткість, лужність – титрометричним методом, зважені речовини – гранулометричним методом. Визначення вмісту елементів та сполук у пробах води проводилось згідно вказаних стандартів, методик, рекомендацій.

Методика дослідження полягає у наступних діях:

- визначити навантаження неорганізованим стоком дощових та талих вод, що формуються в умовах урболандшафтної басейно-

вої геосистеми на поверхневій воді р. Харків, а саме:

- визначити площу територіальних складових урболандшафтної басейнової геосистеми р. Харків за методикою В. М. Самойленка, 2007 [15];

- розрахувати об'єми утворення поверхневого стоку стічних вод на території дослідження за рекомендаціями В. І. Каліцуна, 1983 [7];

- визначити якість зливових та талих вод, що сформувались в умовах урболандшафтної басейнової геосистеми за рекомендаціями В. Н. Хвата, 1975 [2];

- дати оцінку якості води р. Харків за «Методикою екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями» [8].

Отримані результати використати для обґрунтування оптимальних заходів формування якості поверхневих вод таких як: інженерні заходи; фізико-хімічні процеси як засоби покращення якості вод; заходи фіторемідації.

### **Результати досліджень**

Дослідження базується на визначенні ролі геосистеми у формуванні поверхневого

стоку водозбірної басейну р. Харків. Для цього проведено аналіз повздовжнього про-



філю р. Харків на території м. Харкова, з метою відтворення морфологічно-позиційної схеми басейну річки з урахуванням впливу урбанізованих територій. Вододільно-рівнинні, схилі та заплавні геосистеми є основою для формування та направлення руху поверхневого стоку вод. Проте в урбанізованих системах у формуванні стоку приймають участь площі урбофункціональних підсистем, що відображають «відкритість» та «водонепроникність» території. Детальний аналіз цього питання та методика розрахунків надано в роботах [11,12]. З питань загальної фізико географічної характеристики лише зазначимо, що р. Харків маловодна, з незначною швидкістю течії, зазнає значного антропогенного впливу. Аналіз мережі зливової каналізації за даними Комунального підприємства «Комплекс з експлуатації об'єктів водозниження і зливової каналізації» (КП КВЛК), показав, що р. Харків приймає на території міста більше 30 водовипусків та 19 водовипусків у р. Немишля з опосередкованим впливом поверхневого стоку урбанізованих територій.

До уваги взято такі основні показники як загальна довжина річки та її довжина через урбанізовану територію; площа загал-

ьного водозбору та площа урболандшафтної басейнової геосистеми річки: урбофункціональні підсистеми (транспортна, житлова, полірекреаційна, промислова, тощо), лісистість басейну, озерність.

Площа урболандшафтної басейнової геосистеми р. Харків складає 4,5 тис. га. Це 8% території міста з потужним селітебним та транспортним навантаженням. Площа автошляхів та об'єктів інфраструктури території дослідження складає – 273 га (становить 6 %). Розподіл питомих площ транспортної підсистеми в межах басейнових морфологічно-позиційних підсистем у співвідношенні 65% (заплавної) до 35% (схилової) (рис. 3). Підходи до аналізу урбофункціональної підсистеми, окремі розрахунки виконані за методик В. М. Самойленко [15].

Розраховані річні об'єми утворення дощових і талих вод за відомими методиками В. І. Каліцуна, [7], рекомендаціями В. Н. Хвата, [2]. Результати розрахунків подано у таблиці 1.

Визначено якість зливових та талих вод, що сформувались в умовах урболандшафтної басейнової геосистеми за рекомендаціями В. Н. Хвата [2], (рис 4).

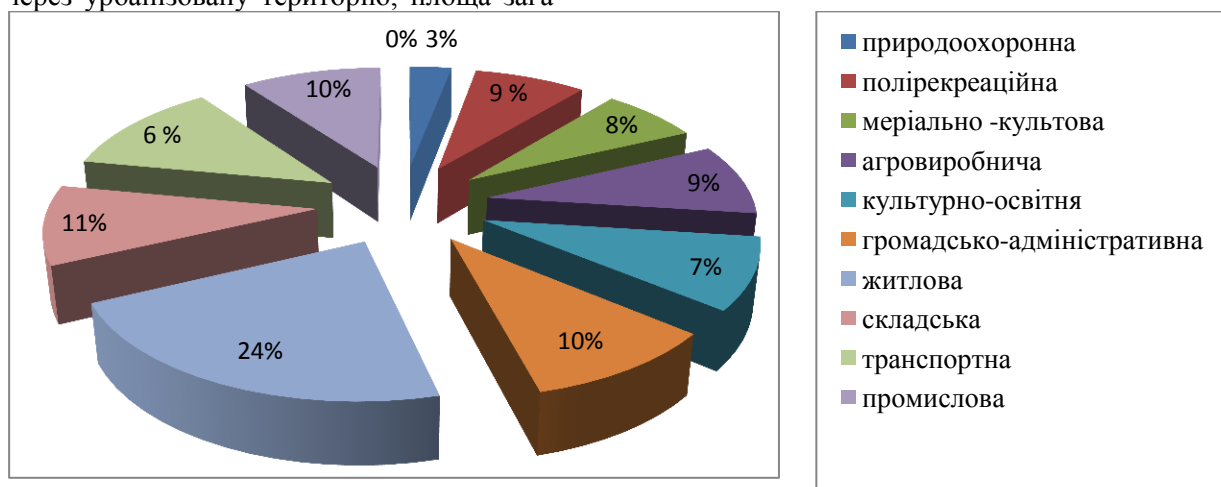


Рис. 3 – Складові урболандшафтної геосистеми території дослідження

Таблиця 1

Середньорічні об'єми стічних вод атмосферного походження

Площа урболандшафтної басейнової геосистеми р. Харків, тис.га	Загальна площа транспортної підсистеми, тис. га	Об'єм поверхневого стоку, утвореного дощовими водами, м <sup>3</sup>	Об'єм поверхневого стоку, утвореного талими водами, м <sup>3</sup>	Всього за рік, об'єм зливо-талих вод, м <sup>3</sup>
4,5	0,273 (6,06%)	932 252	313 650	1 245 902

На ділянках дослідження (1, 2 3 з ліва на право) проведено відбори проб поверхневого стоку атмосферного походження, що утворюються з дощових (зливових) вод, талих та мийних вод (показники у окремих стовпчиках). Проведено хімічний аналіз вказаних типів води за органолептичними та хімічними показниками якості води (рН, лужність жорсткість, ПАР, вмісту нафтопродуктів, важких металів).

Аналіз вмісту хімічних елементів у пробах води поверхневого стоку атмосферного походження (а саме після випадіння дощу) показав, що за всіма показниками якості води знаходиться в рекомендованих межах для вод даної категорії. Аналіз вмісту купруму показав, що в усіх відібраних пробах стічних поверхневих вод, знаходиться у межах норми (ГДКв. – 1 мг/дм<sup>3</sup>). Серед досліджених об'єктів встановлено, що найвищий вміст купруму у талих водах (0,1 мг/дм<sup>3</sup>),

Вміст плумбуму у поверхневих водах атмосферного походження різноманітний і надзвичайно високий. Найвищий вміст плумбуму у талій воді, дещо нижчий вміст у мийній та стічній водах. Серед відібраних проб найвищий вміст плумбуму у стічних водах, що сфорсувались на СТО Автосалон Фрунзе-Авто – 0,26 мг/дм<sup>3</sup>. Найнижчий вміст плумбуму зафіксовано у мийній воді на СТО – мийці (вул. Фурманова) 0,081 мг/дм<sup>3</sup>.

Найвищий вміст цинку у талих водах – у в межах від 2,1 мг/дм<sup>3</sup> до 1 мг/дм<sup>3</sup>, що формуються на СТО та СТО-мийці.

У більшості з випадків, найвищий вміст кадмію зафіксовано у талій воді на АЗС і СТО та стічній воді. У зливовому стоці концентрації кадмію знаходяться в межах від 0,004 мг/дм<sup>3</sup> до 0,006 мг/дм<sup>3</sup>, а в талих водах – від 0,006 мг/дм<sup>3</sup> до 0,011 мг/дм<sup>3</sup>.

Аналіз отриманих результатів показує, що навантаження, яке чинить поверхневий стік є значним, відрізняється за обраними

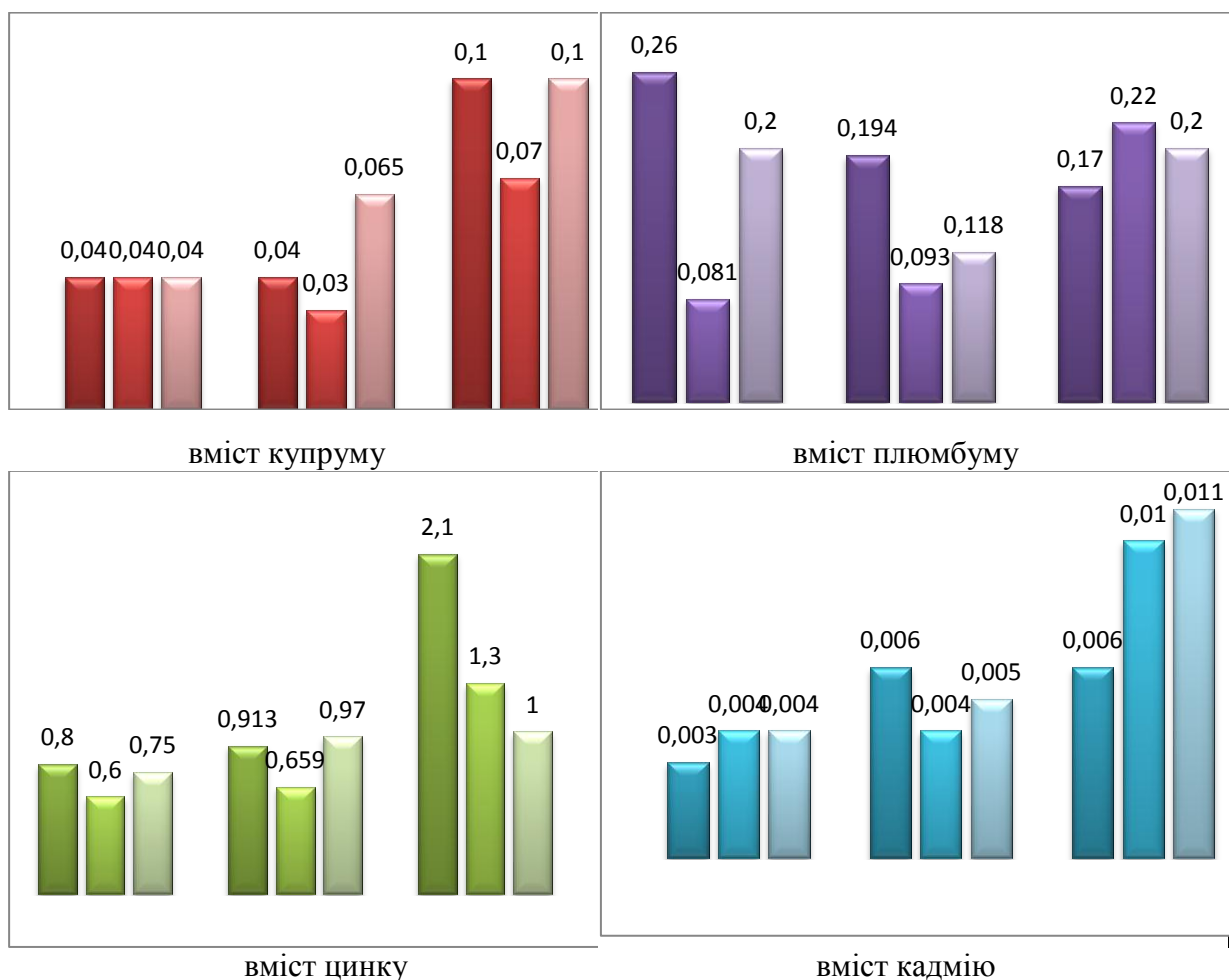


Рис. 4 – Гідрохімічна характеристика навантаження поверхневим стоком (мг/дм<sup>3</sup>)

створами в залежності від умов урболандшафтної басейнової геосистеми та є різним в результаті впливу талої води та зливових вод. За Методикою екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями [8], яка є «міжвідомчим нормативним

документом, що ґрунтується на вітчизняних, європейських та світовому досвіді і враховує нові вимоги ЄС та ООН стосовно водної політики» [8, стор. 317] проведена екологічна оцінка поверхневих вод р. Харків (табл. 2, рис. 6).

Таблиця 2

**Розрахунок показників різного складу для надання оцінки якості вод р. Харків, що формуються в умовах урболандшафтної басейнової геосистеми (ділянка № 3, окружна, вплив поверхневого стоку, утвореного дощовою водою)**

№ з/п	Показник	Одиниці виміру	Значення (мін, макс, середнє)	Категорія	Клас	Розрахунок індексу (середнє та максимальне значення)
Компоненти сольового складу						
1	Сума іонів	мг/дм <sup>3</sup>	$\frac{290-430}{398}$	1	I	$I_{зсер}=(1+3+1)/3=1,6$
2	хлориди	мг/дм <sup>3</sup>	$\frac{10-60}{31}$	3	II	
3	сульфати	мг/дм <sup>3</sup>	$\frac{11-50}{26}$	1	I	
Трофо - сапробіологічні (еколого-санітарні) показники						
4	Завислі речовини,	гідрофізичні				
		мг/дм <sup>3</sup>	$\frac{8-30}{14}$	3	II	
5	прозорість	м	$\frac{1-3}{2}$	1	I	
6	рН	гідрохімічні				
			$\frac{7,27-7,68}{7,47}$	1	I	$I_{зсер}=(3+1+1+4+5+3+4+1)/8=2,75$
7	Азот амонійний	мг/дм <sup>3</sup>	$\frac{0,1-0,6}{0,3}$	4	III	
8	Азот нітритний	мг/дм <sup>3</sup>	$\frac{0,02-0,068}{0,03}$	5	III	
9	Перманганатна окисність	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	$\frac{3,1-9,1}{7,5}$	3	II	
10	БСК <sub>5</sub>	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	$\frac{1,4-4,0}{2,5}$	4	III	
11	Розчинений кисень	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	$\frac{7,1-9,1}{8,4}$	1	I	
Специфічні речовини токсичної дії						
12	Цинк	мкг/дм <sup>3</sup>	$\frac{0-11}{10}$	2	II	$I_{зсер}=(2+2+2+1+2+3+1)/7=1,85$
13	Купрум	мкг/дм <sup>3</sup>	$\frac{0-5}{1,1}$	2	II	
14	Кадмій	мкг/дм <sup>3</sup>	$\frac{0-0,2}{0,14}$	2	I	
15	Плюмбум	мкг/дм <sup>3</sup>	$\frac{0,1-0,7}{0,18}$	1	I	
16	Нікол	мкг/дм <sup>3</sup>	$\frac{1-11}{5}$	2	II	
17	Ферум	мкг/дм <sup>3</sup>	$\frac{10-200}{82}$	3	II	
18	Хром (Cr <sup>6+</sup> )	мкг/дм <sup>3</sup>	$\frac{0,2-1,8}{1,2}$	1	I	
$I_{Есер}=(1,6+2,75+1,85)/3=2,07$						

1	ТАЛІ ВОДИ		1	СТІЧНІ ВОДИ
С.С.	2,6		С.С.	1,6
Т.-С.	3,5		Т.-С.	3,1
С.Р.	2,57		С.Р.	2,28
I <sub>Е</sub>	<b>2,89</b>		I <sub>Е</sub>	<b>2,32</b>

2	ТАЛІ ВОДИ		2	СТІЧНІ ВОДИ
С.С.	2,3		С.С.	1,6
Т.С.	3,5		Т.-С.	3,2
С.Р.	2,4		С.Р.	2,14
I <sub>Е</sub>	<b>2,74</b>		I <sub>Е</sub>	<b>2,3</b>

3	ТАЛІ ВОДИ		3	СТІЧНІ ВОДИ
С.С.	1,6		С.С.	1,6
Т.С.	3,4		Т.-С.	2,75
С.Р.	2,0		С.Р.	1,85
I <sub>Е</sub>	<b>2,3</b>		I <sub>Е</sub>	<b>2,07</b>

Рис. 5 – Розраховані показники різного складу для надання оцінки якості вод р. Харків, що формуються в умовах урболандшафтної геосистеми

Виконано аналіз за трьома блоками: сольового складу, трофо-сапробіологічними показниками та специфічними показниками.

