

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

---

**№ 3 – 4 (26)**

Харків  
2016

Представлені результати досліджень в області географії, екології та охорони навколишнього середовища. Висвітлюються питання теорії й практики аналізу, оцінки і оптимізації стану навколишнього середовища, а також фактори і наслідки антропогенного впливу на довкілля; розглядаються питання екологічного менеджменту, безпеки і освіти.

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

Журнал є фаховим у галузі географічних наук.

Наказ МОН України № 747 від 13.07.2015р.

Results of researches in the domain of geography, ecology and environmental protection are presented. Issues of theory and practice of analysis, assessment and optimization of the environmental state as well as factors and consequences of anthropogenic pressure on the environment are covered; issues of environmental management, safety and education are considered.

For specialists, scientists and researchers working in the domain of environmental protection as well as for lecturers, BSS, MSc and PhD students of higher educational institutions.

Journal is a professional 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 № 13 від 31.10.2016 р.)

#### **Редакційна колегія:**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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.urau.ua/ludina\\_dov](http://journals.urau.ua/ludina_dov) [www-ecology.univer.kharkov.ua](http://www-ecology.univer.kharkov.ua)

Статті пройшли внутрішнє та зовнішнє рецензування

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 5097 від 03.05.2001

## ЗМІСТ

### Сучасні географічні та екологічні дослідження довкілля

<b>Максименко Н. В.</b> Конфлікти природокористування поморських ландшафтів Надморського ландшафтного парку (Польща).....	9
<b>Удовиченко В. В.</b> Топічні парадинамічні ландшафтні комплекси та їх спряження (на прикладі ключових ділянок дослідження території Лівобережної України).....	19
<b>Тітенко Г. В., Масто Ю. О.</b> Можливості управління процесами засолення алювіальних ґрунтів заплавних ландшафтів в системі екологічного менеджменту міських територій.....	27
<b>Vilček J., Torma S., Lisnyak A.</b> Ecological-Economic Suitability of the Soils for Growing of Spring Barley (Hordeum Sativum L.).....	39
<b>Крайнюков О. М., Якушева А. В.</b> Оцінка ризику для здоров'я людей, обумовленого використанням забруднених нафтопродуктами питних вод за допомогою методики RAIS (US-EPA) .....	46
<b>Сафранов Т. А., Полетаєва Л. М.</b> Проблема екологізації рекреаційно-туристичної діяльності в Україні.....	51
<b>Гулай Л. Д., Сакура Б. І.</b> Характеристика природно-заповідного фонду Волинської області .....	62
<b>Ачасов А. Б., Сєдов А. О., Ачасова А. О.</b> Оцінка забур'яненості посівів соняшника за допомогою безпілотних літальних апаратів.....	69
<b>Музиченко О. С.</b> Стан популяції конвалії звичайної ( <i>Convallaria Majalis</i> L.) в умовах сугрудів Ківерцівського лісгоспу Волинської області.....	75
<b>А н т р о п о г е н н и й   в п л и в   н а   п р и р о д н е   с е р е д о в и щ е</b>	
<b>Сарапіна М. В., Варивода Є. О.</b> Особливості функціонування екосистем в умовах радіоактивного забруднення: від деградації до відновлення.....	83
<b>Перекуда Ю. А.</b> Оцінка забруднення атмосферного повітря в Столичному макрорайоні України.....	90
<b>Бекетов В. Є., Євтухова Г. П., Ломакіна О. С.</b> Аналіз та оцінка рівня забруднення атмосферного повітря м. Харків.....	97
<b>Юрасов С. М., Алексєєнко О. А.</b> Оцінка стану підземних вод Косовського району Одеської області.....	104
<b>Вергелес Ю. І., Галетич І. К., Данова К. В., Задорожний К. М., Решетченко А. І., Рибалка І. О.</b> Реакції клена гостролистого ( <i>Acer Platanoides</i> l.) міських насаджень на вплив комплексу фізичних факторів антропогенного походження.....	111

<b><i>Орфанова М. М., Іваник О. І.</i></b>	
Удосконалення системи поводження з твердими побутовими відходами в місті Івано-Франківськ.....	126
<b><i>Поливянчук А. П., Скуридина Е. А., Каслин А. И.</i></b>	
Повышение эффективности систем экологического диагностирования дизельных силовых установок – туннелей.....	132
<b>Екологічна та географічна освіта</b>	
<b><i>Солошич І. О., Почтовюк С. І.</i></b>	
Забезпечення інформаційно-комп'ютерного супровіду викладання дисциплін екологічного спрямування .....	141
<b><i>Правила оформлення статей</i></b> .....	146

## CONTENTS

### Modern Geographic and Ecological Environment Research

<b>Maksymenko N. V.</b> Conflicts of Natural Pomeranian Landscapes in Nadmorsky Landscape Park (Poland).....	9
<b>Udovychenko V. V.</b> The Topical Paradyamic Landscape Complexes and its Conjugation (on the Example of Exploration Areas of the Left-Bank the Dnipro River of Ukraine Territory).....	19
<b>Titenko G. V., Masto Y. O.</b> Management Opportunities Salinization Alluvial Soils in the Flood Plains of Environmental Management System of Urban Areas .....	27
<b>Vilček J., Torma S., Lisnyak A.</b> Ecological-Economic Suitability of the Soils for Growing of Spring Barley ( <i>Hordeum Sativum L.</i> ) .....	39
<b>Krainiukov A. N., Yakusheva A. V.</b> Health Risk Assessment on the Use of Oil-Contaminated Drinking Water by Means of Method Rais (Us-Epa).....	46
<b>Safranov T. A., Poletayeva L. N.</b> The Issues With an Eco-Friendly Approach for Implementation to the Recreation and Tourism Activities in Ukraine.....	51
<b>Gulay L. D., Sakura B. I.</b> Description of Natural Reserve Fund of Volyn' Region.....	62
<b>Achasov A. B., Sedov A. O., Achasova A. O.</b> Assessment of a Contamination of Crops of Sunflower by Means of Unmanned Aerial Vehicles.....	69
<b>Muzychenko O. S.</b> State Population Lily of the Valley ( <i>Convallaria Majalis L.</i> ) in Conditions Sugrudy Kiverzivsky Forestry Volyn Region.....	75

### Anthropogenic Influence on a Natural Environment

<b>Sarapina M. V., Varyvoda Ye. O.</b> The Peculiarities of Ecosystems Functioning in Case of Radioactive Pollution: from Degradation to Restoration .....	83
<b>Pereguda J. A.</b> Assessment of Atmospheric Air Pollution in the Capital Macroregion of Ukraine.....	90
<b>Beketov V., Yevtukhova G., Lomakina O.</b> Analysis and Assessment of the Air Pollution Level of Kharkiv.....	97
<b>Urasov S. N., Alekseenko E. A.</b> Ground Water Assessment for Kotovsky District of Odessa Region.....	104
<b>Vergeles Yu. I., Galetych I. K., Danova K. V., Zadorozhnyi K. M., Reshetchenko A. I., Rybalka I. O.</b> The Effects of Environmental Physical Factors of Anthropogenic Origin on the Norway Maple ( <i>Acer Platanoides L.</i> ) in the Urban Forest of the City .....	111

<b><i>Orfanova M., Ivanyk O.</i></b> Improvement of the Municipal Solid Waste Management System in Ivano-Frankivsk City.....	126
--	-----

<b><i>Polivyanchuk A. P., Skuridina E. A., Kaslin A. I.</i></b> Improving the Efficiency of Environmental Diagnosis of Diesel Power Plants – Tunnel.....	132
---	-----

### **Environmental and Geographical Education**

<b><i>Soloshych I. O., Pochtovyuk S. I.</i></b> Providing Information and Computer Support Teaching Ecological Disciplines.....	141
--	-----

<b><i>Formatting rules</i></b> .....	146
--------------------------------------	-----

## СОДЕРЖАНИЕ

### Современные географические и экологические исследования окружающей среды

<b>Максименко Н. В.</b> Конфликты природопользования поморских ландшафтов Надморского ландшафтного парка (Польша).....	9
<b>Удовиченко В. В.</b> Топические парадинамические ландшафтные комплексы и их сопряжение (на примере ключевых участков исследования территории Левобережной Украины).....	19
<b>Титенко А. В., Масто Ю. О.</b> Возможности управления процессами засоления аллювиальных почв пойменных ландшафтов в системе экологического менеджмента городских территорий.....	27
<b>Вилчек Й., Торма С., Лисняк А.</b> Эколого-экономическая пригодность почвы для выращивания ярового ячменя ( <i>Hordeum Sativum L.</i> ) .....	39
<b>Крайнюков А. Н., Якушева А. В.</b> Оценка риска для здоровья людей, обусловленного использованием загрязненных нефтепродуктами питьевых вод с помощью методики RAIS (US-EPA).....	46
<b>Сафранов Т. А., Полетаева Л. Н.</b> Проблема экологизации рекреационно-туристической деятельности в Украине.....	51
<b>Гулай Л. Д., Сакура Б. И.</b> Характеристика природно-заповедного фонда Волынской области.....	62
<b>Ачасов А. Б., Седов А. О., Ачасова А. О.</b> Оценка засоренности посевов подсолнечника с помощью беспилотных летательных аппаратов.....	69
<b>Музыченко О. С.</b> Состояние популяции ландыша майского ( <i>Convallaria Majalis L.</i> ) в условиях сугрудов Киверцовского лесхоза Волынской области.....	75
<b>А н т р о п о г е н н о е   в л и я н и е   н а   п р и р о д н у ю   с р е д у</b>	
<b>Сарапина М. В., Варивода Е. А.</b> Особенности функционирования экосистем в условиях радиоактивного загрязнения: от деградации до восстановления.....	83
<b>Перегуда Ю. А.</b> Оценка загрязнения атмосферного воздуха в Столичном макрорайоне Украины.....	90
<b>Бекетов В. Е., Евтухова Г. П., Ломакина О. С.</b> Анализ и оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха г. Харьков.....	97
<b>Юрасов С. Н., Алексеенко Е. А.</b> Оценка состояния подземных вод Котовского района Одесской области .....	104
<b>Вергелес Ю. И., Галетич И. К., Данова К. В., Задорожный К. Н., Решетченко А. И., Рыбалка И. А.</b> Реакции клёна остролистного ( <i>Acer Platanoides L.</i> ) городских насаждений на воздействие комплекса физических факторов антропогенного происхождения .....	111

<b><i>Орфанова М., Иванык О.</i></b>	
Совершенствование системы обращения с твердыми бытовыми отходами в городе Ивано-Франковск.....	126
<b><i>Поливянчук А. П., Скуридина Е. А., Каслин А. И.</i></b>	
Повышение эффективности систем экологического диагностирования дизельных силовых установок – туннелей.....	132
<b>Экологическое и географическое образование</b>	
<b><i>Солошич И. А., Почтовюк С. И.</i></b>	
Обеспечение информационно-компьютерного сопровождения преподавания дисциплин экологического направления.....	141
<b>Правила для авторов.....</b>	<b>146</b>



## СУЧАСНІ ГЕОГРАФІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДОВКІЛЛЯ

УДК: 504+502.71

**Н. В. МАКСИМЕНКО**, канд. геогр. наук, доц.  
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна  
майдан Свободи, 6, м. Харків, 61022  
e-mail: [nadezdav08@gmail.com](mailto:nadezdav08@gmail.com)

### КОНФЛІКТИ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ПОМОРСЬКИХ ЛАНДШАФТІВ НАДМОРСЬКОГО ЛАНДШАФТНОГО ПАРКУ (ПОЛЬЩА)

**Мета.** Оцінка рівня конфліктів природокористування в ландшафтах Надморського ландшафтного парку. **Методи.** Методи ландшафтно-екологічного планування, що реалізовані в експедиційних і камеральних умовах, шляхом використання польових методів, картографічних, географічного аналізу і синтезу. **Результати.** Надано результати експедиційного дослідження ландшафтів Надморського ландшафтного парку (Польща), який є складовою частиною Поморської групи ландшафтних парків та входить до Європейської екологічної мережі Natura 2000. На двох тестових ділянках (гміна Карвія і півострів Хель) апробовано авторську методику ландшафтно-екологічного планування. Для них складено картосхеми природних і природно-антропогенних комплексів у масштабі 1:10 000. Визначено головні джерела конфліктів природокористування, укладено матриці конфліктів, проведено зонування території, виділено ділянки з високим, середнім і низьким рівнем конфліктів та створено відповідні картосхеми. **Висновки.** Територія Надморського ландшафтного парку має середній рівень конфліктів природокористування, що свідчить про відносну екологічну рівновагу на території парку.

**Ключові слова:** ландшафт, ландшафтно-екологічне планування, конфлікти природокористування, Надморський ландшафтний парк, гміна Карвія, півострів Хель

**Maksymenko N. V.**

*V. N. Karazin Kharkiv National University*

### CONFLICTS OF NATURAL POMERANIAN LANDSCAPES IN NADMORSKY LANDSCAPE PARK (POLAND)

**Purpose.** Evaluation of the nature-using conflict level in landscapes of the Nadmorsky Landscape Park. **Methods.** Methods of landscape and environmental planning implemented in expeditionary and laboratory conditions, using field techniques, mapping, geographic analysis and synthesis. **Results.** There are the results of expeditionary landscapes studies of the Nadmorsky Landscape Park (Poland), which is part of the Pomeranian group of landscape parks and is included in the European network Natura 2000. The author's technique of landscape and environmental planning has been approved on the test areas (gmina Carvey and Hel Peninsula). Schematic maps of natural and natural-anthropogenic complexes on a scale of 1:10 000 have been drawn. The main sources of natural conflicts have been identified, conflicts matrixes have been compiled, the territory has been divided into zones, the areas with high, medium and low levels of conflict have been selected and corresponding schematic maps have been drawn. **Conclusions.** The area of the Nadmorsky Landscape Park has an average level of conflict nature-using, indicating the relative ecological balance in the park.

**Keywords:** landscape, landscape and environmental planning, conflicts of nature use, Nadmorski landscape Park, Carvey, Hel Peninsula

**Максименко Н. В.**

*Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна*

### КОНФЛИКТЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ПОМОРСКИХ ЛАНДШАФТОВ НАДМОРСКО- ГО ЛАНДШАФТНОГО ПАРКА (ПОЛЬША)

**Цель.** Оценка уровня конфликтов природопользования в ландшафтах Надморского ландшафтного парка. **Методы.** Методы ландшафтно-экологического планирования, реализованные в экспедиционных и камеральных условиях, путем использования полевых методов, картографических, географического анализа и синтеза. **Результаты.** Представлены результаты экспедиционного исследования ландшафтов Надморского ландшафтного парка (Польща), который является составной частью Поморской группы

ландшафтних парків і входить в європейську сеть Natura 2000. На двох тестових участках (гмина Карвія і півострів Хель) апробована авторська методика ландшафтно-екологічного планування. Для них створені картосхеми природних і природно-антропогенних комплексів в масштабі 1:10 000. Визначені головні джерела конфліктів природопольовання, складені матриці конфліктів, проведено зонирование території, виділені ділянки з високим, середнім і низьким рівнем конфліктів. Створені відповідні картосхеми. **Висновки.** Територія Надморського ландшафтного парку має середній рівень конфліктів природопольовання, що свідчить про відносну екологічну рівновагу на території парку.

**Ключові слова:** ландшафт, ландшафтно-екологічне планування, конфлікти природопольовання, Надморський ландшафтний парк, гмина Карвія, півострів Хель

### Вступ

Надморський ландшафтний парк (НЛП) створений у 1978 році як один із перших ландшафтних парків у Польщі. А з 1 липня 2010 р. для узгодження природоохоронної діяльності у Поморській провінції Надморський ландшафтний парк (Владиславово) разом ще з шістьма парками став складовою частиною Поморської групи ландшафтних парків (рис. 1).

НЛП і його буферна зона охоплює 13 заповідних територій. До Європейської екологічної мережі Natura включено 2 ділянки НЛП для захисту птахів (затока Пуцк і Белавські болота) і 6 ділянок комплексної охорони ландшафту (Белява і Бори Бажинові, Бялогора, Кашубські скелі, Пясницькі луки, Відово, Затока Пуцк і Півострів Хель [9]).



1 – Надморський ландшафтний парк, 2 – Тріймеський ландшафтний парк, 3 – Ландшафтний парк «Слупя долина», 4 – Вжіжський ландшафтний парк, 6 – Кашубський ландшафтний парк, 5 – Ландшафтний парк «Вісла коса», 7 – Заборський ландшафтний парк

Рис. 1 – Поморська група ландшафтних парків

Надморський ландшафтний парк має площу 18 804 га (в тому числі 7 452 га суходолу та 11 352 га морська акваторія затоки Пуцк) [10]. Більше половини парку є води внутрішньої затоки Пуцк, яка відокрем-

лена від іншої частини Гданської затоки Балтійського моря піщаною мілиною, яку називають поздовжнім рифом. Умовно парк можна розділити на 2 частини:

- Вузька смуга узбережжя Балтійського моря від Бялогори до Владиславово, до складу якої також входять Карвінські болота;

- Півострів Хель і затока Пуцк з вузькою смугою узбережжя (рис.2).

Розділені вони між собою ділянкою промислової зони і територією порту у Владиславово.

**Постановка проблеми.** Наукові дослідження на території НЛП проводяться досить активно. Вони охоплюють різні компоненти заповідних ландшафтів. Аналіз публікацій, у яких наведено результати наукових досліджень природи парку свідчить

про глибоке вивчення як окремих природних компонентів, так і ландшафтів в цілому. Оскільки цінність парку, у першу чергу, полягає у його біорізноманітті, дуже велика кількість вчених досліджує саме флору і фауну НЛП ( Piotrowska H., Wysocki C., Sikorski P., Sokołowski J., Jonson L., Luck K., Tobolski K. та ін.). Але значна увага приділяється вивченню природних комплексів як всього парку, так і окремих його частин (Gerstmannowa E. Janta A. Jakubowska B., Nogaczewski M. Jankowski J., Kruk-Dowgiało.L. та ін.) [10, 13, 14].



Рис. 2 – Надморський ландшафтний парк

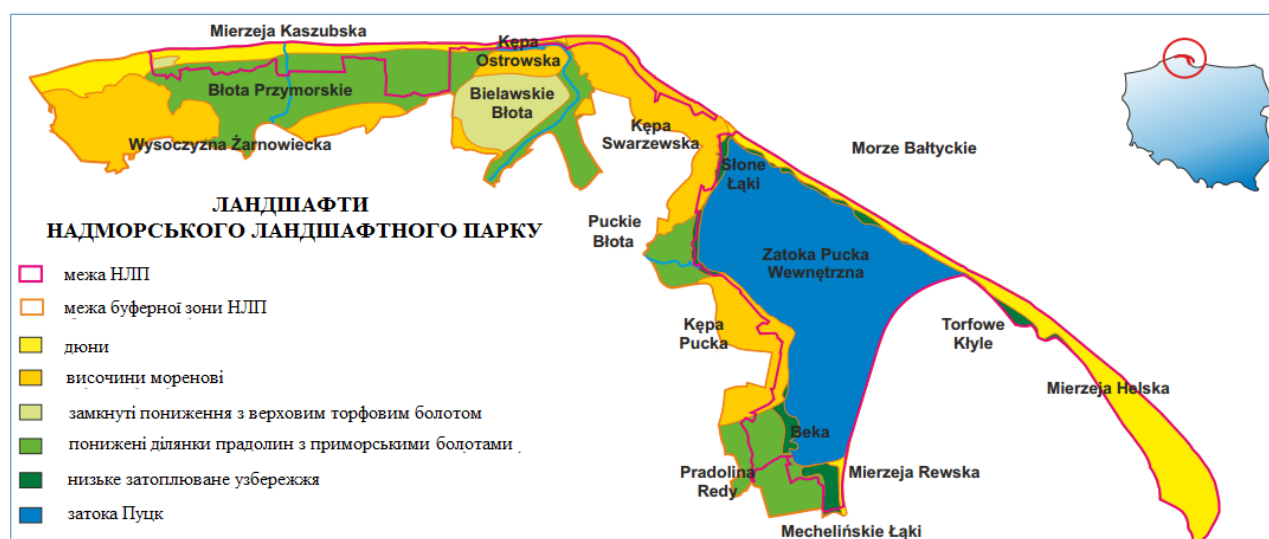


Рис. 3 – Ландшафти НЛП (за схемою у [14])

Особливість ландшафтних досліджень території парку полягає у самому сприйнятті поняття «ландшафт», яке, як відомо, у Європейській науці тлумачиться, як природний комплекс, краєвид. Найдетальніша узагальнена ландшафтна карта презентована колективом вчених під керівництвом А. Janta до 35 річниці створення НЛП. Адаптована для українського читача вона представлена на рис. 3. Саме на цьому тлумаченні поняття побудовано теорію ландшафтного планування, яка активно використовується в Європі для організації природокористування території [3, 4, 8, 11].

Більш наближеною до вітчизняної систематики ландшафтів є карта, що представлена у роботі А. Г. Ісаченка, А. А. Шляпнікова але вона є досить узагальненою [1], і дрібно-масштабною. На основі цієї карти автором складена схема природних ландшафтів території розміщення НЛП (рис.4). Згідно до неї, на території парку виділяється два природних комплекси: низовинні приморські акумулятивні рівнини та низовинні моренні рівнини області дії останнього льодовика.

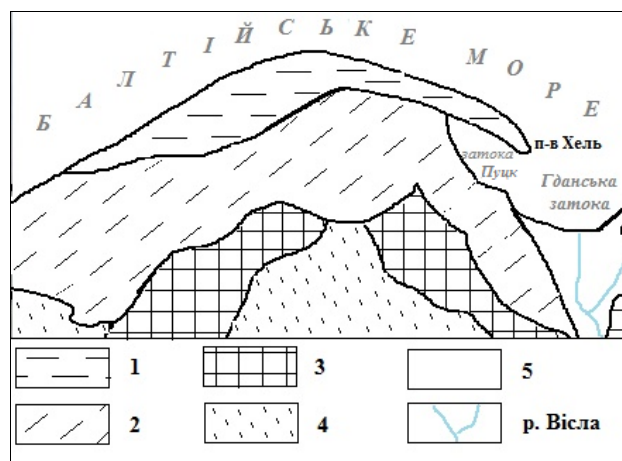
За матеріалами [1] узагальнимо характеристику виділених ландшафтів, що притаманні НЛП:

- Низовинні приморські акумулятивні рівнини розповсюджені вздовж берегової лінії. Вони повільно опускаються так, що частина території лежить нижче рівня моря –

за ланцюгами дюн або штучних дамб. Частину площі займають болота з рдестом, осокою, очеретом і сирі луки. Польдери зайняті сільськогосподарськими угіддями. Трапляються прориви морської води через дюни і дамби. Зовнішня зона плоского узбережжя зазнає впливу припливів. Мілини відокремлюються від берега дюнами, часто закріплені штучними посадками сосни.

- Низовинні моренні рівнини – області останнього льодовика складені донною мореною, валунами і суглинками. Поверхня – плоско хвиляста, іноді – дрібногорбиста. Часто застоюються поверхневі води. У ґрунтах простежується перехід від дерново-підзолистих до бурих лісових. У рослинності переважають букові ліси з мелісою та ясенником духмяним. Подекуди бук замінений дубом черешчатим і ясенем. Із-за значної освоєності, типових букових лісів збереглося мало.

Більш детального вивчення ландшафтно-диференціації території НЛП, окремого дослідження природно-антропогенних комплексів до цього часу не проводилось. Саме цим і можливістю апробації методики ландшафтно-екологічного планування (ЛЕП) на поморських теренах зумовило здійснення дослідження, що лягло в основу цієї статті. Метою дослідження визначена оцінка рівня конфліктів природо-користування в ландшафтах Надморського ландшафтного парку.



- 1– низовинні приморські акумулятивні рівнини; 2 – низовинні моренні рівнини області останнього льодовика; 3 – пагорбисто-моренні височини останнього льодовика; 4 – низовинні зандрові рівнини;  
5 – низовинні алювіальні рівнини долин великих річок

Рис. 4 – Природні ландшафти території дослідження (схема за Ісаченко, Шляпніков, 1998)

### Методи дослідження

Дослідження виконане згідно методики ландшафтно-екологічного планування, відповідно до якої реалізовано інвентаризаційний та оціночний етапи визначення конфліктів природокористування. В експе-

диційних дослідженнях на території НЛП (на двох тестових ділянках – Карвія і п-в Хель) використано польові методи, а в камеральних умовах – картографічні, методи географічного аналізу і синтезу.

### Результати дослідження

Процедура ландшафтно-екологічного планування, як неодноразово нами зазначалось [4-7] складається наступних етапів: інвентаризаційний, оціночний, аналітичний, інтеграційний і прогнозний. В межах інвентаризаційного етапу, як правило, дослідником здійснюється найбільший обсяг польових експедиційних робіт. В першу чергу, це оцінка природних умов території, що й було проведено на першому етапі дослідження поморських ландшафтів.

Особливість ландшафтно-екологічної структури НЛП зумовлена як геологічною історією формування, так і умовами його функціонування. Безумовно, всі природні комплекси тією чи іншою мірою завдячують своєю структурою та зовнішнім виглядом діяльності моря і давнього льодовика. У парку є всі види морських берегів, характерних для південної частини Балтійського моря. Най-

типовішими є прибережні дюни, що формуються за рахунок накопичення наносів прибережних морських течій і активності хвиль (півострів Хель, Бялогора). Подекуди розповсюджені приморські скелі, що генетично пов'язані з моренними височинами, та утворились в результаті берегової абразії (Ястербова Гора – крайня північна точка Польщі). Третім типовим береговим ландшафтом НЛП є низькі затоплені прибережні райони, де утворились торфові болота (шельф в затоці Пуцк, або Солт-Луг і Торф Кліль на півострові Хель).

Більше 40% парку покрито лісами. Більшість з них соснові, серед інших порід найчастіше зустрічається дуб і бук (рис.6). Різноманітність екосистем НЛП створює сприятливі умови для життя багатьох видів тварин.



Рис. 5 – Соснові і дубові ліси НЛП (фото автора)

Особливо значне біорізноманіття має півострів Хель, який є місцем високої концентрації птахів під час осінньої та весняної міграції (Балтійський шлях міграції птахів). Мілководдя затоки Пуцк сприяють масовій зимівлі багатьох видів птахів особливо ка-

чок. Цього року спостерігались кілька осередків лебедів і гусей.

Унікальним природним комплексом, притаманним лише Балтійському узбережжю є дюни. Вони є найбільш поширеними на польському узбережжі геоморфологічними формами, що виникли завдяки діяльності

вітру. Формування дюни відбувається завдяки тому, що морський пісок вітром переноситься у бік материка і зупиняється на перешкодах – таких як камені, нерівності поверхні або згустки рослин. Переважна більшість обстежених дюн вкриті рослинністю, що сприяє їх закріпленню. Розрізняються білі (ближче до моря) і сірі (знаходяться у другому ряду) дюни.

На півострові Хель, де здійснювалось дослідження чітко вирізняються біла і сіра дюни. Компоненти ландшафту двох видів дюн мають суттєві відмінності. По-перше, біла дюна знаходиться в рухомому стані, рослинність на ній переважно трав'яна та низькорослі чагарники (рис.6).



Рис. 6 – Рослинність білих дюн (фото автора)

Рослини ростуть тут в суворих умовах існування – відсутність поживних речовин у так званому ґрунті і його надмірна солоність, часта відсутність води, сильна інсоляція і випаровування, рух піску, значні амплітуди добової температури. Це призводить появи у рослин пристосувань, серед яких найбільш часто спостерігаються: сильно розвинена коренева система, утворення багатьох пагонів, які використовуються для вегетативного розмноження, воскове покриття листя, тощо. Несприятливі для більшості рослин умови проживання обмежують біорізноманіття флори дюн. Майже всі з цих рослин світлолюбні і дуже погано переносять постійне затінення, а також в разі залісення піщаних дюн, більшість з них швидко зникають.

Тваринний світ дюни не багатий. Зустрічаються, головним чином, птахи, комахи, багатоніжки і павуки.

Сірі дюни, по суті, стабілізувалися, і рух піску тут є унікальне явище. Своєю назвою вони завдячують сіруватому кольору піску, фарбування якого відбувається шля-

хом вертикальної міграції гумінових кислот по ґрунтовому профілю. Біорізноманіття сірих дюн багатше. Це соснові ліси, дрібнолистяні ліси з кленовою чи дубовою паростю. На додаток до судинних рослин і лишайників зустрічаються тут багато мохоподібних, які на білій дюні майже не зустрічаються.

Наступним етапом дослідження стало складання картосхеми ПТК і ПАК двох експериментальних ділянок, які у подальшому стали основою для карто-схеми конфліктів природокористування. Для обох ділянок виділені наступні природно-антропогенні комплекси:

- Лінійно-дорожні;
- Селітебні;
- Промислові;
- Захисно-рекреаційні;
- Пляжі і невикористовувані ПТК.

На оціночному етапі для кожного типу ПАК складена характеристика.

Лінійно-дорожні ландшафти представлені 4 підгрупами – лісові, вулиці з твердим покриттям, асфальтовані дороги та автотра-

си з покращеним асфальтовим покриттям. Принциповою відмінністю між ними є рівень антропогенного навантаження на довкілля, який здійснюється ними.

Так, лісові дороги на обох експериментальних ділянках проходять по просіках, де антропогенне навантаження проявляється у повному знищенні рослинності (на відміну від лісових доріг в лісостеповій зоні України, наприклад, на Харківщині). Оскільки ліси на досліджуваній території зростають на сірій дюні і у якості ґрунту виступає тут пісок, який і створює покриття лісових доріг, найменше витоптування призводить до повної загибелі трав'яної рослинності.

Вулиці з твердим покриттям притаманні і гміні Карвія, яка подібна до категорії селища міського типу за українською класифікацією населених пунктів, і в цілому півострову Хель, оскільки він є майже суцільною туристично-рекреаційною зоною. Навантаження на довкілля в цій підгрупі лінійно-дорожніх ландшафтів полягає у повному знищенні рослинності, ущільненню ґрунту і автотранспортному забрудненню. У той же час, на відміну від доріг з асфальтовим покриттям, в цих ПАК присутня вертикальна

водна міграція, бо гравійно-щебенеve покриття сприяє просочуванню води вниз по ґрунтовому профілю.

Автотраси з асфальтовим покриттям і з покращеним асфальтовим покриттям відрізняються між собою, головним чином рівнем ущільнення ґрунту і інтенсивністю транс-портного потоку.

За розрахунком кількісних матриць конфліктів лінійно-дорожні ландшафти мають середній рівень на обох експериментальних ділянках (рис. 7 і рис 8).

Селітебні ландшафти на обох дослідних територіях представлені малоповерховою забудовою, але є суттєві відмінності між ними. Гміна Карвія – має територіальне поєднання приватних і багатоквартирних будинків та туристично-рекреаційних комплексів, але всі вони витримані в однаковій щільності забудови і загалом складаються із таких елементів: удівля, рекреація, сад або квітник і подекуди господарські будівлі. Рівень конфлікту в селітебних ландшафтах Карвії класифікований нами як низький. Лише в придорожніх смугах він середній (рис.7).

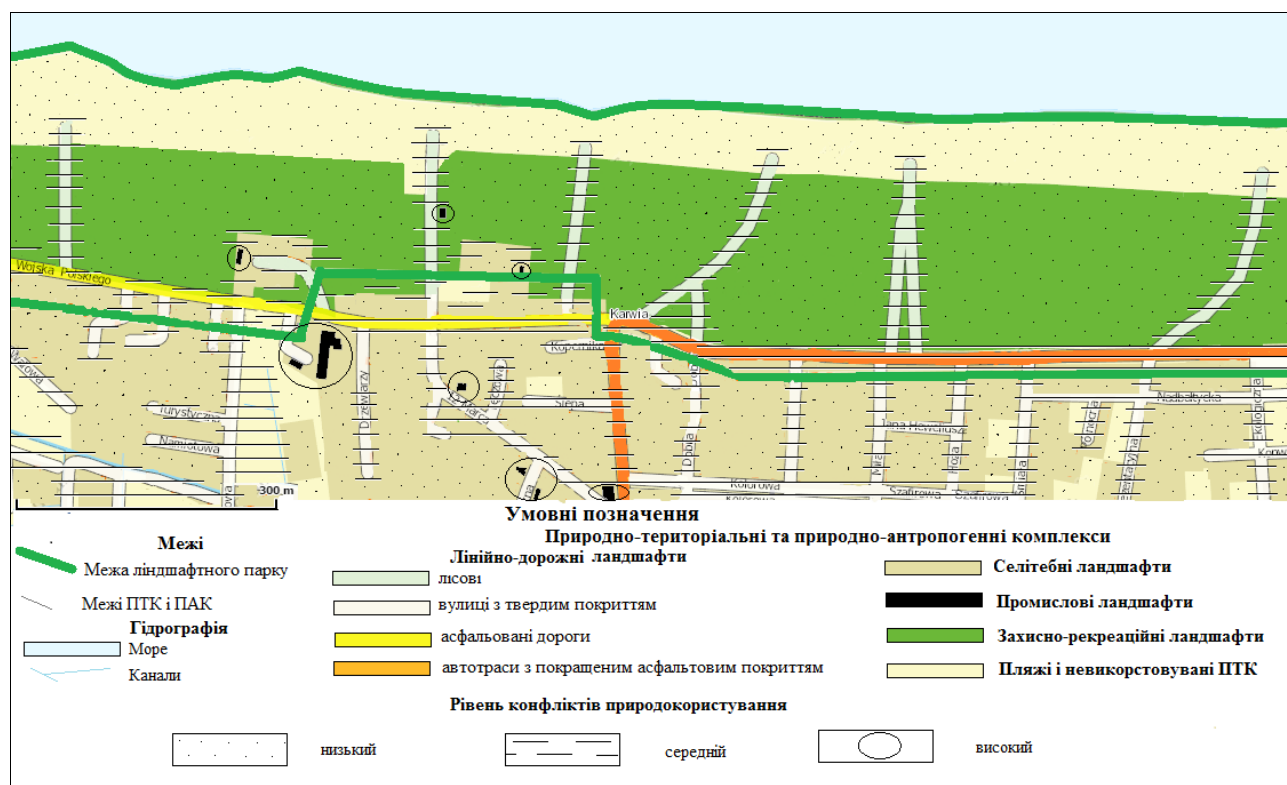


Рис. 7 – Конфлікти природокористування ПТК і ПАК експериментальної ділянки 1 (Карвія)



Рис. 8 – Конфлікти природокористування ПТК і ПАК експериментальної ділянки 3 (п-в Хель. Халупе)

На відміну від них, селітебні ландшафти експериментальної ділянки на п-ові Хель – це приватні домоволодіння з невеликою загальною площею ділянки або готельні комплекси. Вони також малоповерхові і здійснюють навантаження на ґрунт у такому ж обсязі як і у Карвії, але суттєвою відмінністю є повна заміна природного фітоценозу штучно створеним. Внаслідок ландшафтного дизайну території (за дуже рідким виключенням) природний комплекс зазнав суцільного перетворення, що нами було кваліфіковано як конфлікт середнього рівня (рис.8).