Розглянемо навантаження, яке мають талі води на сольовий склад поверхневих вод. За блоковим індексом сольового складу при вході у м. Харків вода у р. Ш класу характеристика води за якістю – «помірно забруднена, блоковий індекс складає 1,6. У нашому дослідженні для талої води це найвищий показник якості сольового складу. Пріоритетним забруднювачем виступають хлориди. У середній течії під впливом урбо-екосистеми екологічна оцінка якості води за сольовим складом не знижується – Ш клас, «помірно забруднена», але показник блокового індексу зростає до 2,3, що вказує на погіршення якості води. Пріоритетним забруднювачем також виявились хлориди. У нижній течії, на першому створі дослідження, навантаження талими водами є значними, що було очікуваним за результатами першого етапу дослідження. Оцінка якості води за сольовим складом – IV клас, вода за якістю «забруднена». Блоковий індекс – 2,6 – найвищий показник. Таким чином, спостерігається навантаження талою водою на поверх-

неві води, і як результат, зниження якості води у р. Харків за сольовим складом.

Екологічна оцінка якості поверхневих вод за трофо – сапробіологічними показниками під впливом талих вод за всією течією низька. Якість води характеризується як «забруднена» та відноситься за показниками блокових індексів до IV класу. Величини блокового індексу практично однакові та складають 3,5 і лише у водах першого створу значення нижче 3,4. Пріоритетним забруднювачем виступає БСК<sub>5</sub> на усіх створах дослідження.

Аналіз кількісних характеристик специфічних показників виявив їх високу мінливість і залежність від умов урболандшафтної басейнової геосистеми. Збільшення частки домінантного компоненту транспортної функціональної підсистеми вносить у воду Плюмбум, Цинк, Кадмій. При зменшенні частки у загальній структурі басейнової геосистеми зростає вміст Феруму, Ніколу, Купруму. В цілому, якість поверхневих вод під впливом талої води різко знижується.

За блоковими індексами екологічна оцінка якості води наступна: гирло річки – V клас, вода «брудна», другий створ – Ш клас,

вода «забруднена», третій створ – II клас, вода «помірно забруднена». Вміст специфічних елементів надзвичайно мінливий та потребує детальних додаткових досліджень для остаточних висновків. Пріоритетними забруднювачами виявлені: Ферум, Цинк, Нікол, Купрум.

За інтегральним індексом екологічна оцінка якості поверхневих вод підвищується від першого створу (гирла річки) до третього створу об'їзної дороги (від 3,36 до 2,26). У нижній частині течії вода характеризується за якістю як «забруднена» та відноситься до IV класу, а у верхній вода за якістю «помірно забруднена» та відноситься до III класу.

Розраховані показники за блоковими індексами для поверхневих вод при навантаженні стоком вод, утворених після дощів виявились більш стійкими і близькими за значеннями. Блоковий індекс сольового складу для усіх трьох створів однаковий та складає 1,6. Характеристика якості води – «помірно забруднена», це III клас якості води. Пріоритетними забруднювачами виступають, в більшій мірі, хлориди та сульфати.

Трофо-сапробіологічні показники за розрахованими блоковими індексами близькі. На третьому створі найвища якість (2,75), нижче за течією якість поверхневих вод знижується до значення 3,1. Саме у цьому створі добре демонструється вплив стічних поверхневих вод.

Специфічні показники характеризуються такою стійкою поведінкою у водах річки. Оцінка якості води за вмістом специфічних показників «помірно забруднена» III класу якості (2,28 на першому створі дослідження до 1,85 на третьому створі). Пріоритетними забруднювачами виступають: Плюмбум (на другому створі – домінування впливу транспортної функціональної підсистеми), Ферум, Цинк, Нікол, Купрум – на усіх створах.

В цілому екологічна оцінка якості води р. Харків, що зазнає потужного впливу від урбанізованого середовища має III клас якості, вода «помірно забруднена». Найякісніша вода на третьому створі річки ( $I_{e\text{сер}}=2,07$ ), на другому створі ( $I_{e\text{сер}} = 2,3$ ) та першому створі ( $I_{e\text{сер}} = 2,32$  найнижча якість) вода менш якісна. Екологічна оцінка вказує на навантаження поверхневим стоком вже на середній частині річки, яке зростає відповідно до умов функціонування урбанізацій та антропогенного (транспортного) навантаження.

У роботі визначено, що об'єми талих вод, у тричі перевищують утворені об'єми стічних вод дощового походження. Кількість забруднюючих речовин у талій воді, як позують наші дослідження, також перевищують їх кількість у стічних водах. Тому, для зменшення об'єму талих вод ми рекомендуємо збір та вивезення снігу з території транспортної підсистеми з нагромадженням його у снігозвалищах на спеціальноорганізованих площах, де дозволено складування снігу з мінімальними екологічними ризиками для довкілля. Це надасть змогу знизити об'єми утворення талих вод, зменшення вмісту забруднюючих речовин у них та створення локальних очисних споруд з меншими резервуарами для депонування стічних вод. Є більш дороговартісний спосіб – складування снігу у снігоспалювальні камери. А потім відведення отриманого субстрату на очисні споруди.

Ще одна технологія, що широко використовується у Європейському Союзі – це пористий асфальт. Ця технологія забезпечує сухість і безпечність дорожнього полотна. Нами пропонується використовувати дану технологію, створюючи автошляхи, площадки для паркування автомобілів, особливо на місцевості заплави річки.

Сучасні дослідження обґрунтували ефективність використання доробок у галузі фітореMediaції для покращення стану водних об'єктів. Вища водна рослинність, як акумулятор токсичних речовин широко використовується як в Україні так і в Європейському Союзі. Загальна характеристика технології полягає у ліквідації або різкому зменшенні токсичних речовин у стічних водах.

Рекомендується технологія «Екофітопотік» розроблена в Укр НДІЕП. Згідно цієї технології реконструюються зарості вищої водної рослинності. У результаті це призводить до подовження у двічі часового відрізка контакту рослин із забрудненою водою та завдяки біоаккумуляційним властивостям рослини покращувати якість стічних вод. Дану технологію ми можемо рекомендувати на ділянках р. Харків, де широко представлена вища водна рослинність та відбувається потрапляння поверхневого стоку (організованого та неорганізованого) у водний об'єкт. Це ділянка русла річки вздовж вул. Шевченко до Журавлівського гідропарку. Тут спостерігаються широкі полоси природних берегових заростей рогози, очерету, айру.

### Висновки

На фактичних даних за допомогою сучасних методів і методик надано оцінку навантаження поверхневим стоком на р. Харків, що є складовою урболандшафту та потерпає під його впливом.

Детальний гідрохімічний аналіз кількісно-якісного складу стічних вод атмосферного походження та поверхневих вод показує, що відповідно до сезонів року у стічних водах спостерігається складний та мінливий характер поведінки. У талих водах кількісний вміст елементів вищий, ніж у водах весняно-осіннього періоду.

Для надання оцінки навантаження обрано загальновідому «Методику екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями» (1999) та методику, в якій, для досягнення поставленої мети, ми запропонували таку послідовність дій: визначити площу територіальних складових урболандшафтно-басейнової геосистеми р. Харків (за методикою В. М. Самойленка) – розрахувати об'єми утворення поверхневого стоку стічних вод на території дослідження за рекомендаціями В. І. Каліцуна – визначити якість зливових та талих вод за рекомендаціями В.Н.Хвата. Ці методики зовсім різні, у яких було використані одні фактичні дані, дають оцінку навантаження на поверхневі води та доповнюють одна одну.

Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями вимагає значну кількість фактичних даних, математичну обробку та надає детальну характеристику стану водного об'єкту. Встановлено, що навантаження, яке чинить поверхневий стік є значним, відрізняється за обраними створами в залежності від умов урболандшафтно-басейнової геосистеми та є різним в результаті впливу талої води та зливових вод.

Визначено, що навантаження талою водою за блоком сольового складу на поверхневі води є значним. Встановлено зниження якості води у р. Харків за сольовим складом за течією від «помірно забруднені» до «забруднені». За трофо-сапробіологічними показниками якість води характеризується як «забруднена» за усією течією річки. За специфічними показниками вода «брудна» і у верхній частині течії річки – вода «помірно забруднена». В цілому, за інтегральним індексом екологічна оцінка якості поверхневих вод знижується

за течією річки від «помірно забруднена» до «забруднена». Нами виявлено високу мінливість якості поверхневих вод, що потерпають під навантаження талих вод в умовах урболандшафтно-басейнової геосистеми.

Проведена оцінка стану поверхневих вод під впливом навантаження від поверхневого стоку атмосферного походження. Розраховані показники виявились більш стійкими і близькими за значеннями. За сольовим складом характеристика якості води – «помірно забруднена» (1,6); за трофо-сапробіологічними показниками якість води характеризується як «забруднена» (від 3,1 до 2,75 за течією річки). Оцінка якості води за вмістом специфічних показників «помірно забруднена» (від 2,28 до 1,85). В цілому, екологічна оцінка якості води р. Харків, що зазнає потужного впливу від урбанізованого середовища має III клас якості, вода «помірно забруднена» (від  $I_{e_{сер}}=2,07$  до  $I_{e_{сер}}=2,3$  та у першому створі  $I_{e_{сер}}=2,32$ ). Екологічна оцінка вказує на навантаження поверхневим стоком вже на середній частині річки, яке зростає відповідно до умов функціонування урболандшафтів та антропогенного (транспортного) навантаження.

Визначено навантаження поверхневим стоком на якість води у р. Харків, виявлені пріоритетні забруднюючі речовини, їх кількісні характеристики, місця потрапляння у водний об'єкт. Для покращення екологічної ситуації та зниження впливу поверхневого стоку на р. Харків, рекомендуємо:

- організацію збору та вивезення снігу з території транспортної підсистеми з нагромадженням його у снігозвалищах на спеціально організованих площах, де дозволено складування снігу з мінімальними екологічними ризиками для довкілля на усій площі урболандшафтно-басейнової геосистеми;

- провести додаткові дослідження для обґрунтування створення закритих типів локальних біологічних очисних споруд, розрахованих для невеликої водозбірної площі та невеликих об'ємів утворених стічних вод, що розташовують на випускних мережах дощової каналізації у водні об'єкти;

- використовувати засоби фітотермідації в умовах русла р. Харків та урболандшафтно-басейнової геосистеми.

### Література

1. Водна Рамкова Директива № 2000/60/ЄС від 25.10.2000р. URL: [http://buvrtysa.gov.ua/newsite/download/WFD\(ukr\).pdf](http://buvrtysa.gov.ua/newsite/download/WFD(ukr).pdf)
2. Временные рекомендации по предотвращению загрязнения вод поверхностным стоком с городской территории (дождевыми, талыми, поливо-мочными водами) / [под ред. В. Н. Хвата]. Москва: ВНИИВОДГЕО, ВНИИВО, 1975. 39 с.
3. Директиви ЄС «Міські стічні води» 91/271/ЄЕС URL: [http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/994\\_911](http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/994_911)
4. ДСТУ 3013 – 95 «Правила контролю за відведенням дощових і снігових вод з території міста і промислових підприємств» URL: [http://dnaop.com/html/34037/doc-ДСТУ\\_3013\\_-\\_95](http://dnaop.com/html/34037/doc-ДСТУ_3013_-_95)
5. Екологічна енциклопедія: у 3 т. / [за ред. А. В. Толстоухов та ін.]. К.: ТОВ «Центр екологічної освіти та інформації», 2006. Т1: А-Е. 432 с.
6. Загальнодержавна програма розвитку та реконструкції централізованих систем водовідведення населених пунктів України на 2012-2020 роки URL: [http://search.ligazakon.ua/l\\_doc2.nsf/link1/NT0243.html](http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/NT0243.html)
7. Калицун В. И. Водоотводящие системы и сооружения. М.: Стройиздат, 1983. 336 с.
8. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / [за ред. В. Д. Романенко, В. М. Жукинський, О. П. Ожнісок та ін.]. К.: Символ, 1998. 28 с.
9. Мостепан О. В. Дослідження впливу зливових вод з автомобільних доріг у забруднення водних об'єктів (на прикладі м. Харкова). *Вестник Харьковского национального автомобильного дорожного университета*. 2010. Вип. 48. С. 37-41.
10. Про стан безпеки водних ресурсів держави та якість питної води в містах і селах України / Указ Президента України (25 квітня 2013 р.) № 127 URL: <http://president.gov.ua/documents/index.php?start=1260&cat=desc>
11. Ричак Н. Л., Московкін В. М., Кузнецова В. В. Розрахунок економічного збитку від поверхневих вод атмосферного походження (на прикладі житлової підсистеми). *Вісник Харківського університету імені В. Н. Каразіна. – Серія «Геологія – Географія – Геологія – Екологія»*. 2016. № 1147. С.239-248.
12. Ричак Н. Л., Срібна К. М. Стан якості зливого – талого стоку транспортної урбофункціональної підсистеми басейну р. Харків. *Вісник Харківського університету імені В.Н. Каразіна. Серія «Геологія – Географія – Геологія – Екологія»*. 2014 р. № 1128. С.153-160.
13. Ричак Н.Л., Богатир В.О. Вплив урболандшафтної геосистеми на сольовий склад річкових вод. *Людина і довкілля. Проблеми неоекології*. 2018. Вип.30. С. 112-122
14. Ричак Н.Л., Біткова Т.В., Гричаний О.М. Використання дощової води на урбанізованих територіях та управління якістю зливових стоків: еколого-економічні оцінки та перспективні рішення. *Вісник ХНУ ім.В.Н. Каразіна, «Економічний»*. 2018. №94. С. 15-28.
15. Самойленко В. М., Верес К. О. Моделювання урболандшафтних басейнових геосистем. К.: Ніка-Центр, 2007. 296 с.
16. Сніжко С. І. Оцінка сучасного гідрохімічного режиму та якості води річок Житомирського Полісся. *Український географічний журнал*. 2001. №2. С. 65-70.
17. Татарчук О., Тимофеев В. Характеристика найбільшої місячної кількості опадів на території України в умовах сучасного клімату. URL: <http://visnyk-geo.univ.kiev.ua/wp-content/uploads/2016/04/10-63.pdf>.
18. Юрченко В. О., Коротченко М. В., Бригада О. В., Михайлов Л. С. Дослідження технологічних характеристик поверхневого стоку з автомобільних доріг. *Автошляховик України*. 2012. Вип. 4 (228). С. 44-47
19. Masterson J.P. and Bannerman R.T. Impact of stormwater runoff on urban streams in Milwaukee County, Wisconsin. Wisconsin Department of Natural Resources, Madison, WI, 1994.

### References

1. Water Framework Directive No. 2000/60 (2000). EC. Available at: [http://buvrtysa.gov.ua/newsite/download/WFD\(ukr\).pdf](http://buvrtysa.gov.ua/newsite/download/WFD(ukr).pdf) (In Ukrainian)
2. Khvat, V.N. (Ed.). (1975). Temporary recommendations for the prevention of water pollution by surface runoff from urban areas (rain, snowmelt, irrigation and washing water) / Moscow: VNIIVODGEO, VNIIVO (In Russian)
3. EU Urban Wastewater Directive 91/271 / EEC (1991). Available at: [http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/994\\_911](http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/994_911) (In Ukrainian)
4. DSTU 3013 – 95. Rules for controlling the extraction of rain and snow water from the city and industrial enterprises (1995). Available at: [http://dnaop.com/html/34037/doc-ДСТУ\\_3013\\_-\\_95](http://dnaop.com/html/34037/doc-ДСТУ_3013_-_95) (In Ukrainian)
5. Tolstoukhov, A.V. (Ed.). (2006). Environmental Encyclopedia (Vol.1-3). Kyiv: Center for Environmental Education and Information, 1 (A-E). (In Ukrainian)



6. The national program for development and reconstruction of centralized drainage systems of settlements of Ukraine for 2012-2020. (2012). Available at: [http://search.ligazakon.ua/1\\_doc2.nsf/link1/NT0243.html](http://search.ligazakon.ua/1_doc2.nsf/link1/NT0243.html) (In Ukrainian)
7. Kalitsun, V.I. (1983). Drainage systems and structures. Moscow: Stroiizdat.
8. Romanenko, V. D., Zhukinsky, V. M., Oknisiyuk, O. P. (Eds.) (1998). Method of ecological assessment of surface water quality in the relevant categories. Kyiv: Symbol. (In Ukrainian)
9. Mostepan, O.V. (2010). Investigation of the impact of storm water from roads on pollution of water bodies (for example, the city of Kharkiv). Bulletin of Kharkiv National Automobile Highway University, (48), 37-41. (In Ukrainian)
10. On the state of state water safety and quality of drinking water in cities and villages of Ukraine .(2013). Decree of the President of Ukraine No. 127. (In Ukrainian)
11. Richak, N. L., Moskovkin, V. M., Kuznetsova, V. V. (2016). Calculation of economic damage from surface waters of atmospheric origin (on the example of a residential subsystem). Visnyk of Kharkiv VN Karazin University. Series "Geology - Geography - Geology - Ecology", (1147), 239-248. (In Ukrainian)
12. Richak, N. L., Sribna, K. M. (2014). The state of quality of drainage drain of transport urbifunctional subsystem of the river basin of Kharkiv. Visnyk of Kharkiv VN University Karazin Series "Geology - Geography - Geology - Ecology", (1128), 153-160. (In Ukrainian)
13. Richak, N.L., Bogatyr, V.O. (2018). Influence of the Urboldshahte Geosystem on the saline composition of river waters. Man and environment. Issues of Neoecology ", (30), 112-122. (In Ukrainian)
14. Richak, N.L., Bitkova, T.V., Grychanyi, O.M. (2018). Use of rainwater in urban areas and management of the quality of storm sewage: environmental and economic assessments and promising solutions. Bulletin of KhNU named after V.N. Karazin, "Economic", (94), 15-28. (In Ukrainian)
15. Samoylenko, V.M., Veres, K.O. (2007). Modeling of Urbandal Basin Geosystems. Kyiv: Nika-Center. (In Ukrainian)
16. Snizhko, S.I. (2001). Estimation of the modern hydrochemical regime and quality of water of the Zhytomyr Polissya rivers. Ukrainian Geographic Magazine, (2), 65-70. (In Ukrainian)
17. Tatarчук, O., Timofeev, V. Characteristics of the largest monthly rainfall in the territory of Ukraine in the conditions of modern climate. DOI: <http://doi.org/10.17721/1728-2721.2015.63.8> (In Ukrainian)
18. Yurchenko, V. O., Korotchenko, M.V., Brigada, O. V., Mikhailov, L. S. (2012). Research of technological characteristics of surface runoff from highways. A Scientific and Industrial Journal the Avtoshliakhovyk Ukrayiny. 4 (228). 44-47. (In Ukrainian)
19. Masterson, J.P., Bannerman, R.T. (1994). Impact of stormwater runoff on urban streams in Milwaukee County, Wisconsin. Wisconsin Department of Natural Resources, Madison, WI.

Надійшла до редколегії 04.06.2019

УДК: 502.3:504.5:621.43.068.4

**М. І. КУЛИК<sup>1</sup>**, канд. техн. наук, доц., **Ю. А. ІВАХ<sup>1</sup>**  
<sup>1</sup>*Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна*  
пл. Свободи, 6, 61022, Харків, Україна  
e-mail: [m.kulyk@karazin.ua](mailto:m.kulyk@karazin.ua) <http://orcid.org/0000-0002-0605-9367>

## ОЦІНКА ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ НА ОСНОВНИХ АВТОСТАНЦІЯХ М. ХАРКІВ

**Мета.** Визначити стан якості атмосферного повітря міста на основних автостанціях м. Харків. **Методи.** Польові, аналітичні, статистичні. **Результати.** Виявлено, що вміст пилу, оксиду вуглецю та діоксиду азоту в атмосферному повітрі міста Харкова в районах автостанцій №1 «Автовокзал», №3 «Кінний ринок», №6 «Заводська», в районі пересадочного терміналу «Холодна гора» перевищує значення ГДК. Найбільш висока концентрація шкідливих речовин спостерігається в районі автостанції №6 «Заводська» та пересадочного терміналу «Холодна гора». Показано, що зі збільшенням висоти вміст в атмосферному повітрі бензину, діоксиду азоту та пилу зменшується. Виявлено часову тенденцію до збільшення в атмосферному повітрі концентрацій бензину, оксиду вуглецю, діоксиду азоту. **Висновки.** Виявлене перевищення значення ГДК шкідливих речовин в атмосферному повітрі міста Харкова в районах автостанцій свідчить про складне становище з якістю атмосферного повітря у в містах інтенсивного руху транспорту, особливо в зоні дихання дітей. Запропоновано заходи щодо покращення стану якості атмосферного повітря в місті.

**Ключові слова:** атмосферне повітря, місто, автотранспорт, автостанції, шкідливі речовини

**Kulyk M. I., Ivah U. A.**

*V. N. Karazin Kharkiv National University*

## ASSESSMENT OF THE ATMOSPHERIC AIR QUALITY WITHIN THE MAIN BUS STATIONS KHARKIV

**Purpose.** The aim of the paper is determine of atmospheric air quality within the main Bus Stations in Kharkiv. **Methods.** The following methods were used: field, laboratory and statistical ones. **Results.** The results of the researches was found that the content of dust, carbon monoxide and nitrogen dioxide in the atmospheric air of the city of Kharkiv around Bus stations №1 "Avtovokzal", №3 "Kinnyj Rynok", №6 "Zavodska", and Kholodna Gora Terminal higher than MACs. The highest concentrations of pollutants were identified around Bus stations Nr 6 "Zavodska" and Kholodna Gora Terminal. It have shown a tendency to increase in atmospheric air concentrations of gasoline, carbon monoxide, nitrogen dioxide. The temporal tendency to increase in atmospheric air concentrations of gasoline, carbon monoxide, nitrogen dioxide was revealed. **Conclusions.** The detected excess of the MPC of harmful substances in the atmospheric air of the city of Kharkiv in the districts of the bus stations indicates a difficult situation with the quality of atmospheric air in the cities of intensive traffic, especially in the respiration zone of children. Recommendations aimed at improvement of air quality was proposed.

**Key words:** atmospheric air, city, vehicles, bus station, pollutants.

**Кулик М. И., Ивах Ю. А.**

*Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина*

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ОСНОВНЫХ АВТОСТАНЦИЯХ Г. ХАРЬКОВА

**Цель.** Определить состояние качества атмосферного воздуха города на основных автостанциях г. Харьков. **Методы.** Полевые, аналитические, статистические. **Результаты.** Виявлено, что содержание пыли, оксида углерода и диоксида азота в атмосферном воздухе города Харькова в районах автостанций №1 «Автовокзал», №3 «Конный рынок», №6 «Заводская», в районе пересадочного терминала «Холодная гора» превышает значения ПДК. Наиболее высокая концентрация вредных веществ наблюдается в районе автостанции №6 «Заводская» и пересадочного терминала «Холодная гора». Показано, что с увеличением высоты содержание в атмосферном воздухе бензина, диоксида азота и пыли уменьшается. Виявлено временную тенденцию к увеличению в атмосферном воздухе концентраций бензина, оксида углерода, диоксида азота. **Выводы.** Обнаружено превышение значения ПДК вредных веществ в атмосферном воздухе города Харькова в районах автостанций свидетельствует о сложном положении с качеством

атмосферного воздуха в местах интенсивного движения транспорта, особенно в зоне дыхания детей. Предложены меры по улучшению состояния качества атмосферного воздуха в городе.

**Ключевые слова:** атмосферный воздух, город, автотранспорт, автостанции, вредные вещества

### Вступ

Автомобільний транспорт вважається одним із основних та найпотужніших джерел надходження шкідливих речовин до атмосфери. Якщо на початку 70-х рр. у великих містах частка забруднювачів атмосфери від автотранспорту становила 13 % [25], то нині цей показник становить в середньому 40-80 % [10], що пояснюється постійним збільшенням кількості автотранспорту у світі. Концентрація промислового потенціалу і автотранспорту неминуче призводять до забруднення міського середовища та до загрози погіршення стану здоров'я його жителів [20, 22].

Автотранспорт як джерело забруднення атмосфери має властивий ряд відмінних особливостей [4]:

1) чисельність автомобілів у великих містах швидко збільшується, тому безперервно зростає і валовий викид шкідливих речовин в атмосферу;

2) на відміну від промислових підприємств, які є ізольованими від житлової забудови санітарно-захисними зонами, автотранспорт – пересувне джерело забруднення повітря в житлових зонах, поряд місць відпочинку населення;

3) автомобільні викиди розповсюджуються в зоні дихання людини;

4) розсіювання шкідливих автомобільних викидів утруднене в умовах щільної міської забудови.

Згідно статистичних даних по галузі автомобільного транспорту Міністерства інфраструктури України, на даний час автомобільна транспортна система України налічує більше 9,2 млн. транспортних засобів, у тому числі: 6,9 млн. легкових автомобілів, 1,3 млн. вантажних автомобілів, близько 250 тис. автобусів, понад 840 тис. одиниць мототранспорту [21].

Парк автотранспортних засобів в Харківській області в 2010 році становив 458987 автомобілів. Із них 398312 – легкові, 22049 – вантажні автомобілі, 13803 – пасажирські автобуси. Більш точні дані за останні роки відсутні [11]. Протяжність автомагістралей на території Харківської області складає 9614,2 км, з яких 440,9 км - міжнародного та 783,8 км – державного значення [10].

В Україні щорічно обсяги шкідливих викидів від пересувних джерел становлять 6,5 мільйонів тонн, або 37 % усіх шкідливих викидів у повітря [8].

У Харківській області забруднення атмосфери викидами автотранспорту займає друге місце після виробництва енергетичної та обробної промисловості за рахунок постійного збільшення кількості автотранспорту. Цей вклад становить близько 57 % від загального обсягу викидів по області, а в місті Харкові досягає значення 80 % [10]. Детальний аналіз динаміки викидів забруднюючих речовин в Харківській області наведено в роботах [16, 17]. За даними Головного управління статистики у Харківській області, наведеними в Регіональній доповіді про стан навколишнього природного середовища у 2015 році викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря від пересувних джерел забруднення склали 95,3 тис. тонн, що на 15,4 % і 19,3 % менше, ніж у 2014 та 2013 роках відповідно [10]. Останніми роками дослідження викидів від пересувних джерел відсутні [9]. Аналіз якості атмосферного повітря в місті Харкові наведено в роботах [2, 9 – 11]. За думкою експертів ВООЗ, в найближчі 10 років автотранспорт продовжуватиме вносити основний вклад в забруднення повітря в містах Європейського регіону [12].

Автомобільний транспорт є найактивнішим споживачем кисню у повітрі, особливо у великих містах. Споживаючи атмосферний кисень, автотранспорт викидає в повітряне середовище продукти окислення палива, погіршуючи при цьому якість атмосферного повітря. Окрім продуктів повного та неповного окислення палива, які складаються з оксиду вуглецю II, оксиду вуглецю IV, оксиду сірки IV, оксидів азоту, вуглеводнів, сажі, в процесі експлуатації автотранспорту в повітря надходять пари палива, продукти зносу шин і гальмівних накладок [15]. Викиди від автотранспорту – це складна суміш, що нараховує більше 200 сполук. В основному, це газоподібні речовини і невелика кількість твердих частинок, що знаходяться в зваженому стані [18]. У середньому автомобільний викид містить приблизно 400 мг/м<sup>3</sup> парафінових, 120 мг/м<sup>3</sup> ацетиленових,

300 мг/м<sup>3</sup> олефінових і 200 мг/м<sup>3</sup> ароматичних вуглеводнів. Ароматичні вуглеводні містять у великій кількості дуже токсичні поліциклічні сполуки. Викиди автомобільних двигунів, працюючих на етиловому бензині, є основним джерелом діоксину і свинцю [1].

Рівень загазованості повітряного середовища в районі автомагістралей і територій, які знаходяться поруч, залежить від інтенсивності руху автомобілів, ширини і рельєфу проїзної частини, погодних умов, видового складу автомобільного потоку – частки легкових автомобілів, вантажівок, автобусів в загальному потоці та інших факторів. Загазованість повітря в містах існує постійно і спричиняє негативний вплив на кожного

міського жителя [1]. Особлива загроза здоров'ю населення спричинена тим, що автомобільні викиди концентруються в приземному шарі повітря, а саме в зоні дихання людини. Для нормальної життєдіяльності організмів необхідне чисте повітря [3].

Автотранспорт впливає як на атмосферне повітря, так і на стан міської екосистеми в цілому, а також цей процес є динамічним. Тому, як ми зазначали раніше [13, 14] дослідження якості атмосферного повітря міста є важливим. Метою дослідження є визначити та оцінити стан якості атмосферного повітря міста Харків в районах основних автостанцій.

### **Методи дослідження**

Для оцінки стану атмосферного повітря міста Харків в районах основних автостанцій в різних адміністративних районах Харкова проводилось дослідження інтенсивності руху автотранспорту, метеорологічних показників та вмісту таких забруднювачів повітря, як бензин, оксид вуглецю, діоксин азоту, пил.

Відбір проб атмосферного повітря в зазначених місцях відповідно до ГОСТ 12.1.014-84 проводився на трьох висотах: приземний шар (0,2 м), 1 м – зона дихання дітей, 2 м – зона дихання дорослої людини [23]. Спостереження за інтенсивністю руху автотранспорту проводилися в той же час, коли і відбір проб повітря на протязі 1 години. Експериментальним шляхом визначено кількість транспортних засобів, котрі рухалися на магістралях міста в районі місць відбору проб [23].

Концентрація бензину в атмосферному повітрі визначалася за допомогою універсального газоаналізатора (УГ-2) відповідно до вимог ГОСТ 12.1.014-84 «Система стандартів безпеки праці. Воздух рабочей зоны. Метод измерения концентраций вредных веществ индикаторными трубками» [5]. Визначення концентрації оксиду вуглецю та діоксиду азоту в атмосферному повітрі проводилося за допомогою газоаналізатора ОКІ – 5М [6]. Концентрація пилу у повітрі визначалася ваговим методом відповідно до ГОСТ 54578 «Воздух рабочей зоны. Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия. Общие принципы гигиенического контроля и оценки воздействия», за допомогою таких приладів та матеріалів: ваги аналітичні ВГА-200, електроаспіратор ЕА-2СМ, барометр М-67, фільтри АФА-ВП-20 [19].

### **Результати дослідження**

Для визначення впливу автотранспортних засобів на стан атмосферного повітря в умовах міської забудови обрано такі місця відбору проб поблизу автостанцій міста Харкова на вулицях з високою інтенсивністю руху (рис. 1): 1) автостанція № 1 «Автовокзал» (просп. Гагаріна, 22); 2) автостанція №3 «Кінний ринок» (Площа захисників України, 6); 3) автостанція №4 «Лісопарк» (Белгородське шосе, 1); 4) автостанція №6 «Заводська» (просп. Московський, 299-А); 5) пересадочний термінал «Холодна гора» (вулиця Полтавський Шлях, станція метро «Холодна

гора»). Обрані точки охоплюють різні адміністративні райони міста Харкова. Точки відбору проб поблизу автостанцій характеризуються великим скупченням автотранспорту та великою кількістю людей. В обраних точках спостережень в один і той самий час визначалася інтенсивність руху автотранспорту, метеорологічні показники та вміст забруднювачів в повітрі: бензин, пил, оксид вуглецю, діоксин азоту.

Експериментально шляхом підрахунку визначено кількість транспортних засобів на досліджуваних ділянках доріг м. Харкова.

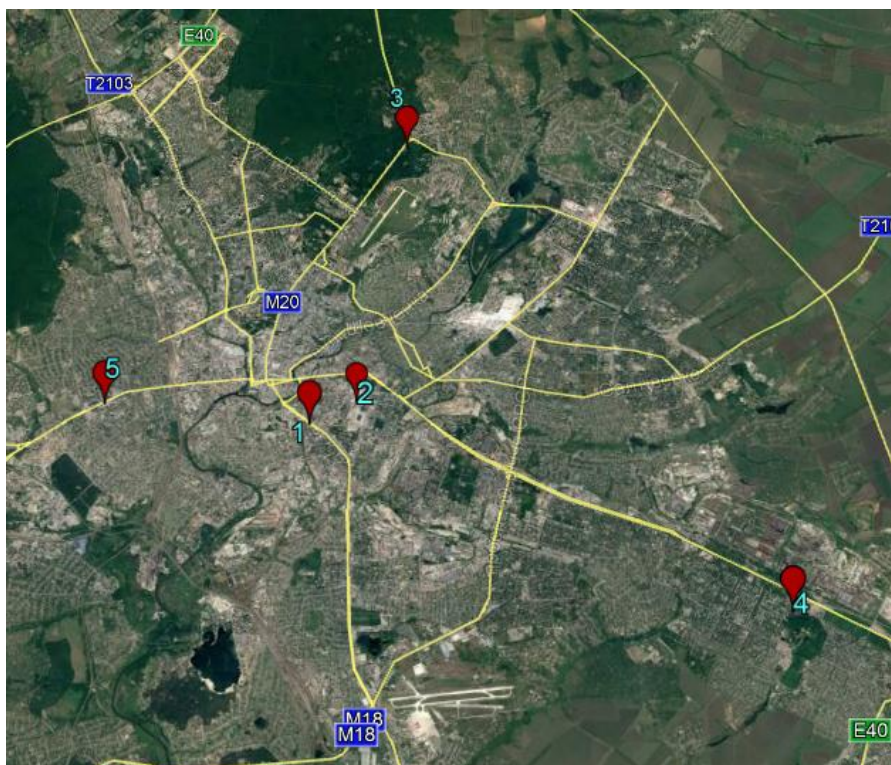


Рис. 1 – Місця відбору проб [Google Maps]

Максимальна кількість автотранспорту була зафіксована на проспекті Гагаріна в районі автостанції №1 (5204/5380/5515 одн./год. в 2014/2015/2016 рр. відповідно) та на вулиці Полтавський шлях в районі пересадочного терміналу «Холодна гора» (4128/4231/4307 одн./год. в 2014/2015/2016 рр. відповідно). Меншу завантаженість автомобільним транспортом мають вулиці Площа захисників України, Белгородське шосе, проспект Московський. Переважаючим видом транспорту (80-90% від загальної кількості) є легкові автомобілі.