Промислові ландшафти на обох експериментальних ділянках представлені котельними, що здійснюють опалення, як багатоквартирних будинків (Карвія), так і приватних домоволодінь і готелів (на обох ділянках). Саме ці ландшафти і прилегла до них територія в радіусі близько 50 метрів віднесена нами до високого рівня конфліктів, оскільки кількість суміщень у матриці конфліктів тут найбільша. Представлення у вигляді кола обрано тому, що програми розрахунку розсіювання для джерел з незначними

непостійними викидами в атмосферу передбачають саме подання зони розсіювання у вигляді кола.

Захисно-рекреаційні ландшафти – це ліси і задерновані дюни на обох експериментальних ділянках. Але між ними є досить суттєва різниця. Карвія – відносно великий населений пункт, де ліс використовується як рекреантами, так і місцевим населенням. За породним складом він листяний.

В ньому підтримується відповідний санітарний стан, здійснюється зачистка від підросту і травостою. Тому за рівнем конфліктів територія цих ландшафтів у Карвії віднесена нами до низького рівня.

На експериментальній ділянці п-ва Хель ліси складаються переважно з сосни, але є ділянки і листяних порід. Також широкою смугою вздовж пляжу простяглась вразлива слабо задернована біла дюна. Для забезпечення збереження біорізноманіття в них і унеможливлення появи загрози мігруючим птахам, що зупиняються на півострові, доступ людини в них обмежений (рис.9).

Цікаво, що засоби, використовуються для цього швидше носять символічний



характер і нагадують спрямовані, головним

чином, до свідомості людини. Саме тому на



Рис. 9 – Засоби обмеження доступу в захисно-рекреаційні ландшафти на експериментальній ділянці п-ва Хель

карті конфліктів природокористування п-ва Хель з'явилась категорія «незначний» рівень конфліктів (рис.8).

Останнім визначений ландшафт пляжу і невикористаних територій. Це, як правило вкриті піском ділянки, що зазнають низького рівня антропогенного навантаження. До такого ж рівня конфліктів вони були віднесені у Карвії. Відмінність п-ва Хель полягає у тому, що незначна щільність

забудови і наявність морської акваторії з двох боків рекреаційної зони дозволили нам віднести пляжі також до категорії незначного рівня конфліктів природокористування. Можливо, дався в знаки осінній період дослідження і влітку ступінь впливу на пляжі зростає, але розрахунок можливого розподілу відпочиваючих на цьому пляжі підтверджує наші висновки.

### Висновки

Проведеним дослідженням встановлено, що територія обох експериментальних ділянок, згідно узагальненому розрахунку матриць, має середній рівень конфліктів природокористування. У той же час, спостерігаються суттєві відмінності між двома ділянками.

На першій з них (Карвія) 75 % території має низький рівень конфліктів природокористування і менше 1% площі має високий рівень конфліктів. Це дає змогу зробити висновок про рівномірність антропогенного навантаження на ландшафти цієї ділянки.

На другій (п-ів Хель) виділено 4 рівні конфліктів природокористування – від незначного до високого. Незначний і середній рівень конфліктів займають майже однаковий відсоток площі на дослідній ділянці (відповідно, 34 % і 32 %). У порівнянні з Карвією, на п-ві Хель виявлено зростання у 3 рази відсотка ділянок з високим рівнем конфліктів природокористування.

Отримані результати, однак, свідчать про відносну екологічну рівновагу на досліджених територіях, оскільки в середньому частка територій з високим кількісним показником рівня конфліктності близька до 1 %.

### Література

1. Исаченко А. Г., Шляпников А. А. Ландшафты - М: Мысль, 1989 . 504 с
2. Ландшафтне планування в Україні : Методичні настанови / [Л. Г. Руденко, Є. О. Маруняк та

ін.]; під ред. Л. Г. Руденка. – К. : Реферат, 2014. – 143 с.

3. Дроздов А. В., Антипов А. Н., Йохансен Р.и др Ландшафтное планирование с элементами

инженерной биологии – М.:Тов-во научных изд. КМК., 2006. – 124 с.

4. Максименко Н. В., Корешева О. В. Аналіз конфліктів при-родокористування, як основа ландшафтного планування території Гомільшанського лісництва // Вісник Львівського університету. Серія: Географічна. – Випуск № 48. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2014.

5. Максименко Н. В., Михайлова К.Ю. Застосування принципів ландшафтного планування для об'єктів ПЗФ // Зб. наук. праць XI Всеукр. наук. Таліївських читань, 16-17 квітня 2015 року. – Харків: ХНУ, 2015. – С.211-214

6. Максименко Н. В., Клещ А.А. Методичні особливості інвентаризаційного етапу ландшафтно-екологічного планування // Зб. наук. праць XI Всеукр. наук. Таліївських читань, 16-17 квітня 2015 року. – Харків: ХНУ, 2015. – С.35-38.

7. 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: міжнар. наук.-практ. конф. 21-23 травня 2015, Тернопіль : СМП «Тайп», 2015, - С.249-251

8. Руководство по ландшафтному планированию : серия в 4 т./ [Антипов А. Н., Дроздов А. В., Князева Т. Ф., Кравченко В. В., Семенов Ю. М.] –

М. : Госуд. центр эколог. программ, 2001. – Т.2: методические рекомендации по ландшафтному планированию. – 72 с.

9. Natura 2000. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://npk.org.pl/formy-ochrony-przyrody-1/natura-2000-1/>

10. Nadmorski Park Krajobrazowy. Офіційний сайт. Режим доступу: <http://npk.org.pl/krajobrazy-1/krajobrazy-wysoczyzn-morenowych-2/>

11. Landschaftsplanung / [mit Beitr.von: Claus Bittner]. Christina von Haaren (Hrsg.). – Stuttgart: UTB, Ulmer, 2004. – 527 p.

12. Przewoźniak M., Ochrona przyrody w planowaniu przestrzennym. Teoria – prawo – realia/ M. Przewoźniak // Przegląd Przyrodniczy XVI, 2005, 1-2, P. 143-158.

13. Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Gminy Krokowa. Krokowa, grudzień 2010 r. Krokowa, marzec 2014 r. - zmiana nr 1 Krokowa maj 2014 r. - zmiana nr 2. – 246 p.

14. Krajobrazy. 35 lat Nadmorskiego Parku Krajobrazowego. / Praca zbiorowa pod redakcją A. Janty Pomorski Zespół Parków Krajobrazowych. Słupsk. 1997 – 20 p.

Надійшла до редколегії 28.09.2016

УДК 911.9

**В. В. УДОВИЧЕНКО**, канд. геогр. наук, доц.  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка  
просп. Глушкова, 2А, м. Київ, МСП-01601  
e-mail: [reussite303@gmail.com](mailto:reussite303@gmail.com)

## ТОПІЧНІ ПАРАДИНАМІЧНІ ЛАНДШАФТНІ КОМПЛЕКСИ ТА ЇХ СПРЯЖЕННЯ (НА ПРИКЛАДІ КЛЮЧОВИХ ДІЛЯНОК ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРИТОРІЇ ЛІВОБЕРЕЖНОЇ УКРАЇНИ)

**Мета.** Дослідити специфіку спряження топічних парадинамічних ландшафтних мішанолісових та лісостепових комплексів території Лівобережної України на прикладі тестових ділянок їх дослідження. **Методи.** Метод закладання трансекти. **Результати.** Стисло окреслено зміст поняття «позиційно-динамічна ландшафтна структура» та специфіку виокремлення її таксономічних одиниць. Подано характеристику специфічних рис розвитку топічних парадинамічних ландшафтних комплексів, які характеризуються сформованою системою спряжень, як результату наявних латеральних та радіальних міграційних потоків, що пов'язують їх у єдину каскадну систему. Схарактеризовано найістотніші риси просторової диференціації процесів мобілізації, транслокації та акумуляції хімічних елементів у складі елементарних парадинамічних ландшафтів. Представлено результати закладання трансект та графічного моделювання парадинамічних ландшафтів на прикладі ділянок дослідження мішанолісових та лісостепових комплексів території Лівобережної України. **Висновки.** Схарактеризовані топічні парадинамічні ландшафтні комплекси території Лівобережної України являють собою об'єктивний базис розробки та впровадження оптимізаційних, а також ландшафтно-планувальних заходів, розроблених з урахуванням усього виявленого різноманіття будови й диференційованості внутрішньої організації ландшафтних комплексів та систем, сукупності міграційних потоків, які пов'язують їх у єдину систему, й знання про які збагачують науку інформацією про причини, осередки та ареали перебігу фізико-географічних процесів та явищ.

**Ключові слова:** парадинамічний ландшафтний комплекс, трансекта, спряження, міграція хімічних елементів, Лівобережна Україна

**Udovychenko V. V.**

*Taras Shevchenko National University of Kyiv*

## THE TOPICAL PARADYNAMIC LANDSCAPE COMPLEXES AND ITS CONJUGATION (ON THE EXAMPLE OF EXPLORATION AREAS OF THE LEFT-BANK THE DNIPRO RIVER OF UKRAINE TERRITORY)

**Purpose.** To investigate the specificity of conjugation topical paradynamic landscape mixed-forest and forest-steppe complexes on the Left-Bank the Dnipro river of Ukraine territory on the example of test plots of their distribution. **Methods.** Laying transect method. **Results.** «The positional-dynamic landscape structure» is briefly defined as a complex of paradynamic landscapes territorial units at the lowest taxonomic level, and the specificity of its distinguishing are showed. The topical paradynamic landscape complexes, which have formed systems of conjugation as a result of lateral and radial migratory flows, and specific features of its development are characterized. Such migratory flows join topical paradynamic landscape complexes into a common cascading system. The key features of spatial differentiation of the processes the chemical elements mobilization, translocation, and accumulation amounting to elementary paradynamic landscapes are depicted. The results of using the transects and graphical modeling of such landscapes on the example of mixed-forest and steppe-forest complexes exploration areas of the Left-Bank the Dnipro river of Ukraine territory are given. **Conclusions.** The topical paradynamic landscape complexes territory of Left-Bank Ukraine is an objective basis for optimizing the design and implementation, as well as landscape-planning activities tailored just discovered the variety structure and differentiation of the internal organization of landscape complexes and systems, aggregate migration flows that link them into a single system and the knowledge of which enrich the science of information about the causes, and focus areas of distribution of physical-geographic processes and phenomena.

**Keywords:** paradynamic landscape complex, transect, conjugation, chemical elements migration, the Left-Bank the Dnipro river of Ukraine territory

Удовиченко В. В.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

### ТОПИЧЕСКИЕ ПАРАДИНАМИЧЕСКИЕ ЛАНДШАФТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ И ИХ СОПРЯЖЕНИЕ (НА ПРИМЕРЕ КЛЮЧЕВЫХ УЧАСТКОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ ЛЕВОБЕРЕЖНОЙ УКРАИНЫ)

**Цель.** Исследовать специфику сопряжения топических парадиномических ландшафтных смешанно-лесных и лесостепных комплексов территории Левобережной Украины на примере тестовых участков их исследования. **Методы.** Метод закладки трансекта. **Результаты.** В представленной статье кратко определено содержание понятия «позиционно-динамическая ландшафтная структура» и специфику обособления ее таксономических единиц. Подано характеристику специфических черт развития топических парадиномических ландшафтных комплексов, которые характеризуются наличием сформированной системы сопряжений, как результата присутствующих латеральных и радиальных миграционных потоков, которые объединяют их в единую каскадную систему. Охарактеризовано главные черты пространственной дифференциации процессов мобилизации, транслокации и аккумуляции химических элементов в составе элементарных парадиномических ландшафтов. Представлено результаты заложения трансекта и графического моделирования таких ландшафтов на примере участков исследования смешаннолесных и лесостепных комплексов территории Левобережной Украины. **Выводы.** Охарактеризованные топические парадиномические ландшафтные комплексы территории Левобережной Украины представляют собой объективный базис разработки и внедрения оптимизационных, а также ландшафтно-планировочных мероприятий, разработанных с учетом всего обнаруженного многообразия строения и дифференцированности внутренней организации ландшафтных комплексов и систем, совокупности миграционных потоков, которые связывают их в единую систему, и знания о которых обогащают науку информацией о причинах, сосредоточиях и ареалах распространения физико-географических процессов и явлений.

**Ключевые слова:** парадиномический ландшафтный комплекс, трансекта, сопряжение, миграция химических элементов, Левобережная Украина

#### Вступ

Міграція – це одна зі складових життєдіяльності планети, завдяки якій утворились та утворюються ландшафтні комплекси, відбувається постійний процес перерозподілу речовини, дослідження міграційних процесів, що мають місце у ландшафтах, та сприяють формуванню ландшафтних структур, визначається важливістю та своєчасністю. У той же час, типові риси міграційних процесів, що мають місце, сприяють формуванню спряжень ландшафтів, які у повній мірі відображення знаходять у відповідності до їх позиційності у локальній специфіці позиційно-динамічної ландшафтно-структури будь-якої території. Означений тип ландшафтно-структури являє собою базис для реалізації не лише теоретико-методологічної, але і практичної складової ландшафтознавчих досліджень, спрямованої на розробку й впровадження ландшафтно-планувальних документів та заходів. Таким чином, дослідження специфіки розвитку парадиномічних ландшафтних комплексів, що формують позиційно-динамічну ландшафтну структуру, сутності їх спряження виявляється важливим та своєчасним конструктивно-географічним й геоекологічним завданням.

**Стан вивчення проблеми.** Про існування особливих ландшафтних комплексів як взаємодіючих систем вперше у своїх роботах про контрастність середовищ наголос зробив Ф. М. Мільков [8, 11], який виокремлював

певні своєрідні ландшафтні системи (названі згодом парадиномічними), під якими розумів «систему просторово суміжних, генетично спряжених, регіональних і типологічних комплексів, які характеризуються високою активністю обміну речовиною та енергією» [9, с. 10]. Саме процесна складова була покладена Ф.М. Мільковим в основу виділення парадиномічних ландшафтних комплексів й обґрунтування необхідності їх дослідження в складі нового перспективного напрямку ландшафтознавства [10]. Паралельно до розвитку поняття «катена» А. Конейчером [2], існування тісних динамічних взаємозв'язків між контрастними середовищами географічної оболонки, було визнано за головну причину формування парадиномічних ландшафтів.

Ідея вивчення цілісних ландшафтних комплексів/систем з урахуванням принципу контрастності набула згодом розвитку у роботах І. В. Агаркової-Лях, В. П. Воровки, М. Д. Гродзинського, М. Даневої та інших [1, 2, 3, 5, 6], у яких знайшли своє відображення визначення поняття, структурних рис парадиномічних комплексів та систем, напрямків перебігів процесів, що визначають специфіку їх функціонування. Проте, незважаючи на відносно добре розроблений теоретико-методологічний апарат, регіональні дослідження парадиномічних ландшафтів, зокрема, на території України, не набули розвитку. Особливо дане зауваження стосується тери-

терії Лівобережної України в цілому та її окремих ділянок зокрема. Саме зважаючи на це дане дослідження було вирішено присвятити окресленому аспекту ландшафтознавчих досліджень.

#### *Методи дослідження*

Тестові ділянки дослідження мішано-лісових та лісостепових комплексів території Лівобережної України у відповідності до існуючої схеми фізико-географічного районування території України було закладено в межах крайніх північних районів фізико-географічної області Новгород-Сіверського полісся та у центральній частині Сумської схилово-височинної області відповідно.

Означені експериментальні ділянки, зважаючи на окреслену сутність дослідження, було вивчено шляхом закладання трансект. Трансекта (від лат. trans – скрізь, через *transsectio* – перетин) – вузька довга проба площа, на якій вивчають кількісні

**Мета** роботи – дослідити специфіку спряження топічних парадинамічних ландшафтних мішано-лісових та лісостепових комплексів території Лівобережної України на прикладі тестових ділянок їх поширення.

характеристики видів та їх змін вздовж неї [13]. Як метод дослідження, метод закладання трансекти був започаткований в екології для потреб вивчення розміщення видів, їх чисельності, проективного покриття, продуктивності тощо, та сама трансекта була визначена на території дослідження як вузька прямокутна ділянка, або серія ділянок (пунктирна трансекта), закладена з метою їх вивчення; а також як спосіб дослідження біоценозів за допомогою ділянок дуже витягнутої прямокутної форми для потреб вивчення меж та комплексів угруповань, їх чисельності та інших параметрів [12].

#### *Результати дослідження*

Локальна специфіка позиційно-динамічної ландшафтної структури (далі ПДЛС) території у повній мірі відображає, а, відповідно, створює передумови для реалізації детального дослідження «позиції» ландшафтних комплексів та рис міграційних процесів, що мають місце, які разом являють собою важливу складову розробки ландшафтно-планувальних заходів, зважаючи на те, що міграція – це одна зі складових життєдіяльності планети, яка сприяє утворення та функціонуванню ландшафтних комплексів, постійному перебігу процесу перерозподілу речовини; форма існування природних геосистем.

Локальну специфіку (топічні риси) позиційно-динамічної ландшафтної структури території Лівобережної України було досліджено шляхом вивчення й картографування двох тестових ділянок: поширення мішано-лісових та лісостепових ландшафтних комплексів, їх послідовного графічного моделювання, закладання трансектів каскадних структур й здійснення аналітичного огляду останніх.

Так, в якості основної операційної одиниці, що презентує позиційно-динамічну ландшафтну структуру ділянок дослідження, було обрано парадинамічні ландшафтні смуги, які було типізовано за: 1) водно-геохімічним режимом (від елювіального, транселювіального до елювіально-

гідроморфного, гідроморфного та амфібіально-аквального); 2) гіпсометричним положенням (у «напрямку» від підвищених до знижених); 3) специфікою перебігу динамічних процесів (від стійких автономних до нестійких підпорядкованих).

При цьому методичні аспекти ландшафтного аналізу позиційно-динамічної структури території, реалізованого автором, та спрямованого на виявлення топічних парадинамічних ландшафтних структур й зорієнтованого на подальше обґрунтування ландшафтно-планувальних заходів, ґрунтувалися на розумінні того, що морфологія рельєфу у значній мірі зумовлює особливості поверхневого стоку, відповідно морфологічна ознака може являти собою головний критерій картографічного та графічного моделювання позиційно-динамічної структури. Саме вона зумовила тип меж парадинамічних ландшафтних смуг, які було проведено по каркасних лініях рельєфу таким чином, що в складі однієї смуги крутизна схилів, специфіка мікрорельєфу, ґрунти залишалися відносно однорідними. Крім того, в якості факторів, що вплинули на конфігурацію парадинамічних комплексів та визначають гідрофункціонування території, можна назвати такі хоричні особливості ландшафтів, як структура ґрунтового покриву, лісистість, специфіка та інтенсивність прояву несприятливих процесів,

умови міграції речовини та енергії тощо. В результаті сукупної дії означених факторів розвитку набули різні варіанти парадинамічних ландшафтних смуг: вододільні, схилові, надзаплавно-терасові та заплавні.

В межах ділянок дослідження мішано-лісових та лісостепових ландшафтних комплексів території Лівобережної України розвитку набули наступні ряди парадинамічних ландшафтних комплексів:

► *елювіальні* парадинамічні комплекси, що приурочені до добре дренованих підвищених елементів рельєфу;

► *транселювіальні* парадинамічні ландшафтні комплекси, приурочені до схилових типів місцевості й нахилених поверхонь надзаплавних терас;

► *елювіально-гідроморфні*, типові для знижень рельєфу, в межах яких ґрунтова вода залягають неглибоко від поверхні, таким чином значно впливаючи на перебіг елементарних ґрунтовірних процесів й живлення рослин;

► *транселювіально-гідроморфні* парадинамічні ландшафтні комплекси, приурочені до схилових типів місцевості й слабонахилених поверхонь надзаплавних терас, в межах яких характерним є незначне гіпсометричне перевищення одних ділянок над іншими, що сприяє формуванню неінтенсивного поверхневого стоку та застою вологи, особливо у западинах і зниженнях;

► *амфібіально-аквальні* комплекси заплавних ландшафтів та річищ річок, в межах яких представлена місцева акумуляція твердих й розчинених речовин, які були винесені з гіпсометрично вище розташованих елювіальних, транселювіальних та елювіально-гідроморфних ландшафтів.

Парадинамічні ландшафтні контури, що мають схожі ландшафтно-екологічні й міграційні умови, пов'язані односпрямованими потоками й мають спільну позицію щодо гіпсометричних меж зміни факторів ландшафтної динаміки об'єднувалися у парадинамічні ландшафтні *яруси*:

а) елювіальні, які, як правило, охоплюють вододільні поверхні та смуги приводільних частин схилів й, зазвичай, мають значний ступінь ерозійного розчленування;

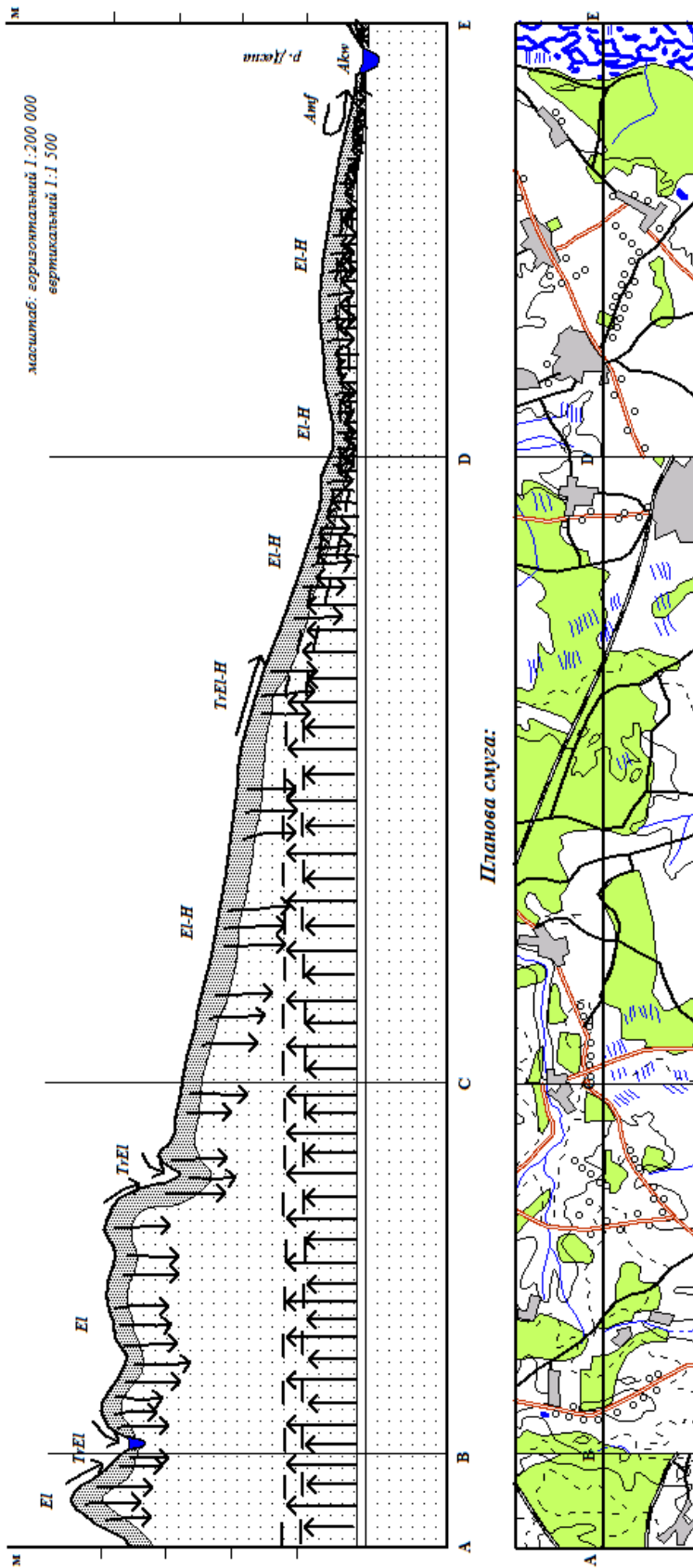
б) елювіально-гідроморфні яруси, що у своєму розвитку пов'язані з поверхнями схилів та високих нахилених надзаплавних терас, для яких характерним є транзит (в межах схилових поверхонь) й акумуляція (у нижніх частинах схилів і терас) твердого й рідкого стоку, що рухається з вище розташованих парадинамічних комплексів;

в) гідроморфні яруси, типові для добре зволжених та подекуди перезволжених заплавних ділянок й пов'язаних з ними поверхонь надзаплавних терас і давніх прохідних долин, днищ балок; такі яруси відзначаються інтенсивною акумуляцією матеріалу, значною інтенсивністю заболочення, та є сприятливими щодо використання під проектування прибережних захисних смуг/зон.

З метою цілісного та найбільш повного відображення усього наявного якісного різноманіття парадинамічних ландшафтних смуг та ярусів, що набули розвитку, й презентують систему горизонтальних зв'язків, а також специфічних рис спряження їх сукупності у єдиний просторовий каркас каскадних систем було закладено лінійні *трансекти* ландшафтної позиційно-динамічної структури ділянок дослідження мішано-лісових та лісостепових ландшафтних комплексів території Лівобережної України (рис. 1 та 2).

Нині, застосування даного методичного прийому у географії в цілому та ландшафтознавстві зокрема, особливо – для потреб вивчення позиційно-динамічних рис будови території виявляється доволі продуктивним, адже він дозволяє на прикладі обраної ділянки дослідження, де існує просторовий градієнт умов, виявити (вздовж лінії трансекти) усе багатоманіття парадинамічних комплексів та горизонтальних зв'язків між ними, а, доповнюючи його методом профілювання, – вивчити сукупність та специфіку прояву вертикальних зв'язків, які разом з горизонтальними дають цілісне уявлення про морфодинамічні риси будови території дослідження й створюють досліднику можливість отримати повноцінну інформацію про об'єкт дослідження, зовнішні та внутрішні риси його будови.

Крім того, саме завдяки використанню означеного методичного прийому автору виявилось можливим вивчити та відобразити ділянку активного прояву денудаційних процесів, перенесення та акумуляції речовини (плакори – схили – улоговини, заплави, балки відповідно). Останні формують *просторово-організаційний каркас каскадних ПДЛС*. Ландшафтні смуги такого каркасу являють собою *позиційно-динамічну арену* каскадної ПДЛС, а її елементарні (вододільні, надзаплавно-терасові тощо) ділянки та схили з панівним напрямком й інтенсивністю стоку (*елементарні парадинамічні ландшафти*) – утворюють *позиційно-динамічне спряження*.

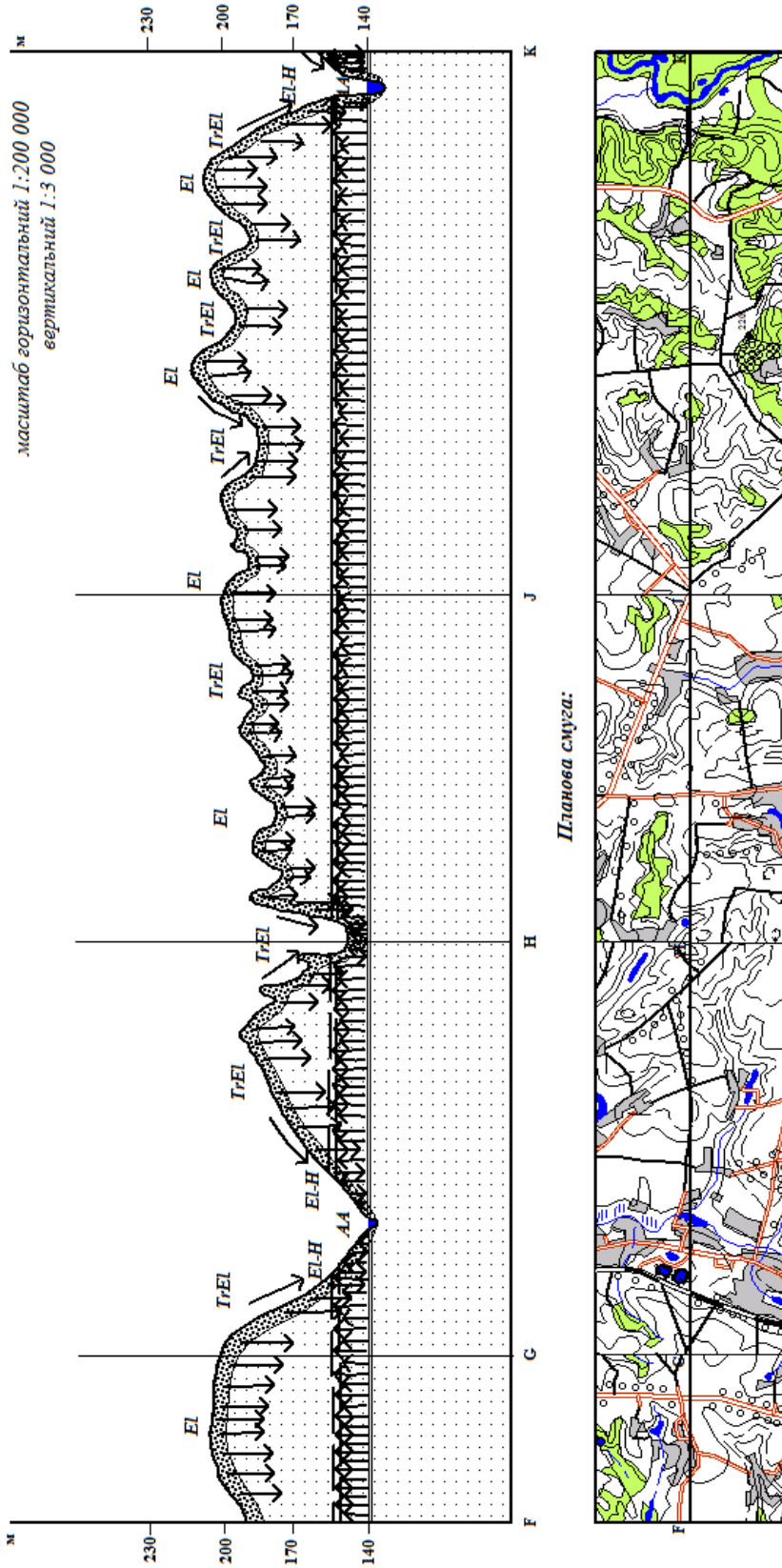


Позиційно-динамічна ландшафтна таблиця:

Ландшафтні яруси	Ярус I. Еквівалентний середньокліматичний помірноконтинентальний слабкого та середнього ступеня ерозійної небезпеки	Ярус II. Еквівалентний знижений помірноконтинентальний слабкого ступеня ерозійної небезпеки	Ярус III. Еквівалентно-гідроморфний вирівняний слабкої та значної інтенсивності заболочення	Ярус IV. Еквівалентно-гідроморфний вирівняний знижений та западинний значного ступеня заболочення	Ярус V. Гідроморфний вирівняний низької помірної високій помірній високій заболоченості
Пара-динамічні смуги	EI-1 T-EI-1	EI-4 T-EI-6	EI-H-2	EI-H-7 EI-H-8	EI-H-11 AA-3

Примітка: — — — — — поверхня дзеркала ґрунтових вод;  
 → — напрямок руху вологи;  
 — ґрунтовий покрив;  
 — смуга коливання глибини капілярної кайми;

Рис. 1. Ландшафтна трансекта ключової ділянки дослідження мішаніологових каскадних парадинамічних комплексів Лівобережної України



Позиційно-динамічна ландшафтна таблиця:

Ландшафтні яруси	Ярус I. Еквівалентний підвищений розчленований середнього та значного ступеня ерозійної небезпеки	Ярус II. Еквівалентний поздовжній розчленований середнього та значного ступеня ерозійної небезпеки	Ярус II. Еквівалентний поздовжній розчленований середнього та значного ступеня ерозійної небезпеки	Ярус II. Еквівалентний поздовжній розчленований середнього та значного ступеня ерозійної небезпеки	Ярус II. Еквівалентний поздовжній розчленований середнього та значного ступеня ерозійної небезпеки	Ярус III. Гідроерозійний вирівнений та знижений площинного типу, низької та середньої інтенсивності заболочення	Ярус III. Гідроерозійний вирівнений та знижений площинного типу, низької та середньої інтенсивності заболочення
	EL-11	EL-5	EL-5	EL-16	TrEL-5	EL-H-2	EL-H-2
Паралельні смуги						AA-3	AA-3
	EL-1	EL-4	EL-4	EL-13	EL-4	EL-H-2	EL-H-2
	EL-4	EL-4	EL-4	EL-4	EL-4	EL-12	TrEL-10
	EL-4	EL-4	EL-4	EL-4	EL-4	EL-4	EL-4
	EL-4	EL-4	EL-4	EL-4	EL-4	EL-4	EL-4
	EL-4	EL-4	EL-4	EL-4	EL-4	EL-4	EL-4
	EL-4	EL-4	EL-4	EL-4	EL-4	EL-4	EL-4
	EL-4	EL-4	EL-4	EL-4	EL-4	EL-4	EL-4
	EL-4	EL-4	EL-4	EL-4	EL-4	EL-4	EL-4
	EL-4	EL-4	EL-4	EL-4	EL-4	EL-4	EL-4
	EL-4	EL-4	EL-4	EL-4	EL-4	EL-4	EL-4
	EL-4	EL-4	EL-4	EL-4	EL-4	EL-4	EL-4
	EL-4	EL-4	EL-4	EL-4	EL-4	EL-4	EL-4

Примітка: - поверхня дзеркала ґрунтових вод, - напрямок руху вологи, - ґрунтовий покрив, - смуга коливання глибини капілярної кайми;

Рис. 2. Ландшафтна трансекта ключової ділянки дослідження касадних парадинамічних комплексів Лівобережної України



Позиційно-динамічне спряження – це властивий кожній парадиномічній системі *тип обміну* речовиною, енергією та інформацією між елементарними парадиномічними ландшафтами; це – серія елементарних парадиномічних ландшафтів, об'єднаних вздовж лінії водного стоку, та які змінюють один одного від вододілу до місцевої депресії рельєфу, й пов'язані між собою латерально спрямованими міграційними потоками, утворюючи найпростішу каскадну ПДЛС, ланками/ блоками якої, як єдиної системи, є елементарні парадиномічні ландшафти. Позиційно-динамічне спряження також можна визначити і як сукупність позиційно-динамічних арен, які пов'язані латеральною міграцією току води та хімічних елементів в напрямку від елювіального до гідро-морфного (аккумулятивного) парадиномічного ландшафту.