Досліджувані проміжки автомобільних доріг в межах міста Харкова мають високу інтенсивність руху автотранспорту відповідно до градації наведеної в роботі [24].

Проби атмосферного повітря в обраних точках дослідження відбиралися в період з 2014 по 2016 рік з приблизно однаковими метеорологічними умовами так температура повітря складала від 1 до 8 °С, відносна вологість – від 40 до 80 %, швидкість вітру – 3 – 4 м/с, атмосферних опадів не спостерігалось.

В ході експериментальних досліджень в зазначених точках відбору проб отримано результати щодо вмісту в атмосферному по-

вітрі таких шкідливих речовин, як бензин, оксид вуглецю, діоксид азоту та пил на різних висотах. Фактичний рівень концентрації було порівняно з гранично допустимим [7]. Далі наведемо динаміку концентрацій шкідливих речовин на висоті 1 м за 2014 – 2016 рр., а потім розсіювання шкідливих речовин в 2016 році, оскільки графіки мають приблизно однукову тенденцію.

Результати аналізу показали, що в місцях відбору проб нормативу відповідає лише концентрація бензину в атмосферному повітрі у всіх пробах в досліджуваній період (рис. 2).

Найвищий рівень вмісту бензину в атмосферному повітрі в 2014 – 2016 роках спостерігається в районі автостанції №6 «Заводська» та пересадочного терміналу «Холодна гора». При цьому, даний показник має тенденцію до зниження. Натомість, в районі автостанцій №1 «Автовокзал» та №3 «Кінний ринок» даний показник має тенденцію до збільшення рівня вмісту бензину у повітрі. В районі автостанції №4 «Лісопарк» спостерігається найнижчий рівень концентрації бензину в повітрі та має тенденцію до зменшення.

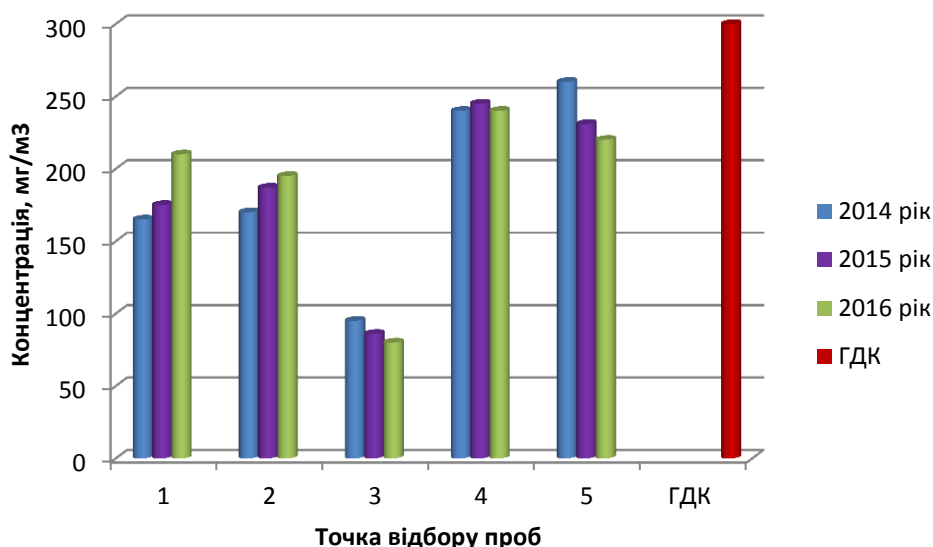


Рис. 2 – Вміст бензину в атмосферному повітрі в 2014 – 2016 роках

Інші досліджувані показники – пил, оксид вуглецю, діоксид азоту мають значні перевищення, порівняно з ГДК.

Вміст оксиду вуглецю в атмосферному повітрі (рис. 3) в 2014 році в усіх досліджуваних точках перевищує значення ГДК в 1,06 – 1,6 рази; в 2015 та 2016 рр. перевищення становило в 1,33 – 1,45 рази, при цьому, в районі автостанції №4 «Лісопарк» даний показник має значення нижче ніж ГДК та має тенденцію до зменшення, також в районах автостанції №3 та пересадочного терміналу «Холодна гора». В районі автостанції №6 даний показник залишається порівняно стабільним.

Вміст діоксиду азоту в атмосферному повітрі (рис. 4) в 2014 році в усіх досліджуваних точках перевищує значення ГДК в 1,2 – 2,15 рази; в 2015 році перевищення становило 1,05 – 2,05 рази; в 2016 році в 1,7 – 2,25 рази, при цьому, в районі автостанції №4 «Лісопарк» даний показник нижче значення ГДК та має тенденцію до зменшення концентрації. Тенденція до збільшення вмісту діоксиду азоту простежується в районах автостанції №1 «Автовокзал» та пересадочного терміналу «Холодна гора». В районі автостанції №6 «Заводська» даний показник залишається порівняно стабільним.

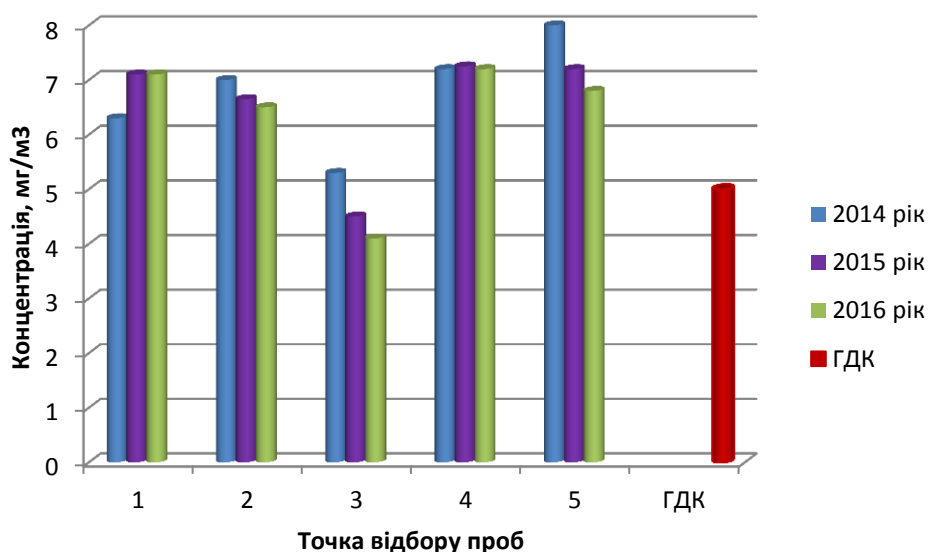


Рис. 3 – Вміст оксиду вуглецю в атмосферному повітрі в 2014 – 2016 роках



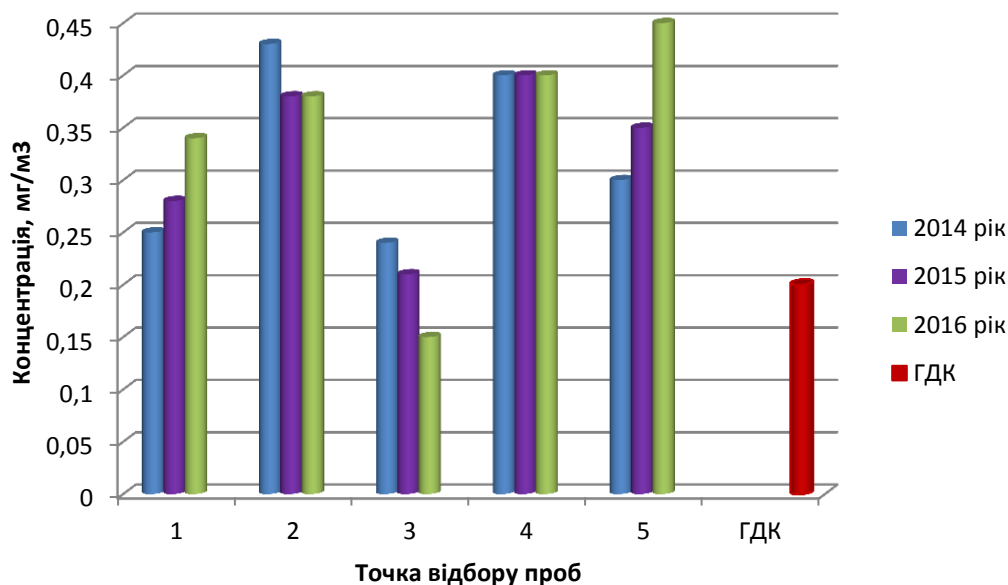


Рис. 4 – Вміст діоксиду азоту в атмосферному повітрі в 2014 – 2016 роках

Вміст пилу в атмосферному повітрі (рис. 5) в 2014 році перевищував значення ГДК у всіх точках від 2,2 разів в районі автостанції №6 «Заводська» до 1,2 разів в районі автостанції №4 «Лісопарк»; в 2015 році в районі автостанції №4 «Лісопарк» вміст пилу в повітрі близький до значення ГДК, а в інших точках спостерігається перевищення від 2,4 разів в районі автостанції №6 «Заводська» до 1,2 разів в районі автостанцій №1 «Автовокзал»; в 2016 році в районі автостанції №4 «Лісопарк» вміст пилу в пові-

трі нижче значення ГДК, а в інших точках спостерігається перевищення від 2,2 разів в районі автостанції №6 «Заводська» до 1,04 разів в районі автостанцій №1 «Автовокзал». При цьому, простежується позитивна тенденція до зменшення вмісту пилу у повітрі в районах автостанцій №1, №3, №4 та пересадочного терміналу «Холодна гора».

Аналізуючи розсіювання шкідливих речовин в залежності від висоти, можна сказати, що вміст бензину (рис. 6) зменшується зі збільшенням висоти відбору проб.

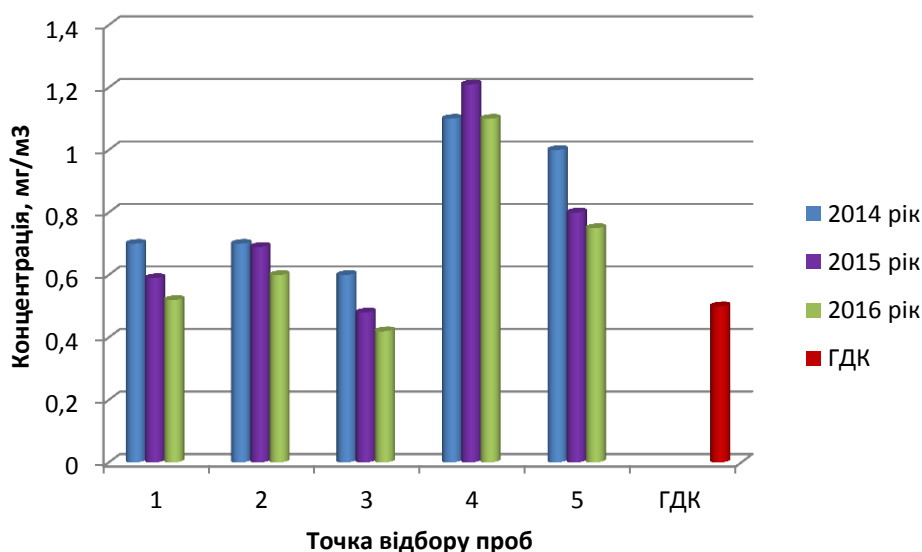


Рис. 5 – Вміст пилу в атмосферному повітрі в 2014 – 2016 роках



В районах автостанцій №3, №6 та пересадочного терміналу «Холодна гора» динаміка розсіювання майже однакова, а в

районах автостанцій №1, №4 різняться. Як зазначалось вище, перевищення ГДК не зафіксоване в жодній пробі.

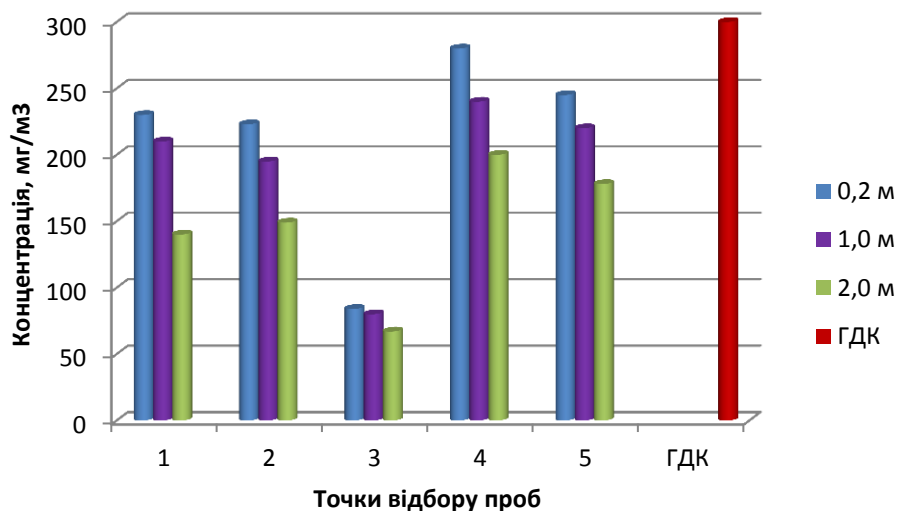


Рис. 6 – Вміст бензину в атмосферному повітрі на різних висотах в 2016 р.

Аналізуючи розсіювання оксиду вуглецю в атмосферному повітрі (рис. 7) в залежності від висоти, можна сказати, що його вміст в зоні дихання дітей (1 м) має найменші концентрації порівняно з іншими висотами. В 2014 році в усіх досліджуваних точках спостерігалось перевищення значення ГДК в 1,06-1,6 рази, а в 2015 та 2016 рр. перевищення значення ГДК спостерігалось в усіх точках окрім точки 3 (автостан-

ція №4). Вміст оксиду вуглецю в атмосферному повітрі на рівні зони дихання дорослої людини (2 м) в районі автостанцій №1, №3, №4, №6 та пересадочного терміналу «Холодна гора» перевищує ГДК в 1,16-1,66 рази у 2014 році; в 1,45-1,6 рази в 2015 році, в 1,4-1,62 рази в 2016 році, при цьому в районі автостанції №4 даний показник відповідає нормі.

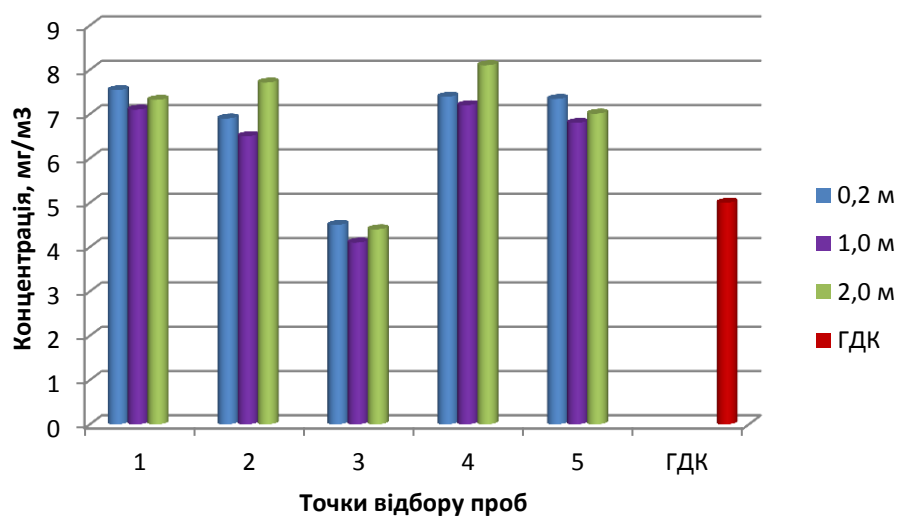


Рис. 7 – Вміст оксиду вуглецю в атмосферному повітрі на різних висотах в 2016 р.

З аналізу вмісту діоксиду азоту в атмосферному повітрі (рис. 8) в залежності від висоти, можна сказати, що спостерігається зменшення його вмісту зі збільшенням висоти відбору проб повітря. Дана залежність прослідковується в пробах відібраних в районі автостанцій №3, №4 та пересадочного терміналу «Холодна гора», а в районі автостанцій №1 та №6 така залежність відсутня.

Вміст діоксиду азоту в атмосферному повітрі в зоні дихання дітей (1 м) в 2014 році в усіх досліджуваних точках перевищує значення ГДК в 1,2-2,15 рази; в 2015 році перевищення сягало 1,05-2,05 рази; в 2016 році в 1,7-2,25 рази, при цьому, в районі автостанції №4 «Лісопарк» даний показник відповідає значенню ГДК.

Вміст діоксиду азоту в атмосферному повітрі на рівні зони дихання дорослої лю-

дини (2 м) в 2014 році в усіх досліджуваних точках перевищує значення ГДК в 1,1-2,1 рази; в 2015 році перевищення сягало 1,5-2,05 рази, при цьому, в районі автостанції №4 «Лісопарк» даний показник відповідає значенню ГДК; в 2016 році перевищення сягало 1,72-2,1 рази.