Отже, виходячи з поданих визначень, головним фактором формування позиційно-динамічних спряжень парадиномічних ландшафтних комплексів виступає переміщення речовини з водними потоками – найголовніший механізм не лише вертикального, але й горизонтального (міжтериторіального/міжсистемного) перерозподілу речовини. За словами Малишевої Л. Л., з усіх підвидів горизонтальної водної міграції найбільшого значення в міжтериторіальному (міжсистемному) обміні набули саме процеси поверхневого (схилового) водного стоку [7], які визначають специфіку розвитку та функціонування позиційно-динамічних комплексів. Водні потоки (від руслових до капілярних) пронизують усі парадиномічні ландшафтні системи, поєднуючи їх у спряження, здійснюють обернений, а у планетарному масштабі – циклічний, зв'язок між всіма компонентами ПДЛС та географічної оболонки в цілому.

Характер взаємозв'язку між елементарними парадиномічними ландшафтами у позиційно-динамічному спряженні, їх генетична й динамічна спорідненість та подібність (або *тип* позиційно-динамічного спряження), разом із топографічними параметрами ландшафтних комплексів (довжина, форма і кути нахилу схилів тощо) являють собою важливі внутрішні фактори, що контролюють рух води по схилах та інфільтрацію.

Латерально спрямовані міграційні потоки (*латеральна міграція*) (відображені на трансекті, див. рис. 1 та 2) являють собою

переміщення елементів з горизонтальними потоками або міграцію елементів по площині в залежності від перепадів висот [7, с. 30] між елементарними парадиномічними ландшафтами, та є проявом міжтериторіального обміну речовини, що призводить до диференціації хімічних елементів між ландшафтними комплексами. Крім того, трансекта дає уявлення й про *радіальну міграцію* – переміщення хімічних елементів між компонентами парадиномічних ландшафтів (по вертикалі): від денної поверхні до поверхні дзеркала ґрунтових вод (ґрунтується на положеннях геохімії ландшафтів [7, с. 30]). Саме вона призводить до диференціації хімічних елементів між компонентами ландшафтів, та являє собою прояв міжкомпонентного (внутрішньоландшафтного) обміну речовин. Якщо ж речовини не затримуються парадиномічним ландшафтом, що розглядається, то такі переміщення формують систему *зовнішніх* (щодо нього) *міграційних потоків* та пов'язують даний парадиномічний ландшафт з іншими (сусідніми) й більш-менш віддаленими.

В залежності від порядку водозбірного басейну, до якого ландшафти належать, можна говорити, крім того, про існування парадиномічних ландшафтів й позиційно-динамічних арен (систем концентрації водного та гідрохімічного стоку) *мега-, макро-, мезо- та мікрорівня*. При цьому позиційно-динамічна структура та структура міграційних потоків будуть ускладнюватися в залежності від рівня та розмірів арен. Так, наприклад, на мікрорівні позиційно-динамічні арен розвитку набувають в межах малих водозбірних басейнів (басейнів стоку першого та другого порядків); часто представлені одним типом позиційно-динамічного спряження й формують найпростішу каскадну ПДЛС.

Таким чином, *парадиномічний ландшафт* – це ландшафтний комплекс певного таксономічного рангу, який характеризується ознаками відносної генетико-динамічної однорідності походження, історії розвитку, літогенетичної будови (літологічного складу порід), типу геоморфологічних умов й клімату, ґрунтів, біоценозів та парадиномічних спряжень.

Так, елементарні (елювіальні) парадиномічні ландшафти (див. рис. 1 та 2), що знаходяться на «початку» каскадної ПДЛС ([E1]), характеризуються автономністю й зовнішні міграційні потоки надходять до

них лише з атмосфери. Для міграційних потоків, що мають місце у таких ландшафтах, характерним є прояв *фази мобілізації* (переходу хімічних елементів від менш рухомих форм до більш рухомих [7, с. 31]).

Сукупність інших елементарних позиційно-динамічних ландшафтів (наприклад, [TrEl] та [TrEl-H]) парадинамічно підпорядкована елювіальним. Отримують вони речовину внаслідок її латеральної міграції з гіпсометрично вище розташованих елементарних ландшафтів. Таким комплексам та міграційним потокам, що їх характеризують, властива *фаза транслокації* (перебування хімічних елементів у міграційних потоках й переміщення їх у просторі).

Так, гідроморфні й амфібіально-аквальні елементарні позиційно-динамічні ландшафти ([El-H], [H] та ([AA])) являють собою місця кінцевої акумуляції речовини

(*фаза акумуляції* – переходу елементів з рухомих форм у менш рухомі), виведення їх з міграційних потоків, накопичення у вигляді твердого осаду й у складі живої речовини.

Отже, топічні парадинамічні ландшафтні комплекси, як і геохімічні ландшафти, характеризуються наявністю сформованої системи спряжень, як результату наявних горизонтальних (латеральних) та вертикальних (радіальних) міграційних потоків, що пов'язують їх у єдину каскадну ПДЛС. А елементарні позиційно-динамічні ландшафти, їх позиції визначають просторову диференціацію процесів мобілізації, транслокації та акумуляції хімічних елементів, а також міжкомпонентної, внутрішньо-ландшафтової та регіональної водної міграції речовин.

### Висновки

Схарактеризовані таким чином топічні парадинамічні ландшафтні комплекси території Лівобережної України (на прикладі ключових ділянок дослідження) у відповідності до принципів позиційності, контрастності й міграційності на локальному просторову рівні формують складні каскадні ландшафтні парадинамічні системи, мають специфічність прояву парадинамічних спряжень: в напрямку від елювіального до гідроморфного (акумулятивного) парадинамічного ландшафтів, які знайшли своє відображення на побудованих трансектах. Результати їх аналізу зайвий раз свідчать

про складність ландшафтової (зокрема, ПДЛС) структури території дослідження в цілому та являє собою об'єктивний базис розробки та впровадження оптимізаційних, а також ландшафтно-планувальних заходів, розроблених з урахуванням усього виявленого різноманіття будови й диференційованості внутрішньої організації ландшафтних комплексів та систем, сукупності міграційних потоків, які пов'язують їх у єдину систему, й знання про які збагачують науку інформацією про причини, осередки та ареали перебігу фізико-географічних процесів та явищ.

### Література

1. Агаркова-Лях И. В. Парагенетические ландшафтные комплексы береговой зоны моря (на примере черноморского побережья Крыма): дис. ... канд. геогр. наук: 11.00.01 Симферополь, 2006. – 205 с.
2. Воронка В. Становлення, розвиток і зміст поняття «парадинамічна ландшафтна система» в географії // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені В. Гнатюка. Серія: географія. Тернопіль: СМП «Тайп». №1 (Вип. 40). 2016. – С. 4-9.
3. Гродзинський М. Д. Основи ландшафтової екології: Підручник К.: Либідь, 1993. 224 с.
4. Гродзинський М. Д., Шищенко П. Г. Ландшафтно-екологічний аналіз в меліоративному природопользованні. К.: Либідь, 1993. 224 с.
5. Гродзинський М. Д. Пізнання ландшафту: місце і простір. Монографія. У 2-х т. К.: «ВПЦ «Київський університет», 2005. Том I. 431 с.
6. Данева М. Парагенетичні ландшафтні комплекси і їх динаміка // Проблеми на географіята. – Софія, 1978. – №4.
7. Малишева Л. Л. Геохімія ландшафтів: Навч. посібник. К.: Либідь, 2000. 472 с.
8. Мильков Ф. Н. Ландшафтная география и вопросы практики. М.: Мысль, 1966. 423 с.
9. Мильков Ф. Н. Контрастность сред и связанные с нею вопросы структуры и динамики ландшафтных комплексов // Материалы восьмого Всесоюзного совещания по вопросам географии, охраны природы и природопользования. – Уфа, 1972. С. 10.
10. Мильков Ф. Н. Принцип контрастности в ландшафтной географии // Известия АН СССР. Сер. географическая. – 1977. – №6. – С.93-101.
11. Мильков Ф. Н. Физическая география: современное состояние, закономерности, проблемы: монография. Воронеж: ВГУ, 1981. – 400 с.
12. Термины и определения по охране окружающей среды, природопользованию и экологической безопасности: Словарь. – СПб: Изд-во СПбГУ, 2001.
13. Трансекта // ABC лекарственных средства URL: <http://www.9lc.com/transekt.html> (Дата звернення 22.08.2016).

УДК 504.03

**Г. В. ТІТЕНКО**, канд. геогр. наук, доц., **Ю. О. МАСТО**

*Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна*

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

[titenko@karazin.ua](mailto:titenko@karazin.ua), [y-pichugina@mail.ru](mailto:y-pichugina@mail.ru)

## МОЖЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ЗАСОЛЕННЯ АЛЮВІАЛЬНИХ ҐРУНТІВ ЗАПЛАВНИХ ЛАНДШАФТІВ В СИСТЕМІ ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ

**Мета.** Оцінка ступеню засолення алювіальних ґрунтів заплавних ландшафтів р. Уди в межах м. Харкова та визначення особливостей профільного розподілу хлорид-, гідрокарбонат- і карбонат-іонів у ґрунтових профілях для створення кластеру алювіальних ґрунтів заплавних ландшафтів в системі екологічного менеджменту міських територій. **Методи.** Комплекс польових, хіміко-аналітичні, статистичні (інтерполяція, кластеризація й т. ін.) **Результати.** Досліджено процеси засолення алювіальних ґрунтів заплавних ландшафтів р. Уди в межах м. Харкова. Надано кислотно-основну характеристику генетичних горизонтів ґрунтів заплавних ландшафтів та показано профільний розподіл хлорид-, гідрокарбонат- і карбонат-іонів за ґрунтовим профілем досліджених алювіальних ґрунтів. Оцінено стадії профільної міграції відповідних іонів на території дослідження, а також оцінено ступінь засолення для кожного генетичного горизонту досліджених ґрунтових профілів. Встановлено переважання прогресивного хлоридно-содового засолення алювіальних ґрунтів заплавних ландшафтів р. Уди в межах м. Харкова. Здійснено припущення про наявність природного високоємного сорбційного і хемосорбційного радіального, механічного і латерального кислотно-лужного геохімічного бар'єру на території дослідження. **Висновки.** Запропоновано використовувати дані про процеси засолення алювіальних ґрунтів для створення кластеру заплавних ландшафтів в системі екологічного менеджменту міських територій.

**Ключові слова:** процеси засолення, алювіальні ґрунти, профільний розподіл, заплавні ландшафти, природний геохімічний бар'єр, екологічний менеджмент міських територій

**Titenko G. V., Masto Y. O.**

*V. N. Karazin Kharkiv National University*

## MANAGEMENT OPPORTUNITIES SALINIZATION ALLUVIAL SOILS IN THE FLOOD PLAINS OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT SYSTEM OF URBAN AREAS

**Purpose.** Assessment of soil salinity alluvial flood plains r. Uda within the city Kharkiv and defining features of the profile distribution hloryd-, hidrokarbonat- and carbonate- ions in the soil profile to create a cluster alluvial soils in the flood plains environmental management system of urban areas. **Methods.** Complex field, chemical-analytical, statistical (interpolation, clustering, and so on.). **Results.** The soil salinization processes of the alluvial soils in the inundated landscapes of Uda river in Kharkiv's range are investigated. The acid-alkaline characteristics of soil genetic horizons are evaluated, and the profile distribution of chloride, hydrocarbonate and carbonate ions in the soils profile of the investigated alluvial soils are showed. The stages of profile migration of the corresponding ions in the study area are evaluated, as well as the degree of salinity of each genetic horizon of the studied soils profiles are assessed. The predominance of progressive chloride-soda salinization of the alluvial soils in the inundated landscapes of Uda river in Kharkiv's range is determined. The presence of natural height valuable sorption and chemisorption radial, mechanical and lateral acid-alkaline geochemical barrier in the research area is suggested. **Conclusions.** Proposed use parameters salinization of soils on alluvial flood plains in the cluster system of environmental management of urban areas.

**Keywords:** salinization processes, alluvial soils, profile migration, inundated landscapes, natural geochemical barrier, environmental management of urban areas

**Титенко А. В., Масто Ю. О.**

*Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина*

## ВОЗМОЖНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ЗАСОЛЕНИЯ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ПОЧВ ПОЙМЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ В СИСТЕМЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

**Цель.** Оценка степени засоления аллювиальных почв пойменных ландшафтов р. Уды в пределах г. Харькова и определение особенностей профильного распределения хлорид-, гидрокарбонат- и карбонат-ионов в ґрунтовых профилях для создания кластера аллювиальных почв пойменных ландшафтов в системе экологического менеджмента городских территорий. **Методы.** Комплекс полевых, химико-аналитические и статистические (интерполяция, кластеризация и т.д.). **Результаты.** Исследовано процессы засоления аллювиальных почв пойменных ландшафтов р. Уды в пределах г. Харькова. Дана кислотно-основная характери-

стика генетических горизонтов почв пойменных ландшафтов и показано профильное распределение хлорид-, гидрокарбонат- и карбонат-ионов по почвенному профилю исследованных аллювиальных почв. Оценено стадии профильной миграции соответствующих ионов на территории исследования, а также оценено степень засоления каждого генетического горизонта исследованных почвенных профилей. Установлено преобладание прогрессивного хлоридно-содового засоления аллювиальных почв пойменных ландшафтов р. Уды в пределах г. Харькова. Выдвинуто предположение о наличии природного высокоёмного сорбционного и хемосорбционного радиального, механического и латерального кислотно-щелочного геохимического барьера на территории исследования. **Выводы.** Предложено использовать данные о процессах засоления аллювиальных почв для создания кластера пойменных ландшафтов в системе экологического менеджмента городских территорий, экологический менеджмент городских территорий.

**Ключевые слова:** процессы засоления, аллювиальные почвы, профильная миграция, пойменные ландшафты, природный геохимический барьер, экологический менеджмент городских территорий

### **Вступ**

За прогнозними розрахунками [15] до 2050 року два з трьох людей у світі будуть мешкати у міських умовах. І навіть не дивлячись на те, що площа міст складає досить незначну частку від поверхні суші, процеси урбогенезу та антропогенного впливу суттєво впливають на геохімічний баланс та біогеохімічні цикли на локальному та регіональному рівнях і мають суттєве значення для прогнозування стану навколишнього середовища та прийняття ефективних управлінських рішень в системі екологічного менеджменту.

Більшість антропогенних факторів, які впливають на формування та розвиток урбо-ландшафтів можна охарактеризувати як деструктивні по відношенню до «материнської» системи природних геохімічних зв'язків та процесів. Відповідно, привертає увагу питання сталості певних природних процесів та особливостей функціонування геохімічних систем в цих складних та динамічних умовах.

Засолення ґрунтів у значній мірі зумовлюють ряд глобальних і регіональних екологічних проблем, що супроводжуються деградацією ґрунтово-рослинного покриву й активізацією ерозійних процесів [10]. Процеси засолення ґрунтів є характерними для ділянок з високим рівнем залягання мінералізованих ґрунтових вод, у понижених ділянках рельєфу у відповідності до закономірностей міграції забруднюючих речовин із поверхневим стоком [11]. Алювіальні ґрунти

заплавних ландшафтів є відносно молодими і динамічними, що функціонують під інтенсивним впливом гідрологічних і біологічних факторів, і цілком потрапляють під вплив вищезазначених факторів [5].

Припущення авторів про формування у межах заплавних ландшафтів р. Уди м. Харкова природного високоёмного сорбційного і хемосорбційного радіального і латерального кислотно-лужного геохімічного бар'єру [6], обумовило дослідження особливостей міграції хлорид-, гідрокарбонат- та карбонат-іонів за ґрунтовим профілем алювіальних ґрунтів та можливих процесів засолення ґрунтів даного типу з подальшою оцінкою ступеню засолення та вибір для експериментальних досліджень заплави р. Уди в межах м. Харків.

Метою дослідження є оцінка ступеню засолення алювіальних ґрунтів заплавних ландшафтів р. Уди в межах м. Харкова та визначення особливостей профільного розподілу хлорид-, гідрокарбонат- і карбонат-іонів у ґрунтових профілях для створення кластеру алювіальних ґрунтів заплавних ландшафтів в системі екологічного менеджменту міських територій.

Теоретико-методичною основою дослідження є напрацювання та ідеї вітчизняних і зарубіжних вчених – Денисика Г. І., Добровольського Г. В., Годельмана Я. М., А. І. Перельмана, Ока G.A., Thomas L., Lavkulich L.M. та ін. [2-5, 12, 14, 15].

### **Методика дослідження**

Для дослідження процесів засолення алювіальних ґрунтів заплавних ландшафтів р. Уди в межах м. Харкова застосовано ґрунтово-геохімічний (біогеохімічний) методичний підхід з використанням комплексу польових, хіміко-аналітичних методів та методів обробки отриманих даних (в т.ч. методів інтерполяції, кластеризації й т.ін.) [8]. Польові методи дослідження: для отримання

інформації про ґрунтово-геохімічні (біогеохімічні) особливості заплавних ландшафтів використано метод ґрунтових ключів, профільний метод та морфологічний метод [11, 13]; для проведення фізико-хімічних аналітичних досліджень застосовано метод водних ґрунтових витяжок; визначення рН (водної витяжки) генетичних горизонтів ґрунту здійснено потенціометричним методом за

допомогою іонометра I-160 MI; для визначення концентрації хлорид-іонів застосовано аргентометричний метод за Мором; концен-

трацію гідрокарбонат- і карбонат-іонів визначено за допомогою ацидометричного (кислотного) титрування [1, 9].

### Результати дослідження

Міграція солей у ґрунтовому профілі протікає під впливом багатьох факторів, до яких належать: рівень залягання та хімічний склад ґрунтових вод, кількість та хімізм атмосферних опадів, інтенсивність процесів вивітрювання, гранулометричний і хімічний склад материнських порід, гранулометричний склад генетичних горизонтів ґрунту, що визначає адсорбційні та вологоємні властивості окремих фракцій ґрунту, густина рослинного покриву, розгалуження кореневої системи рослин і видовий склад рослинного покриву [2, 5, 13].

При визначенні типу засолення ґрунтів приймаються до уваги в найбільшій мірі аніони. Найбільш токсичними солями вважаються хлориди, гідрокарбонати та карбонати. Таким чином, було здійснено ряд фізико-хімічних досліджень щодо визначення концентрацій вищезазначених аніонів у сухому залишку ґрунту [9, 13].

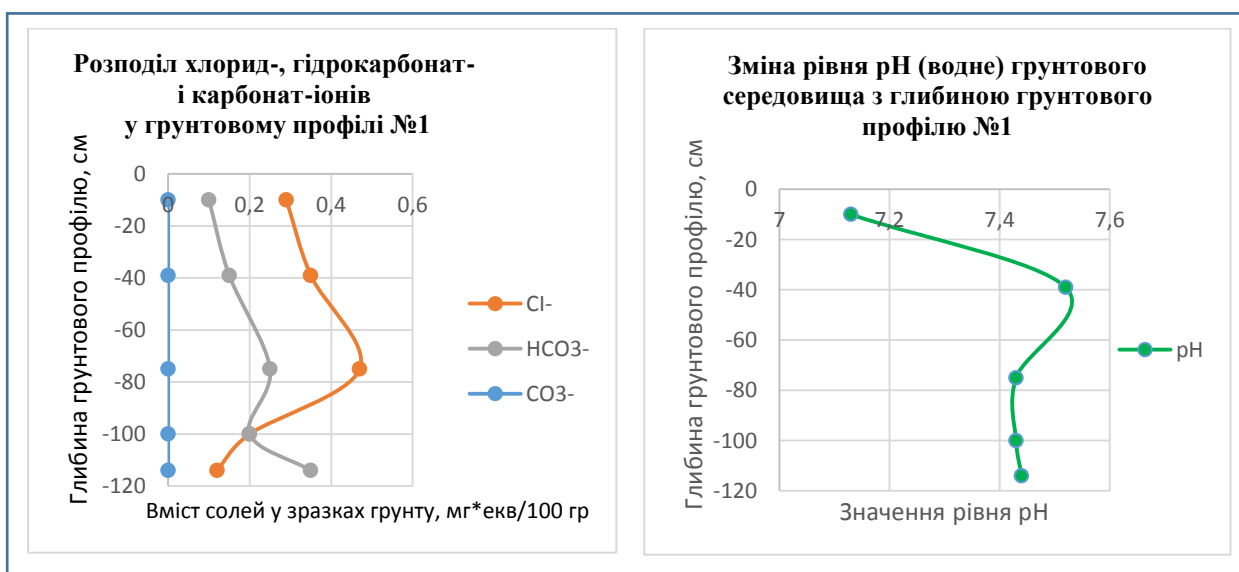
У ґрунтовий розчин хлорид, гідрокарбонат- і карбонат-іони можуть потрапляти у процесі розчинення відповідних мінералів, що активно приймають участь у процесах ґрунтоутворення. Гідрокарбонат- і карбонат-іони надходять у ґрунтовий розчин у результаті взаємодії з вуглекислим газом атмосфе-

ри та ґрунтового повітряного середовища. Хлорид-іони потрапляють у ґрунтовий розчин також при розкладанні рослинних залишків [2, 5, 13].

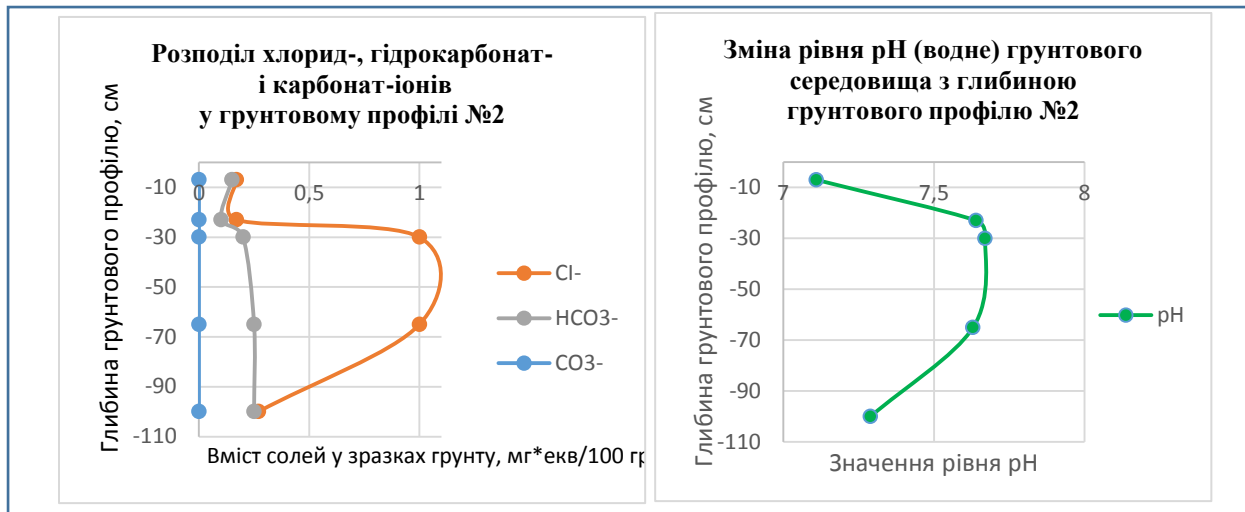
Про характер міграції солей у ґрунтовому профілі судять за величиною сухого залишку у відповідності до глибини, на якій зустрічається максимальна концентрація солей [9].

Для оцінки ступеню засолення алювіальних ґрунтів заплавної ландшафтів р. Уди у межах м. Харкова та оцінки процесів міграції хлорид-, гідрокарбонат- і карбонат-іонів за ґрунтовим профілем проведено ландшафтно-екологічні дослідження, у ході яких закладено 23 ґрунтових розрізи (2 з яких – паралельно у якості контрольних) і описано 123 генетичних ґрунтових горизонти, а також відібрано 123 ґрунтових зразки для подальшого фізико-хімічного аналізу (рис. 1 – 23).

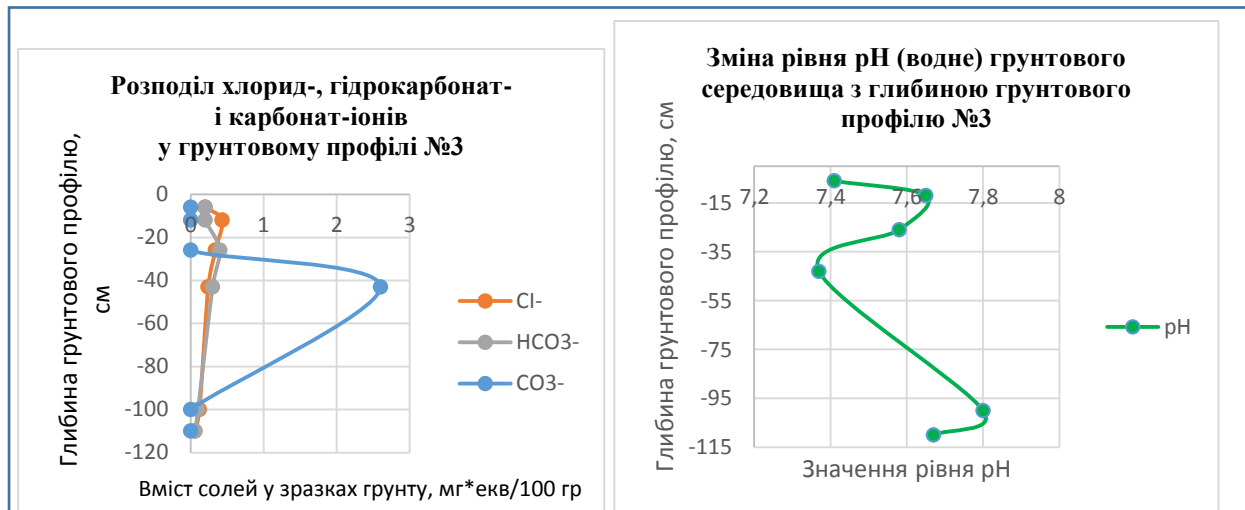
Таким чином встановлено максимальне (рН=8,1) (рис. 15) та мінімальне значення (рН=6,38) (рис. 22) кислотно-лужної характеристики досліджених горизонтів. Середнє значення рН (водне) для алювіальних ґрунтів заплавної ландшафтів у даному випадку складає 7,23.



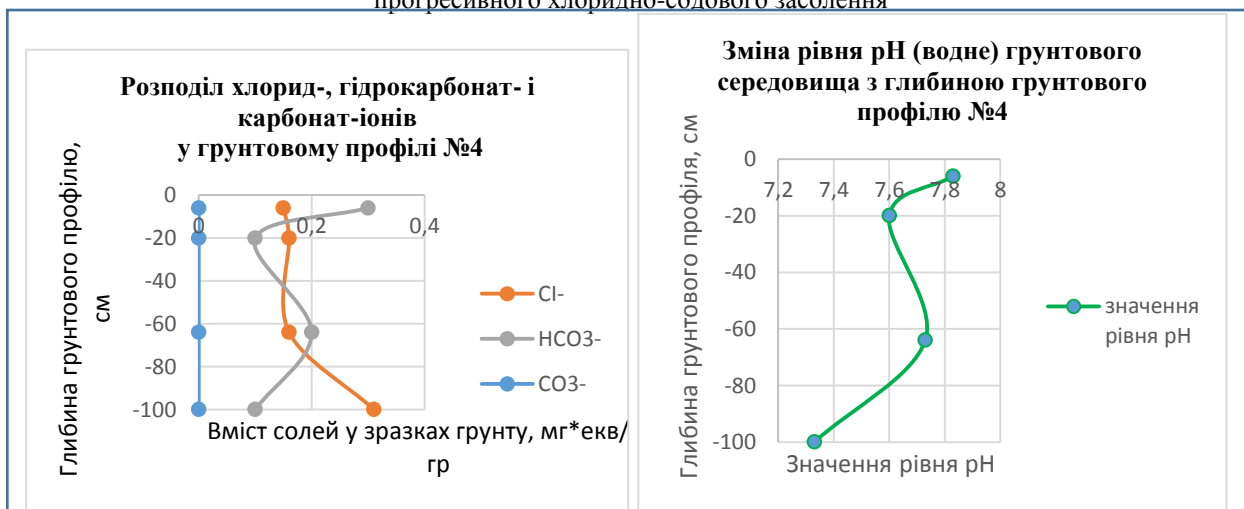
**Рис. 1** – Особливості профільного розподілу хлорид-, гідрокарбонат- і карбонат-іонів алювіального осолоділого гідроморфного чорноземно-лучного високосолончакуватого глибококарбонатного помірноскипаючого кіркового горіхувато-призматичного супіщаного на річковому алювії еродованого ґрунту: спостерігається процес прогресивного хлоридного засолення



**Рис. 2** – Особливості профільного розподілу хлорид-, гідрокарбонат- і карбонат-іонів алювіального дерново-підзолистого звичайного слабопідзоленого солончакуватого супіщаного на річковому алювії еродованого ґрунту: спостерігається процес прогресивного хлоридного засолення



**Рис. 3** – Особливості профільного розподілу хлорид-, гідрокарбонат- і карбонат-іонів алювіального лучно-чорноземного солонцюватого слабокарбонатного високоскипаючого високосолончакуватого середньосуглинкового на річковому алювії слабо еродованого ґрунту: спостерігається процес прогресивного хлоридно-содового засолення

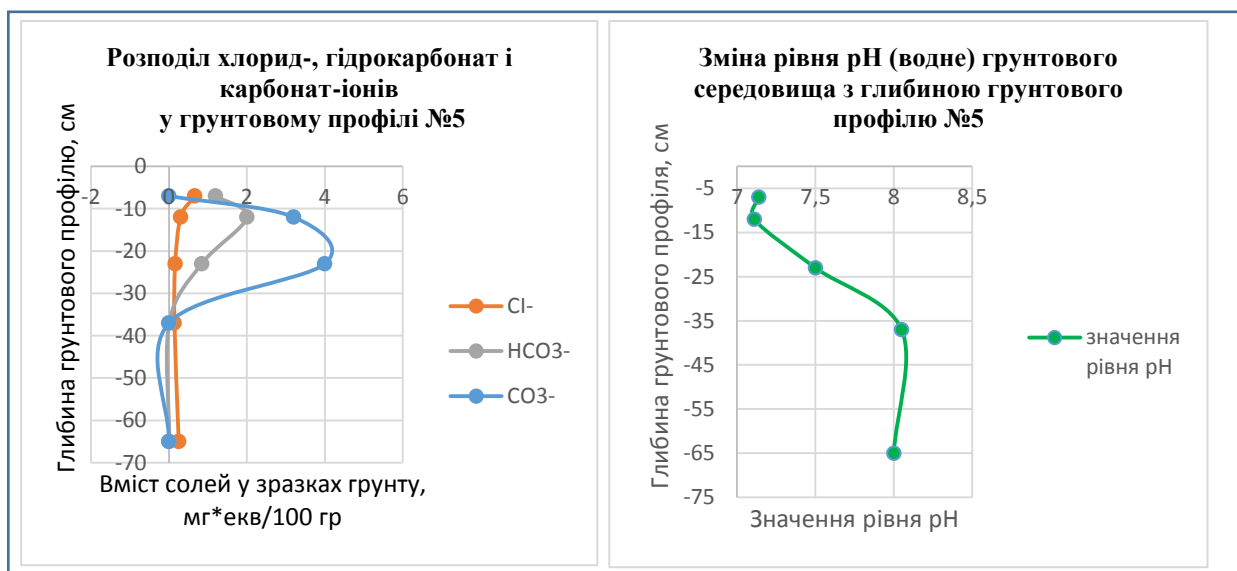


**Рис. 4** – Особливості профільного розподілу хлорид-, гідрокарбонат- і карбонат-іонів алювіального дерново-підзолистого звичайного слабопідзоленого супіщаного на річковому алювії слабо окультуреного (використовується під сіножаті) ґрунту: засолення ґрунту відсутнє

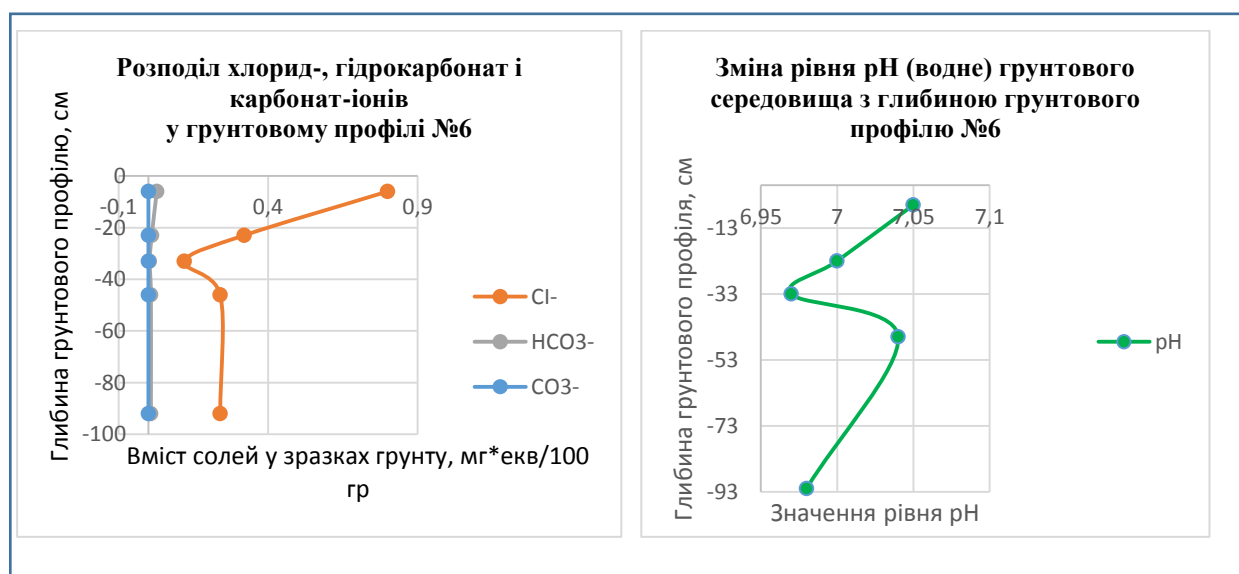
Кислотнo-лужна реакція ґрунтів заплавлених ландшафтів р. Уди в межах м. Харкова змінюється від слабо-кислої до слабо-лужної та є досить близькою до нейтральної (рис. 1 – 23).