Аналізуючи розсіювання пилу в атмосферному повітрі (рис. 9) в залежності від висоти, можна сказати, що спостерігається зменшення його вмісту зі збільшенням висоти відбору проб повітря. В районах автостанцій №3 «Кінний ринок» та пересадочного терміналу «Холодна гора» динаміка розсіювання майже однакова, а в районах автостанцій №1, №4 та №6 різняться.

Вміст пилу в атмосферному повітрі в зоні дихання дітей (1 м) в районі автостанції №6 «Заводська» та пересадочного терміналу «Холодна гора» перевищує значення

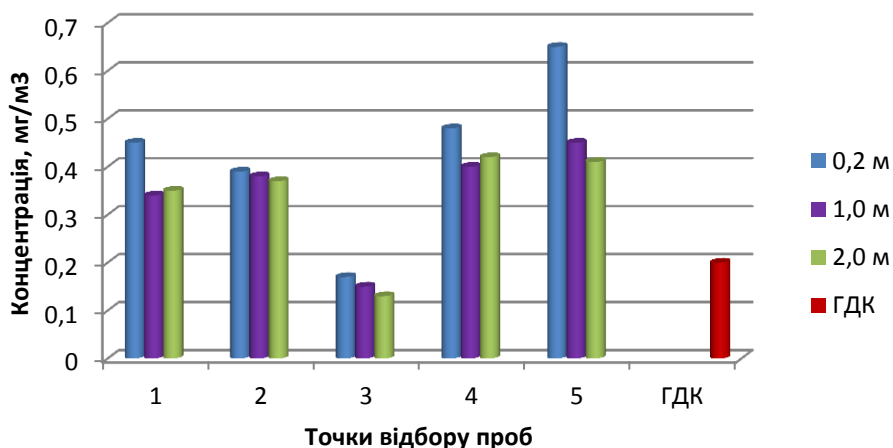


Рис. 8 – Вміст діоксиду азоту в атмосферному повітрі на різних висотах в 2016 р.

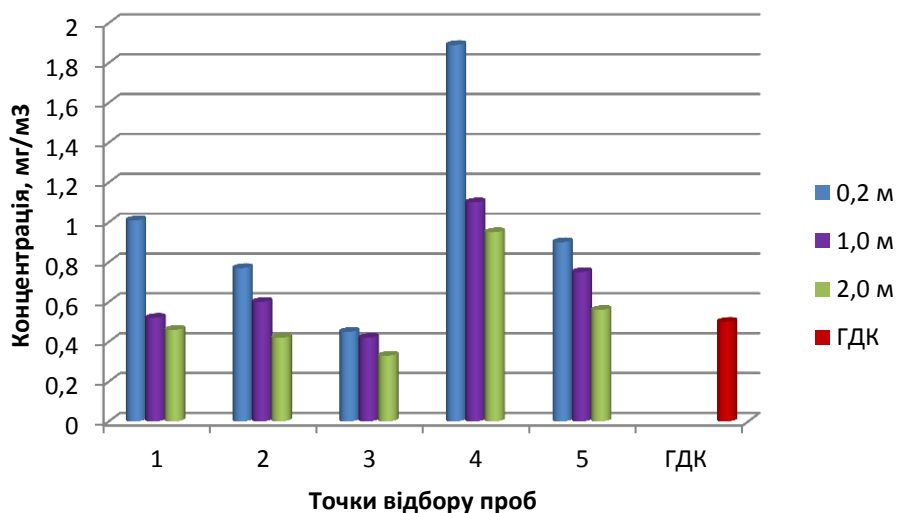


Рис. 9 – Вміст пилу в атмосферному повітрі на різних висотах в 2016 р.

ГДК в 2,2 та 2,0 рази відповідно в 2014 році; в 2,4 та 1,6 разів відповідно в 2015 році; в 2,2 та 1,5 рази відповідно в 2016 році.

В зоні дихання дорослої людини (2 м) в районі автостанції №6 та пересадочного терміналу «Холодна гора» перевищує значення ГДК в 1,9 та 1,5 рази відповідно в 2014 році; в 1,9 та в 1,3 рази відповідно в 2015 році; в 1,9 та 1,2 рази відповідно в 2016 році. В районі автостанцій №1, №3, №4 в 2016 році даний показник відповідає нормі.

В районі автостанції №1 «Автовокзал» (1) вміст бензину в атмосферному повітрі відповідає значенню ГДК. При цьому, визначена тенденція до зростання його концентрації і за незмінних умов вміст бензину у повітрі приземного шару досягне значення ГДК найближчим часом. Вміст пилу в атмосферному повітрі у 2016 році в приземному шарі перевищує значення ГДК в 2,02 рази, на висоті 1 м – в 1,04 рази. При цьому, визначена тенденція до зменшення вмісту пилу у повітрі. Вміст оксиду вуглецю в атмосферному повітрі у 2016 році в приземному шарі перевищує значення ГДК в 1,5 рази, на висоті 1 м – в 1,4 рази, на висоті 2 м – в 1,46 рази. Вміст діоксиду азоту в атмосферному повітрі у 2016 році в приземному шарі перевищує значення ГДК в 2,25 рази, на висоті 1 м – в 1,7 рази, на висоті 2 м – в 1,75 рази. Можемо припустити, що рівень забруднення атмосфери в даному районі перевищує санітарно-гігієнічні нормативи у зв'язку з високою інтенсивністю руху автотранспорту та специфікою організації і регулювання дорожнього руху.

В районі автостанції №3 «Кінний ринок» (2) вміст бензину в атмосферному повітрі відповідає значенню ГДК. При цьому, визначена тенденція до зростання його концентрації. Вміст пилу в атмосферному повітрі у 2016 році в приземному шарі перевищує значення ГДК в 1,54 рази, на висоті 1 м – в 1,2 рази. При цьому, визначена тенденція до зменшення вмісту пилу у повітрі. Вміст оксиду вуглецю в атмосферному повітрі у 2016 році в приземному шарі перевищує значення ГДК в 1,38 рази, на висоті 1 м – в 1,3 рази, на висоті 2 м – в 1,54 рази. При цьому, визначена тенденція до зменшення вмісту оксиду вуглецю у повітрі. Вміст діоксиду азоту в атмосферному повітрі у 2016 році в приземному шарі перевищує значення ГДК приблизно в 1,9 рази, на

всіх висотах. Визначена тенденція до зменшення вмісту діоксиду азоту у повітрі.

В районі автостанції №4 «Лісопарк» (3) у 2016 році вміст бензину, пилу, оксиду вуглецю та діоксиду азоту в атмосферному повітрі відповідає значенню ГДК. Можемо припустити, що це пов'язано з декількома чинниками: порівняно менша кількість автотранспорту, більш висока швидкість їх руху та відсутність поруч стаціонарних джерел забруднення та міської забудови.

В районі автостанції №6 «Заводська» (4) вміст бензину в атмосферному повітрі відповідає значенню ГДК. Вміст пилу в атмосферному повітрі у 2016 році в приземному шарі перевищує значення ГДК в 3,78 рази, на висоті 1 м – в 2,2 рази, на висоті 2 м – в 1,9 рази. Вміст оксиду вуглецю в атмосферному повітрі у 2016 році в приземному шарі перевищує значення ГДК в 1,48 рази, на висоті 1 м – в 1,44 рази, на висоті 2 м – в 1,62 рази. Вміст діоксиду азоту в атмосферному повітрі у 2016 році в приземному шарі перевищує значення ГДК в 2,4 рази, на висоті 1 м – в 2 рази, на висоті 2 м – в 2,1 рази. Можемо припустити, що рівень забруднення атмосфери в даному районі перевищує санітарно-гігієнічні нормативи у зв'язку з високою інтенсивністю руху автотранспорту та специфікою організації і регулювання дорожнього руху.

В районі пересадочного терміналу «Холодна гора» (5) вміст бензину в атмосферному повітрі відповідає значенню ГДК. Вміст пилу в атмосферному повітрі у 2016 році в приземному шарі перевищує значення ГДК в 1,8 рази, на висоті 1 м – в 1,5 рази, на висоті 2 м – в 1,2 рази. При цьому, визначена тенденція до зменшення вмісту пилу у повітрі. Вміст оксиду вуглецю в атмосферному повітрі у 2016 році в приземному шарі перевищує значення ГДК в 1,47 рази, на висоті 1 м – в 1,36 рази, на висоті 2 м – в 1,4 рази. При цьому, визначена тенденція до зменшення вмісту оксиду вуглецю у повітрі. Вміст діоксиду азоту в атмосферному повітрі у 2016 році в приземному шарі перевищує значення ГДК в 3,25 рази, на висоті 1 м – в 2,25 рази, на висоті 2 м – в 2,05 рази. Можемо припустити, що рівень забруднення атмосфери в даному районі перевищує санітарно-гігієнічні нормативи у зв'язку з високою інтенсивністю руху автотранспорту та специфікою організації і регулювання дорожнього руху.

### Висновки

Найбільш високий вміст бензину, оксиду вуглецю, діоксиду азоту та пилу в атмосферному повітрі основних автостанцій міста Харкова спостерігається в районі автостанції №6 «Заводська» та пересадочного терміналу «Холодна гора». Вважаємо, що це пов'язано з декількома чинниками: наявність стаціонарних джерел забруднення, висока інтенсивність руху автотранспорту, недостатня кількість зелених насаджень. Найменший вміст шкідливих речовин має район автостанції №4 «Лісопарк», що зумовлено меншою кількістю автотранспорту, швидкістю їх руху, відсутністю поруч стаціонарних джерел забруднення та наявністю парку. Встановлено часову тенденцію до збільшення в атмосферному повітрі концентрацій бензину, оксиду вуглецю, діоксиду азоту.

Виявлене перевищення значення ГДК шкідливих речовин в атмосферному повітрі

міста Харкова в районах автостанцій свідчить про складне становище з якістю атмосферного повітря у в містах інтенсивного руху транспорту, особливо на висоті 1 м, тобто становить загрозу для здоров'я дітей. Показано, що зі збільшенням висоти вміст в атмосферному повітрі бензину, діоксиду азоту та пилу зменшується.

Пропонуємо наступні заходи щодо покращення стану якості атмосферного повітря та зменшення впливу автотранспорту на стан здоров'я мешканців міста: при очікуванні транспорту знаходитись подалі від проїзної частини, особливо дітям; збільшення площі зелених насаджень вздовж доріг, в першу чергу, чагарників та/або газонів, застосовувати вертикальне озеленення; при місто плануванні передбачати розділення проїзної частини та житлової забудови зеленими насадженнями.

### Література

1. Анализ загрязнения атмосферного воздуха выбросами автотранспортных средств в условиях сложившейся градостроительной ситуации в центральной части СПб. URL: [http://cyberleninka.ru/article/n/analiz-zagryazneniya-atmosfernogo-vozduha-vybrosami-avtotransportnyh-sredstv-v-usloviyah-slozhivsheysya-gradostroitelnoy situatsii-v](http://cyberleninka.ru/article/n/analiz-zagryazneniya-atmosfernogo-vozduha-vybrosami-avtotransportnyh-sredstv-v-usloviyah-slozhivsheysya-gradostroitelnoy-situatsii-v)
2. Бекетов В. С., Євтухова Г. П., Ломакіна О. С. Аналіз та оцінка рівня забруднення атмосферного повітря м. Харків. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2016. № 3-4 (26), С. 97 – 103.
3. Васькін Р. А., Васькіна І. В. Аналіз динаміки забруднення атмосферного повітря України викидами автотранспорту. *Вісник КДПУ імені М. Остроградського*. 2009. Вип. 5 (58). С. 109-112.
4. Влияние выхлопных газов на организм человека. URL: <http://exwork.fizikam.ru/19/36.htm>
5. Воздух рабочей зоны. Метод измерения концентраций вредных веществ индикаторными трубками. URL: <http://www.anchem.ru/literature/methods/03.asp>
6. Газоанализатор ОКСИ 5М. Руководство по эксплуатации. URL: <http://www.ecotest.kharkov.ua/files/oksi5m.doc>
7. Гранично допустимі концентрації та орієнтовні безпечні рівні діяння забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених місць. URL: <http://eco.ck.ua/docs/Perelik%20rechovyn,%20klas%20nebezpeky.doc>
8. Грицайчук В. В., Микитюк О. М., Злотін О. З. Основи екології. Х.: ОВС. 2004. с. 144.
9. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області у 2016 році. URL: <https://menr.gov.ua/files/docs/Reg.report/%D0%94%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D1%96%D0%B4%D1%8C%20%D0%A5%D0%B0%D1%80%D0%BA%D1%96%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D1%96%D0%B9%20%D1%83%202016.pdf>
10. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області у 2015 році. URL: [http://www.menr.gov.ua/docs/activity-dopovidi/regionalni/rehionalni-dopovidi-u-2015-rotsi/harkiv\\_2015.pdf](http://www.menr.gov.ua/docs/activity-dopovidi/regionalni/rehionalni-dopovidi-u-2015-rotsi/harkiv_2015.pdf)
11. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області у 2014 році. URL: <http://www.menr.gov.ua/dopovidi/regionalni/4756-rehionalni-dopovidi-pro-stan-navko-lyshnoho-pryrodnoho-seredovyshcha-u-2014-rotsi>
12. Евгенийев И. А., Каримов Б. П. Автомобильные дороги в окружающей среде. М.: Трансдор-наука, 1997. 285 с.
13. Кулик М.І., Івашенко В. С., Стрюк В. В. Вміст сполук азоту в приземному шарі атмосферного повітря функціональних зон м. Харкова в 2017 р. *Охорона довкілля: зб. наук. статей XIV Всеукр. Наук. Таліївських читань*. 2018. С. 104 – 106.

14. Кулик М.І., Івах Ю. А. Вплив автотранспорту на формування якості атмосферного повітря міста Харків. *Безпека життєдіяльності на транспорті і виробництві - освіта, наука, практика (SLA-2018)*: матеріали V міжнар. наук.-практ. конф., 2018. С. 246 – 250.
15. Леванчук А. В. Загрязнение окружающей среды продуктами эксплуатационного износа автомобильных дорог. URL: <http://naukovedenie.ru/pdf/102tvn114.pdf>.
16. Максименко Н. В., Різник К. Ю., Александрова А. С. Структура і динаміка забруднення атмосферного повітря Харківської області. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2014. № 3-4. С. 81-94.
17. Максименко Н. В., Пересадько В. А., Титенко А. В., Кулик М. І. Оцінка атмосферного забруднення, як складова ландшафтно-екологічного планування для прийняття рішень у природоохоронному менеджменті Харківської області. *Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна Серія «Екологія»*. 2015. № 1147. Вип. 12. С. 47 -57.
18. Негативні впливи автотранспорту на навколишнє середовище. URL: <http://ekovita.org.ua/viewtopic.php?f=4&t=1489>
19. Некос А. Н., Гарбуз А. Г. Экологическая оценка объектов окружающей среды и пищевых продуктов. Методика проведения исследований. Х.: ХНУ им. В. Н. Каразина. 2012. 102 с.
20. Ситдикова А. А., Святова Н. В., Царева И. В. Анализ влияния выбросов автотранспорта в крупном промышленном городе на состояние загрязнения атмосферного воздуха. *Современные проблемы науки и образования*. 2015. № 3. С. 591–598.
21. Статистичні дані по галузі автомобільного транспорту. URL: <http://mtu.gov.ua/content/statistichni-dani-ro-galuzi-avtomobilnogo-transportu.html>
22. Сучасні реалії забруднення атмосфери в Україні та світі. URL: <http://molodyvcheny.in.ua/files/journal/2016/9/22.pdf>
23. Фельдман Ю. Г., Курсанов В. Н. Загрязнение воздуха крупных городов фотооксидантами и их действие на организм. *Гигиена и санитария*. 1969. С. 84–86.
24. Шейкіна О. Ю., Мислюк О. О. Акустичне забруднення селітебного середовища міста від транспортних потоків. *Вісник КДПУ імені М. Остроградського*. 2007. Вип. 5 (46). С. 144-147.
25. Экологические проблемы автотранспорта. URL: [http://studbooks.net/1254144/ekologiya/ekologicheskie\\_problemy\\_avtotransporta](http://studbooks.net/1254144/ekologiya/ekologicheskie_problemy_avtotransporta)

### References

1. Analiz zagryazneniya atmosfernogo vozduha vybrosami avtotransportnyh sredstv v usloviyah slozhivshejsja gradostroitel'noj situacii v central'noj chasti SPB. [Analysis of air pollution emissions of vehicles in the current urban situation in the central part of the SPB] Available at: <http://cyberleninka.ru/article/n/analiz-zagryazneniya-atmosfernogo-vozduha-vybrosami-avtotransportnyh-sredstv-v-usloviyah-slozhivshejsya-gradostroitel'noj-situatsii-v> [In Russian].
2. Byekyetov, V. Ye., Yevtuxova, G. P., Lomakina, O. S. (2016). Analiz ta ocinka rivnya zabrudnennya atmosfernogo povitrya m. Xarkiv. [Analysis and estimation of the level of atmospheric air pollution in Kharkiv]. *Man and environment. Issues of neoecology*, (3-4 (26)), 97 – 103. [In Ukrainian].
3. Vas`kin, R. A., Vas`kina, I. V. Analiz dy`namiky` zabrudnennya atmosfernogo povitrya Ukrainy` vy`ky`damy` avtotransportu. (2009). [Analysis of the dynamics of atmospheric air pollution in Ukraine by motor vehicle emissions.]. *Visnyk KDPU imeni M. Ostrogradskogo*, 5 (58), 109-112 [In Ukrainian].
4. Vlijanie vyhlopnih gazov na organizm cheloveka. (2019). [Effect of exhaust gases on the human body.]. Available at: <http://exwork.fizikam.ru/19/36.htm> [In Russian].
5. Vozduh rabochej zony. Metod izmerenija koncentracij vrednyh veshhestv indikatornymi trubkami. (1986). [Air working area. Method for measuring concentrations of harmful substances by indicator tubes.]. Available at: <http://www.anchem.ru/literature/methods/03.asp> [In Russian].
6. Gazoanalizator OKSI 5M. Rukovodstvo po jekspluatacii. (2009). [Gas analyzer OXI 5M. Manual.]. Available at: <http://www.ecotest.kharkov.ua/files/oksi5m.doc> [In Ukrainian].
7. Grany`chno dopusty`mi koncentraciyi ta oriyentovni bezpechni rivni diyannya zabrudnyuyuchy`x rechovy`n v atmosfernomu povitri naseleny`x miscz`. (2007). [Maximum permissible concentrations and indicative safe levels of action of pollutants in the atmospheric air of populated areas.]. Available at: <http://eco.ck.ua/docs/Perelik%20rechovy`n,%20klas%20nebezpeky.doc> [In Ukrainian].
8. Gry`czajchuk, V. V., My`ky`tyuk, O. M., Zlotin, O. Z. (2004). Osnovy` ekologiyi. [Fundamentals of Ecology]. Kharkiv: OVS. [In Ukrainian].
9. Dopovid` ppo stan navkoly`shn`ogo ppy`podnogo sepedovy`shha v Xapkivs`kij oblasti u 2016 poci. (2017). [Report on the state of the environment of the pipeline in the Kharkiv oblast in 2016.]. Available at: <https://menr.gov.ua/files/docs/Reg.report/%D0%94%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D1%96%D0%B4%D1%8C%20%D0%A5%D0%B0%D1%80%D0%BA%D1%96%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D1%96%D0%B9%20%D1%83%202016.pdf> [In Ukrainian].