Визначена максимальна концентрація хлорид-іонів складає 5 мг·екв /100 гр. (1,75%), мінімальна концентрація – 0,08 мг·екв/100 гр. (0,003%), що є характерними

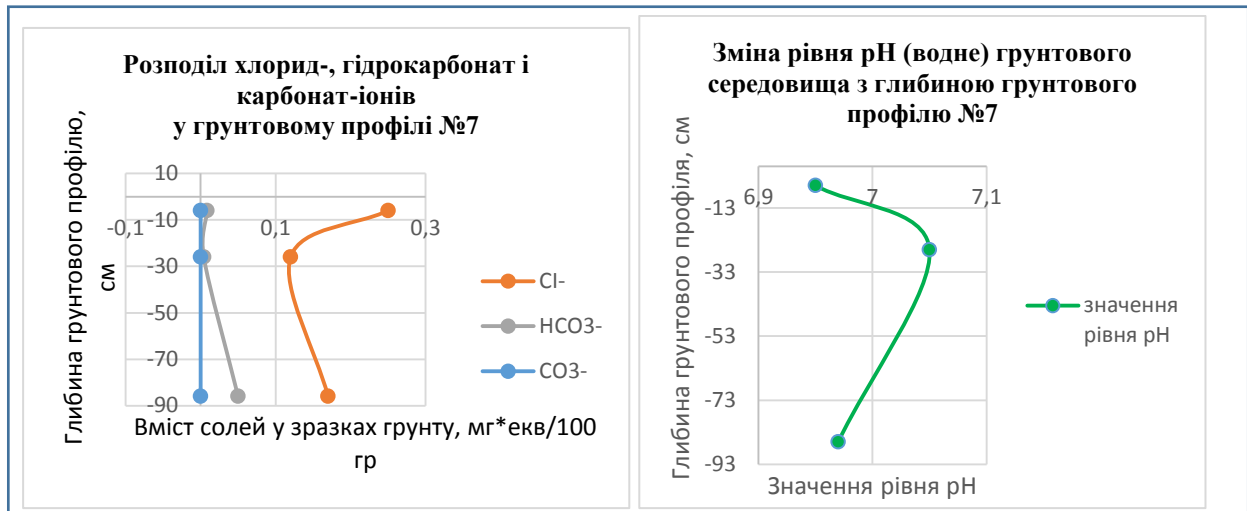
для ґрунтового профілю №16-1 (рис. 18) і зустрічаються у середній та верхній частинах даного профілю. Середнє значення концентрації хлорид-іонів відповідає 0,65 мг·екв/100 гр. (0,025%), що відповідає слабкому засоленню. Наявність хлоридного засолення спостерігається у 14% досліджених горизонтів.



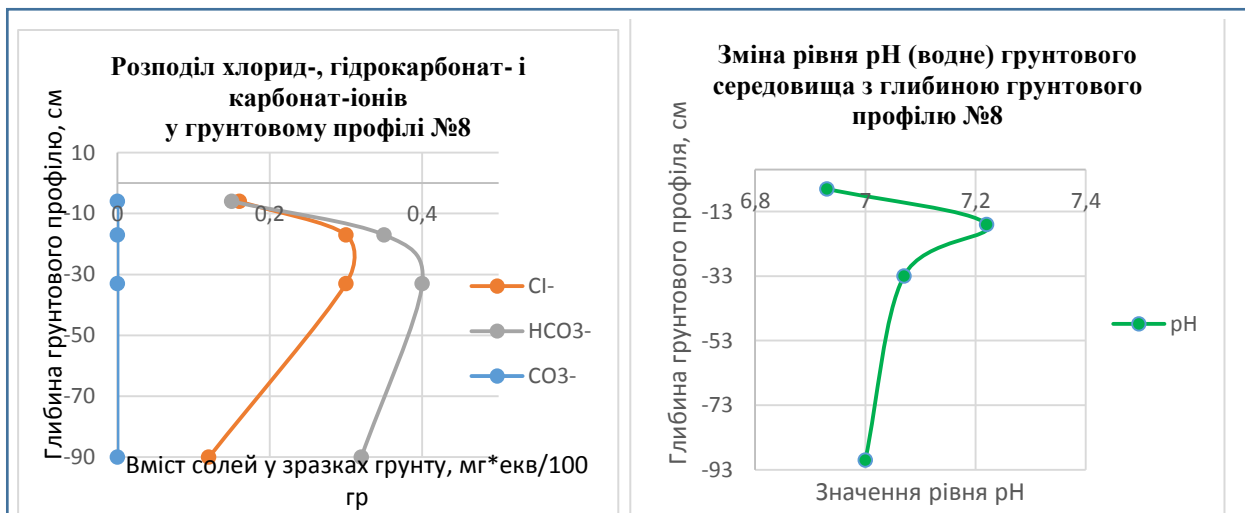
**Рис. 5** – Особливості профільного розподілу хлорид-, гідрокарбонат- і карбонат-іонів алювіального лучно-буроземного карбонатного глейовистого глибокоскипаючого сильнокарбонатного солончаково-солевого сушіщаного на річковому алювії ґрунту: спостерігається процес прогресивного хлоридно-содового засолення



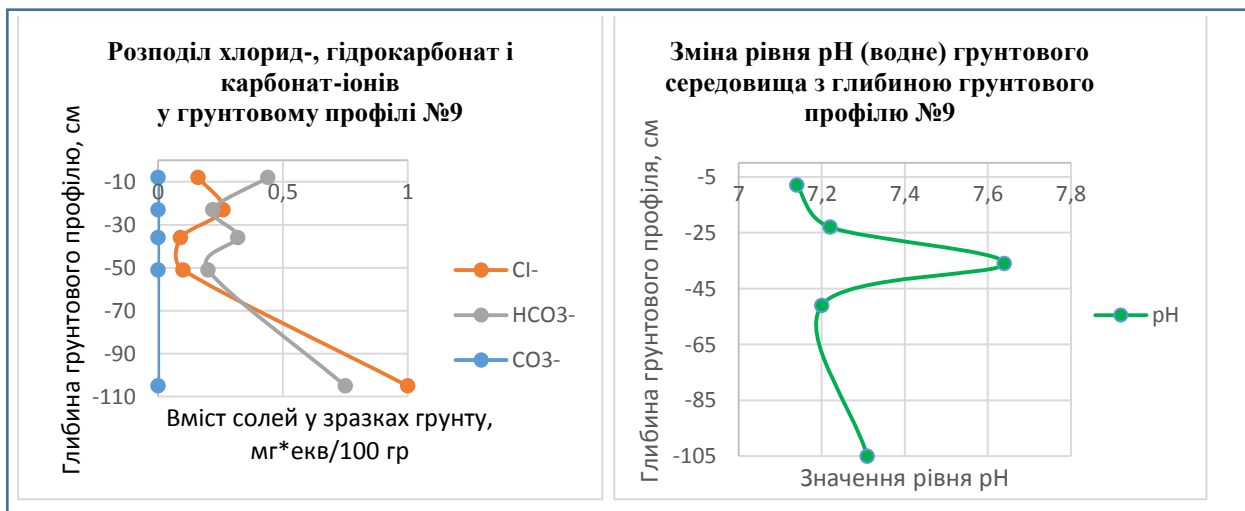
**Рис. 6** – Особливості профільного розподілу хлорид-, гідрокарбонат- і карбонат-іонів алювіального дерново-слабopідзолистого глибокоскипаючого слабокарбонатного солончаково-солевого важкосуглинкового на річковому алювії ґрунту: спостерігається початкова стадія хлоридного засолення



**Рис. 7** – Особливості профільного розподілу хлорид-, гідрокарбонат- і карбонат-іонів алювіального дерново-карбонатного високоскипаючого слабокарбонатного супіщаного на річковому алювії ґрунту: засолення ґрунту відсутнє

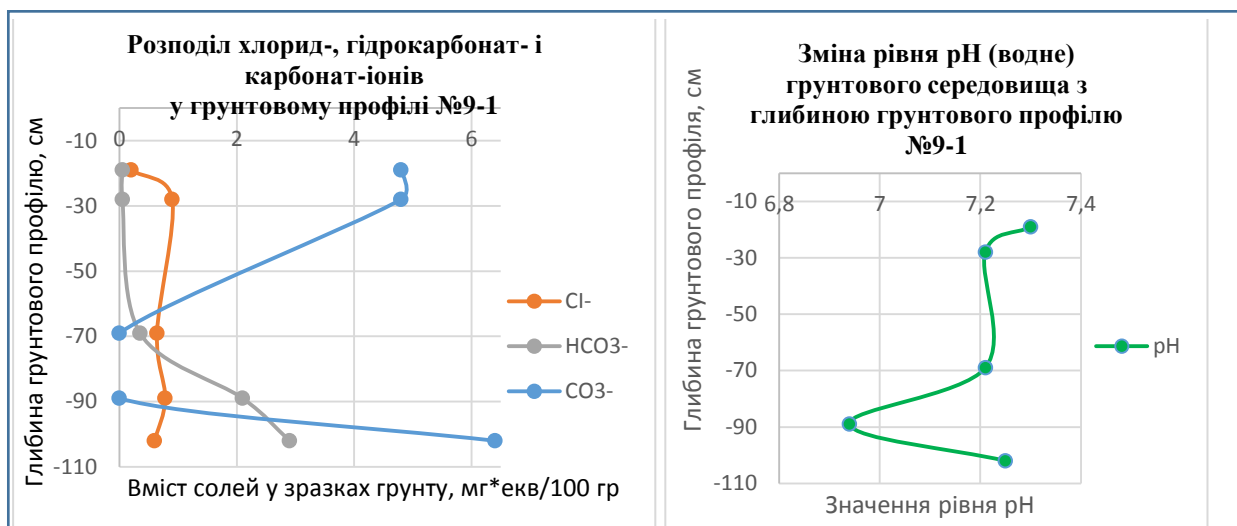


**Рис. 8** – Особливості профільного розподілу хлорид-, гідрокарбонат- і карбонат-іонів алювіального дерново-карбонатного високоскипаючого слабокарбонатного середньосуглинкового на річковому алювії слабокультуреного ґрунту: засолення ґрунту відсутнє

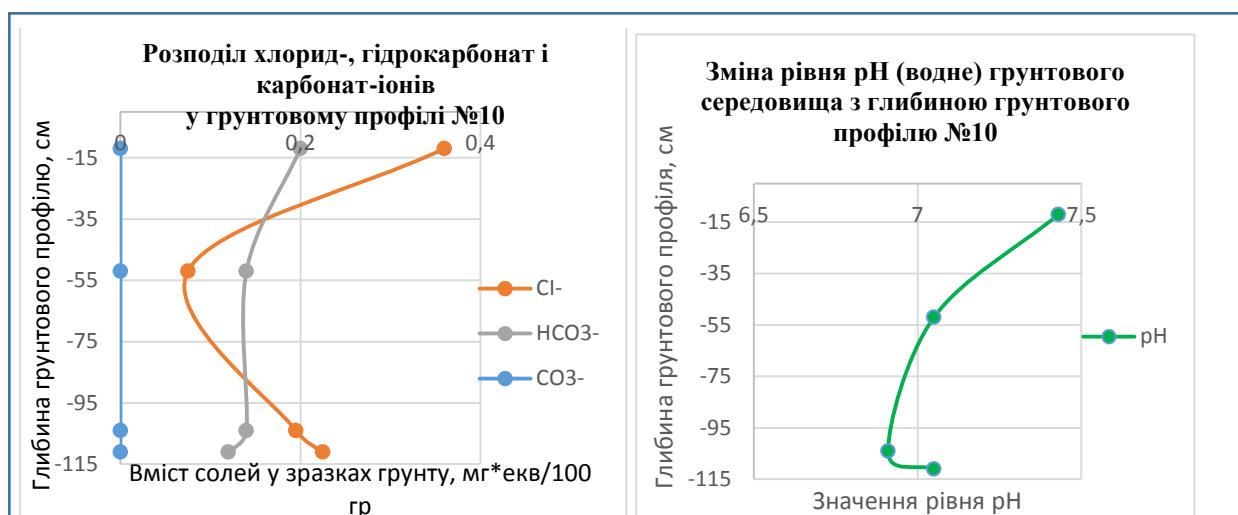


**Рис. 9** – Особливості профільного розподілу хлорид-, гідрокарбонат- і карбонат-іонів алювіального дерново-підзолистого нескипаючого слабопідзоленого короткопрофільного супіщаного на річковому алювії сильноеродованого ґрунту: засолення ґрунту відсутнє

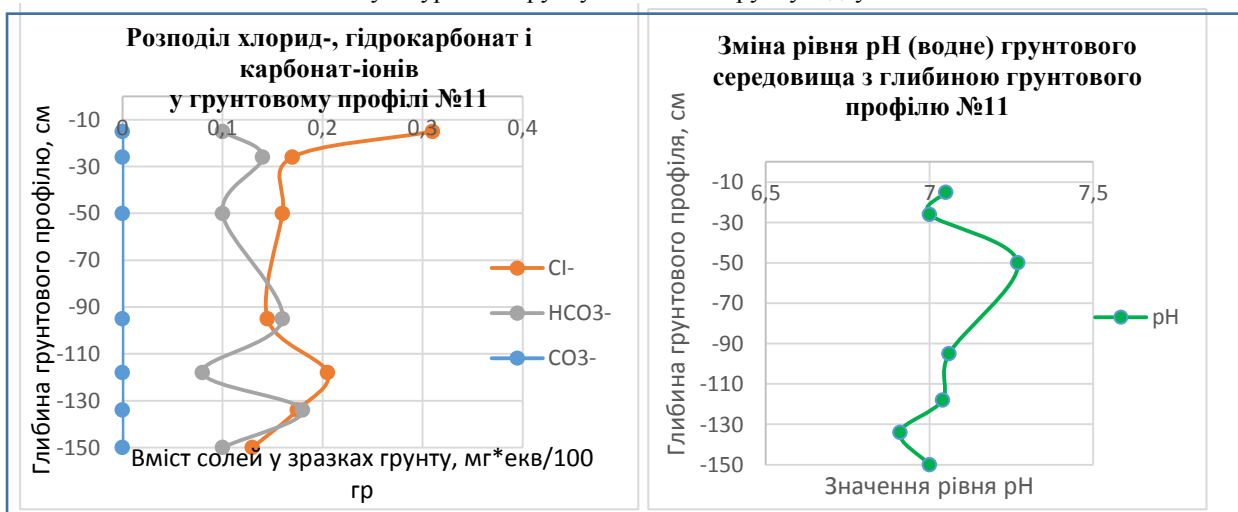




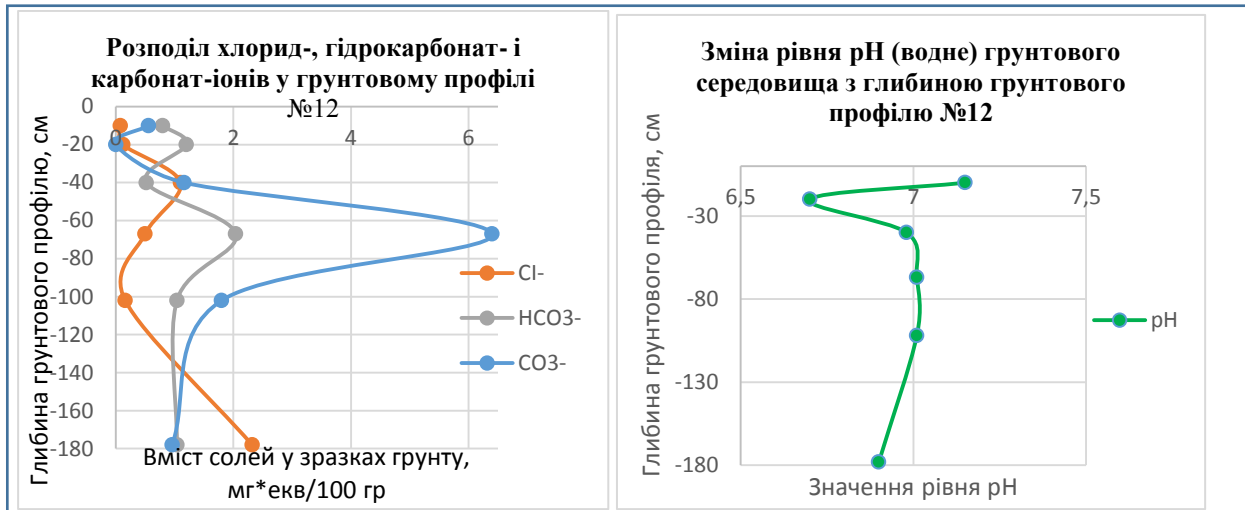
**Рис. 10** – Особливості профільного розподілу хлорид-, гідрокарбонат- і карбонат-іонів алювіального звичайного дерново-карбонатного слабоскипаючого глибокосолончакуватого супіщаного на річковому алювії сильноеродованого ґрунту: спостерігається процес хлоридно-содового розсолення



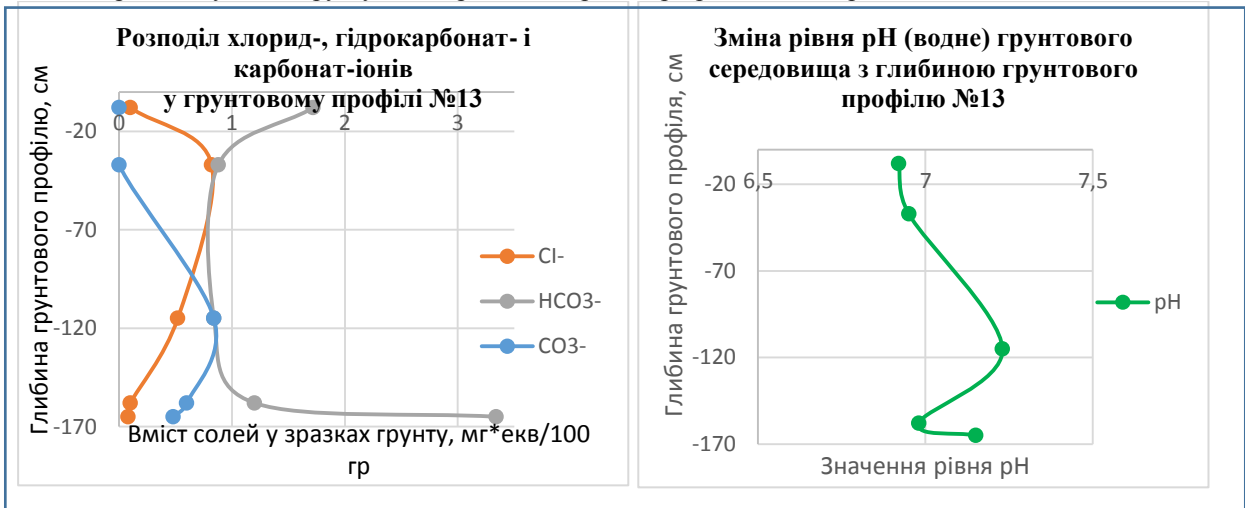
**Рис. 11** – Особливості профільного розподілу хлорид-, гідрокарбонат- і карбонат-іонів алювіального дерново-карбонатного шаруватого звичайного високоскипаючого супіщаного на річковому алювії слабо окультуреного ґрунту: засолення ґрунту відсутнє



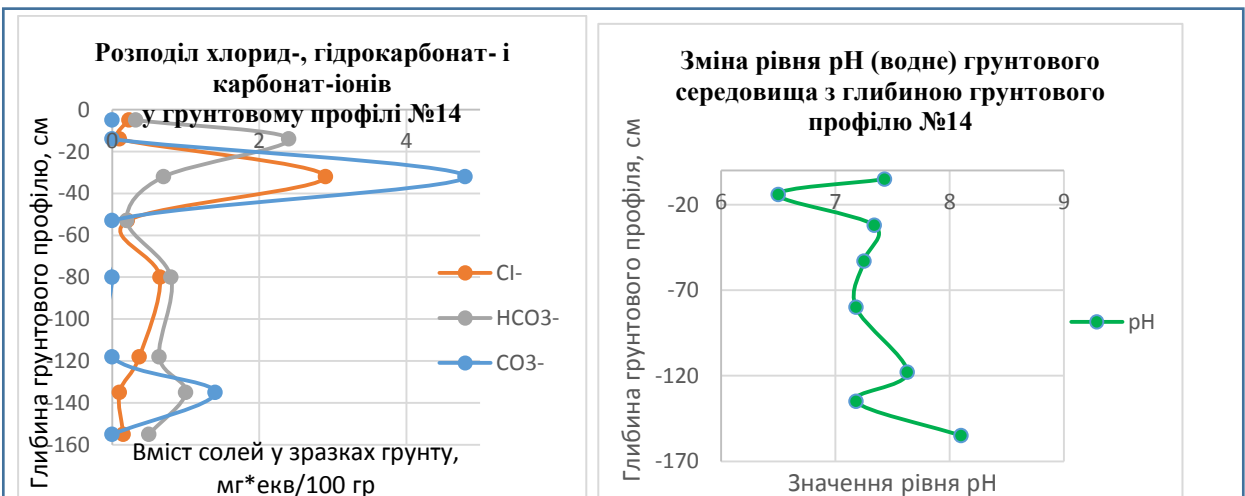
**Рис. 12** – Особливості профільного розподілу хлорид-, гідрокарбонат- і карбонат-іонів алювіального дерново-карбонатного шаруватого звичайного високоскипаючого легкосуглинкового на річковому алювії слабо окультуреного (помітні сліди рекреації) ґрунту: засолення ґрунту відсутнє



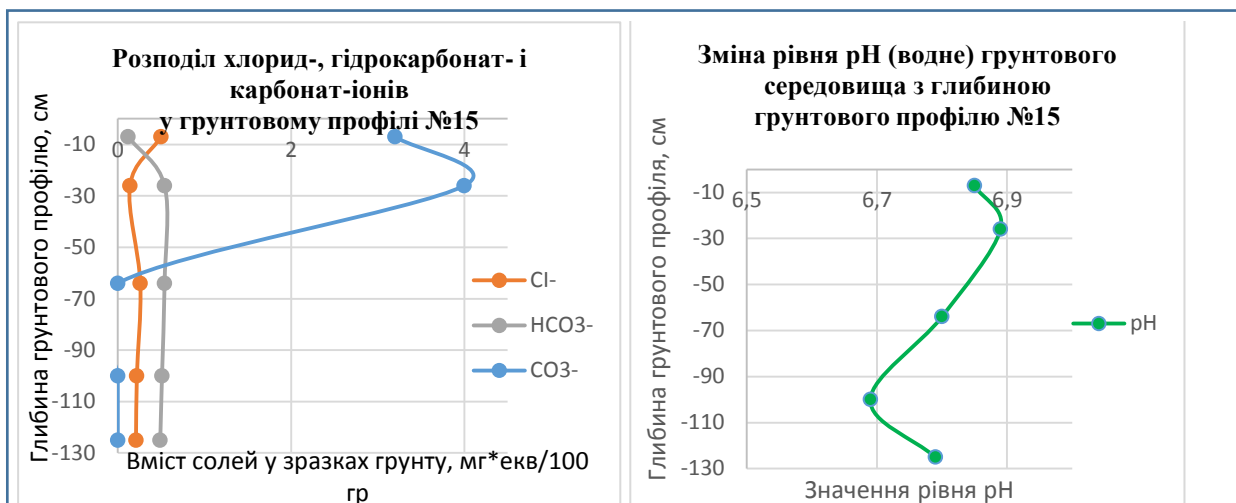
**Рис. 13** – Особливості профільного розподілу хлорид-, гідрокарбонат- і карбонат-іонів алювіального дерново-карбонатного шаруватого звичайного високоскипаючого солончакуватого середньо-суглинкового на річковому алювії ґрунту: спостерігаються процес прогресивного хлоридно-содового засолення



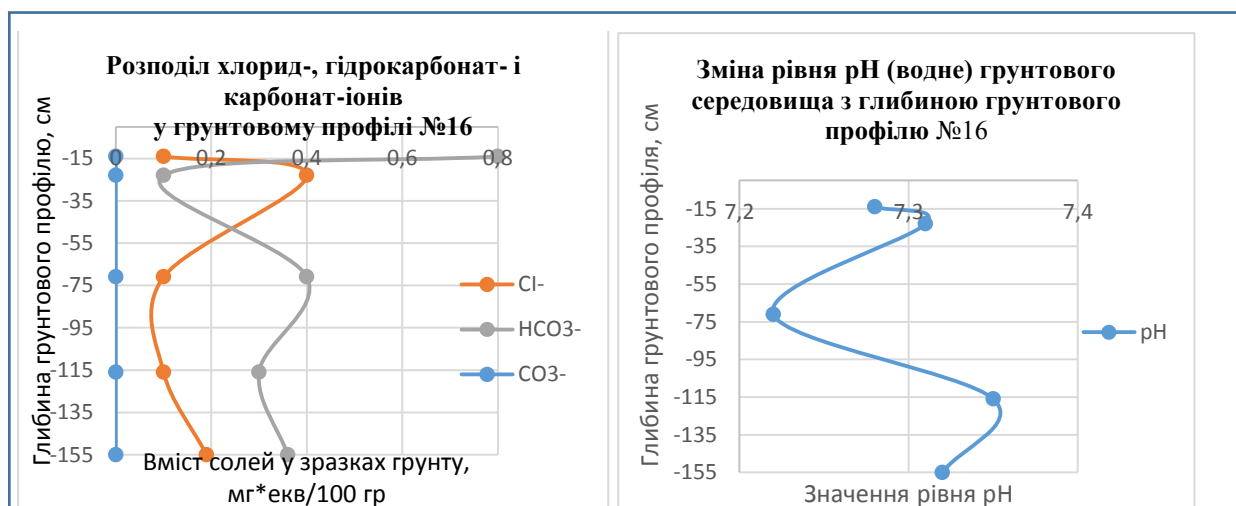
**Рис. 14** – Особливості профільного розподілу хлорид-, гідрокарбонат- і карбонат-іонів алювіального дерново-карбонатного звичайного шаруватого глибокоскипаючого слабокарбонатного глибокосолончакуватого легкосуглинкового на річному алювії слабокультуреного (помічено використання під сіножаті) ґрунту: спостерігається процес прогресивного хлоридно-содового засолення ґрунту



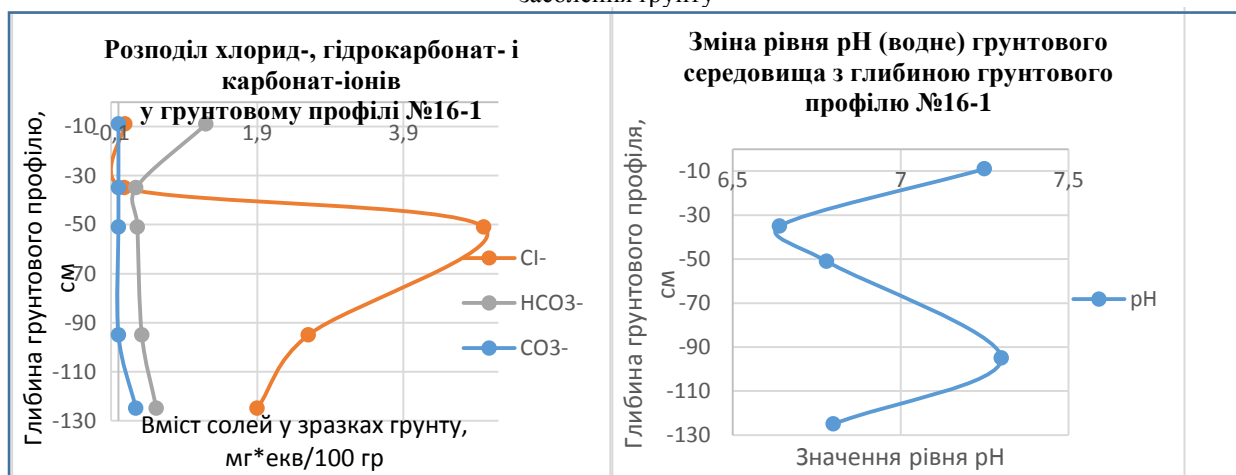
**Рис. 15** – Особливості профільного розподілу хлорид-, гідрокарбонат- і карбонат-іонів алювіального дерново-карбонатного шаруватого звичайного слабоскипаючого слабооглеєного високосолончакуватого середньосуглинкового на річному алювії слабокультуреного (помічено використання під сіножаті) ґрунту: спостерігається початкова стадія хлоридно-содового засолення



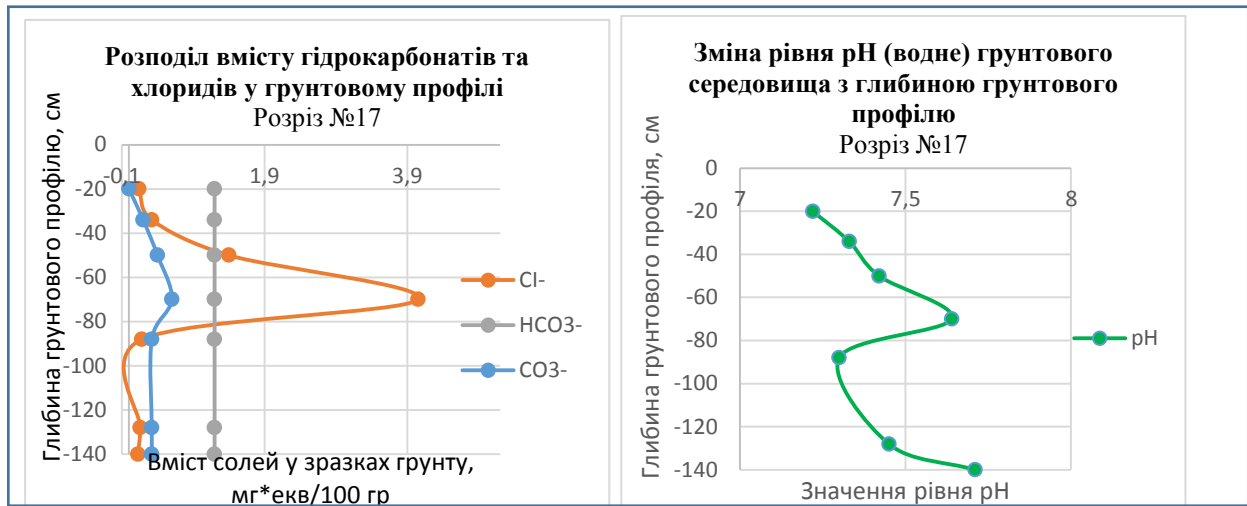
**Рис. 16** – Особливості профільного розподілу хлорид-, гідрокарбонат- і карбонат-іонів алювіального лучного звичайного карбонатного глибокоскипаючого іслабокарбонатного короткопрофільного з солончакуватими солями важкосуглинкового на лесових відкладах неокультуреного ґрунту: спостерігається початкова стадія хлоридно-содового засолення