10. Dopovid` ppo stan navkoly`shn`ogo ppy`podnogo sepedovy`shha v Xapkivs`kij oblasti u 2015 poci. (2016). [Report on the state of the environment of the pipeline in the Khapktiv oblast in 2015]. Available at: [http://www.menr.gov.ua/docs/activity-dopovidi/regionalni/rehionalni-dopovidi-u-2015-rotsi/harkiv\\_2015.pdf](http://www.menr.gov.ua/docs/activity-dopovidi/regionalni/rehionalni-dopovidi-u-2015-rotsi/harkiv_2015.pdf) [In Ukrainian].
11. Dopovid` ppo stan navkoly`shn`ogo ppy`podnogo sepedovy`shha v Xapkivs`kij oblasti u 2014 poci. (2015). [Report on the state of the environment of the pipeline in the Khapktiv oblast in 2014]. Available at: <http://www.menr.gov.ua/dopovidi/regionalni/4756-rehionalni-dopovidi-pro-stan-navko-lyshnoho-pryrodoho-seredovyscha-u-2014-rotsi> [In Ukrainian].
12. Evgen'ev, I. A., Karimov, B. P. (1997). Avtomobil'nye dorogi v okruzhajushhej srede. [Highways in the environment]. Moskow: Transdor-nauka. 285 [In Russian].
13. Kuly`k, M.I., Ivashhenko, V. S., Stryuk, V. V. (2018). Vmist spoluk azotu v pry`zemnomu shari atmosferного povitrya funkcional`ny`x zon m. Xarkova v 2017 r. [The content of nitrogen compounds in the surface layer of atmospheric air of the functional zones of the city of Kharkiv in 2017]. *Oxorona dovkillya: XIV Vseukrayins`ki naukovi Taliyivs`ki chy`tan`*, KhNU imeni V/N/Karazina, Kharkiv, 104 – 106. [In Ukrainian].
14. Kuly`k, M.I., Ivax, Yu. A. (2018). Vply`v avtotransportu na formuvannya yakosti atmosferного povitrya mista Xarkiv. [Influence of motor transport on formation of air quality of the city of Kharkiv]. *Bezpeka zhy`ttyediyal`nosti na transporti i vy`robny`cztyvi - osvita, nauka, prakty`ka (SLA-2018)*, V Mizhnarodna naukovoprakty`chna konferencija, 246 – 250. [In Ukrainian].
15. Levanchuk, A. V. Zagrjaznenie okruzhajushhej srody produktami jekspluatacionnogo iznosa avtomobil`nyh dorog. [Environmental pollution by products of operational wear of roads]. Available at: <http://naukovedenie.ru/pdf/102tvn114.pdf> [In Russian].
16. Maksy`menko, N. V., Rizny`k, K. Yu., Aleksandrova, A. S. (2014). Struktura i dy`namika zabrudnennya atmosferного povitrya Xarkivs`koyi oblasti. [Structure and dynamics of atmospheric air pollution in the Kharkiv region]. *Man and environment. Issues of neoecology*, ( 3-4), 81-94. [In Ukrainian].
17. Maksy`menko N. V., Peresad`ko V. A., Ty`tenko A. V., Kuly`k M. Y`. (2015). Ocinka atmosferного zabrudnennya, yak skladova landshaftno-ekologichnogo planuvannya dlya pry`jnyattya rishen` u pry`rodooxoronnomu menedzhmenti Xarkivs`koyi oblasti. [Assessment of atmospheric pollution as a component of landscape-ecological planning for decision-making in environmental management of the Kharkiv region]. *Visny`k XNU imeni V. N. Karazina Seriya «Ekologiya»*, (1147), 47 -57. [In Ukrainian].
18. Negaty`vni vply`vy` avtotransportu na navkoly`shnye seredovy`she. [Negative impacts of vehicles on the environment]. Available at: <http://ekovita.org.ua/viewtopic.php?f=4&t=1489> [In Ukrainian].
19. Nekos, A. N., Garbuz, A. G. (2012) Jekologicheskaja ocenka ob`ektov okruzhajushhej srody i pishhevych produktov. Metodika provedenija issledovanij. [Environmental assessment of environmental and food products. Methods of conducting research]. Kharkiv: HNU im. V. N. Karazina. 102 [In Ukrainian].
20. Sitdikova, A. A., Svjatova, N. V., Careva, I. V. (2015). Analiz vlijanija vybrosov avtotransporta v krupnom promyshlennom gorode na sostojanie zagrjaznenija atmosferного vozduha. [Analysis of the impact of motor vehicle emissions in a large industrial city on the state of atmospheric pollution]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija*, (3), 591–598 [In Russian].
21. Staty`sty`chni dani po galuzi avtomobil`nogo transport. (2018). [Statistical data on the road transport industry]. Available at: <http://mtu.gov.ua/content/statistichni-dani-po-galuzi-avtomobilnogo-transportu.html> [In Ukrainian].
22. Suchasni realiyi zabrudnennya atmosfery` v Ukrayini ta sviti. (2018).[Contemporary realities of atmospheric pollution in Ukraine and in the world]. Available at: <http://molodyvcheny.in.ua/files/journal/2016/9/22.pdf> [In Ukrainian].
23. Fel'dman, Ju. G., Kursanov, V. N. (1969). Zagrjaznenie vozduha krupnyh gorodov fotooksidantami i ih dejstvie na organism. [Air pollution in large cities with photooxidants and their effects on the body]. *Gigiena i sanitarija*, 84–86 [In Russian].
24. Shejkina, O. Yu., My`slyuk, O. O. (2007). Akusty`chne zabrudnennya selitebnogo seredovy`shha mista vid transportny`x potokiv. [Acoustic pollution of the residential environment of the city from traffic flows]. *Visny`k KDPU imeni M. Ostrograds`kogo*, 5 (46), 144–147 [In Ukrainian].
25. Jekologicheskie problemy avtotransporta. [Ecological problems of motor transport]. [http://studbooks.net/1254144/ekologiya/ekologicheskie\\_problemy\\_avtotransporta](http://studbooks.net/1254144/ekologiya/ekologicheskie_problemy_avtotransporta) [In Russian].

Надійшла до редколегії 12.05.2019

УДК 502.34: 628.4.03

**М. М. ОРФАНОВА**, канд. техн. наук, доц.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, Україна

e-mail: [m.orfanova@gmail.com](mailto:m.orfanova@gmail.com)

<http://orcid.org/0000-0002-4931-8074>

## ПРОБЛЕМА УПРАВЛІННЯ ТА ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ У КАРПАТСЬКОМУ РЕГІОНІ

**Мета.** Дослідження проблеми утворення, нагромадження та поводження з відходами у Карпатському регіоні. **Методи.** Для аналізу інформації використовувався комплексний підхід, методи порівняльного аналізу та синтезу. **Результати.** Проаналізовано стан утворення відходів у 4 областях Карпатського регіону. Показано, що більшість відходів не утилізується і потрапляє на полігони. Висвітлена неадекватність сучасних механізмів поводження з відходами. Акцентується на необхідності підвищення рівня екологічної свідомості населення. **Висновки.** Обґрунтовані першочергові заходи управління та поводження з побутовими та промисловими відходами.

**Ключові слова:** відходи, поводження, управління, побутові відходи, полігони, екологічна свідомість

**Orfanova M. M.**

*Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas*

### WASTE MANAGEMENT PROBLEMS IN THE CARPATHIAN REGION

**Purpose.** The article discusses the prospects for solving the problem of waste. The problem of generation, accumulation and waste management in the Carpathian region is being investigated. The problem of waste disposal is becoming increasingly important. **Methods.** Information analysis, an integrated approach, methods of comparative analysis and synthesis were used. **Results.** The state of waste problem in the Carpathian region is analyzed. Transcarpathian, Chernivets, Lviv and Ivano-Frankivsk regions were studied. Detailed attention is paid to the ways for waste management improvement. A detailed analysis of the waste composition in each region of the Carpathian region was carried out. The dynamics of statistical data on waste generation and utilization is presented. The main industries in the Carpathian region that pollute the environment are identified. The main enterprises as sources of waste generation are defined. Most waste is not recycled and goes to landfills. There is a low level of waste disposal. It has been established that the majority of operating landfills, waste disposal sites have already exhausted or practically exhausted their capacities. The problem of waste accumulation at landfills is described. The inefficiency of modern waste management mechanisms is shown. Emphasis is placed on the need to improve the environmental awareness of the population. **Results.** Low waste disposal is associated with economic inefficiency. The main reason for the increase in waste volumes is indicated. **Conclusions.** The main directions for solution the problem of waste disposal are indicated. The necessity of recycling waste is shown.

**Key words:** waste, management, household waste, landfills, environmental awareness

**Орфанова М. М.**

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

### ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ В КАРПАТСКОМ РЕГИОНЕ

**Цель.** Исследование проблемы образования, накопления и обращения с отходами в Карпатском регионе. **Методы.** Для анализа информации использовался комплексный подход, методы сравнительного анализа и синтеза. **Результаты.** Проанализировано состояние образования отходов в 4 областях Карпатского региона. Показано, что большинство отходов не утилизируется и попадает на полигоны. Показана неэффективность современных механизмов обращения с отходами. Акцентируется на необходимости повышения уровня экологического сознания населения. **Выводы.** Обоснованы первоочередные мероприятия по управлению та обращению с бытовыми та промышленными отходами.

**Ключевые слова:** отходы, обращение, управления, бытовые отходы, полигоны, экологическое сознание

### Вступ

Проблема утворення та нагромадження відходів є особливо гострою для України. З 2010 по 2016 рр. спостерігалась загальна тенденція зниження обсягів утворення відходів: з 426 млн. т у 2010 році до 296 млн.т у 2016. Проте у 2017 році їх обсяг

збільшується і становить вже 366 млн.т, але все ще понад 90 % відходів потрапляє у відвали, сміттєзвалища та полігони.

В розрізі загальної проблеми відходів для України виокремлюється проблема утворення та нагромадження ТПВ. За



даними Міністерства регіонального розвитку, будівництва та ЖКГ щорічно утворюється близько 10 млн. т ТПВ. Майже 94 % з них захороняється. Якщо в середньому утворення ТПВ у світі складає від 1-го до 3-ох кг на одного мешканця щодня [1], то в Україні цей показник нижчий і становить 220-250 кг щорічно, у великих містах до 380 кг [2]. За даними загальна кількість полігонів для захоронення відходів перевищує 6000, які займають площу приблизно 10 тис. га. Більшість з них перевантажені і не відповідають нормам екологічної безпеки. На даний час у місцях видалення відходів нагромаджено понад 12,5 млрд. т відходів. І тенденція до збільшення їх обсягів все ще залишається. Гострою проблемою ТПВ є виникнення стихійних звалищ відходів.

Особливо актуальна проблема відходів для Карпатського регіону – туристичного регіону України, який займає площу 56,6 тис. м<sup>2</sup>, що становить 9,3% території України [3] і охоплює територію Львівської, Івано-Франківської, Чернівецької та Закарпатської областей. За відомостями Держкомстат України на початок 2019 на території Регіону проживає майже 5,8 млн. чоловік або у територіальному відношенні по областях (тис. чоловік): Івано-Франківська – 1372,5, Львівська – 2520,3, Закарпатська – 1045,0 і Чернівецька – 904,0, що становить 13,8 % населення України.

На території Карпатського регіону проводиться інтенсивна господарська діяльність. Підприємства нафтогазового і лісопромислового комплексів, хімічної і гірничо-видобувної галузей промисловості характеризуються високою щільністю роз-

міщення і мають значний техногенний вплив на всі компоненти довкілля. В той же час їх технологічні процеси пов'язані з утворенням значної кількості різноманітних відходів, які зберігаються у відвалах, шламонакопичувачах, відстійниках, амбарах, які в свою чергу є постійними джерелами забруднення довкілля. Невирішеним і важливим питанням є утворення та нагромадження ТПВ.

Не дивлячись на те, що загальний обсяг утворення відходів щорічно зменшується, тенденція обсягів їх видалення залишається досить високою і навіть збільшується. Тому, проблема зменшення обсягів нагромадження відходів на основі удосконалення системи управління та поводження ними є актуальною для Регіону.

Проблема управління та поводження з відходами є загальнодержавною проблемою. Практично всі питання пов'язані з недостатнім обсягом фінансування природоохоронних заходів, спрямованих на мінімізації обсягів утворення та нагромадження відходів. Проте багато в чому вирішення проблеми відходів буде залежати від стратегії економічного розвитку регіону та програми поводження з відходами в кожній окремо взятій області.

При аналізі статистичних даних про обсяги утворення, нагромадження та поводження з відходами використовувались методи порівняльного аналізу та синтезу. Обґрунтування оптимальних напрямків управління та поводження з відходами проводилось на основі комплексного підходу до обробки наявної інформації.

### ***Результати досліджень та обговорення***

На території Карпатського регіону починаючи з 2014 року спостерігається тенденція зменшення загальної кількості відходів (рис.1). Якщо у 2014 році було утворено 6,49 млн. т відходів, то у 2017 – 4,87 млн. т.

Основний обсяг відходів утворюється в Івано-Франківській та Львівській областях (рис. 2 а). Проте тільки в Івано-Франківській області залишається тенденція перевищення обсягів утворення відходів порівняно з 2014 роком, а у Чернівецькій області обсяги утворення залишаються на тому ж самому рівні.

Що стосується обсягів видалення відходів (рис. 2 б), то їх кількість у трьох областях Карпатського регіону, крім Івано-Франківської області, перевищує 50 % обсягу утворення відходів, а найбільший показник (понад 90 %) має Закарпатська область. Протягом останніх років зберігається загальна тенденція до незначного зростання видалення відходів. Звітні дані обсягу видалення відходів у Львівській області різняться, але на 2017 рік цей показник становив 60 % від загального обсягу утворення відходів.