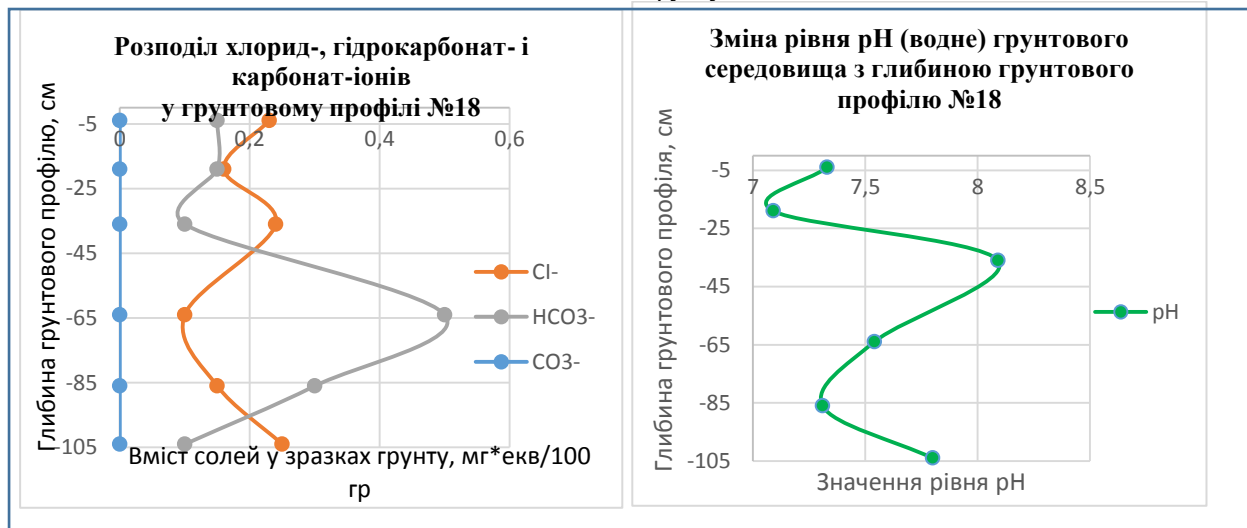
**Рис. 17** – Особливості профільного розподілу хлорид-, гідрокарбонат- і карбонат-іонів алювіального дернового шаруватого карбонатного глибокоскипаючого слабооглееного з солончакуватими солями важкосуглинкового на річному алювії еродованого ґрунту: спостерігається початкова стадія хлоридного засолення ґрунту



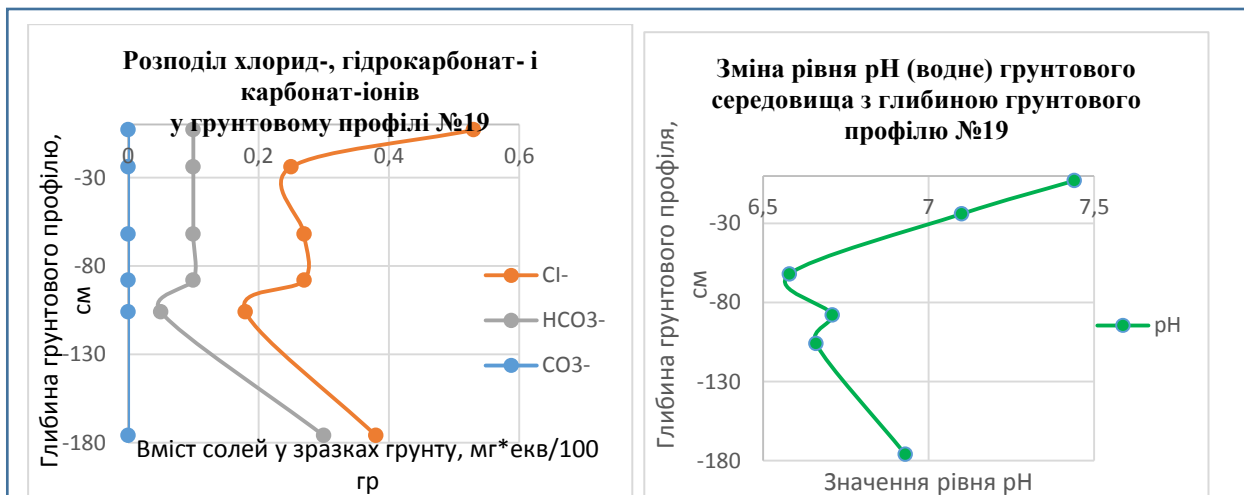
**Рис. 18** – Особливості профільного розподілу хлорид-, гідрокарбонат- і карбонат-іонів алювіального дерново-карбонатного шаруватого звичайного слабоскипаючого глибокосолончакуватого супіщаного на річному алювії еродованого ґрунту: спостерігається процес хлоридно-содового розсолоння



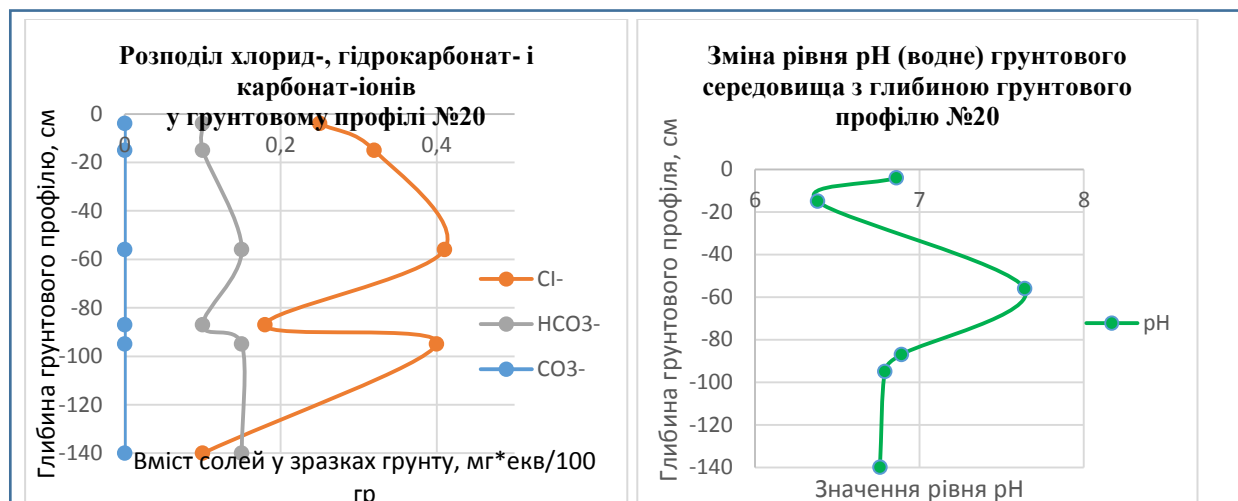
**Рис. 19** – Особливості профільного розподілу хлорид-, гідрокарбонат- і карбонат-іонів алювіального дерново-болотного карбонатного шаруватого високоскипаючого солончакуватого легкосуглинкового на річковому алювії слабокультуреного ґрунту: спостерігається процес прогресивного хлоридно-содового засолення ґрунту



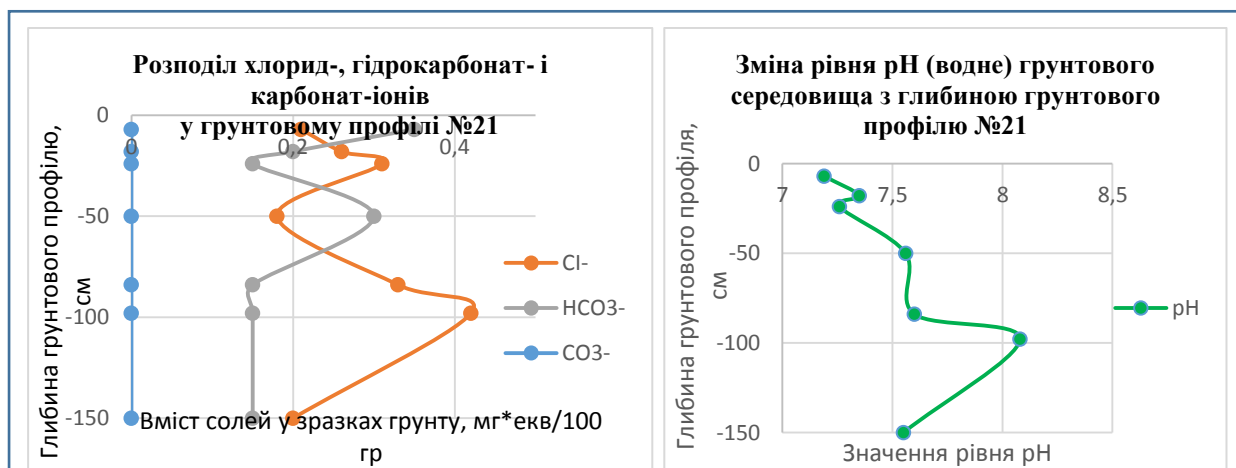
**Рис. 20** – Особливості профільного розподілу хлорид-, гідрокарбонат- і карбонат-іонів алювіального лучно-болотного карбонатного солонцюватого високоскипаючого легкосуглинкового на річковому алювії слабокультуреного ґрунту: засолення ґрунту відсутнє



**Рис. 21** – Особливості профільного розподілу хлорид-, гідрокарбонат- і карбонат-іонів алювіального дерново-болотного карбонатного шаруватого високоскипаючого з солончакуватими солями середньосуглинкового на річковому алювії слабокультуреного (помічено використання ділянки для випасу свійських тварин) ґрунту: спостерігається початкова стадія хлоридного засолення



**Рис. 22** – Особливості профільного розподілу хлорид-, гідрокарбонат- і карбонат-іонів алювіального солонцюватого карбонатного високоскипаючого супіщаного на річковому алювії слабокультуреного (помічено використання ділянки для випасу свійських тварин) ґрунту: засолення ґрунту відсутнє



**Рис. 23** – Особливості профільного розподілу хлорид-, гідрокарбонат- і карбонат-іонів алювіального дерново-опідзоленого шаруватого карбонатного високоскипаючого слабоопідзоленого солончакуватого супіщаного на річковому алювії слабокультуреного (помічено витоптування) ґрунту: спостерігається процес прогресивного хлоридного засолення ґрунту

Встановлена максимальна концентрація гідрокарбонат-іонів відповідає 1,2 мг-екв/100 гр. (0,073%), що відповідає слабкому засоленню й є рівномірною для всього ґрунтового профілю №17 (рис. 19). Мінімальна концентрація HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> складає 0,05 мг-екв/100 гр. (0,003%), що вказує на відсутність засолення, й постерігається в нижній частині ґрунтового профілю №19 (рис. 21). Середня концентрація гідрокарбонат-іонів для досліджених зразків складає 0,72 мг-екв/100 гр. (0,025%), що відповідає відсутності засолення. Наявність засолення гідрокарбонатами характерна для 1,5% досліджених горизонтів.

Максимальна концентрація карбонат-іонів склала 6,40 мг-екв/100 гр. (0,192%), що за ступенем засолення є характерною для солончаків. Дана концентрація характерна для

середньої частини ґрунтового профілю №12 (рис. 13). Мінімальна концентрація CO<sub>3</sub><sup>-</sup> дорівнює 0 мг-екв/100 гр. (0%). Середня концентрація карбонатів склала 0,48 мг-екв/100 гр. (0,014%), що є характерною для солончаків. Наявність содового засолення характерна для 8% досліджених генетичних горизонтів алювіальних ґрунтів.

Для 76% зразків досліджених генетичних горизонтів ґрунту встановлена відсутність засолення, що відповідає 34,7% ґрунтових профілів, що не зазнають засолення (ґрунтові профілі №4, 7-11, 18, 20) (рис. 4, 7 – 12, 20, 22).

За характером профільної міграції хлорид-, гідрокарбонат- і карбонат-іонів також встановлено стадії розвитку процесів засолення алювіальних ґрунтів заплавної ландшафтів р. Уди в межах м. Харкова. Таким

чином початкова стадія засолення спостерігається на 33,3% дослідних ділянок, прогресивне засолення є характерним для 53,4% досліджених ґрунтових профілів, а процес розсолення – для 13,3%.

Для ділянок, які підлягають процесам засолення встановлено, що за типом засолення переважає хлоридно-содове (65,2%), а та-

кож поширеним є хлоридне засолення ґрунтів (34,8%). Таким чином, для алювіальних ґрунтів заплавної ландшафтів р. Уди в межах м. Харкова хлоридно-содове засолення відповідає стадіям прогресивного засолення та розсолення, а хлоридному засоленню в більшій мірі відповідає початкова стадія засолення.

### Висновки

Визначено, що для алювіальних ґрунтів заплавної ландшафтів р. Уди в межах м. Харкова є найбільш поширеним процес прогресивного хлоридно-содового засолення.

Зіставлення просторового розташування закладених ґрунтових профілів і процесів засолення ґрунтів показало, що концентрація карбонат-іонів спостерігається більшою мірою в межах центральної частини заплавної ландшафтів, на прирусловій заплаві з ознаками частого підтоплення та часткового заболочення, а також з ознаками зсувів ґрунту (на сильно деградованих ґрунтах). Концентрація карбонат-іонів відбувається переважно в середній та нижній частинах ґрунтового профілю, що не перешкоджає розвитку рослинного покриву. Хлоридне засолення алювіальних ґрунтів спостерігається в більшій мірі в межах прируслової заплави та прируслових валів і переважає у верхніх горизонтах ґрунтового профілю.

Профільний розподіл хлорид-, гідрокарбонат- і карбонат-іонів опосередковано вказує на наявність відповідних геохімічних бар'єрів у різних генетичних горизонтах досліджених алювіальних ґрунтів.

Зважаючи на переважання гумусо-ілювіальних та глинисто-ілювіальних процесів ґрунтоутворення на території дослідження, на високі сорбційні ємності гумусних та глинистих частинок ґрунту, а також на кисло-лужну характеристику досліджених ґрунтових профілів, можна з припустити, що у межах заплавної ландшафтів р. Уди м. Харкова відбувається формування природного високоємного сорбційного і хемосорбційного радіального, механічного і латерального кисло-лужного геохімічного бар'єру.

Відсутність хлоридно-содового та хлоридного засолення у 34,7% досліджених ґрунтових профілів опосередковано свідчить про здатність алювіальних ґрунтів заплавної ландшафтів р. Уди в межах м. Харкова до самоочищення та самовідновлення, що дозволяє говорити про виконання ґрунтами в значній мірі своїх екологічних функцій.

Отримані дані та висновки є підставою для створення та змістовного насичення кластеру заплавної ландшафтів в системі екологічного менеджменту міських територій з метою підвищення їх стійкості та ефективного управління екологічними ризиками.

### Література

1. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв.–М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970.–487 с.
2. Беус А. А., Грабовская Л. И., Тихонова Н. В. Геохимия окружающей среды.–М.: Недра, 1976.–248 с.
3. Годельман Я. М. Неоднородность почвенного покрова и использование земель.–М.: Наука, 1981.–200 с.
4. Денисюк Г. І. Сучасні ландшафти заплави Південного Бугу та їх раціональне використання. // Наукові записки [Вінницького державн. педагогічного ун-ту імені Михайла Коцюбинського]. – 2014.
5. Добровольський Г. В., Трофимов С. Я. Роль почв в біосфері. Почви і біорізноманітність. Москва-Тула: Издательство Моск. ун-та, 2004. – 228 с. – (Выпуск 4).
6. Тітенко Г. В., Масто Ю. О., Гарбуз А. Г., Ноженко Н. І. Елементарні процеси ґрунтоутворення заплавної ландшафтів р. Уди в межах м. Харкова // Людина та довкілля. Проблеми неоекології. 2016. №1 – 2 (25). – С. 47–54.
7. Касимова Н. С., Воробьева А. Е. Геохимические барьеры в зоне гипергенеза.– М.: изд-во Моск. ун-та, 2002. – 395 с.
8. Лапигін Д. Ю. Управлінські рішення // Ексмо. – 2009. – URL: <http://rua.pp.ua/upravlencheskie-resheniya-lapigii.html>.
9. Мамонтов В. Г., Гладко А. А., Кузев М. М. Практическое руководство по химии почв// РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. – 2012. – URL: <http://www.studfiles.ru/preview/2465162/>.
10. Муравьев А. Г., Каррыев Б. Б., Ляндзберг А. Р. Оценка экологического состояния почв. Практическое руководство. СПб.: Кристалл, 2008. – 216 с. – (Издание 2-е).
11. Назаренко І. І., Польшина С. М., Нікорич В. А. Ґрунтознавство. Підручн. Чернівці: Книги-XXI, 2004. – 400 с.
12. Перельман А. И., Касимов Н. С. Геохимия ландшафта. М.: Издательство Моск. ун-та, 1999. – 610 с.
13. Ковда В. А., Розанов Б. Г., Белицина Г. Д. та ін. Почвоведение. Учеб. для ун-тов. в 2 ч// Ч. 1. Почва и почвообразование М.: Высш. шк., 1988. – 400 с.
14. Oka G.A., Thomas L., Lavkulich L.M. Soil assessment for urban agriculture: a Vancouver case study Journal of Soil Science and Plant Nutrition , 2014, 14 (3), 657-669. - URL: <http://www.scielo.cl/pdf/jssp/v14n3/aop5214.pdf>
15. Режим доступу до ресурсу: <https://home.elementascience.org/special-features/urban-geochemistry/>

UDC 630\*114.2

**J. VILČEK**<sup>1,2</sup>, prof., PhD., **S. TORMA**<sup>1</sup>, PhD.

<sup>1</sup>Soil Science and Conservation Research Institute Bratislava,  
regional work place Presov, Raymannova st. 1, 080 01 Prešov, Slovak Republic

<sup>2</sup>University of Presov in Presov, faculty of management,  
Konštantínova st.15, 080 01 Prešov, Slovak Republic

**A. LISNYAK**, assist. prof., PhD.

V. N. Karazin Kharkiv National University, ecological faculty,  
6 Svobody Sq., 61077, Ukraine

Ukrainian Research Institute of Forestry and agroforestry named by G.M. Vysotsky,  
Pushkinska st. 86, Kharkiv, 61024, Ukraine,

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

### ECOLOGICAL-ECONOMIC SUITABILITY OF THE SOILS FOR GROWING OF SPRING BARLEY (*HORDEUM SATIVUM* L.)

**Purpose.** To differentiate rural land of Slovakia with aspect to the possibility of effective spring barley growing. **Methods.** Soil investigation oriented to soil reaction study took place in two agricultural enterprises in 2010 and it was repeated after four years again. **Results.** At soil categorization, correlation relationships between the site properties (soil and climatic conditions) and crop biological and agrotechnical requirements were considered. Spring barley requirements were included into yield databases using the software filters in the way that the given site property excluded or limited barley growing, what was reflected in predicted production. The prediction was subsequently interpolated into four suitability categories: soils not suitable for spring barley growing, less suitable soils, suitable soils and very suitable soils. The database formed and each of the Bonited Pedo-Ecological Unit (BPEU) was added in it as well as particular category of suitability for barley growing. By mediation of the Geographic Information System on BPEU distribution in Slovakia, the map of categories of soil suitability for spring barley growing was also generated. **Conclusions.** In Slovakia, there is 20 % of farmland very suitable for spring barley growing, 24 % suitable, 24 % less suitable and 32 % non suitable soils for spring barley growing according to our calculation. In the paper, these categories are characterized in details and specified from the view of geographic, soil, climatic, productivity, economic and energetic parameters.

**Keywords:** differentiate, rural land, soil suitability, growing, spring barley

**Вілчек Й.**<sup>1,2</sup>, **Торма С.**<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Братиславський науково-дослідний інститут ґрунтознавства та охорони ґрунтів

<sup>2</sup>Університет Прешов в Прешов

**Лісняк А.**

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації імені Г. М. Висоцького

### ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ПРИДАТНІСТЬ ҐРУНТУ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ЯРОГО ЯЧМЕНЮ (*HORDEUM SATIVUM* L.)

**Мета.** Диференціація сільськогосподарських земель Словаччини з встановленням можливості ефективного вирощування ярого ячменю. **Методи.** Диференціація заснована на екологічних, педо-кліматичних і виробничих економічних показниках. **Результати.** Для виділення категорій ґрунтів, розглянуто кореляційні зв'язки між їх властивостями (ґрунтово-кліматичні умови), а також біологічні та агротехнічні вимоги культур. Вимоги до ярого ячменю включені в базу даних врожайності з використанням програмних фільтрів таким чином, що дані властивості дозволяють або обмежують вирощування ячменю, що знайшло своє відображення в плануванні виробництва. Планування потім інтерполювали на чотири категорії придатності: ґрунти не придатні для вирощування ярого ячменю, менш підходящі ґрунти, придатні ґрунти і дуже підходящі ґрунти. Сформовано базу даних та додано в неї Бонітетні Педо-Екологічні Блоки (БПЕБ) і категорії придатності для вирощування ячменю. За допомогою географічних інформаційних систем для БПЕП в Словаччині згенеровано карту категорій придатності ґрунтів для вирощування ярого ячменю. **Висновки.** У Словаччині виявлено 20 % орних земель, які дуже придатні для вирощування ярого ячменю, 24 % придатних, 24% менш придатних та 32 % не придатних ґрунтів для вирощування ярого ячменю за нашими розрахунками. У статті, ці категорії

відрізняються в деталях і уточнюються за допомогою географічних, ґрунтових, кліматичних, виробничих, економічних і енергетичних параметрів.

**Ключові слова:** диференціація, сільськогосподарські землі, придатність ґрунту, вирощування, ярий ячмінь

**Вилчек Й.<sup>1,2</sup>, Торма С.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Научно-исследовательский институт почвоведения и охраны почв в Братиславе*

<sup>2</sup> *Университет Прешов в Прешов*

**Лисняк А.**

*Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина*

*Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агромелиорации имени Г. Н. Высоцкого*

## **ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧСКАЯ ПРИГОДНОСТЬ ПОЧВЫ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ (HORDEUM SATIVUM L.)**

**Цель.** Дифференциация сельскохозяйственных земель Словакии с установлением возможности эффективного выращивания ярового ячменя. **Методы.** Дифференциация основана на экологических, педо-климатических и производственных экономических показателях. **Результаты.** Для выделения категорий почв рассмотрены корреляционные связи между их свойствами (почвенно-климатические условия), а также биологические и агротехнические требования культур. Требования к яровому ячменю включены в базу данных урожайности с использованием программных фильтров таким образом, что данные свойства позволяют или ограничивают выращивание ячменя, что отражено в планировании производства. Планирование впоследствии интерполировали на четыре категории пригодности: почвы не пригодные для выращивания ярового ячменя, менее подходящие почвы, пригодные почвы и очень подходящие почв. Сформировано базу данных и добавлено в неё Бонитетные Педо-Экологические Блоки (БПЭБ) и категории пригодности для роста ячменя. С помощью географических информационных систем для БПЭП в Словакии сгенерировано карту категорий пригодности почв для выращивания ярового ячменя. **Выводы.** В Словакии выявлено 20 % пахотных земель очень подходящих для выращивания ярового ячменя, 24 % подходящих, 24 % менее подходящих и 32 % без подходящих почв для выращивания ярового ячменя по нашим расчетам. В статье, эти категории отличаются в деталях и уточняются с помощью географических, почвенных, климатических, производственных, экономических и энергетических параметров.

**Ключевые слова:** дифференциация, сельскохозяйственные земли, пригодность почвы, выращивание, яровой ячмень

### **Introduction**

Recently, spring barley (*Hordeum sativum* L.) is in Slovakia grown practically in all types of natural sites ranging from lowlands to mountainous regions. Successful growing of barley, as well as of other crops, is fully dependent especially on environmental climatic and soil conditions. These chief factors influence production and economy of the crop assumptions to a great extent. Although not negligible role is played by genetic and breeding measures, with aspect to heterogeneity of soil-climatic conditions and considerable geomorphologic heterogeneity, various regions show different rates of barley growing suitability.

Soil categorization focused on the crop distribution was in the centre of attention of several works. As early as 1921, economical farmland classification was applied and on this basis, the territory of Slovakia was divided in to four production regions. After 1948 the system of so called geomorphological production

types was established. In 1958, agricultural production zoning was finished, within which zones with different grow suitability were identified for majority of crops. In the same year, production regions and sub-regions were identified for taxation purposes. They are still used, especially for statistical purposes. The system of soil suitability categories for selected crops, elaborated after 1971, is based on more exact pedological background obtained after completion of Complex Soil Survey and subsequently Soil Appraisal. Important works, done in this area, were published by Korbíni and Facuna [4], Džatko [2], Kováč et al. [5].

Recently, development of information technologies, especially Geographic Information Systems, enables processing of existing and innovated soil databases and more precise quantification and area division of soil suitability categories for crop growing. The aim of this paper is to show such methods for spring barley as an example.



### **Material and methods**

For outlining the regions of soil suitability for barley growing, the bases for us were the crop exact and potential data. Because growing suitability is predominantly judged on the basis of really reached production, this factor played decisive role at the categories formation. Particular data of yields and barley growing economics in Slovakia were obtained for period 1990 to 2000 directly from the farms. Data of 281 agricultural subjects were assessed. They have been farming in various natural conditions on total area exceeding 556 thousand hectares of farmland, which is approximately 23 % of total acreage of farmland in Slovakia.

Both production and economical parameters of successful barley growing are directly connected with pedo-climatic conditions. Data of Slovak climatic regions were analyzed and applied, as well as data of sloping, stoniness, soil depth, soil types and subtypes, soil point values and typological-production soil categories. These data were obtained from the Appraisal Information Database of the Soil science and Conservation Research Institute Bratislava, by mediation of the Bonited Pedo-Ecological Unit (BPEU) planar presentation.

The dependence of studied indicators on soil production potential in analyzed farms (expressed by average point value in 100-point scale) was tested by non-linear polynomial regression analysis. Subsequently, potentially possible yield of spring barley, its share in cropping system as well as potential economical parameters (yields, costs, profit, or loss) were calculated using the regression equations for each of the BPEU and added to database. Soil rate of suitability for spring barley growing was differentiated and qualified using the Geographic Information System ARC INFO, based on vector bonity maps (scale 1:5000) and area distribution of studied factors. All economical indices used in

the work were calculated without government subsidy.

Used background:

- Soil Science and Conservation Research Institute database of Bonited Pedo-Ecological Unit (BPEU) data and their point evaluation in 100 point scale [3];

- soil categorization by their allegiance to climatic region, sloping category, texture and stoniness [7, 12];

- typological-production farmland categorization [3] and database of production and economical parameters by the BPEU [10];

- real spring barley yields, their economical parameters (receipts, yields and costs) and real cropping system structure of arable land;

- energetic equivalents for barley growing energy production, calculated by the methodology of authors Preininger [8] and Stražil [9].

The following codes for the evaluating parameters were chosen:

Soil-climatic regions: 00 - very warm, very dry, plainly, 01 - warm, very dry, plainly, 02 - sufficiently warm, dry, hilly, 03 - warm, very dry, plainly, continental, 04 - warm, very dry, basin-like, continental, 05 - relatively warm, dry, basin-like, continental, 06 - relatively warm, moderately dry, highland-like, continental, 07 - moderately warm, moderately moist, 08 - moderately cold, moderately moist, 09 - cold, moist, 10 - very cold, moist.

Typological-productivity categories of soils: 01 - the most productive arable soils, 02 - highly productive arable soils, 03 - very productive arable soils, 04 - productive arable soils, 05 - medium productive arable soils, 06 - less productive arable soils, 07 - low productive arable soils, OT1 - medium productive arable soils and very productive grassland, OT2 - medium productive arable soils and medium productive grassland, OT3 - low productive arable soils and less productive grassland.

### **Results and discussion**

Generally, rate of successful spring barley growing is judged by real yields of area unit ( $t \cdot ha^{-1}$ ). This, however, with aspect of unequal real energetic and material inputs into plant production process, can be sometimes

confusing. Nowadays, production potential of our soils is used only at 68 % by barley growing, as resulted from our previous work [11]. Considerable reserves are particularly in

the crop proper distribution within the conditions that are most suitable for it.

Objective results of the rural country categorization for cropping systems can be reached only by analysis of satisfactory quantity of data and parameters. In spite of statistically sufficient number of respondents, in the case of some parameters there are some exceptions in proposed categories that are not exactly in harmony with the scale chosen.

Starting point for formation of soil suitability categories for barley growing was poly-functional analysis of selected pedo-ecological and economical parameters that remarkably affect the crop successful growing. This analysis showed significant dependence of production and economical characteristics on pedo-climatic conditions.

It is obvious that successful growing is influenced also by other factors that are not included in our analysis. For example, actual soil reaction (pH) was not respected in division of suitability zones. Optimum soil reaction for barley is 6.2 – 7.5 [1]. Therefore genetically acid soils were classified as less suitable for growing. Similar principle was used in classifying compacted soils and soils with clayey gleyic horizon. Although barley is considered as a crop with less requirements for soil properties, economical profitability of its growing assumes acceptance of all pedo-climatic factors.

Based on available data and using an inductive method, four regions were identified with respect to suitability for barley growing.

#### **Rural country characteristics with regards to spring barley growing suitability**

**Soil category – very suitable** – covers 20 % of total acreage of farmland. Primarily, soils of Danubian Lowland, Danubian Hilly Land, Chvojnická Hilly Land and East Slovakia Lowland. Main soil types are Chernozems (48 % of the category area), Fluvisols (35 %, the largest area covered by subtype Mollic Fluvisols - 19 %) and Orthic Luvisols (14 %). Soils are texturally medium heavy (79 %), deep (99 %), without soil skeleton (98 %), mostly on the plane (90 %). The category is located within climatic region 00 and 01 (91%). Soil fertility, expressed in 100-point scale, is between 78 and 100 points.

Mean yields were in the level 4.92 t.ha<sup>-1</sup>. Soils with productivity potential is above 4.63 t.ha<sup>-1</sup> were included into this category. Assumption of rational spring barley sowing on ploughed land in this category is up to 25 %. According to typological production categorization of farmland, first five soil production categories (O1 to O5) belong to this category. By spring barley growing, profit above 105 EUR.ha<sup>-1</sup> and profitability rate above 25 % can be attained. Bioenergy produced by barley ranges from 73 to 83 GJ.ha<sup>-1</sup>.

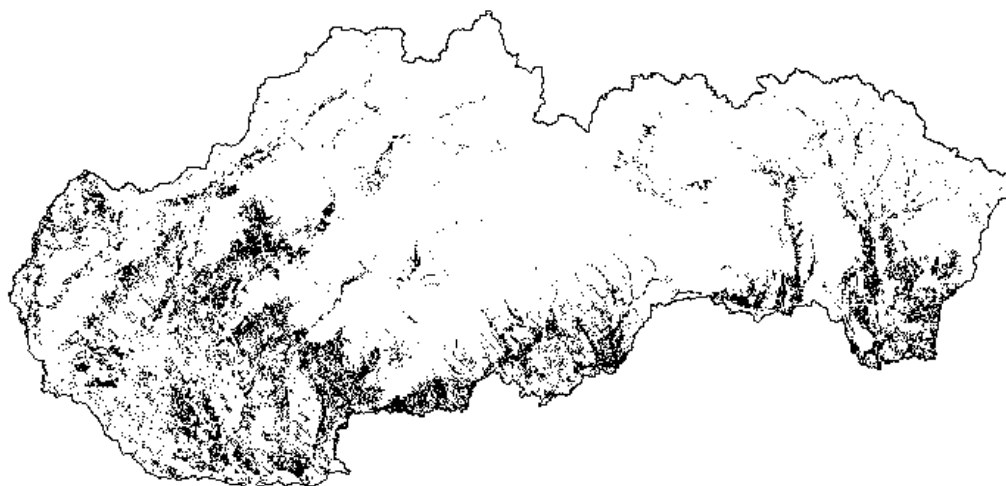


Fig. 1 – Very suitable soils for spring barley growing

**Soil category – suitable soils** – includes approximately 24 % of Slovak farmland. Geographically, majority of these areas belong to Nitra Hilly Land, South-Slovak Basin, Košice Basin, East-Slovak Lowland and marginal parts of Danubian Lowland. Dominant soil types are Fluvisols (45 %, Mollic Fluvisols cover 14 %), Luvisols (25 %) and Regosols (15 %). As for texture, soils are from medium heavy (61 %), without soil skeleton (89 %), deep (93 %), on medium slopes up to 7° (91 %). The region is identical with climatic regions 00 to 05 (94 %, the

highest proportion belongs to the region 01 – 24 %). Soil point value range is 49 – 77 points.

Potential spring barley yields in the region were in the level 3.83 – 4.60 t.ha<sup>-1</sup>, with mean yield 4.19 t.ha<sup>-1</sup>. In cropping system structure, spring barley can reach up to 20 %. According to typological-production Slovak soils division, the categories located here were identified as high productive arable land to low productive fields (O2 to OT3). The profit obtained by this crop can be assumed in the level 43-104 EUR.ha<sup>-1</sup> and profitability rate is presupposed within 15-25 %. Spring barley generates 60-73 GJ.ha<sup>-1</sup> energy

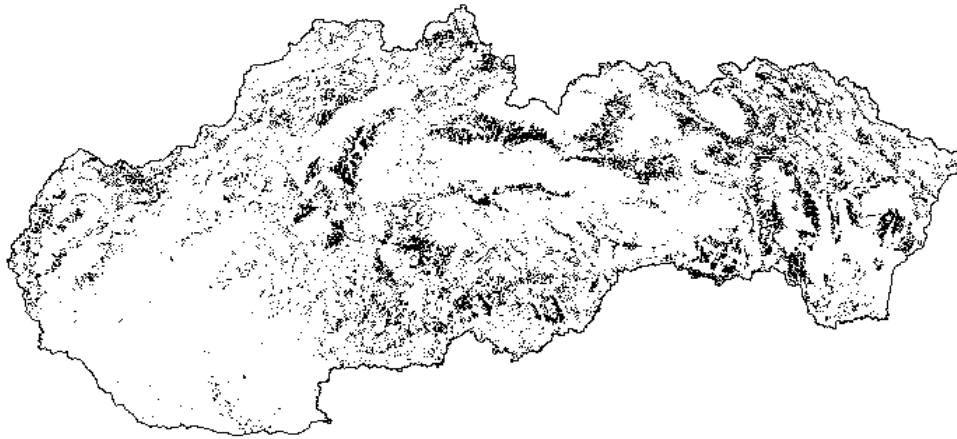


**Fig. 2** – Suitable soils for spring barley growing

**Soil category – low suitable** – covers approximately 24 % of Slovak farmland. It consists of Slovensko-Moravské Karpaty, Borská Lowland, Middle Beskyde, Basin of Turiec, parts of the Southslovakian Basin, parts of Subtatran Basin, Ondavská and Laborecká Highland, Zvolen and Hornád Basin and marginal parts of East-Slovak Lowland. Dominating soil representatives are Cambisols (55 %) and Dystric Planosols (27 %). Texturally soils are ranging from medium heavy (74 %) to heavy (18 %), from deep soils (63 %) to medium deep (35 %), with various stoniness, located on plane (21 %), slopes 3 – 7° (39 %), and slopes 7 – 12° (40 %). In this

category, climatic regions from 05 to 08 (58 % soils) dominate. The soils point value range is 19 – 48 points.

Spring barley ha-yields were ranging 3.01 – 3.80 t.ha<sup>-1</sup>. Mean yield is 3.44 t.ha<sup>-1</sup>. Categories of productive arable land to low productive fields (O4 to OT3) can be found here according to typological production division of Slovak soils. Spring barley growing economical parameters in this category are following: presupposed profit is under 43 EUR.ha<sup>-1</sup>, and profitability rate up to 15 %. 1 ha of spring barley produces 47 to 60 GJ of energy.

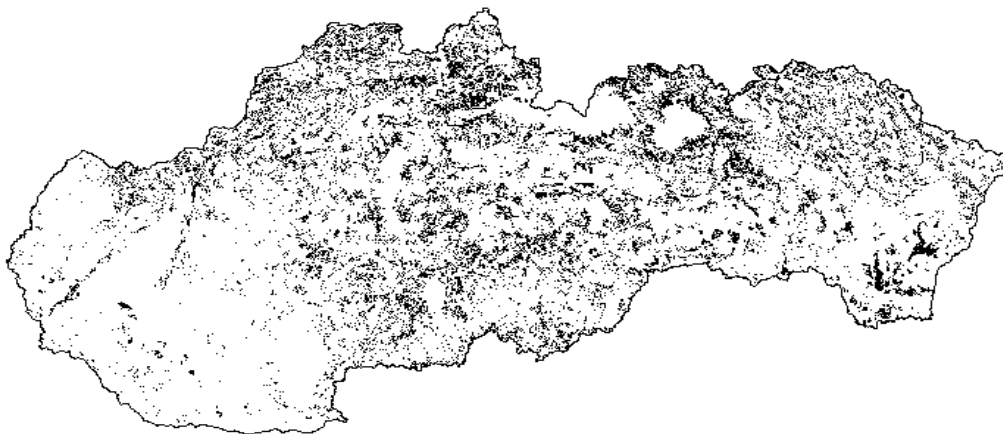


**Fig. 3** – Low suitable soils for spring barley growing

**Soil category – non suitable** – is spread approximately on 32 % of Slovak farmland area. From geographic point of view, it includes particularly Fatra-Tatry region, Eastern Beskyde, Podhůlno-Magurský region, Slovenské Rudohorie and extremely heavy soils of East-Slovak Lowland. From pedological view, soil on slopes above 12°, soils well as heavy, extremely acid, water-logged soils with non beneficial physical and chemical properties can be found here. Dominant soil types are Cambisols (65 %), Rendzinas (11 %) and Haplic Gleysols (7 %). Texturally soils are medium heavy (76 %), with high content of soil skeleton (74 %), shallow (74 %), on slopes 12 –

17° (35 %), on steep slopes above 17° (24 %). Absolutely dominating are climatic regions 07 to 10 (73 %). The soil point value is lower then 19 points.

Hectare-yield level of soils in this category is lower then 2.95 t.ha<sup>-1</sup>. Spring barley should not occur in cropping system structure on arable land of this category. According to typological production categorization of Slovak soils, dominating are soils suitable more or less only for use as permanent grasslands and partially also alternating fields (categories OT and T). In mentioned regions spring barley growing is associated with losses, and thus it is not profitable.



**Fig. 4** – Non suitable soils for spring barley growing

### Conclusion

In comparison with other previously formulated territorial division systems of production regions and zones in Slovakia, this alternative brings more detailed analysis of pedo-climatic conditions of territory (based on BPEJ basic mapping unit) and it associates economical and energetic aspects of the crop growing. Substantial is that the system enables possible detailed area identification of given category for any region of Slovakia by GIS help. It is obvious that in territory identified by this method, further analysis is possible by using other supplementary parameters. Thus,

the method is an open system that does not identify sharp borders of each category, but it creates them more or less mosaic-like based on particular conditions of the crop and site, respectively.

**Acknowledgements.** This work was supported by the Slovak Research and Development Agency under contract No. APVV-15-0406, APVV-0131-11 and the Scientific Grant Agency of the Ministry of Education of the Slovak Republic and the Slovak Academy of Sciences under contract No. VEGA 1/0116/16.

### References

1. Hraško J. Aplikované pôdoznalectvo / J. Hraško, Z. Bedrna // Bratislava, Príroda. – 1988. – 474 s. ISBN 064-170-88.
2. Džatko M. Vypracovanie sústav členenia a hodnotenia agroekosystémov SSR (záver. správa) / M. DŽATKO. – Bratislava : VÚPVR, 1980. – 39 s.
3. Džatko M. Hodnotenie produkčného potenciálu poľnohospodárskych pôd a pôdno-ekologických regiónov Slovenska / M. Džatko. – Bratislava, VÚPOP, 2002. – 88 s. ISBN 80-85361-94-9.
4. Korbíni J. Zóny vhodnosti pestovania hlavných poľnohospodárskych plodín v SSR / J. KORBÍNI, J. FACUNA. – Bratislava, Príroda, 1978. – 111 s. – ISBN 64-223-78.
5. Kováč K. Všeobecná rastlinná výroba / K. Kováč, a kol. – SPU Nitra, 2002. – 335 s. – ISBN 80-8069-136-3.
6. Kromka M. Vplyv predpokladaných klimatických zmien na mineralizáciu pôdnej organickej hmoty / M. Kromka // In: Bull. Slov. meteorol. spoloč. SAV, – roč. 12, 2001. – s. 21-25
7. Linkeš V. Príručka pre používanie máp bonitovaných pôdno-ekologických jednotiek / V. Linkeš, V. Pestún, M. Džatko. – Bratislava, VÚPÚ, 1996. – 43 s. – ISBN 80-85361-19-1.
8. Preininger M. Energetické hodnocení výrobních procesů v rostlinné výrobě / M. Preininger // In: Met. ÚVTIZ, vol. 87, v. 7, 1987. – 29 s.
9. Stražil Z. Bilance energie a efektivity vkladů v zavlažovaných a nezavlažovaných ekosystémech půd (závěr. zpráva) / Z. Stražil. – Praha-Ruzyňe, VÚRV, 1987. – 29 s.
10. Vilček J. Pôdnoekologické parametre usporiadania a využívania poľnohospodárskej krajiny (záver. správa) / J. Vilček. – Bratislava, VÚPOP, 1999. – 113 s.
11. Vilček J. Využívání produkčného potenciálu našich pôd / J. Vilček // In: Naše Pole, č. 5, 2001. – s. 40-41.
12. Lisnyak A. Economic evaluation of selected ecological functions of soils on the example of land in Slovakia / A. Lisnyak, R. Bujnovský, J. Vilček // Вісник ХНАУ. – 2010. – № 5. – С. 197-201.

Надійшла до редколегії 03.10.2016

УДК 628.194:504.75.05:54

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

*Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна*

майдан Свободи, 6, 61022, Харків, Україна

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

### **ОЦІНКА РИЗИКУ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я ЛЮДЕЙ, ОБУМОВЛЕНОГО ВИКОРИСТАННЯМ ЗАБРУДНЕНИХ НАФТОПРОДУКТАМИ ПИТНИХ ВОД ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДИКИ RAIS (US-EPA)**

**Мета.** Оцінки ризику загрози здоров'ю населення, обумовленого використанням забруднених нафтопродуктами питних вод із шахтних колодязів. **Методи.** Використовувалась методика RAIS (US-EPA). **Результати.** Наведено результати оцінки ризику для здоров'я людей при використанні питної води із шахтних колодязів, в якій виявлено забруднення нафтопродуктами. Для розрахунку ризику використано результати вимірювання вмісту нафтопродуктів у питній воді, яка відбиралась із шахтних колодязів у 2015 р. при обстеженні басейну р. Сів. Донець у межах Балакліївського, Чугуївського та Ізюмського районів Харківської області. **Висновки.** Найбільш чутливі до забруднювача діти; найбільша тяжкість впливу фіксується при тривалому дермальному контакті. Найвищий рівень ризику виникнення хронічних ефектів спостерігається в с. Андріївка Балакліївського району і в с. Стара Гнилиця Чугуївського району.

**Ключові слова:** підземна вода, шахтні колодязі, питна вода, нафтопродукти, здоров'я населення, оцінка ризику

**Krainiukov O. M., Yakusheva A. V.**

*V. N. Karazin Kharkiv National University*

### **HEALTH RISK ASSESSMENT ON THE USE OF OIL-CONTAMINATED DRINKING WATER BY MEANS OF METHOD RAIS (US-EPA)**

**Purpose.** The risk assessment for human health using petroleum contaminated drinking water from mine wells. **Methods.** Methods RAIS (US-EPA). **Results.** There are results of the risk assessment for human health using petroleum contaminated drinking water from mine wells. For the calculation of risk measurement results used oil content in the water which is taken away from the mine wells in 2015 when examining basin of Siv.Donets within Balakliyivskiy, Chuguevskiy and Izyumskiy districts (Kharkiv region). To solve this problem we used technique RAIS (US-EPA). **Conclusions.** The most sensitive to the pollutant children; greatest gravity of prolonged exposure is fixed dermal contact. The highest risk of chronic effects observed with village Andriyivka Balakliyivskiy district and in the village Stara Hnylycia Chuguevskiy district.

**Keywords:** underground water, mine wells, drinking water, oil, health, risk assessment

**Крайнюков А. Н., Якушева А. В.**

*Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина*

### **ОЦЕНКА РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ЛЮДЕЙ, ОБУСЛОВЛЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗАГРЯЗНЕННЫХ НЕФТЕПРОДУКТАМИ ПИТЬЕВЫХ ВОД С ПОМОЩЬЮ МЕТОДИКИ RAIS (US-EPA)**

**Цель.** Оценки риска угрозы здоровью населения, обусловленного использованием загрязненных нефтепродуктами питьевых вод из шахтных колодцев. **Методы.** Методика RAIS (US-EPA). **Результаты.** Приведены результаты оценки риска для здоровья людей при использовании питьевой воды из шахтных колодцев, в которой обнаружено загрязнение нефтепродуктами. Для расчета риска использованы результаты измерения содержания нефтепродуктов в воде, которая отбиралась из шахтных колодцев в 2015 г. при обследовании бассейна р. Сев. Донец в пределах Балаклеевского, Чугуевского и Изюмского районов Харьковской области. **Выводы.** Наиболее чувствительны к загрязнителям дети, а самая высокая степень воздействия фиксируется при длительном дермальном контакте. Самый высокий уровень риска возникновения хронических эффектов наблюдается в с. Андреевка Балаклеевского района и в с. Старая Гнилиця Чугуевского района.

**Ключевые слова:** подземная вода, шахтные колодцы, питьевая вода, нефтепродукты, здоровье населения, оценка риска

### Вступ

**Постановка проблеми.** Оцінка ризику являє собою процес, за допомогою якого нормативні та наукові принципи застосовуються на систематичній основі для того, щоб описати небезпеки, пов'язаної з впливом на людину хімічних речовин. Інформація, представлена в оцінці ризику може потім використовуватися для регулювання використання цієї речовини, або не може, в залежності від політичних, соціальних, економічних і технічних міркувань в процесі управління ризиками.

Оцінка хімічного ризику здійснюється багатьма національними та міжнародними організаціями, серед яких головну керуючу роль відіграють такі, як Всесвітня організація охорони здоров'я (WHO), зокрема в рамках Міжнародної програми з хімічної безпеки (IPCS), Організація економічного співробітництва і розвитку (OECD), Агентство з охорони навколишнього середовища США (US EPA), Європейська агенція довкілля (EU EEA).

За останні десятиліття національні і міжнародні організації та програми зіткнулися з проблемою непорозуміння щодо термінів, які використовуються при оцінці небезпеки/ небезпеки хімічних речовин. Основною причиною є неузгодженість на міжнародному рівні глосарію хімічної небезпеки/точки зору оцінки ризику майже кожної окремої організації, тому що кожна організація розроблює його під себе.

Вищою міжнародною організацією, яка спеціалізується у сфері хімічної оцінки ризику є Організація об'єднаних націй (UN). Діяльність з оцінки ризиків ООН здійснюється через ряд спеціалізованих установ, однією з яких є Всесвітня організація охорони здоров'я.

Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) є спеціалізованою установою ООН в галузі охорони здоров'я. Вона була створена в 1948 р. Її метою є «досягнення всіма людьми максимально можливого рівня здоров'я», яке визначається в статуті ВООЗ як «стан повного фізичного, психічного і соціального благополуччя», а не тільки як відсутність хвороб і фізичних дефектів. ВООЗ регулює діяльність держав ООН в межах

своїх уповноважень через Всесвітню асамблею охорони здоров'я, яка складається з представників держав ВООЗ (WHO) [6].

Міжнародна програма з хімічної безпеки (IPCS) була прийнята на конференції Організації Об'єднаних Націй з проблем навколишнього середовища (1972). Вона являє собою результат співробітництва між Програмою Організації Об'єднаних Націй з навколишнього середовища (UNEP), ВООЗ і Міжнародної організації праці (ILO). Головним завданням цієї програми є оцінка хімічних ризиків для здоров'я людини, розробка та узгодження науково обґрунтованих методів оцінки небезпечності хімічних речовин. IPCS функціонує у співпраці з національними урядами, неурядовими організаціями (наприклад, з Організацією економічного співробітництва та розвитку (OECD)) [1].

Агентство з охорони навколишнього середовища США (US-EPA) було створено в 1970 році. USEPA відповідальне за регулювання хімічних речовин в повітрі, воді та в ґрунті.

При підтримці US-EPA існує інтегрована інформаційна система про ризики (IRIS). Дана система представляє собою електронну базу даних, яка містить інформацію про вплив різних хімічних речовин на навколишнє середовище, здоров'я людини. IRIS була спочатку розроблена для персоналу US-EPA у відповідь на зростаючий попит у системній інформації про хімічні речовини для проведення оцінки ризиків та подальшого прийняття рішення. Інформація, що міститься в IRIS не потребує серйозних знань з токсикології, достатньо знань з медичних наук.

В інструкціях US-EPA з оцінки ризику, пов'язаного з хімічними речовинами, що мають вплив на навколишнє середовище і здоров'я людини, для науковців та зацікавленої громадськості викладені рекомендовані основні принципи цієї процедури. Взагалі, початковий набір з п'яти інструкцій з оцінки ризику був опублікований на основі рекомендацій Національної академії наук в 1986 році. Сьогодні ж US-EPA продовжує й надалі переглядати й доповнювати свої рекомендації на основі сучасних керівних

принципах щодо наукового розуміння еволюції ризиків.

В Україні нормативна, методична база для розрахунку ризиків спирається на вже існуючі затверджені системи оцінки US-EPA [3].

Відставання України від розвинених країн за показниками середньої тривалості життя і високої смертності значною мірою пов'язане із споживанням неякісної питної води. Близько 80% питного водопостачання в Україні здійснюється з поверхневих водних об'єктів, в яких вода за гідрохімічними індексами забрудненості має III-IV клас якості – вода помірно забруднена і забруднена [8].

### **Методика дослідження**

Дати оцінку ризику є досить складним завданням, це, у першу чергу, обумовлено складністю фізичних і екологічних систем навколо нас, а також ряду подій, які можуть відбутися (наприклад, стихійні лиха, поширення небезпечних речовин тощо). Постійна поява нових хімічних речовин у середовищі потребує моніторингу, з метою ідентифікації загрози, яка виникає, а також для прийняття своєчасних заходів.

Оцінка ризику для здоров'я доволі складна за своєю суттю. Це пояснюється ще й тим, що при оцінці ризиків, ми маємо справу з ймовірністю подій, які ще не відбулися.

На території Балакліївського, Зміївського, Чугуївського та Ізюмського районів Харківської області в межах басейну р. Сів. Донець розташована велика кількість родовищ і діючих свердловин з видобування нафти, природного газу і конденсату, підприємств з комплексної підготовки та переробки вуглеводневої сировини, які потребують інтенсивного водозабезпечення. За своїми функціональними і технологічними особливостями ці підприємства є потенційними джерелами забруднення природного середовища нафтопродуктами.

На основі проведених польових та експериментальних досліджень, одним із базових факторів негативного впливу на стан компонентів екосистеми басейну р. Сів. Донець визначено забруднення нафто-

забруднення нафтопродуктами (НП) навколишнього середовища стало однією з гострих проблем сучасності України. Значна кількість НП регулярно потрапляє у поверхневі та підземні води. Забрудненість джерел питного водопостачання НП обумовлює погіршення її якості, створює серйозну загрозу для здоров'я населення, збільшує ризик дії на організм.

**Метою роботи** є визначення оцінки ризику загрози здоров'ю населення, обумовленого використанням забруднених нафтопродуктами питних вод із шахтних колодязів у межах досліджуваної території, з використанням методики RAIS (US-EPA) [3].

продуктами. З метою оцінки ризику загрози здоров'ю населення, обумовленого використанням забруднених нафтопродуктами питних вод із шахтних колодязів у межах досліджуваної території, використовувалась методика RAIS (US-EPA).

Серед широкого спектру баз даних, які володіють інформацією про токсичність сполук, які можуть бути знайдені в воді, інформаційна система оцінки ризику RAIS (US-EPA) і рекомендації WHO є найбільш використовуваними у світі.

При підтримці Департаменту енергетики США та інших державних організацій (URS | CH2M Oak Ridge LLC (UCOR)) RAIS започаткована ще у 1996 році і має новіші бази даних і інструменти. Сервер розташований в Національній лабораторії Oak Ridge [4].

Характеристика ризику вірогідності розвитку хронічних ефектів здійснювалася шляхом порівняння фактичних рівнів експозиції з безпечними (референтними) рівнями впливу з визначенням коефіцієнта небезпеки (HQ). Враховувалися такі шляхи надходження нафтопродуктів в організм людини: пероральний, дермальний, інгаляційний. Коефіцієнт небезпеки розраховували за умов тривалого впливу хімічної речовини для двох вікових груп населення згідно методики (дитячий організм і дорослий організм) [3].



**Результати дослідження**

У дослідженні ризику загрози здоров'ю людей використано дані вимірювання вмісту нафтопродуктів у питній воді, яка відбиралась із шахтних колодязів у 2015р. при обстеженні басейну р. Сів. Донець у межах Балакліївського, Чугуївського та Ізюмського районів Харківської області. Для розрахунку бралися стандартні дані за відсутності специфічних для досліджуваної популяції дескрипторів експозиції.

Дитячий організм, у зв'язку з безперервним ростом і розвитком, наявністю критичних вікових періодів з функціонально незрілістю тканин і систем, особливо чутливий до впливу складного комплексу

факторів навколишнього середовища, зокрема до нафтопродуктів. Несприятливий екологічний вплив веде до перебудови метаболічних процесів дитячого організму, що в подальшому може призводити до формування різних патологічних станів.

Згідно методики RAIS [4], ризик виникнення несприятливих хронічних ефектів серед дитячого населення представлений на рис. 1.

Отже, найвищий рівень ризику виникнення хронічних ефектів спостерігається в с. Андріївка (вул. Серого, 81) Балакліївського району (0,00144 ум. од.) і в с.

**Значення коефіцієнту небезпеки (HQ) серед дитячого населення**

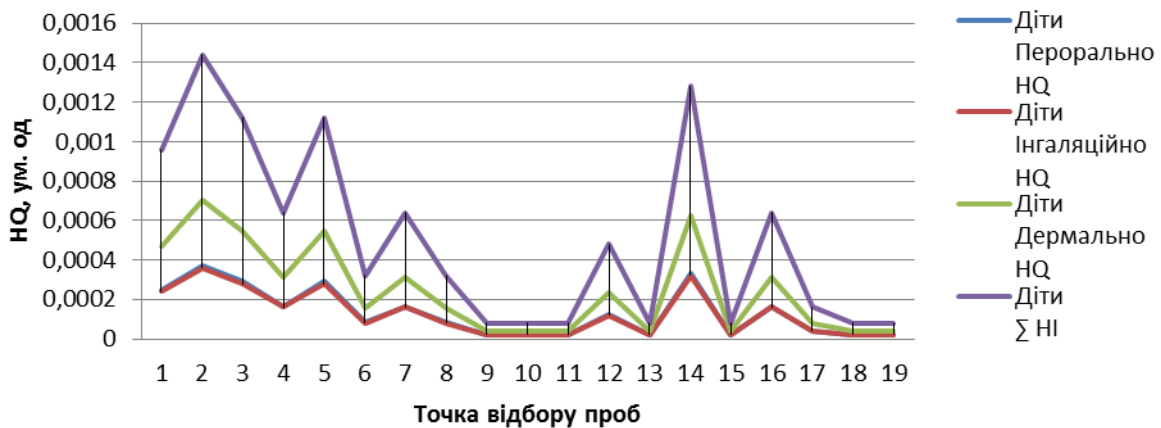


Рис. 1 – Значення коефіцієнту небезпеки (HQ) серед дитячого населення

**Значення коефіцієнту небезпеки (HQ) серед дорослого населення**



Рис. 2 – Значення коефіцієнту небезпеки (HQ) серед дорослого населення

Стара Гнилиця (вул. Східна, 31) Чугуївського району (0,00128 ум. од.), гостре отруєння відсутнє. Найбільший коефіцієнт небезпеки характерний при кожному контакті, інгаляційний і пероральний шлях надходження нафтопродуктів - на одному рівні.

Результати розрахунку ризику виникнення несприятливих хронічних ефектів серед дорослого населення представлений на рис. 2.

Серед дорослого населення (рис. 2) найвищий рівень ризику виникнення хронічних ефектів спостерігається в с. Андріївка (вул. Серого, 81) Балакліївського району (0,000818 ум. од.) і в с. Стара Гнилиця (вул. Східна, 31) Чугуївського району (0,000935 ум. од.), гостре отруєння відсутнє. Найбі-

льший коефіцієнт небезпеки фіксується при потраплянні нафтопродуктів в організм перорально.

Значення коефіцієнтів небезпеки серед дітей та дорослого населення різняться. Найбільш чутливою групою є діти. Дитяче населення більш уразливо при тривалому впливі нафтопродуктів, зокрема при дермальному контакті з забруднювачем, інгаляційний та пероральний шлях має майже однакову тяжкість впливу. Дермальний шлях надходження нафтопродуктів для дорослих, виявилось, також має найбільший рівень впливу, дещо нижчий коефіцієнт небезпеки зафіксований для інгаляційного та перорального шляхів.

### Висновки

Сьогодні у світі існує безліч підходів до визначення ризиків, проте усі вони мають бути підпорядковані згідно національних та світових норм та стандартів.

Досвід Агентства з охорони навколишнього середовища США (US-EPA) [5] у сфері оцінки ризику впливу на здоров'я населення забруднюючих речовин є одним із вагомих у світі. На основі досліджень цієї організації базується й оцінка ризиків в Україні.

З використанням методики RAIS (US-EPA) [3] дана оцінка здоров'ю населення, обумовленого використанням забруднених нафтопродуктами питних вод із шахтних колодязів на території Балакліївського, Зміївського, Чугуївського та Ізюмського районів Харківської області в межах басейну р. Сів. Донець

У результаті проведення оцінки виявилось:

1) найбільш чутливі до забруднювача діти;

2) найбільша тяжкість впливу фіксується при тривалому дермальному контакті.

Найвищий рівень ризику виникнення хронічних ефектів спостерігається в с. Андріївка Балакліївського району і в с. Стара Гнилиця Чугуївського району.

Методика RAIS (US-EPA) [4] доволі проста у використанні, тому що є автоматизованою системою. Для використання її в Україні з метою отримання більш результативних точніших відповідей на запитання потрібен перегляд факторів експозиції, який би відображав середньостатистичні фізіологічні дані серед різних вікових груп населення безпосередньо нашої країни (наприклад, вага, коефіцієнт поглинання, тривалість проживання в залежності від віку та статі тощо).

### Література

1. International Programme on Chemical Safety [Електронний ресурс] – URL: <http://www.who.int/ipcs/en/>

2. R. Pool and E. Rusch Identifying and Reducing Environmental Health Risks of Chemicals in Our Society: Workshop Summary / Pool R., Rusch E. – Washington: Institute of medicine, The National Academies Press, 2014. С. 180.

3. Risk Characterization Handbook [Електронний ресурс] – URL: <https://www.epa.gov/risk/risk-characterization-handbook>

4. The Risk Assessment Information System (RAIS) [Електронний ресурс] – URL: <https://rais.ornl.gov/>

5. U.S. EPA (Environmental Protection Agency). (2011) Exposure factors handbook: 2011 edition. Na-

tional Center for Environmental Assessment, Washington, DC; EPA/600/R-09/052F: <http://www.epa.gov/ncea/efh>. P. 1466.

6. WHO Guidelines for drinking-water quality (4th ed.) World Health Organization, Geneva, Switzerland (2011)/URL :[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/2011/dwq\\_guidelines/en](http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/2011/dwq_guidelines/en)

7. Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря: методичні рекомендації / МОЗ: наказ №184 від 13.04.2007 р. К., 2007. 28 с.

8. Хвесик М.А., Яроцька О.В. Управління водними ресурсами України. К.: РВПС НАН України, 2004.–52с. Надійшла 23.10.2016

УДК 379.85

**Т. А. САФРАНОВ**, д-р г.-м. наук, проф., **Л. М. ПОЛЕТАЄВА**, канд. геогр. наук, доц.  
*Одеський державний екологічний університет*  
вул. Львівська, 15, м. Одеса, 65016  
e-mail: safranov@ukr.net, l.poletayeva@mail.ru

## ПРОБЛЕМА ЕКОЛОГІЗАЦІЇ РЕКРЕАЦІЙНО-ТУРИСТИЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В УКРАЇНІ

**Мета.** Оцінка впливу рекреаційно-туристичної діяльності на стан навколишнього середовища, а також спроба проведення аналізу основних підходів до екологізації цієї діяльності в ряді країн та в Україні. **Методи.** Огляд та аналіз опублікованих матеріалів. **Результати.** Проаналізовані дані щодо впливу рекреаційно-туристичної діяльності на стан навколишнього середовища. Дана оцінка основних підходів до організації екологічно орієнтованих форм рекреаційно-туристичної діяльності. На основі зарубіжного досвіду впровадження екологічних принципів розвитку рекреаційно-туристичної діяльності надаються рекомендації щодо екологізації окремих складових індустрії туризму (рекреації) в Україні. **Висновки.** В Україні слід на практиці створити такі умови, щоб використання технологій і методів мінімізації забруднення довкілля стало вкрай вигідним для організаторів рекреаційно-туристичної діяльності, природоохоронних органів, туристів (рекреантів) та місцевого населення; необхідно здійснювати екологізацію рекреаційно-туристичної діяльності з урахуванням досвіду, напрацьованого в ряді розвинених країн світу.

**Ключові слова:** рекреаційно-туристична діяльність, екологізація, екологічний туризм

**Safranov T. A., Poletayeva L. N.**  
*Odessa State Environmental University*

## THE ISSUES WITH AN ECO-FRIENDLY APPROACH FOR IMPLEMENTATION TO THE RECREATION AND TOURISM ACTIVITIES IN UKRAINE

**Purpose.** Assessing the impact of recreational and tourism activities on the environment, the analysis of the main approaches to the greening of this activity in some countries and in Ukraine. **Methods.** A review and analysis of published materials. **Results.** The impact of the recreation-tourism activity on environmental conditions is analyzed. Approaches to the formation of ecology oriented types for this sort of activity are evaluated. Recommendations for developing of the sustainable environmental resource management of the recreation-tourism activity in Ukraine are proposed on the base of the international experience obtained from the implementation of ecological concepts for tourism and recreation zones. **Conclusions.** In Ukraine, the need to practice to create such conditions that the use of technologies and practices to minimize pollution of the environment has become extremely profitable for the organizers of the recreational-tourism activities, environmental authorities, tourists (recreants) and the local population; necessary to carry out the greening of recreational and tourist activities based on the experience and developments in a some developed countries.

**Keywords:** recreation-tourism activity, greening, ecological (green) tourism

**Сафранов Т. А., Полетаева Л. Н.**  
*Одесский государственный экологический институт*

## ПРОБЛЕМА ЭКОЛОГИЗАЦИИ РЕКРЕАЦИОННО-ТУРИСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В УКРАИНЕ

**Цель.** Оценка влияния рекреационно-туристической деятельности на состояние окружающей среды, а также анализ основных подходов к экологизации этой деятельности в ряде стран и в Украине. **Методы.** Обзор и анализ опубликованных материалов. **Результаты.** Проанализированы данные относительно влияния рекреационно-туристической деятельности на состояние окружающей среды. Дана оценка основных подходов к организации экологически ориентированных форм рекреационно-туристической деятельности. На основе зарубежного опыта внедрения экологических принципов развития рекреационно-туристической деятельности даны рекомендации по экологизации отдельных составляющих индустрии туризма (рекреации) в Украине. **Выводы.** В Украине нужно на практике создать такие условия, чтобы использование технологий и методов минимизации загрязнения окружающей среды стало крайне выгодным

для организаторов рекреационно-туристической деятельности, природоохранных органов, туристов (рекреантов) и местного населения; необходимо осуществлять экологизацию рекреационно-туристической деятельности с учетом опыта и наработок в ряде развитых стран мира.

**Ключевые слова:** рекреационно-туристическая деятельность, экологизация, экологический туризм

### **Вступ**

У 1996 р. Всесвітньою туристичною організацією, Всесвітньою радою з подорожей і туризму, організацією «Зелений світ» була розроблена концепція сталого розвитку туризму в XXI столітті («*Agenda 21 for travel and tourism industry*»). Вона була адресована національним адміністраціям з туризму, туристським, торговим організаціям, а також споживачам туристських послуг. У «Порядку денному 21 для індустрії туризму і подорожей» – всебічній програмі дій, прийнятій 182 урядами на Конференції ООН з навколишнього середовища і розвитку (UNCED) 14.06.1992 р., для туристських компаній були сформульовані 10 завдань: мінімізація, повторне використання та рециркуляція процесу використання природних туристських ресурсів; збереження і управління використовуваною енергією; управління ресурсами прісної води; управління стічними водами; управління небезпечними речовинами; управління транспортом і транспортуванням; планування і управління використанням землі; залучення працівників, клієнтів, місцевих жителів до вирішення проблем навколишнього середовища; розроблення проектів сталого розвитку; партнерство в ім'я життєздатного розвитку.

Під сталим розвитком розуміється процес, що відбувається без нанесення шкоди рекреаційно-туристським ресурсам. Це досягається таким управлінням ресурсами, при якому вони можуть відновлюватися з тією ж швидкістю, з якою використовуються, або переходом з повільно відновлюваних ресурсів до швидко поновлюваних. Рекреація – система заходів, пов'язаних з використанням вільного часу людини для її оздоро-

влення, а також культурно-пізнавальною та спортивною діяльністю поза межами постійного місця проживання. Туризм – це специфічна форма активного відпочинку, що має культурно-виховне, науково-пізнавальне, спортивно-оздоровче значення; сукупність відносин і явищ, які виникають у процесі подорожі та перебування людей поза межами їх постійного місця проживання з метою відпочинку, ознайомлення з НПС, лікування, участі в наукових, культурних, ділових зустрічах та ін. [1]. Згідно Закону України «Про туризм» (15.09.1995 № 324/95-ВР зі змінами), туризм – тимчасовий виїзд особи за межі місця проживання в оздоровчих, пізнавальних, професійно-ділових чи інших цілях без здійснення оплачуваної діяльності в місці, куди особа відїжджає. Відміни меж поняттями «рекреація» і «туризм» досить умовні, а тому словосполучення «рекреаційно-туристична діяльність» (РТД), яка ґрунтується на рекреаційно-туристичних ресурсах, широко використовується у літературі.

*Метою* даного дослідження є оцінка впливу рекреаційно-туристичної діяльності на стан навколишнього середовища, а також спроба проведення аналізу основних підходів до екологізації цієї діяльності в ряді країн та в Україні.

В основу роботи покладений огляд опублікованих матеріалів щодо впливу РТД на стан навколишнього середовища, а також взяті до уваги підходи по мінімізації негативних наслідків цієї діяльності шляхом впровадження екологічно орієнтованих форм РТД та екологізації масових форм рекреації (туризму).