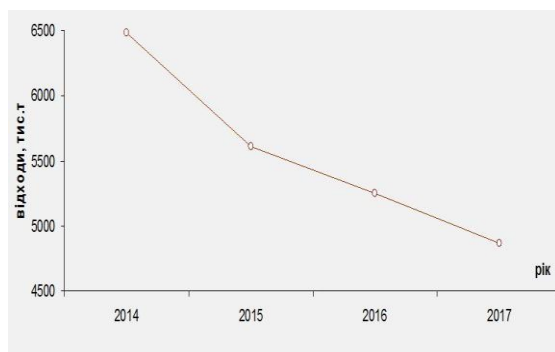
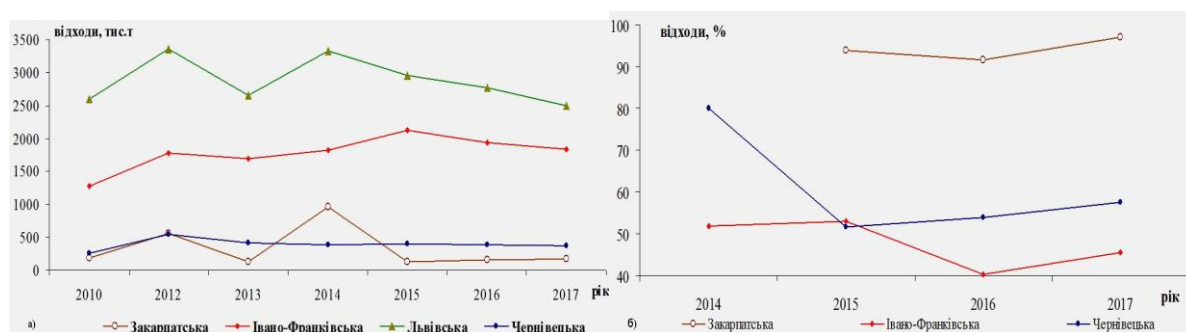


Рис. 1 – Тенденція змінення обсягу утворення відходів у Карпатському регіоні



а) утворення відходів

б) видалення відходів

Рис. 2 – Тенденція змінення обсягу відходів в областях Карпатського регіону

Для визначення причини такої тенденції у Карпатському регіоні необхідно проаналізувати промисловий стан областей та стан поводження з відходами.

**Закарпатська область.** На території області знадяться 285 родовищ з 27 видів різноманітних корисних копалин, з яких 2 види горючі, 3 – металічні, 4 – гірничо-хімічні, 4 – гірничорудні, 11 – будівельні корисні копалини, 3 – підземні води [4]. Основними підприємствами, що забруднюють навколишнє середовище області є газокompresорні станції, газовимірювальна станція в Берегове, підприємства харчової і легкої промисловості, деревообробна галузь народного господарства.

Загальна частка промислових відходів складає 36 %, побутових відходів – 64 %. Обсяг утворення відходів становить в середньому 165 тис. т щорічно, з них I-III класів небезпеки 2,5 тис.т. Область характеризується найвищим показником видалення відходів у Карпатському регіоні (понад 95 %) і найнижчим показником їх утилізації (до 1 %). Із загального обсягу відходів I-III класів небезпеки в середньому спалюється 940 т, утилізується – 20 т. У місцях видалення нагромаджено понад 2 млн. т відходів, що становить

у розрахунку на 1 км<sup>2</sup> приблизно 145 т, що є найменшим показником для Карпатського регіону. На території області знаходиться 141 сміттєзвалище і 2 полігони (Ужгород і Мукачеве), які займають площу 156,8 га. Більшість з них практично вичерпали свою потужність.

В Закарпатській області запроваджується Стратегія поводження з відходами на 15-річний період (2011-2025 р.р.). У населених пунктах налагоджується система централізованого збору та вивозу ТПВ і вона вже впроваджена у містах Ужгород, Мукачеве, Чоп, Перечин, Хуст, Виноградів, понад 40 підприємств здійснюють збирання, заготовлю відходів як вторинної сировини. Введені в експлуатацію лінії з переробки вторинної сировини загальною потужністю понад 3,5 тис. т/рік, здійснюється утилізація зношених шин, спалення відходів відбувається на 50 установках загальною потужністю понад 35 тис. т/рік. Проводяться роботи з будівництва заводу із сортування та механічної переробки ТПВ у с. Яноші Берегівського району, що дозволить переробляти 70% ТПВ області, знаходяться на стадії проектування сміттєпереробні комплекси, що планують побудувати на території Виноградів-

ського і Мукачівського районів та поблизу м. Тячів, сміттесортувального комплексу поблизу м. Ужгород. Проте впровадження даних проектів ускладнюється гірською місцевістю області та дотриманням будівельних і санітарних норм. Утилізацію небезпечних відходів в області не проводять. Люмінесцентні та ртутні лампи, металобрухт, акумулятори, відходи пластмаси та поліетилену, склобою збираються спеціалізованими підприємствами та передаються на утилізацію за межі області. Деревні відходи підлягають брикетуванню та наступному спалюванню для отримання енергії. Актуальною проблемою є утилізація забрудненого пестицидами ґрунту, який зберігається на території Хустського району у кількості понад 200 т.

*Чернівецька область.* На території області розміщено понад 560 промислових підприємств легкої і харчової промисловості, виробництва будівельних матеріалів, агропромислового і лісопромислового комплексу. Основним джерелами забруднення навколишнього середовища є також підприємства ЖКГ.

Загальна частка промислових відходів складає 67 %, побутових відходів – 33 % [5]. Основними видами промислових відходів, що утворились на підприємствах Чернівецької області, є: відходи аграрного комплексу (51,8 %) і деревні відходи (5,7 %), 42,5 – решта відходів, об'єми яких за видами не перевищують 1 %. Щорічні обсяг відходів I-III класів небезпеки становить в середньому 0,15 тис. т. На даний час на території області нагромаджено 3198,1 тис. т відходів всіх класів небезпеки у 292 місцях видалення відходів і 1 полігоні (м. Чернівці), з яких 133 паспортизовані. Загальна площа МВВ становить 288 га. Техногенне навантаження нагромаджених відходів в області – 345 т на 1 км<sup>2</sup>. Показник видалення відходів становить 58 %. Якщо у 2017 році було утворено 369 тис. т відходів, то із загального обсягу відходів було спалено 6,2 %, а 30,2 % - утилізовано, що свідчить про дієві механізми управління відходами в області. Збиранням відходів як вторинної сировини займаються 12 підприємств. Для сортування та переробки відходів 3 і 4 класу небезпеки в м. Чернівці побудований сміттєпереробний комплекс потужністю 120 тис. т на рік.

У Чернівецькій області впроваджується Комплексна програма поводження з ТПВ на 2019-2021 роки, яка має втілити систему

постійного моніторингу утворення відходів та їх первинного обліку, розробити структуру управління відходами на основі технологічних рішень мінімізації їх утворення і використання як вторинного ресурсу.

*Львівська область.* Більшість відходів утворюється на Добротвірській ТЕС, підприємствах гірничо-хімічної, нафтогазовидобувної та нафтопереробної галузей, Львівському КП «Збиранка» і основними з них є відходи видобування корисних копалин, фосфогіпс, кислі гудрони, нафтошлами, відходи збагачення сірки та калійної солі, зола та шлаки ТЕС, ТПВ.

У 2017 році утворилось 2,7 млн. т відходів. Обсяг відходів I-III класів небезпеки становить в середньому 1,5 тис. т щорічно. У місцях видалення накопичено понад 230 млн. т відходів, що становить у розрахунку на 1 км<sup>2</sup> приблизно 10,5 тис. т, що є найвищим показником для Карпатського регіону. На території області знаходяться 367 сміттєзвалища (паспортизованих 23 МВВ), які займають площу 200 га і які заповнені понад 70 %. Щорічно утворюється до 700 тис.т ТПВ, більшість з яких потрапляє на сміттєзвалища і тільки приблизно 10 % спалюється і 3 % утилізується [6]. Із загального обсягу відходів у середньому спалюється 5 %, утилізується до 17 %, видаляється приблизно 60 %. т. Збирання та заготівлю відходів як вторинної сировини здійснюють 60 підприємств. Згідно даних (Стратегія управління відходами до 2030 року) роздільний збір ТПВ проводиться у понад 100 населених пунктах області, що становить приблизно 60 % загальної кількості населення. Область характеризується найвищим показником утворення ТПВ на 1 мешканця у Карпатському регіоні – 290 кг щорічно.

Львівська область характеризується найбільшими показниками обсягу утворення та нагромадження відходів, невисоким показником їх утилізації. На даний час в області відсутні сміттєпереробні або сміттєспалювальні заводи, сміттесортувальні лінії. Тому, особливо гостро стоїть проблема поводження з ТПВ, організації налагодженої системи збору відходів та створення підприємств з їх переробки як вторинної сировини. Окрему складову у проблемі відходів займає проблема нагромадження відходів виробництва. Підприємства нафтогазового комплексу характеризуються значними обсягами утворенням нафтошламів і кислих гудронів, які

зберігаються на їх території. Підприємства гірничо-видобувної галузі є основними в утворенні хвостів флотації сірчанних руд, хвостів і шлаків переробки полімінеральних руд та збагачення вугілля. За даними Екологічного паспорту у Львівській області нагромаджено близько 90 млн. тонн відходів збагачення сірчаної руди, 4 млн. тонн фосфогіпсу, 15 млн. тонн хвостів збагачення калійної солі, понад 90 млн. м<sup>3</sup> відвалів гірської породи, 14,5 млн. м<sup>3</sup> крупних та 12,5 млн. м<sup>3</sup> мілких фракцій хвостів збагачення, золошлаковідвалах Добротвірської ТЕС нагромаджено понад 11,5 млн. тонн золи.

Для подолання критичної ситуації, що створена нагромадженими відходами, в області розроблена Стратегія управління відходами до 2030 року. Вона передбачає, в першу чергу, стабілізувати, а потім зменшити обсяги утворення та обсяги нагромадження відходів у місцях їх видалення на основі збільшення обсягів збирання, заготівлі, ліквідації стихійних сміттєзвалищ, введення в дію підприємств з сортування, утилізації та переробки ТПВ, а також впровадження технологій з переробки та утилізації промислових та побутових відходів.

Івано-Франківська область займає 1,3 % (8,1 тис.км<sup>2</sup>) площі України. На території області знаходиться 340 родовищ 26 видів корисних копалин, основними з яких є нафта, газ, калійні солі, будівельні матеріали, понад 300 джерел мінеральних вод [7]. На території області розміщено понад 500 промислових підприємств паливно-енергетичного, гірничо-видобувного, хімічного і лісопромислового комплексів, які характеризуються високою щільністю розміщення. В області розташована досить значна кількість крупних підприємств нафтогазової галузі: Навірянський нафтопереробний завод, Долинський газопереробний завод, нафтогазовидобувні підприємства, пробурено понад 2000 нафтогазовидобувних свердловин, 4% території зайнято нафтогазовими трубопроводами (проходить магістральний газопровід), є продуктопроводи і підземне сховище газу (Богородчанське ПСГ). Крім того, в області знаходиться сім нафтобаз: Івано-Франківська, Долинська, Калуська, Надвірнянська, Снятинська, Рогатинська Городенківська.

За даними Головного управління статистики в Івано-Франківській області зага-

льна частка промислових відходів складає 93 %, побутових відходів – 7 %. Основними видами промислових відходів є відходи згоряння (56,1 %), відходи агропромислового сектора (29,6 %), деревні відходи (6,8 %), осади промислових стоків (2,5 %), ґрунтові відходи (1,8 %). Обсяг відходів I-III класів небезпеки становить в середньому 3,0 тис. т щорічно. На даний час в Івано-Франківській області нагромаджено приблизно 45 млн. т відходів всіх класів небезпеки, що становить у розрахунку на 1 км<sup>2</sup> приблизно 3,1 тис. т. Відходи розміщені на 16 паспортизованих спеціально відведених місцях чи об'єктах складування відходів, що займають площу 86 га. Основний полігон ТПВ (КП «Полігон ТПВ») знаходиться на відстані 12 км від міста в с. Рибному і щорічно приймає 130 тис. т відходів. Площа полігону згідно проекту становить 22,4 га. Більшість МВВ не відповідають вимогам екологічної безпеки.

Із загального обсягу відходів, що утворюється, понад 33 % утилізуються, 6 % спалюються для отримання енергії, 46 % видаляється у спеціально відведені місця. В області поступово вирішується проблема утилізації деревних відходів для отримання паливних брикетів (гранул), отримання біогазу (біогазовий завод ТОВ «Гудвелли Україна» (Goodvalley) та органічних добрив з відходів агропромислового комплексу. В Івано-Франківську та районних центрах області запроваджена дієва система роздільного збору ТПВ, на КП «Полігон ТПВ» введена в дію сортувальна лінія, збором та переробкою вторинної сировини займаються 30 підприємств. Все це дозволило досягнути найменший показників видалення відходів у Карпатському регіоні. Разом з тим залишається невирішеною проблема утилізації та переробки відходів виробництва нафтошламів, кислих гудронів, деревних відходів, золи та шлаків Бурштинської ТЕС [8]. Катастрофічне становище для області створюють галітові солевмісні відходи хвостосховищ та солевідвалу, а також розсоли Домбровського кар'єру Калуського гірничопромислового комплексу.

Діюча Стратегія розвитку Івано-Франківської області та Програма охорони навколишнього середовища на період до 2020 року мають на меті організацію раціональної системи збору, сортування та переробки відходів, дотримання технологічних

вимог складування відходів, створення сітки свердловин для спостереження за станом підземних вод, реконструкцію полігонів ТПВ в урочищі «Деренівка» Городенківського р-ну, у м. Снятин, урочищі «Гіракова яма» (м. Тлумач), запровадження організованої системи збору ТПВ у населених пунктах сільської місцевості, будівництво об'єкту для знешкодження небезпечних, біо-органічних і медичних відходів, будівництво полігону ТПВ із сортувальною лінією в урочищі «Сміттєзвалище» в Брошнів-Осада, створення регіональної екомережі.

Отже, Івано-Франківська і Львівська області Карпатського регіону характеризуються найвищими показниками промислового виробництва і, відповідно, найвищими показниками утворення відходів всіх класів небезпеки.

Проте за обсягом відходів I-III класів небезпеки суттєво виділяються Івано-Франківська і Закарпатська області. Якщо враховувати найнижчий рівень промислового виробництва у Закарпатській області, то досить високий рівень утворення відходів I-III класів небезпеки (2,5 тис.т щорічно) можна пояснити правильно сформованою та організованою системою звітування. Найбільша кількість відходів, у відсотковому відношенні до рівня їх утворення, потрапляє у місця видалення у Закарпатській і Львівській областях, що може свідчити про неналагоджену систему роздільного збору відходів, низький рівень їх утилізації, переробки та спалення для отримання тепла та енергії. З метою поводження з ТПВ в областях Карпатського регіону організована система заготівельних пунктів, які збирають щорічно понад 10 тис. т вторинної сировини. Введення в дію сортувальних ліній та ліній з переробки вторинної сировини дозволило збільшити обсяги збору вторинної сировини та її переробки, а також значно знизити обсяги видалення відходів у Івано-Франківській та Чернівецькій областях. Незначна кількість відходів спалюється для отримання тепла та енергії. Аналіз статистичних даних показує, що більшість діючих полігонів, місць видалення відходів вже вичерпали або практично вичерпали свої потужності, в середньому вони заповнені на 75-85 %.

Головною причиною збільшення обсягів нагромадження відходів є відсутність налагодженої системи централізованого збору та вивозу ТПВ у більшості населе-

них пунктів, особливо гірської місцевості, дієвої системи роздільного збору ТПВ і достатньої кількості сміттеприймальних пунктів [9, 10]. Важливим аспектом проблеми відходів є підвищення рівня екологічної свідомості всіх верст населення, основною складовою якої є поєднання виховного процесу з практичною екологічною діяльністю [11, 12].

Багато питань залишаються відкритими: невизначені державні та регіональні пріоритети, які мають формуватись в рамках державних та регіональних програм поводження з відходами та відповідних програм соціально-економічного розвитку регіонів; невизначеності щодо ідентифікації і класифікації відходів, їх обліку і паспортизації, впровадження науково-обґрунтованих нормативів утворення, забезпечення повного збирання та недопущення знищення і псування відходів, для утилізації яких є відповідні технології.

Система поводження та управління відходами має базуватись на механізмах та формах управління відходами. Але в першу чергу необхідний єдиний підхід до тлумачення понять - «поводження з відходами» та «управління відходами» [13]. Саме складність проблеми відходів полягає у різноманітності трактування даних термінів.

Для розв'язання проблеми відходів в Україні введена в дію Національна стратегія управління відходами до 2030 року, яка змінює ставлення до відходів як «вторинних сировинних резервів» і «ресурсного потенціалу». Стратегія «визначає головні напрями державного регулювання у сфері поводження з відходами з урахуванням європейських підходів з питань управління відходами» і спрямована на розробку заходів та механізмів запобігання утворенню відходів, їх утилізації, знешкодженню та мінімізації їх видалення. Для реалізації Національної стратегії в кожній області Карпатського регіону розроблені обласні стратегії (програми) управління та поводження з відходами, які враховують регіональний розвиток та внутрішні проблеми утворення відходів, та обґрунтовують оптимальні напрями вирішення проблеми зменшення загального обсягу відходів в області.

Механізм управління відходами передбачає комплекс організаційних, нормативних, правових, наукових, інформаційних, економічних та соціальних заходів, які

спрямовані на запобігання обсягів зменшення утворення та нагромаджених відходів [13, 14] і для Карпатського регіону важливими є наступні:

- створення інформаційної бази даних по відходах та підприємствах, що займають збором відходів та їх переробкою як вторинної сировини;
- організація системи збору, переробки та видалення відходів у місця їх зберігання;
- економічне стимулювання переробки відходів;
- підвищення рівня екологічної освіти.