### **Результати дослідження та їх аналіз**

Відомо, що рекреація і туризм є важливими складовими економіки багатьох країн, але при РТД неминує відбуватися змінення навколишнього природного середовища (НПС). При цьому негативні зміни переважають, завдаючи йому значні і все

зростаючі збитки. Вплив РТД на НПС може бути прямим, непрямим і спонукальним, а також позитивним і негативним. РТД не може розвиватися без взаємодії з НПС, однак за умови управління розвитком РТД і чіткого планування можливо зменшити

негативний вплив і збільшити позитивний. Негативна складова РТД позначається, насамперед, на природних багатствах країн або районів масового відпочинку і подорожей. Особливу привабливість для туристів мають незаймані природні ландшафти, куточки дикої природи. Ось чому важливе значення має розвиток РТД на особливо охоронюваних природних територіях (ООПТ) [2]. На туристичний сектор економіки припадає 5% глобального ВВП, кожний 12-й чоловік у світі працює в цій галузі. РТД особливо чутлива до кліматичного фактору, оскільки останній визначає протяжність і сприятливість рекреаційно-туристичних сезонів. РТД не тільки потерпає від кліматичних змін, але й також однією з причин глобального потепління, відповідаючи приблизно за 5% емісії  $CO_2$  (2% припадає на авіаційні перельоти, 1,7% – на наземний транспорт, 1% – на готельне господарство) [3]. Згідно з висновками експертів ВТО і Програми ООН з навколишнього середовища, сценарій розвитку територій за програмою «зелених інвестицій», дозволить до 2050 р. скоротити енергоспоживання в туристській сфері на 44%, а емісію  $CO_2$  на 52%. Досягати такого ефекту можливо, використовуючи комбінацію заходів, серед яких: техно-логічні інновації, перехід до екологічного транспорту і ефективний енергетичний та екологічний менеджмент в готельно-ресторанній сфері.

З одного боку, розвиток РТД в багатьох частинах світу став потужним стимулом для охорони рідкісних видів флори та фауни і унікальних екосистем, адже природний туризм – це одна з небагатьох форм економічної діяльності, що не передбачає вилучення об'єктів живої природи (за винятком мисливського та рибальського туризму). Але без належного контролю та управління успіхи в розвитку природного туризму можуть швидко обернутися «зворотним боком». Значне збільшення числа прихильників природного туризму створило цілий комплекс проблем. Надмірний і неконтрольований потік туристів нерідко є причиною деградації НПС, зниження біологічного та культурного розмаїття. Негативні наслідки від туризму можуть поширювати-

ся і за межі ООПТ, зачіпаючи інтереси навколишніх поселень.

Негативні аспекти розвитку РТД в ООПТ більш широко відомі, ніж позитивні. Збільшення числа рекреантів (туристів), нерациональне використання природних ресурсів, будівництво готелів, а також інші види діяльності, пов'язані з РТД, певним чином впливають на НПС. Такі дії умовно поділяють на дві категорії: прямі і непрямі. Прямий вплив обумовлений безпосередньою присутністю і діяльністю рекреантів (туристів), непрямий вплив – використовуваними для забезпечення РТД транспортом і інфраструктурою. Один із найбільш докладних описів негативних ефектів природної РТД представлений в роботі *Гектора Цебаллос-Ласкурейна* [4], який виділяє такі впливи: на геологічне середовище, ґрунти, водні ресурси, рослинність, тварин; на зміну санітарних умов; зміну естетичних особливостей ландшафту; вплив на культурне середовище.

Особливо слід підкреслити, що якщо РТД завдає шкоди довкіллю, то вона не є екологічно орієнтованою. Фактично, істинно екологічно орієнтована РТД є одним із потужніших засобів охорони НПС, завдання якої – запобігти можливих негативних наслідків впливу на природне середовище від подорожей і максимально збільшити їх переваги. А щоб зменшити ступінь небажаного впливу РТД слід поступово здійснювати екологізацію всіх його складових, а також активніше популяризувати і впроваджувати екологічний туризм.

Екологізація РТД – це процес, що базується на засадах впровадження ідей по збереженню природного та історико-культурного середовища. Основна мета екологізації РТД полягає у зведенні до мінімуму негативного впливу туристичної діяльності на процеси кругообігу речовин і енергії в природі, зменшенні рекреаційного навантаження на туристичні об'єкти [5].

Екологічний туризм (ЕТ) – це різновид природного туризму, що об'єднує людей, які подорожують з науково-пізнавальними цілями [6]. Всесвітня туристична організація дає наступне визначення ЕТ: «екологічний туризм – це туризм в незай-

мані куточки природи». Більш влучним є визначення, зроблене Суспільством екотуризму США: «екотуризм – це будь-які види туризму та рекреації в природі, які не завдають шкоди природним комплексам, сприяють охороні природи і поліпшенню добробуту місцевого населення». ЕТ передбачає подорожі, головний сенс яких – знайомство з живою природою, з місцевими звичаями і культурою; зведення до мінімуму нега-тивних наслідків екологічного та соціально-культурного характеру, підтримання екологічної сталості середовища; сприяння охороні природи та місцевого соціокультурного осередку; сприяння екологічній освіті та просвітницькій роботі; участь місцевих жителів в отриманні доходів від туристської діяльності, що створює для них економічні стимули до збереження природи; зростання економічної ефективності і внесок у стійкий розвиток відвідуваних регіонів.

Концепція ЕТ може складатися із таких базових принципів [7]: мінімізації негативного впливу (природна і соціокультурна сумісність як фундаментальна умова, контроль та участь з боку місцевих громад, рівноправний доступ до природних ресурсів, дотримання гранично допустимих рекреаційних навантажень); посилення і широкого охоплення (створення фінансових, економічних і соціально-культурних переваг для територій, що охороняються, і місцевого населення); підвищення природоохоронної, екологічної і культурної свідомості, поширення екологічної просвітницької роботи, культивування поваги до звичаїв і традиційного укладу місцевих спільнот, обміну досвідом.

Весь спектр видів ЕТ доцільно поділити на два його основних типи: 1) в межах ООПТ, коли розробка і проведення таких турів є класичним напрямком в ЕТ; 2) поза межами ООПТ, який складається із багатьох видів екологічно орієнтованого туризму [8].

Пропонується виділяти три основні напрямки ЕТ: 1) класичний природний, головним об'єктом якого є дика природа, яка, практично, не зазнає антропогенного впливу; 2) рекреаційний, головним об'єктом якого є видозмінені людиною території та території з вторинною квазіприродою,

але відносно екологічно сприятливою для цілей рекреації та туризму; 3) соціально-культурний, суть якого полягає в ознайомленні і вивченні (без будь-якого втручання) туристами культури, звичаїв, способу життя, вірувань, особливостей взаємодії місцевого населення [9].

Розвиток РТД в заповідниках і національних парках ґрунтується на декількох ключових принципах [7, 10]: 1) дотриманні основ заповідної справи (ЕТ повинен базуватися на головних досягненнях заповідної науки і практики і не вступати з нею в протиріччя); 2) вибірковості (не для кожного заповідника та національного парку розвиток ЕТ виправданий і рентабельний; рішення про розвиток такої діяльності в конкретному заповіднику (національному парку), повинен базуватися на експертному аналізі. Так, наприклад, для заповідників і національних парків зовсім неприйнятні масові види туризму, і потік туристів в цих місцях повинен обмежуватися і ретельно регулюватися, а також визначати оптимальну категорію відвідувачів); 3) спиранні на регіональні пам'ятки (для розвитку ЕТ повинні використовуватися буферні зони заповідників, національних парків, а також суміжні території; заповідники і національні парки будуть отримувати дохід, виступаючи в якості організаторів програм ЕТ на місцях і надаючи відвідувачам різного роду послуги); 4) спеціалізації і кооперації (РТД здійснюється на методичній базі заповідників і національних парків, в тісній кооперації з їх науковими та еколого-просвітницькими відділами; при цьому, організація екскурсій і підбір рекреантів здійснюється через мережу спеціалізованих турагентств і туроператорів); 5) економічна складова не є пріоритетом (отримання доходів від РТД не є основною метою ЕТ в заповідниках і національних парках); 6) рентабельності (незважаючи на те, що стаття доходу не є першорядною, цей вид діяльності не повинен бути збитковим для заповідників та національних парків). До економічного принципу слід віднести також затрати на створення необхідної інфраструктури для проведення ЕТ (дороги, організовані стоянки з джерелами питної води, туалетами, місцями відпочинку зі збором побутового сміття та ін.).

Храбовченко В. В. [11] рекомендує такі основні принципи екологізації РТД:

– для приготування їжі краще використовувати як паливо газ або бензин, оскільки застосовувати дров'яного палива (хмизу, сухостою) є втручанням в природні процеси і сприяє утворенню продуктів горіння (відходів), а також часто стає причиною лісових пожеж. Крім того, це є витратною процедурою (часу і сил на пошуки дров, розпалювання, чищення посуду від нагару тощо). Крім того, слід уникати повторного розігріву страв, що значно погіршує їх смак і призводить до зайвої витрати палива. Рекомендується посуд з готовою їжею загорнути в спальний мішок аби створити теплоізоляційне середовище. Складаючи меню, більше уваги потрібно акцентувати на салатах і стравах швидкого приготування, що безперечно корисно для людини і не завдає шкоди природі (рослинні відходи утилізуються краще тваринної їжі);

- прання білизни та миття посуду також традиційно продукують відходи, що забруднюють ґрунт і воду. Необхідно мінімізувати використання гарячої води для миття посуду. Доцільно відмовитись від використання одноразового посуду, а краще практикувати вжитку різнобарвний пластиковий багаторазовий посуд, який бажано видавати туристам на початку туру. Під час прання і миття посуду слід використовувати безфосфатні екологічні засоби (з маркуванням *NP*) або такі, що містять фосфор в малій кількості. Прати і мити посуд рекомендується на відстані не менше за 50 м від найближчих водних об'єктів (струмка, озера, річки і т.ін.). Брудну воду слід розприскати по землі, аби вона інфільтрувалась. Це дозволить зменшити потрапляння у водні об'єкти біогенів, що сприяють процесам їх евтрофікації;

– будівництво притулків, готелів, об'єднаних таборів і бівуаків вимагає застосування технологій, які б мінімізували втрати тепла і були запорукою ефективного використання енергії. Необхідно широко застосовувати сучасні теплоізоляційні матеріали. У випадку з наметовими таборами і бівуаками слід було б передбачити спорудження вітрозахисних стінок. Ці заходи дадуть економію енергії, палива і підвищать комфортні умови для прийому туристів.

Вітрянні будиночки (хатин), горішні балкони готелів і тамбури наметів – ефективний і популярний серед туристів засіб регулювання температури в приміщеннях. Втрати тепла через вікна в 10 разів переважають втрати через стіни. Ось чому подвійні віконні рами обов'язкові для гірських готелів і хатин. Завіси і штори на вікнах відіграють роль вибивачів тепла в холодну погоду і уповільнюють проникнення прямих сонячних променів в спеку. Розташування вікон і дверей слід співвідносити з переважаючими напрямками місцевих вітрів (гірсько-долинними, фенами, бризами і т. д.), інакше як уникнути протягів, розбитого скла і втрат тепла. Необхідно ширше уживати нетрадиційні природні джерела енергії (сонячні промені, вітер, термальні води, тощо). Найбільш економними для освітлення приміщень є флуоресцентні лампи, що працюють на батареях. Щодо ефективності, то слід за ними стояти газові і гасові лампи. В будинках слід відмовитись від центрального опалення, оскільки немає необхідності в обігріві всіх приміщень будівлі одночасно. В таких випадках добре зарекомендували себе автономні обігрівачі, різні модифікації термостатів, таймери нагрівання. Це забезпечує індивідуальне опалення кожної зони (холу, бару, підсобних приміщень, кімнати). Використання відкритого вогню для опалення (камінів жаровень) є неефективним (хоча і приваблює туристів) і може бути виправдано тільки для невеличких барів і ресторанів. Рекомендується активніше застосовувати побутові прилади, що працюють на вбудованих сонячних батареях або з низьким споживанням електроенергії (калькулятори, годинники і т. д.). Вигрібні ями доцільно організувати в місцях з глибоким заляганням ґрунтових вод. Вони не повинні розміщуватись поруч з водними об'єктами або в місцях пониження рельєфу. При виборі місця для такої ями необхідно враховувати також напрямки місцевих вітрів, аби не створювати дискомфорт туристам. Для поліпшення тяги витяжні труби туалетів рекомендується фарбувати в чорний колір. Водні процедури (умивання, користування душем) вимагають використання до половини всього об'єму гарячої води, призначеної для обслуговування

туристів. Тому є цілком логічним застосування дозаторів на сантехніці. Душові кімнати слід обладнати гарною теплоізоляцією, щоб уникнути протягів і втрат тепла; економніше використовувати дозовані рідке мило і шампуні. У випадках, коли використана вода зливається безпосередньо у водойму, застосування миючих засобів не рекомендується. Та ж брудна вода, що містить мило і шампунь, повинна бути розсіяна на відстані не менше 50 м від найближчого водоймища. В цілях економії води та енергії змінювати рушники і постільну білизну слід виключно на прохання гостей. Бажано широко використовувати літні душі з темними баками, в яких вода нагрівається сонячними променями дуже швидко;

– утилізація відходів кулінарії також є проблемою, особливо в ООПТ. Значна частка відходів їжі рослинного походження утилізується самою природою, чого не скажеш про відходи тваринного походження. Необхідно запобігати потраплянню жирів і масляної їжі до безстічних водойм. Тому рекомендується при митті посуду спочатку видаляти жир ганчіркою або використовувати спеціальні фільтри. Експлуатація компостних ям вимагає досвіду і навичок, оскільки вони часто є джерелом неприємного запаху і газу. Утилізація залишків скла, пластику, металу найбільш ускладнена, оскільки ці матеріали вкрай важко і довго розкладаються природою. І тому найкращим виходом в такій ситуації є мінімізація використання скляної і пластмасової тари в ужитку і перехід на паперову, картонну упаковку. Не можна спалювати пластмасу, оскільки при горінні вона виділяє надзвичайно шкідливі для людини леткі сполуки і речовини. Металеві ємності з-під фарби і хімікалій також необхідно евакуувати. Слід уникати використання і металевих ємностей, особливо аерозольних упаковок;

– перевезення наземним транспортом також спричиняє забруднення атмосферного повітря, порушує рослинний покрив і призводить до шумового забруднення. Задля зменшення шкоди, що наноситься НПС через транспортні витрати на обслуговування подорожуючих, доцільно стимулювати тривале перебування туристів на базах, в таборах, здійснюючи радіальні піші походи. За таких умов скорочується кількість рейсів туристського транспорту, а

дохід від перебування туристів в місцях дислокації зростає. Для перевезення туристів слід використовувати вмісткі дизельні автобуси з причепами (трейлерами) для багажу. Перевезення обслуговуючого персоналу, вантажів, багажу слід здійснювати разом із переміщенням туристів. Для ближніх поїздок персоналу бажано використовувати гірські велосипеди. Часто такі поїздки персоналу можуть бути пов'язані задля отримання інформації. Сучасні системи зв'язку (рації, мобільні телефони та ін.) дозволяють скоротити зайві переміщення. Необхідно уникати перевезень у нічний час, особливо по території ООПТ. Світло фар може несприятливо впливати на поведінку тварин.

Надання екскурсійних послуг в екологічному турі передбачає професійну екологічну підготовку інструктора або екскурсовода. Підвищення екологічної обізнаності, знання принципів «м'якого» природокористування в РТД має бути невід'ємною частиною роботи екскурсовода-інструктора, який супроводжує групу туристів (рекреантів). У підвищенні відповідального ставлення до довкілля величезну роль відіграє рекламно-інформаційна продукція. Екологічна обізнаність туристів зростає (або формується) завдяки буклетам і газетам, що видаються туристичними і природоохоронними організаціями, установами з бронювання місць на транспорті, в місцях розміщення, інформаційно-туристичних центрах, рекламних агентствах, медіа, видавництвах тощо [12].

Якщо, як вказано вище, ЕТ не завдає шкоди природним комплексам, сприяє охороні природи і поліпшенню добробуту та зайнятості місцевого населення, а також орієнтований на туристів (рекреантів) з високим рівнем екологічної свідомості, то пріоритетне значення має питання екологізації масових форм РТД.

Турбота про безпеку людей і охорону довкілля є, на сьогоднішній день, невід'ємною частиною політики у сфері туризму. З кожним роком кількість туристів, які обирають більш безпечний для природного середовища відпочинок, зростає. При цьому фахівці туристської і готельної індустрії відзначають, що туристи стали в цьому питанні більш відповідальними. Згідно з дослідженням туристської асоціації АВТА (Великобританія) кожний третій турист



вважає, що готелі, крім наявності традиційних «зірок», повинні також мати екологічний рейтинг. У порівнянні з 2010 р. показник відповідальності туристів, які віддають перевагу екологічно орієнтованій рекреації, зріс з 29% до 33%.

У міжнародному туризмі популярізацією «зелених» технологій займається міжнародна організація *Travelife Sustainability System (TSS)*, яка заохочує туроператорів і готелі, що займаються природоохоронною діяльністю та просувають ідеї охорони навколишнього середовища серед своїх гостей. TSS має спеціально розроблену систему екологічного аудиту, який передбачає нагороди підприємствам залежно від їх досягнень. Така ініціатива підтримується багатьма провідними підприємствами туризму та рекреації. На сьогоднішній день система TSS зареєструвала 17 тис. готелів, з яких 1500 підприємств пройшли повну екологічну експертизу, а понад 500 – отримали заслужені нагороди у сфері екологізації РТД.

Процеси екологізації повинні охоплювати всі складові сфери індустрії туризму (рекреації): розміщення; перевезення; харчування; реалізацію послуг; дозволя і розваги; лікування та оздоровлення [13].

Створення екологічних сертифікаційних схем і програм РТД може стати ефективним способом надання екологічної інформації туристам (рекреантам) і бути прогресивним напрямком для стимулювання розробки нових, екологічно орієнтованих, якісних турпродуктів і послуг [14]. Робота щодо створення і розвитку екологічних сертифікаційних схем і програм повинна базуватись на системі екологічного менеджменту.

Невід'ємною складовою екологічного менеджменту в сфері РТД є стандарт управління природокористуванням ISO 14001 (EMS), створений в 1991 р. Міжнародною асоціацією зі стандартизації. Для того щоб йому відповідати, організація зобов'язана підтвердити, що вона проводить політику з охорони навколишнього середовища. У ряді країн, на додаток до ISO 14001, були створені власні стандарти (наприклад, в Європейському союзі – EMAS). Крім того, в світі існує ряд організацій, що займаються розробкою і впрова-

дженням систем екологічного менеджменту. Згідно з даними Всесвітньої туристичної організації, на нинішній момент діє понад 60 міжнародних програм, спрямованих на створення та підтвердження стандартів у галузі екологічної сертифікації. При цьому на кожну програму припадає, в середньому, близько 50 сертифікованих компаній в галузі туризму. Всього ж у світі існує понад 100 екологічних лейблів і нагород для об'єктів туризму, екологічного туризму та сфери гостинності [3].

Однією з найбільш відомих міжнародних програм сертифікації в області екотуризму є програма «*Green Globe 21*» [15]. Вона розроблена британською компанією, що працює в більш ніж 50 країнах. Програма має міжнародний статус і на сучасному етапі охоплює, крім ряду складових інфраструктури масового туризму (готелів, виставкових залів, аеропортів, авіаліній, гаваней, круїзних кораблів, залізниць, ресторанів і т. д.), всілякі туристські місця призначення, включаючи місцеві спільноти та території, що перебувають під охороною. Стандарти системи *Green Globe 21* охоплюють шість сфер: 1) зменшення утворення відходів, їх багаторазове використання і переробка; 2) ефективність використання енергії; 3) управління використанням прісної води; 4) управління стічними водами; 5) екологічно чутлива торгова політика; 6) соціокультурний розвиток. Виділяється декілька рівнів виконання критеріїв стандарту *Green Globe 21*, відповідно до якого, підприємства отримують різні логотипи з екологічним маркуванням: «*affiliate*» – відповідність мінімальному набору критеріїв, «*bench-marked*» – відповідність основним критеріям, «*certified*» – відповідність усім вимогам стандарту, що підтверджено аудитом цього аудитором, проведеним третьою стороною безпосередньо на об'єкті. За допомогою подібної градації споживачі, що зацікавлені в отриманні якісних туристичних послуг, можуть пересвідчитись в ступені екологічної відповідальності сертифікованого об'єкту [16].

Згідно з Положенням ЄС 1893/93 «Щодо добровільної участі компаній в системі екологічного менеджменту і ревізії», турфірма (готель) може здійснювати або замовляти об'єктивні екоревізії з метою

поліпшення управління екологічними аспектами РТД [17]. Наприклад, система екологічного менеджменту Фінляндії під час проведення екоревізії туристських підприємств розглядає такі питання: вимоги екологічно свідомих туристів до умов проведення подорожей; перелік заходів, що сприяють економії сировини, води і електро- та теплоенергії туристичними підприємствами; управління та поведіння з відходами; особливі характеристики туристських підприємств при наданні ними специфічних послуг. Результати впливу на довкілля оцінюються за такими напрямками: 1) повітря – запах (виробництво і споживання електро- і теплоенергії, приготування їжі, робота транспорту, який використовується туристами і персоналом); 2) вода – постачання, споживання води (на кухні, для прибирання, в сауні, в номерах, при наданні туристичних послуг); 3) ґрунт і ґрунтові води – їх охорона (при наданні туристичних послуг, утилізації відходів); 4) шум – його рівень (в місцях відпочинку, при наданні туристичних послуг); 5) візуальний вплив – упорядкованість території, оточуюча місцевість, ландшафт, будівлі, маркетинг, відходи, туристичні послуги.

Екологічні проблеми займають провідне місце в діяльності Міжнародної готельної асоціації. В рамках цієї асоціації створений фонд, головним завданням якого є збір і поширення інформації з екологічних питань, що пов'язані з готельним господарством. Понад 11 найбільших міжнародних готельних мереж, що належать до фонду, вже заощадили значні кошти в результаті проведених заходів. Так, «Інтерконтиненталь» за останнє десятиріччя заощадив 10 млн. фунтів стерлінгів; мережа готелів «Скандік готель» встановила в номерах меблі і аксесуари з біологічних матеріалів, які можуть бути у подальшому перероблені і використані знову. Готелям, які дотримуються екологічних вимог природоохоронного стандарту ISO 14001, присвоюються відповідні знаки.

Всесвітньою радою з подорожей і туризму функціонує з 1994 р. і є ініціатором присвоєння нагород «Зелена планета» за досягнення в екологізації РТД. Наприклад, мережа готелів «Інтерконтиненталь хотелз» використовує «гуманний» туалетний асортимент речей, такий що не випробуваний на піддослідних тваринах; деякі гавай-

ські готелі, для зменшення невиправданих витрат води, встановили регулятори напору на кранах умивальників та душових кабін; практика збільшення терміну користування рушниками є не тільки кроком до зменшення витрат води на прання, але й мінімізує утворення побутових стічних вод; британська компанія «Сентер паркс» у зонах рекреації, куди заборонений в'їзд автомобілів, пропонує відвідувачам використовувати велосипеди; мережа невеликих англійських готелів «Блумфілд Хаус» надає 10% знижку тим гостям, які прибули громадським транспортом тощо. Британський туроператор «Кокс і Кінгс» обіцяє кожному клієнту «екологічного туру» придбати один акр (приблизно 0,4 га) тропічного лісу в Бразилії з тим, аби прийняти участь у збереженні цих унікальних природних екосистем. Мета цієї ініціативи – надати іншим туроператорам приклад збільшення вартості послуг з метою підтримки відповідального туризму [18].

Зазвичай готельний та ресторанный бізнес в РТД тісно пов'язані між собою. Екологізація місць розміщення туристів передбачає не тільки використання екологічно чистих продуктів (тут у продажу принципово відсутні «хімічні напої»), а практикується реалізація натуральних напоїв, соків, напоїв), але й економію ресурсів через регулювання подачі тепла, електроенергії тощо. Деякі готелі, наприклад, готель «Alpenrose» (Німеччина) розрахований лише на категорію туристів, хто не палить; він має всього 120 місць, коефіцієнт його завантаження становить 80%. Не завжди екологізація потребує прийняття радикальних рішень – важливі будь-які дрібниці: автоматична сантехніка на інфрачервоних променях, електричні мильниці. При цьому, «екологічна програма» може не досягти своєї мети, якщо паралельно не використати письмове «виховання» гостей. Так, наприклад, прохання до клієнтів «не кидати на підлогу рушник, якщо він ще придатний до використання», допомагає заощадити не лише воду та електроенергію, а й подовжити термін «життя» третини рушників, що мали змінюватися і пратися щодня [19].

Вимоги до закладів, які надають послуги з тимчасового розміщення, встановлює екологічний стандарт СОУ OEM 08.002.30.059 «Послуги з тимчасового розміщення (проживання). Екологічні критерії».

рії». Даний стандарт є добровільним до виконання і дозволяє визначити екологічні переваги послуг, що надаються готелем. Він розроблений в рамках української програми екологічного маркування відповідно до міжнародного стандарту ISO 14024 «Екологічні маркування та декларації. Екологічні маркування I типу». СОУ ОЕМ 08.002.30.059 передбачає: зменшення рівня негативного впливу на навколишнє середовище і здоров'я людини в процесі надання послуг; зниження споживання енергетичних і водних ресурсів, раціональне управління відходами та матеріальними ресурсами; поступове збільшення кількості якісних послуг з використанням екологічно сертифікованих продуктів, товарів, виробів і матеріалів. Крім того, цей стандарт встановлює вимоги до таких аспектів виробництва, як застосування хімічних засобів для прання і чистки, закупівлі товарів і надання послуг, транспортування, інформування (клієнта, персоналу). До кожного аспекту діяльності висувуються обов'язкові та додаткові вимоги, враховується специфіка інфраструктури готелю: ресторан, SPA, приміщення для заняття спортом і басейни, зона рекреації і т. п.

В Україні екологічні сертифікати були видані лише кільком готелям. Як приклад, можна навести готель «Ковчег» (Чернівецька область), розташований на найвищій точці Покутсько-Буковинських Карпат – вершині гори Мегура (1313 м). Для забезпечення життєдіяльності, вся енергія у готелі добувається з поновлюваних джерел: вітрогенераторів, сонячних панелей і колекторів, котла на дровах, дизеля-генератора. Тут використовується виключно джерельна вода. Опалення в готелі – повітряне та водяне. Будівля готеля виконана із натурального дерева і має вигляд перевернутого човна. Все дерево (і зовні, і всередині) оброблене натуральним бджолиним воском, який зберігає природний вигляд деревини. У готелі використовуються лише енергозберігаючі лампи, тут встановлені крани з водозберігаючими насадками, змішувачі в душових кабінах оснащені дрібними дифузорами, а також налагоджена система теплоізоляції. Каналізація тут є автономною. Стічні води надходять в септик з полями

фільтрації класичного типу, який гідравлічно не пов'язаний з ґрунтовими водами. Біологічне розкладання відбувається за допомогою концентрованого ензимного препарату, який за короткий час забезпечує якісні процеси розкладання стоків. До раціонального використання природних ресурсів в готелі закликають і постояльців: в кожному номері є пам'ятка про необхідність економного використання води та електроенергії, спонукають до сортування відходів. При закупівлі перевага віддається лише продуктам місцевого виробництва, меню триразового харчування складене виключно із страв домашнього приготування. Для дозвілля, в залежності від пори року, відпочиваючим пропонуються різноманітні пішохідні маршрути і прогулянки на конях. Постільна білизна в готелі переважно має екологічне маркування Oeko-Tex Standard.

РТД є одним із істотних факторів забруднення довкілля, значною мірою через використання практично всіх видів наземного, водного та повітряного транспорту. За даними Міжурядової комісії зі змінення клімату, викиди авіаційного транспорту в 2004 р. містили 3,5% світових викидів парникових газів, а за прогнозами до 2050 р. ця величина має зрости до 15%. Дослідження, що проведене в 2004 р. під егідою ЄС, свідчить, що повітряні подорожі спричиняють за 9% глобального потепління, а до 2050 р. повітряний транспорт стане відповідальним за дві третини всіх парникових газів лише у Великобританії [18]. Є приклади негативного впливу на стан довкілля і водного транспорту (круїзи на Аляску, Венеція тощо). Помітним результатом збільшення кількості транспортних засобів в популярних туристичних напрямках є затори. У «високий сезон» до мільйонів приватних автомобілів додаються автомобілі, орендовані на час відпусток. Значні концентрації відпрацьованих газів у місцях активної РТД вкрай негативно позначаються на здоров'ї туристів (рекреантів) і місцевого населення. Деякі популярні гірські курорти в багатьох країнах Європи ввели заборону на в'їзд приватного транспорту, що не належить місцевим жителям,

змушуючи цим туристів (рекреантів) користуватися послугами паркінгу і діставатися до місця призначення залізничним транспортом. Ось чому такі гірські курорти славляться чистим повітрям і мальовничими ландшафтами. Популярні в наш час всюдиходи, квадроцикли та мотоцикли завдають істотної шкоди найбільш вразливим місцям природи (деградується ґрунтово-рослинний покрив, розлякуються дикі тварини, спричиняється шумове забруднення тощо). Екологізація перевезень передбачає заборону транспортних засобів з дизельними і бензиновими двигунами, використання автомобілів з водневими двигунами внутрішнього згорання, електромобілі, велосипеди, гужовий транспорт тощо. Екологізація міського транспорту полягає в підвищенні конкурентоспроможності різних немоторизованих способів пересування – пішки, велосипедом, на рикші, легким метро (сучасним трамваем), поїздом, а також зменшенні потреби в частому переміщенні містом – наприклад, таким чином, аби люди могли мешкати недалеко від міс-

ця своєї роботи.

Особливості екологізації РТД в регіонах України показані в роботах [20, 21, 22 та ін.]. Для подальшої екологізації РТД в Україні пропонуються такі кроки: паспортизація туристсько-рекреаційних ресурсів з обов'язковим визначенням антропогенного навантаження на природну екосистему; встановлення ресурсозберігаючих і екологічних стандартів для новозбудованих та реконструйованих закладів розміщення туристів (рекреантів); впровадження системи екологічної сертифікації об'єктів туризму; пріоритетне та пільгове фінансування еколого-орієнтованих інвестиційних проєктів у туризмі; розширення мережі національних і регіональних ландшафтних парків із суворим додержанням режимів діяльності відповідно до чинного законодавства; всебічна інформаційна підтримка ідеї збалансованого розвитку туризму серед усіх зацікавлених сторін процесу (туристів, виробників послуг, органів влади, громадських інституцій та ін.) [23].

### Висновки

Таким чином, екологізація РТД спрямована на раціональне природокористування і має екологічне і соціально-економічне значення. Зважаючи на важелі фінансово-економічного стимулювання раціонального природокористування і, зокрема, збалансованого використання туристично-рекреаційних ресурсів, варто зазначити, що такий перелік надається практично у всіх законодавчих документах, які стосуються нормативно-правового регламентування природо-

охоронної сфери. Тому в Україні слід на практиці створити такі умови, щоб використання технологій і методів мінімізації забруднення довкілля стало вкрай вигідним для організаторів РТД, природоохоронних органів, туристів (рекреантів) та місцевого населення. Насамперед, екологізацію РТД в усіх рекреаційних районах України необхідно здійснювати з урахуванням досвіду, напрацьованого в ряді розвинених країн світу.

### Література

1. Екологічна енциклопедія: у 3 т. / Редколегія: А.В. Толстоухов (головний редактор) та ін. – К.: ТОВ «Центр екологічної освіти та інформації», 2006 – Т. 1, 2007 – Т. 2, 2008 – Т. 3.
2. Дедовских Е. О., Дроздов А. В., Чижова В. П. Экологический туризм как современная идеология путешествий в природу. // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://ecodelo.org/3290-12\\_что\\_такое\\_ekotuzizm\\_sovremennaya\\_kontseptsiya\\_ekoturizmaekologicheskii\\_turizm\\_kak\\_sovremen](http://ecodelo.org/3290-12_что_такое_ekotuzizm_sovremennaya_kontseptsiya_ekoturizmaekologicheskii_turizm_kak_sovremen)
3. Tourism in vesting in energy and resource efficiency. United Nations Environment Programme. – 2010. [Електронний ресурс]. URL: [Електронний

- ресурс]. – Режим доступу: <http://biodiv.unwto.org/en>
4. Héctor Ceballos Lascuráin. Tourism, Ecotourism, and Protected Areas: The State of Nature-Based Tourism Around the World and Guidelines for Its Development. - Island Press, 1996. - 301 p.
5. Білявський Г.О., Падун М.М. Сучасні проблеми ноосферного мислення// Наукові записки КІТЕП. – К., 2010. – С. 67-73.
6. Биржаков М.Б. Введение в туризм. – СПб.: Герда, 2004. – 192 с.
7. Экологический туризм на пути в Россию. Принципы, рекомендации, российский и зарубежный опыт. Монография. // Ред. – сост.

Е. Ю. Ледовских, Н. В. Моралева, А. В. Дроздов. – Тула: Гриф и К, 2002. – 284 с.

8. Дроздов А.В. Современный экотуризм. Концепции и практика //Теория и практика международного туризма: Сб. научн. тр. под ред. А. Ю. Александровой. – М.: КноРус, 2003. – С. 251-279.

9. Деточенко Л.В. Перспективы экотуризма в системе видов туризма в Волгоградской области // Туризм и региональное развитие: Сб. научн. тр. – Вып. 3. – Смоленск, 2004. – С. 475-480.