Не дивлячись на розробку значної кі-

### Висновки

Для Карпатського регіону характерна загальна тенденція зменшення обсягів утворення відходів. Найбільша кількість відходів утворюється у Львівській області, хоча в розрізі утворення відходів на одного мешканця першу сходинку займає Івано-Франківська область. Але завдяки налагодженій системі управління відходами у цій області у МВВ направляється найменший обсяг відходів для Регіону, всього 46 % від загального обсягу їх утворення. Закарпатська область характеризується найбільшим показником утворення відходів на 1 мешканця, але в той же найменшим показником видалення відходів (понад 95 %), що пов'язано із складністю налагодження системи збору ТПВ у гірській місцевості. Для Чернівецької області при низькому рівні утворення відходів спостерігається досить високий показник видалення відходів (58 %).

Для всього Регіону актуальною є проблема поводження з ТПВ, але особливо гострою вона є для Закарпатської та Львівської областей, де рівень їх утилізації і спалення становить, відповідно, 4 % і 19 % від загального обсягу утворення відходів. Для всіх областей актуальним є переробка відходів

лькості законодавчої, нормативно-правової документації, все ще залишаються неврегульованими на місцевому рівні цілий ряд питань, що уповільнює процес вирішення проблеми мінімізації обсягів відходів. Неврегульованість окремих питань приводить до недостатньої дієвості уже розроблених заходів, уповільнюється впровадження в практику управління уже прийнятих законів, нормативно-правових актів, а окремі положення Закону України «Про відходи» продовжують залишатись декларативними.

лісопромислового комплексу, для Львівської та Івано-Франківської областей – гірничо-видобувного та нафтогазового комплексу, для Чернівецької області – агропромислового комплексу та харчової промисловості.

Отже, першочерговими заходами управління та поводження з ТПВ у Карпатському регіоні мають бути наступні: організація стаціонарних та пересувних пунктів збору ТПВ в усіх населених пунктах для їх роздільного збору; ліквідація стихійних сміттєзвалищ; упорядкування МВВ з дотриманням санітарних вимог та їх паспортизації; будівництво сміттесортувальних і сміттєпереробних комплексів; створення в Карпатському регіоні підприємств для переробки відходів як вторинної сировини; підвищення рівня екологічної свідомості населення.

Для вирішення проблеми управління та поводження з промисловими відходами необхідно посилити вимоги до дотримання підприємствами природоохоронного законодавства; здійснювати контроль за рухом небезпечних відходів; залучити інвестиції для вирішення питання утилізації та переробки галузевих відходів.

### Література

1. Харченко Т., Сагайдак Ю. Удосконалення системи переробки твердих побутових відходів в Україні. *Вісник Київського національного університету ім. Тараса Шевченка. Серія: Економіка.* 2014. Вип. 165. С. 41-45.
2. Довга Т. М. Основні тенденції та закономірності утворення і переробки твердих побутових відходів в Україні [Електронний ресурс]. *Електронне наукове фахове видання «Ефективна економіка».* 2012. №10. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1491>
3. Химинець В.В. Карпатський регіон у контексті сталого розвитку України // *Науковий вісник УжНУ. Сер. «Економіка».* 2012. № 37 (Частина 3). С. 40-45.



4. Регіональна доповідь про стан навколишнього середовища в Закарпатській області в 2017 році. Управління екології та природних ресурсів Закарпатської ОДА. Ужгород. 2018. 179 с. URL: [https://menr.gov.ua/news/32893.html?fbclid=IwAR3iAgY\\_OrbRsWb8XxYjooPxrnlunaoPR8](https://menr.gov.ua/news/32893.html?fbclid=IwAR3iAgY_OrbRsWb8XxYjooPxrnlunaoPR8)
5. Регіональна доповідь про стан навколишнього середовища в Чернівецькій області в 2017 році. Управління екології та природних ресурсів Чернівецької ОДА. Чернівці. 2018. 203 с. URL: [https://menr.gov.ua/files/docs/Reg.report/2017/Reg\\_Dop\\_%20%D0%A7%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%96%D0%B2%D0%B5%D1%86%D1%8C%D0%BA%D0%B0\\_2017.pdf](https://menr.gov.ua/files/docs/Reg.report/2017/Reg_Dop_%20%D0%A7%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%96%D0%B2%D0%B5%D1%86%D1%8C%D0%BA%D0%B0_2017.pdf)
6. Регіональна доповідь про стан навколишнього середовища у Львівській області в 2016 році. Управління екології та природних ресурсів Львівської ОДА. Львів. 2017. 253 с. URL: <http://ecoternopil.gov.ua/index.php/stan-dovkillya/reg-dopovid>
7. Регіональна доповідь про стан навколишнього середовища в Івано-Франківській області в 2017 році. Управління екології та природних ресурсів Івано-Франківської ОДА. 2018. – 172 с. URL: [https://menr.gov.ua/news/32893.html?fbclid=IwAR3iAgY\\_OrbRsWb8XxYjooPxrnlunaoPR8](https://menr.gov.ua/news/32893.html?fbclid=IwAR3iAgY_OrbRsWb8XxYjooPxrnlunaoPR8)
8. Орфанова М.М., Яцишин Т.М. Вторинні ресурси Івано-Франківської області // Міжнародна науково-практична конференція «ЕКОГЕОФОРУМ-2017. Актуальні проблеми та інновації» (м. Івано-Франківськ, 22-25 березня 2017р.). Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2017. С.55-56.
9. Орфанова М.М., Іваник О.І. Удосконалення системи поводження з твердими побутовими відходами в місті Івано-Франківськ. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2016. №3-4. С.126-131.
10. Свояк Н.І. Інвентаризація сміттєприймальних майданчиків міста Черкаси. *Вісник ЧДТУ*. 2013. № 2. С. 150-157.
11. Орфанова М.Мик., Орфанова М.Мих. Яцишин Т.М. Рибак О.І. Інноваційні технології у формуванні тривалевої екологічної освіти. *Вісник Харківського національного університету ім. В.Н.Каразіна. Серія «Екологія»*. 2016. Вип. 14. С.98-101.
12. Баглей О.В. Застосування екопсихологічних методів у формування екологічної свідомості // Екологічні засади збалансованого регіонального розвитку : збірник наукових праць за матеріалами міжнародної науково-практичної конференції (м. Івано-Франківськ, 10-11 травня 2016р. / ДВНЗ «Прикарпатський національний університет ім. В. Стефаника. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2016. С.13-16.
13. Орфанова М.М. Актуальні питання у сфері управління та поводження з відходами // Формування програм щодо поводження з відходами для об'єднаних територіальних громад: проблемні питання та кращі практики: матеріали Національного форуму «Поводження з відходами в Україні: законодавство, економіка, технології», (Київ, 22-23.11.2018). К.: Центр екологічної освіти та інформації, 2018. С. 161.
14. Чупріна М. О., Федорова Ю. І. Проблеми і напрямки утилізації відходів в Україні та світі. Збірник наукових праць молодих вчених факультету менеджменту та маркетингу КПІ ім. І. Сікорського «Актуальні проблеми економіки та управління». URL: <http://ape.fmm.kpi.ua/article/view/102732>

### References

1. Xarchenko, T., Sagajdak, Yu. (2014). Udoskonalennya sy`stemy` pererobky` tverdyy`x pobutovy`x vidxodiv v Ukrayini [Improvement of the system of solid household waste recycling in Ukraine]. *Visny`k Ky`yivs`kogo nacional`nogo universy`tetu im. Tarasa Shevchenka. Seriya: Ekonomika*, (165), 41-45. (In Ukrainian)
2. Dovga, T. M. (2012). Osnovni tendenciyi ta zakonornosti utvorenniya i pererobky` tverdyy`x pobutovy`x vidxodiv v Ukrayini [The main tendencies and regularities of the formation and processing of solid household waste in Ukraine] . *Efektuy`vna ekonomika*, (10). Available at: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1491> (In Ukrainian)
3. Xu`my`necz`, V.V. (2012). Karpats`ky`j region u konteksti stalogo rozvy`tku Ukrayiny` [Carpathian region in the context of sustainable development of Ukraine]. *Naukovy`j visny`k UzhNU Ser. «Ekonomika»*, (37(3)), 40-45. (In Ukrainian)
4. Regional`na dopovid` pro stan navkoly`shn`ogo seredovy`shha v Zakarpats`kij oblasti v 2017 roci. (2018). [Regional report on the state of the environment in the Zakarpattya region in 2017]. Upravlinnya ekologiyi ta pry`rodny`x resursiv Zakarpats`koyi ODA, Uzhgorod. Available at: [https://menr.gov.ua/news/32893.html?fbclid=IwAR3iAgY\\_OrbRsWb8XxYjooPxrnlunaoPR8](https://menr.gov.ua/news/32893.html?fbclid=IwAR3iAgY_OrbRsWb8XxYjooPxrnlunaoPR8) (In Ukrainian)
5. Regional`na dopovid` pro stan navkoly`shn`ogo seredovy`shha v Chernivez`kij oblasti v 2017 roci. (2018). [Regional report on the state of the environment in Chernivtsi region in 2017]. Upravlinnya ekologiyi ta pry`rodny`x resursiv Chernivez`koyi ODA, Chernivci. Available at: [https://menr.gov.ua/files/docs/Reg.report/2017/Reg\\_Dop\\_%20%D0%A7%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%96%D0%B2%D0%B5%D1%86%D1%8C%D0%BA%D0%B0\\_2017.pdf](https://menr.gov.ua/files/docs/Reg.report/2017/Reg_Dop_%20%D0%A7%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%96%D0%B2%D0%B5%D1%86%D1%8C%D0%BA%D0%B0_2017.pdf) (In Ukrainian)
6. Regional`na dopovid` pro stan navkoly`shn`ogo seredovy`shha u L`vivs`kij oblasti v 2016 roci. (2017). [Re-



- gional report on the state of the environment in the Lviv region in 2016]. Upravlinnya ekologiyi ta pry`rodney`x resursiv L`vivs`koyi ODA, L`viv. Available at: <http://ecoternopil.gov.ua/index.php/stan-dovkilliya/reg-dopovid> (In Ukrainian)
7. Regional`na dopovid` pro stan navkoly`shn`ogo seredovy`shha v Ivano-Frankivs`kij oblasti v 2017 ro-ci.(2018). [Regional report on the state of the environment in Ivano-Frankivsk region in 2017]. Upravlinnya ekologiyi ta pry`rodney`x resursiv Ivano-Frankivs`koyi ODA. Available at: [https://menr.gov.ua/news/32893.html?fbclid=IwAR3iAgY\\_OrbRsWb8XxYjooPxrnl1lunaoPR8](https://menr.gov.ua/news/32893.html?fbclid=IwAR3iAgY_OrbRsWb8XxYjooPxrnl1lunaoPR8) (In Ukrainian)
  8. Orfanova, M.M., Yacy`shy`n, T.M. (2017). Vtory`nni resursy` Ivano-Frankivs`koyi oblasti [Secondary resources of the Ivano-Frankivsk region]. // «EKOGEOFORUM-2017. Aktual`ni problemy` ta innovaciyi», Mizhnarodna naukovo-prakty`chna konferenciya, IFNTUNG) - Ivano-Frankivs`k 2017, 55-56. (In Ukrainian)
  9. Orfanova, M.M., Ivany`k, O.I. (2016). Udoshkonalennya sy`stemy` povodzhennya z tverdym` pobutovym` vidxodamy` v misti Ivano-Frankivs`k [Improvement of the solid waste management system in the city of Ivano-Frankivsk]. Lyudy`na ta dovkillya. Problemy` neoeologiyi - Man and Environment. Issues of Neoeology, (3-4), 126-131. (In Ukrainian)
  10. Svojak, N.I. (2013). Inventary`zaciya smittyepry`jmal`ny`x majdanchy`kiv mista Cherkasy` [Inventory of smith-taking sites in the city of Cherkassy]. Visny`k ChDTU, (2), 150-157. (In Ukrainian)
  11. Orfanova, M.My`k., Orfanova, M.My`x. Yacy`shy`n, T.M. Ry`bak, O.I. (2016). Innovacijni tehnologiyi u formuvanni try`rivnevoyi ekologichnoyi osvity` [Innovative technologies in formation of three-level ecological education]. Visny`k Xarkivs`kogo nacional`nogo universy`tetu im. V.N.Karazina. Seriya «Ekologiya» - Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University series «Ecology, ( 14), 98-101. (In Ukrainian)
  12. Baglej, O.V. (2016). Zastosuvannya ekopsy`xologichny`x metodiv u formuvannya ekologichnoyi svidomosti [Application of ecopsychological methods in the formation of ecological consciousness] // Ekologichni zasady` zbalansovanogo regional`nogo rozvy`tku, mizhnarodna naukovo-prakty`chna konferenciya, DVNZ «Pry`karpats`ky`j nacional`ny`j universy`tet im. V. Stefany`ka. – Ivano-Frankivs`k: Sy`mfoniya forte, 13-16. (In Ukrainian)
  13. Orfanova, M.M. (2018). Aktual`ni py`tannya u sferi upravlinnya ta povodzhennya z vidxodamy` [Actual issues in the field of management and waste management]. Formuvannya program shhodo povodzhennya z vidxodamy` dlya ob`yednany`x tery`torial`ny`x gromad: problemni py`tannya ta krashhi prakty`ky`, Nacional`nogo forum «Povodzhennya z vidxodamy` v Ukraini: zakonodavstvo, ekonomika, tehnologiyi», Ky`yiv: Centr ekologichnoyi osvity` ta informaciyi, 161. (In Ukrainian)
  14. Chuprina, M. O., Fedorova, Yu. I. (2017). Problemy` i napryamky` uty`lizaciyi vidxodiv v Ukraini ta sviti [Problems and directions of waste utilization in Ukraine and in the world] // zbirny`k naukovy`x prac` molody`x vcheny`x fakul`tetu menedzhmentu ta markety`ngu KPI im. I. Cikors`kogo «Aktual`ni problemy` ekonomiky` ta upravlinnya», (11). Available at: <http://ape.fmm.kpi.ua/article/view/102732> (In Ukrainian)

Надійшла до редколегії 22.04.2019

Наукове видання екологічного факультету Харківського національного університету «Людина та довкілля. Проблеми неоекології» є науковим журналом, який включено до Переліку фахових видань ВАК, 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 11, міжрядковий інтервал 1,0, 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. Усі рисунки підписувати як **Рис. 1** – Назва рисунку (розмір 10). Таблиці також оформляти 10 розміром. Слово **Таблиця 1** (жирним, праворуч), на наступному рядку назва таблиці – жирним, по центру, розмір 10.

Орієнтація сторінок – книжкова. Вирівнювання – по ширині. Абзац – 1,0 см.

Для статей необхідно вказати УДК (ліворуч, розмір 11), **ініціали та прізвище автора** (розмір 11, жирним, прописними, по центру), науковий ступінь та звання (розмір 11), повну назву установи (розмір 10, курсив) та її адреса, e-mail та ORCID (розмір 9, по центру). **Назва статті** (жирними прописними, по центру, 11 розмір)

Далі подати анотацію (не менше 1800 знаків) та ключові слова (5-8) мовою статті: розмір 10, інтервал 1,0. Для експериментальних статей подати структуроване резюме, де має бути вказані слова: **Мета. Методи. Результати. Висновки.**

Через інтервал також подати прізвище, організацію, назву статті, розширену анотацію та ключові слова англійською й російською (кожна не менше 1800 знаків) мовами: розмір 10, міжрядковий інтервал 1,0. Анотація повинна бути побудована як реферат у реферативних журналах та відражати суть експериментів, основні результати та їх інтерпретацію. Для експериментальних статей подати структуровані резюме де має бути вказані слова: **Purpose: (Цель). Methods (Методы). Result (Результаты). Conclusion (Выводы).**

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 ДСТУ 8302:2015, повинна містити також і джерела, що опубліковані за останні 5 років: розмір 10, міжрядковий інтервал 1,0. Кількість посилань має бути не менше 15. Також список літератури, як References, має бути поданий за стандартом APA (транслітерація української та російської мови, переклад назви англійською у прямокутних дужках). Посилання на літературу у тексті подаються у прямокутних дужках з вказуванням номера за порядком посилання.

**Адреса редакції:** екологічний факультет, 4 поверх, к. 473а, 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)

Сайт журналу: <http://ludovk.univer.kharkov.ua/> <http://periodicals.karazin.ua/humanenviron/about>

Наукове видання

ЛЮДИНА ТА ДОВКІЛЛЯ. ПРОБЛЕМИ НЕОЕКОЛОГІЇ

Випуск 31

Українською, російською та англійською мовами

Макетування та комп'ютерне верстання  
Баскакова Л. В.

Підписано до друку 28.08.19  
Формат 60x84/8  
Ум. друк. арк. 15,1. Обл.-вид. арк. 17,6.  
Наклад 50 пр. Зам.

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