10. Моралева Н.В. , Ледовских Е.Ю. Экологический туризм в России // Охрана дикой природы. – 2001. – № 3 (22). – С. 12.

11. Храбовченко В. В. Экологический туризм. Учебно-методическое пособие. М.: Финансы и статистика, 2004. – 208 с.

12. Кузик С. П. Географія туризму: навч. посібник. К. : Знання, 2011. – 271 с.

13. Чорненька Н. В. Організація туристичної індустрії: навч. посібник. К.: Атіка, 2006.– 264 с.

14. Григорьева В. Экологическая сертификация в туризме: примеры из зарубежного опыта // Журнал «Волна». – №45. – 2007. – С. 27-31.

15. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://greenglobe21.com>

16. Нездойминов С. Г. Экологизация туризма как фактор устойчивого развития туристических регионов // Региональные исследования. – №1 (43), 2014. – С. 133-139.

17. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mydocx.ru/5-34842.html>

18. Холловой Дж. К. , Тейлор Н. Туристический бизнес: Пер. с 7-го англ. изд. К.: Знання, 2007. – 798 с.

19. Круль Г. Я. Основы готельної справи: навч. Посібник. К.: Центр учбової літератури, 2011. - 368 с.

20. Сафранов Т. А. ,Полетаева Л. Н. Экологические аспекты использования оздоровительно-рекреационного потенциала // Мат. Междунар. симпозиума «Устойчивое развитие туризма на Черноморском побережье». - Одесса: ОЦНТЭИ, 2001. – С. 316-320.

21. Сафранов Т. А., Полетаева Л. Н. Принципы экологизации рекреационно-оздоровительной деятельности в горных регионах// Мат. IV Междунар. конф. «Устойчивое развитие горных территорий». – Владикавказ, 2001. – С. 444-445.

22. Русев І.Т.,Сафранов Т. А. Екологічний туризм: конспект лекцій //Дніпропетровськ: «Економіка», 2005. – 118 с.

23. Николаев К.Д., Исаенко В. М. . Экологізація туристичної галузі, її роль у зменшенні впливу на біорізноманіття та навколишнє середовище // Агроекологічний журнал, спецвипуск. – К., 2009. - С. 22–23.

Надійшла до редколегії 03.10.2016

УДК 502.4

**Л. Д. ГУЛАЙ**, д-р хім. наук, **Б. І. САКУРА**  
Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки  
43025, Луцьк, вул. Потапова 9,  
e-mail: [gulay@o2.pl](mailto:gulay@o2.pl)

## ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ ВОЛИНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

**Мета.** Оцінка стану природно-заповідного фонду Волинської області, виявлення основних тенденцій його розвитку. **Методи.** Географічний аналіз і синтез. **Результати.** Охарактеризовано аспекти природно-заповідного фонду Волинської області. Проаналізована структура природно-заповідного фонду. Три національні природні парки існують в межах Волинської області. За останні роки існує динаміка до збільшення кількості об'єктів природно-заповідного фонду області. За 2010 – 2015 роки кількість об'єктів природно-заповідного фонду Волинської області збільшилася з 370 до 388. Також протягом останніх років відбувається збільшення фінансування природно заповідного фонду області. **Висновки.** Існує чітка тенденція до зростання кількості та площі природно-заповідних об'єктів та територій в межах області.

**Ключові слова:** природно-заповідний фонд, національний природний парк, природно-заповідний об'єкт, Волинська область

**Gulay L. D., Sakura B. I.**

*Lesya Ukrainka Eastern European National University*

### DESCRIPTION OF NATURAL REVERSE FUND OF VOLYN' REGION

**Purpose.** Assessment of the nature reserve fund of Volyn region, identify the main trends of its development. **Methods.** Geographical analysis and synthesis. **Results.** The ecological aspects of the natural reserve fund of Volyn' region have been described in the article. The structure of the natural reserve fund has been analyzed. Three national nature parks exist in Volyn' region. The dynamics of the increasing of the number of the objects of the natural reserve fund in Volyn' region is observed during last years. The number of the objects of the natural reserve fund in Volyn' region increases from 370 to 388 during 2010 – 2015 years. The increasing of the financial support of the natural reserved fund in Volyn' region is also observed during last years. **Conclusions.** There is a clear trend of increasing the number and area of protected natural objects and territories within the region.

**Key words:** natural reserve fund, national nature park, natural reserve object, Volyn' region

**Гулай Л. Д., Сакура Б. И.**

*Восточно-Европейский национальный университет имени Леси Украинки*

### ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНО-ЗАПОВЕДНОГО ФОНДА ВОЛЫНСКОЙ ОБЛАСТИ

**Цель.** Оценка состояния природно-заповедного фонда Волынской области, выявление основных тенденций его развития. **Методы.** Географический анализ и синтез. **Результаты.** охарактеризованы экологические аспекты природно-заповедного фонда Волынской области. Проанализирована структура природно-заповедного фонда Волинской области. Три национальных природных парка существуют в границах Волынской области. За последние годы существует динамика к увеличению количества объектов природно-заповедного фонда области. За 2010 – 2015 годы количество объектов природно-заповедного фонда Волынской области увеличилось с 370 до 388. Также на протяжении последних лет имеет место увеличение финансирования природно- заповедного фонда области. **Выводы.** Существует четкая тенденция увеличения количества и площади природно-заповедных объектов и территорий в пределах области.

**Ключевые слова:** природно-заповедный фонд, национальный природный парк, природно-заповедный объект, Волынская область

### Вступ

Проблема забруднення навколишнього природного середовища продуктами людської діяльності набула особливого значення протягом останніх десятиліть. Результатом такого забруднення є збіднення генофонду рослинного і тваринного світу,

зменшення стабільності та продуктивності природних екологічних систем, порушення природної екологічної рівноваги біосфери. Для цього потрібні розробка і впровадження комплексу природоохоронних заходів. Одним з найбільш ефективних шляхів охорони природних об'єктів і територій є

переведення їх у заповідні зони, які перебувають під охороною держави.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Питанню дослідження природно-заповідного фонду Волинської області присвячена ціла низка робіт. В роботах І. П. Ковальчука із співавторами [1, 2] охарактеризовано природно-заповідну мережу Волинської області, показано динаміку її розвитку та запропоновано картографічні моделі. Роботи М. В. Химиної [3, 4] присвячені вивченню сучасного стану природно-заповідного фонду Волинської області. Ав-

тором здійснено детальний аналіз природно-заповідних об'єктів і територій в розрізі районів, а також проведено ґрунтові дослідження природно-заповідного фонду області. Окремі аспекти природно-заповідного фонду Волинської області охарактеризовано також в роботах Ю. М. Грищенка [5], Й. Я. Романюка [6] та інших авторів.

**Метою роботи** є оцінка стану природно-заповідного фонду Волинської області, виявлення основних тенденцій його розвитку.

### Результати дослідження

Загальна площа об'єктів природно-заповідного фонду Волинської області становить 247 тис. га [7, 8]. Ця величина становить 11,76 % площі Волинської області. Частка об'єктів природно-заповідного фонду в межах адміністратив-

них одиниць Волинської області показана на рис. 1. Найвищі значення цього показника припадають на Шацький (66,58 %), Ківерцівський (39,04 %) та Любешівський (30,73 %) райони.

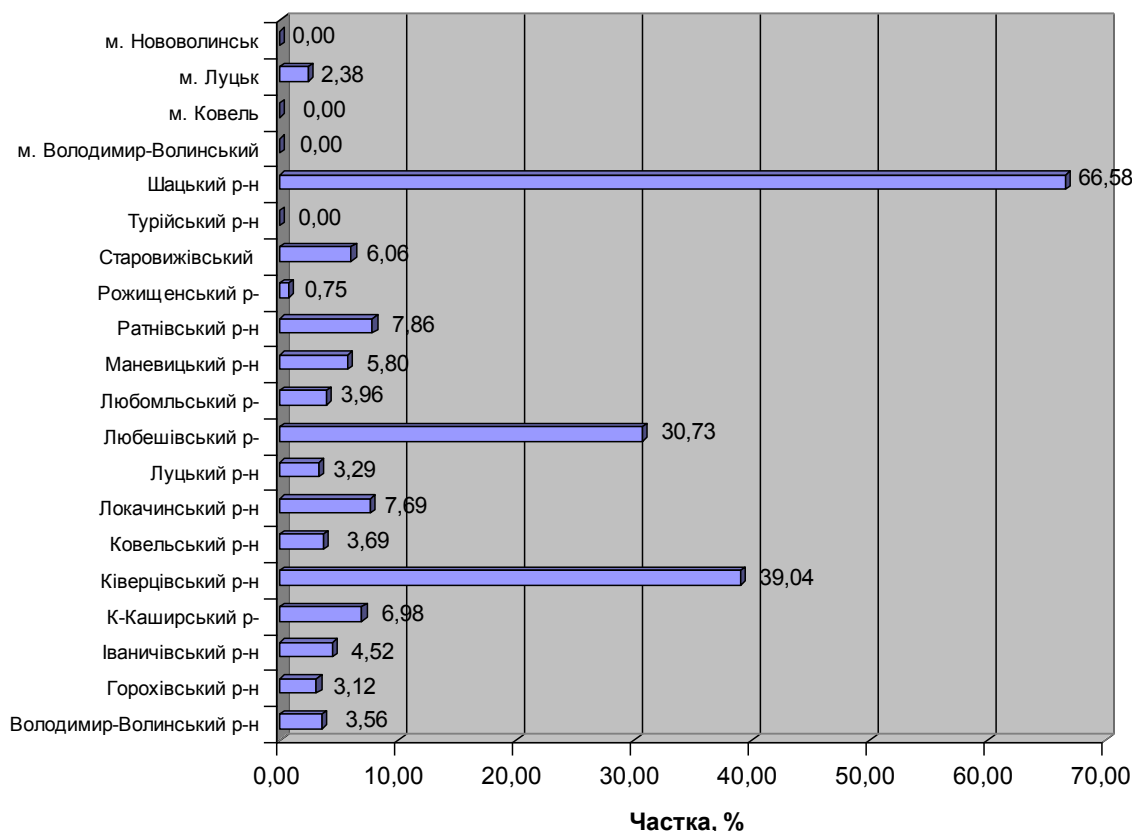


Рис. 1 – Частка об'єктів природно-заповідного фонду в межах адміністративних одиниць Волинської області

Під охороною держави у Волинській області перебувають 388 об'єктів та територій природно-заповідного фонду, 26 з яких мають статус загальнодержавного

значення [7, 8]. Найбільшими є Шацький національний природний парк, національні природні парки «Прип'ять-Стохід» і «Цуманська пуша» та Черемський

природний заповідник. На їхню частку припадає близько половини території (124,7 тис. га) природно-заповідного фонду Волинської області. Розподіл площ найбільших об'єктів природно-заповідного фонду Волинської області показано на рис.

2. Серед чотирьох найбільших об'єктів природно-заповідного фонду Волинської області найбільша частка площі припадає на Шацький національний природний парк, найменша – на Черемський природний заповідник.

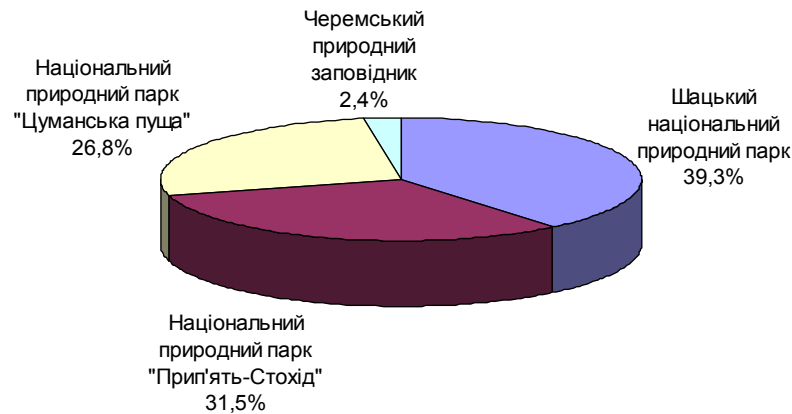


Рис. 2 – Розподіл площ найбільших об'єктів природно-заповідного фонду Волинської області

Характеристика об'єктів природно-заповідного фонду Волинської області наведена на рис. 3. Як вже характеризовано вище, на території Волинської області функціонують три національні природні парки і один природний заповідник. Крім цього, в межах Волинської області розташовано 11 парків-пам'яток садово-паркового мистецтва (3 загальнодержавного і 8 місцевого значення), один ботанічний сад загальнодержавного значення, 26 заповідних урочищ місцевого значення, 124 пам'ятки природи (3 загальнодержавного і 121 – місцевого значення), 222 заказники (15 загальнодержавного і 207 – місцевого значення).

Характеристика площі території об'єктів природно заповідного фонду Волинської області наведена на рис. 4. Як видно з наведеного рисунка, основна частка площі припадає на національні природні парки (51,8 %) і заказники (41,3 %).

Природно-заповідний фонд Волинської області постійно розвивається. Створюються нові заповідні об'єкти і території [7, 8]. Динаміка чисельності об'єктів природно-заповідного фонду Волинської області за 2010 – 2015 роки охарактеризована на рис. 5. Як видно з наведеного рисунка, загальна кількість об'єктів природно-заповідного фонду на

території Волинської області збільшилася за 2010 – 2015 роки з 370 до 388. За цей час створено один національний природний парк «Цуманська Пуца», 7 заказників місцевого значення, 7 пам'яток природи місцевого значення, два заповідних урочища місцевого значення та одна пам'ятка природи місцевого значення.

У постійне користування об'єктам природно-заповідного фонду надано 22817,38 га земель. Розподіл земель, наданих у постійне користування об'єктам природно-заповідного фонду Волинської області, за угіддями показано на рис. 6. Основну частку земель, наданих у постійне користування об'єктам природно-заповідного фонду Волинської області, становлять ліси та інші лісовкриті площі (67,87 %). Води та відкриті заболочені землі становлять 27,52 і 27,72 %, відповідно.

У Черемському природному заповіднику всі землі, надані йому, перебувають у його постійному користуванні. У Шацькому національному природному парку частка таких земель становить 46,72 %, у національному природному парку «Прип'ять-Стохід» – 15,17 % і національному природному парку «Цуманська пуца» – 10,37 %.



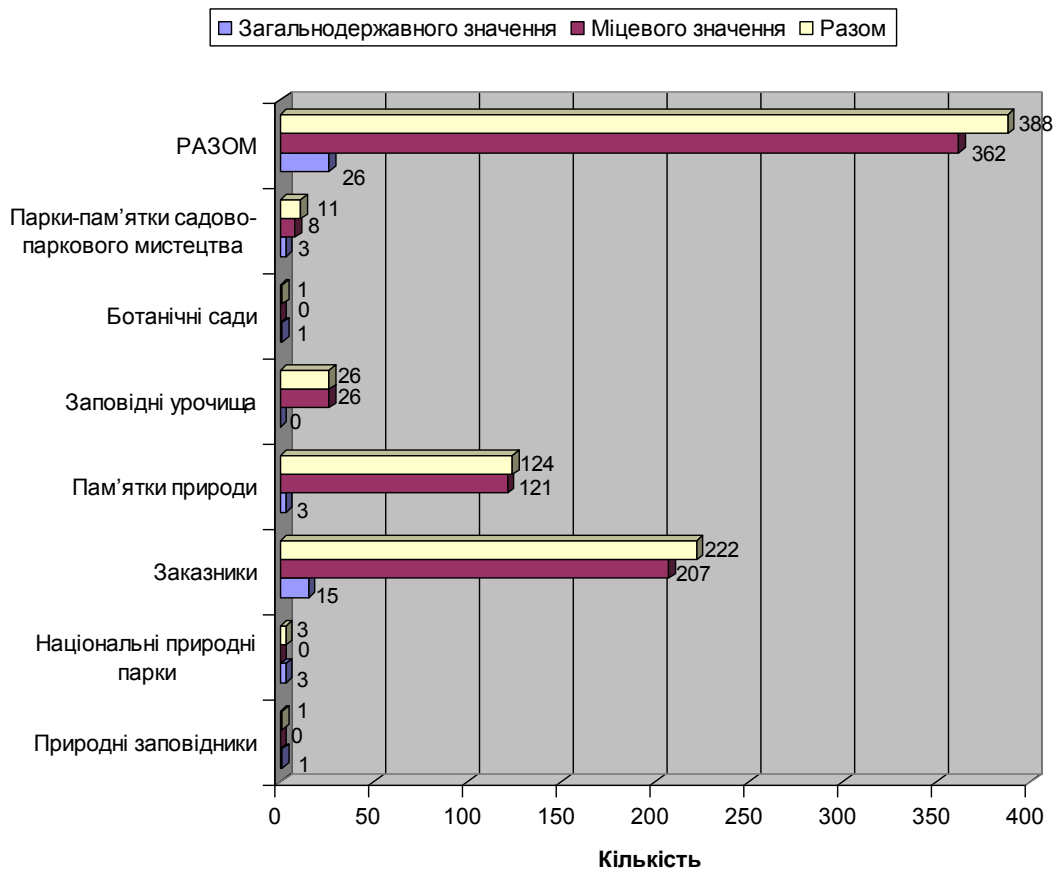


Рис. 3 – Характеристика об'єктів природно-заповідного фонду Волинської області

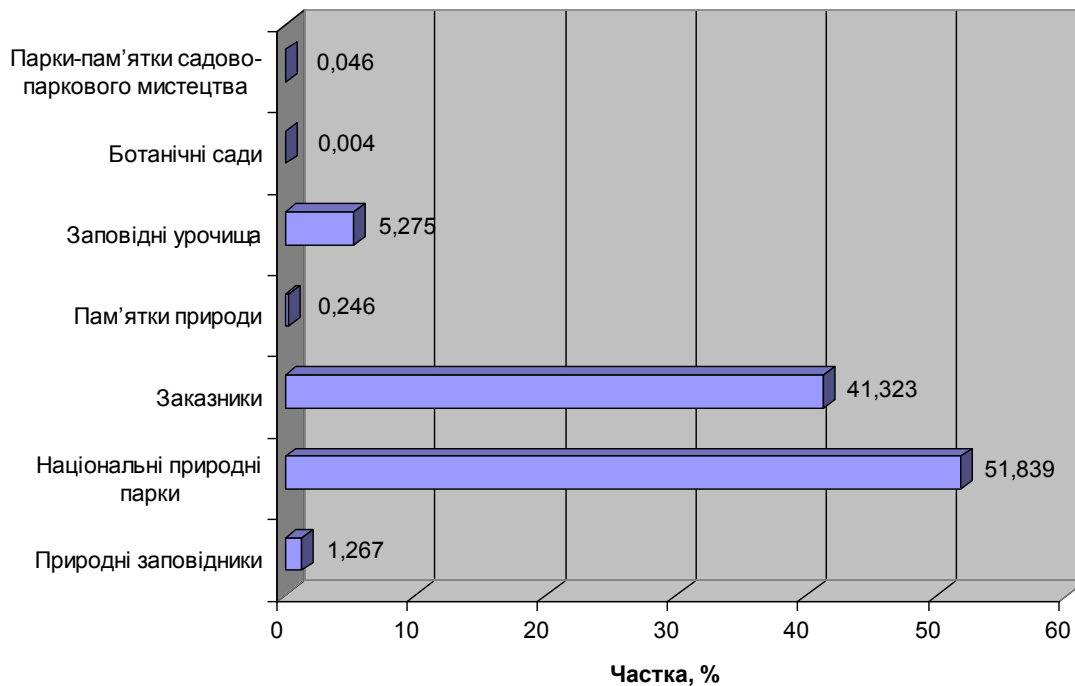


Рис. 4 – Характеристика площі території об'єктів природно заповідного фонду Волинської області

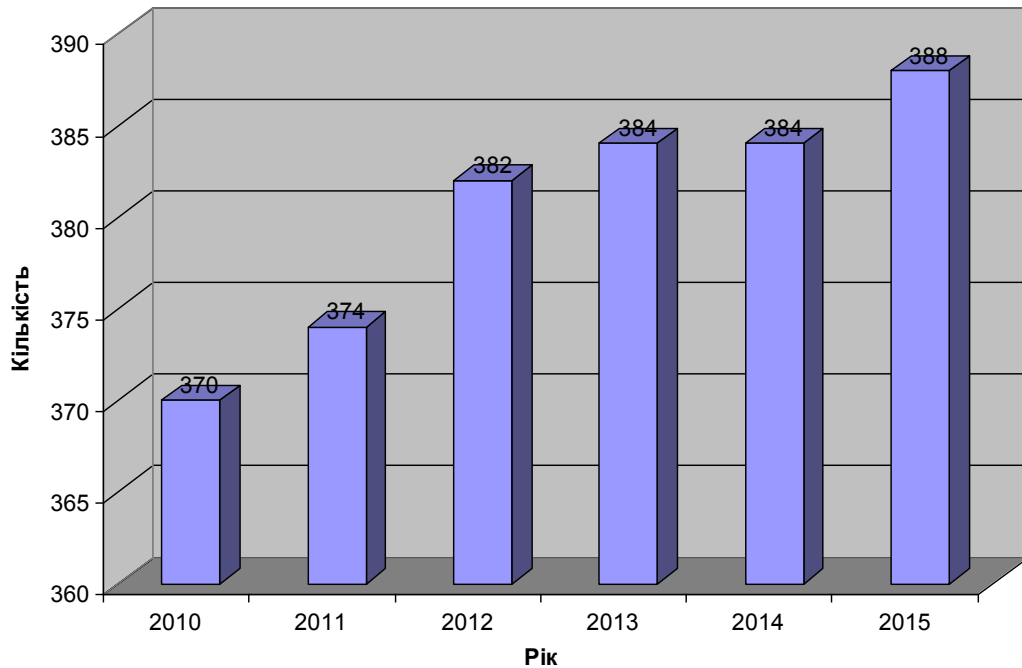


Рис. 5 – Динаміка чисельності об’єктів природно-заповідного фонду Волинської області

Найбільша площа лісів, внутрішніх вод і сільськогосподарських земель серед національних природних парків Волинської області припадає на територію Шацького національного природного парку; найбільша площа заболочених земель знаходиться на території національного природного парку «Прип’ять-Стохід».

Розподіл лісових земель, наданих у постійне користування об’єктам природно-заповідного фонду Волинської області, за угіддями показано на рис. 7. Основну частку лісових земель, наданих у постійне користування об’єктам природно-заповідного фонду Волинської області,

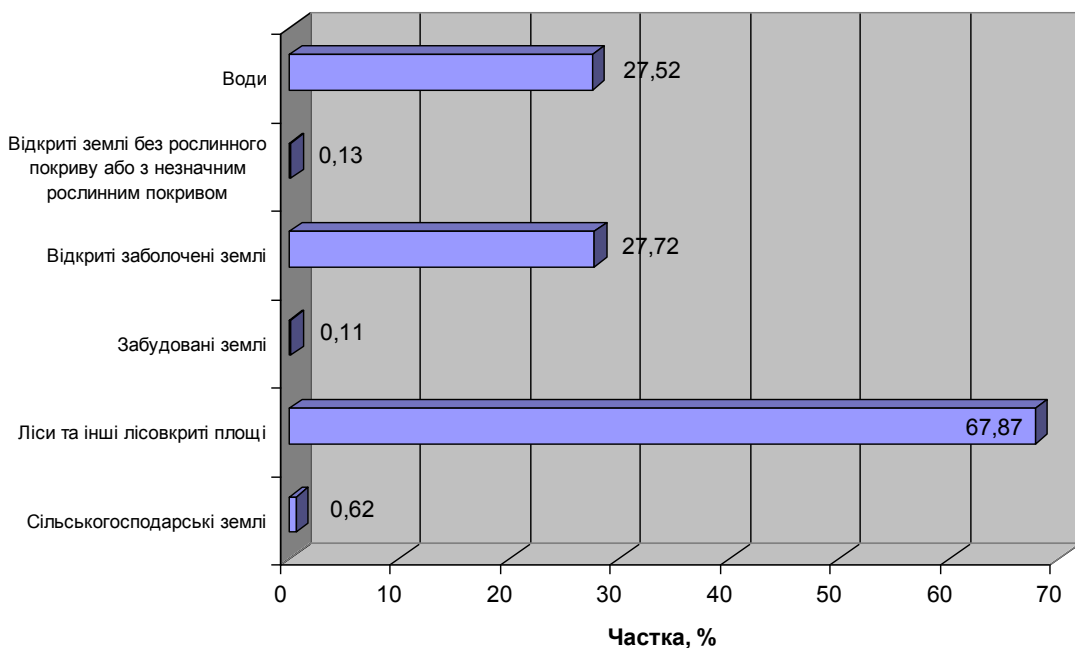
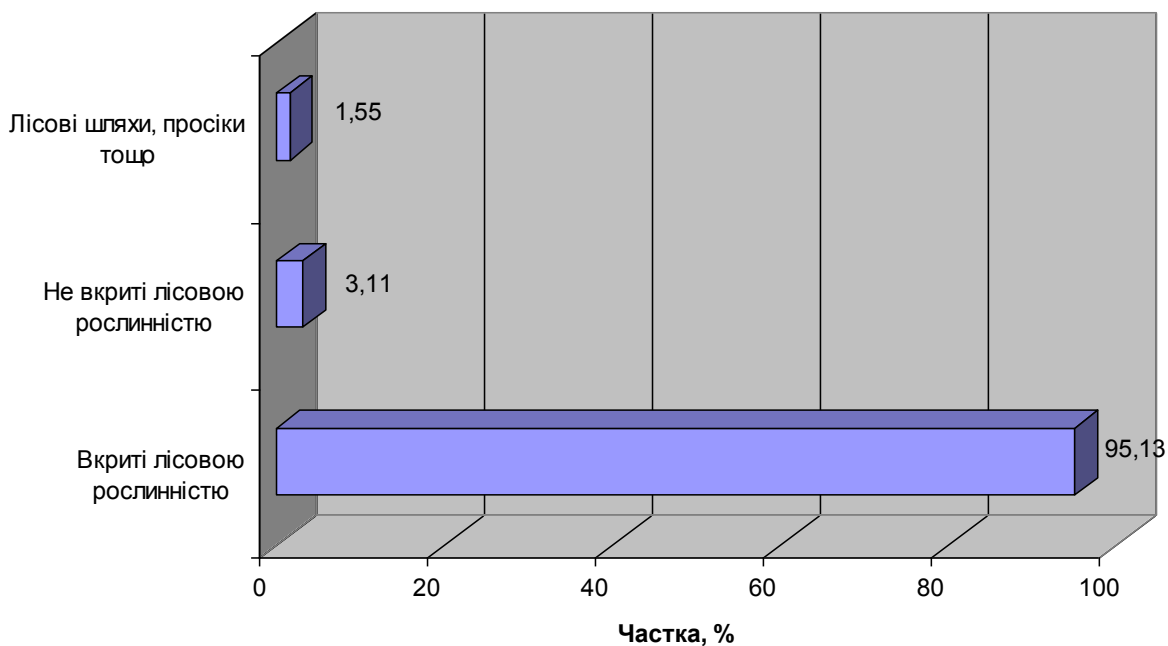


Рис. 6 – Розподіл земель, наданих у постійне користування об’єктам природно-заповідного фонду Волинської області, за угіддями

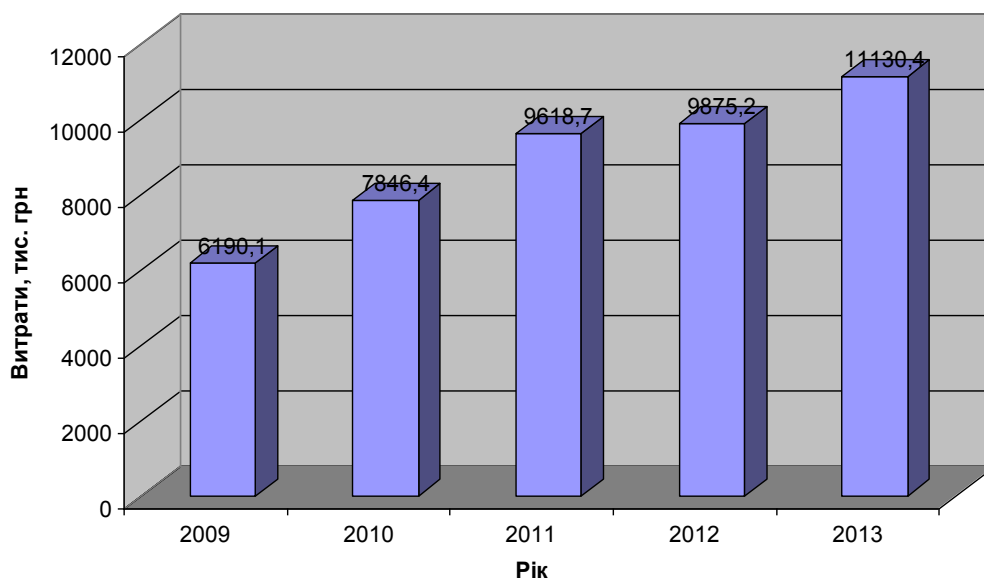


**Рис. 7** – Розподіл лісових земель, наданих у постійне користування об’єктам природно-заповідного фонду Волинської області, за угіддями

становлять вкриті лісовою рослинністю площі (95,13 %).

Динаміка витрат на утримання заповідників та національних природних парків Волинської області за 2009 – 2013

роки [9 – 14] показана на рис. 8. За вказаний період часу ця величина збільшилася на 4940,3 тис. грн. Існує тенденція до подальшого збільшення цього показника.



**Рис. 8** – Динаміка витрат на утримання заповідників та національних природних парків Волинської області

### Висновок

Проведене дослідження показало, що у Волинській області частка природно-заповідного фонду становить 11,76 % від загальної площі області. Зокрема, з 2010 по 2015 роки загальна кількість об'єктів природно-заповідного фонду на території Волинської області збільшилася з 370 до 388. За цей час створено один національний

природний парк «Цуманська Пуща». Також зростають витрати на утримання заповідників та національних природних парків Волинської області. З 2009 по 2013 роки ця величина збільшилася на 4940,3 тис. грн. Існує чітка тенденція до зростання кількості та площі природно-заповідних об'єктів та територій в межах області.

### Література

1. Ковальчук І. П., Фесюк В. О., Павловська Т. С., Рудик О. В. Природно-заповідна мережа Волинської області: параметри сучасного стану, показники динаміки, картографічні моделі // Часопис картографії : зб. наук. праць. К. : КНУ ім. Тараса Шевченка, 2013. – С. 64–78.

2. Ковальчук І. П., Іванов Є. А., Свідерко І. Б. Географічні закономірності територіального розподілу об'єктів природно-заповідного фонду Львівської області // Заповідна справа в Галичині, на Поділлі та Волині : наук. вісн. – Л. : УкрДЛТУ, 2004. Вип. 14 (8). – С. 51–62.

3. Природно-заповідний фонд Волинської області (Огляд територій і об'єктів природно-заповідного фонду в розрізі районів) / упоряд. : М. Химин та ін. – Луцьк : Ініціал, 1999. – 48 с.

4. Химин М. В. Сучасний стан природно-заповідного фонду Волинської та Рівненської областей // Наук. вісн. Волин. держ. ун-ту імені Лесі Українки. – Луцьк : Вежа, 2007. № 11 (ч. II). – С. 47–55.

5. Грищенко Ю. М., Якимчук А. Ю. Природно-заповідні території та об'єкти лісового фонду (організація, охорона, управління) – Рівне : Волин. береги, 2007. – 144 с.

6. Романюк Й. Я. Природно-заповідний фонд Волинської області. Луцьк, 1987. – 65 с.

7. Екологічний паспорт. Волинська область / Міністерство екології та природних ресурсів України. – 2015. – URL: <http://www.menr.gov.ua/protection/protection1/volynska>.

8. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Волинській області за 2012 рік [Електронний

ресурс] / Волинська обласна державна адміністрація, Управління екології та природних ресурсів. – 2013. – Режим доступу: <http://www.menr.gov.ua/docs/activity-dopovidi/regionalni/rehionalni-dopovidi-u-2012-rotsi/volynska%202012.pdf>.

9. Довкілля Волині 2009 : Статистичний збірник / За ред. Науменка В. Ю. – Луцьк : Головне управління статистики у Волинській області, 2010. – 145 с.

10. Довкілля Волині 2010 : Статистичний збірник / За ред. Науменка В. Ю. – Луцьк : Головне управління статистики у Волинській області, 2011. – 143 с.

11. Довкілля Волині 2011 : Статистичний збірник / За ред. Науменка В. Ю. – Луцьк : Головне управління статистики у Волинській області, 2012. – 145 с.

12. Довкілля Волині 2012 : Статистичний збірник / За ред. Науменка В. Ю. – Луцьк : Головне управління статистики у Волинській області, 2013. – 153 с.

13. Довкілля Волині 2013 : Статистичний збірник / За ред. Науменка В. Ю. – Луцьк : Головне управління статистики у Волинській області, 2014. – 145 с.

14. Довкілля Волині 2014 : Статистичний збірник / За ред. Науменка В. Ю. – Луцьк : Головне управління статистики у Волинській області, 2015. – 162 с.

Надійшла до редколегії 20.07.2016

УДК 528.88:502.37

**А. Б. АЧАСОВ**, д-р с.-г. наук, доц.

*Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна*  
майдан Свободи, 6, м. Харків, 61022

*Харківський національний аграрний університет імені В. В. Докучаєва*  
Харківська область, Харківський район, п/в «Комуніст-1», 62483  
e-mail: remsensing@yandex.ua

**А. О. СЕДОВ, А. О. АЧАСОВА**, канд. біол. наук, доц.

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

## ОЦІНКА ЗАБУР'ЯНЕНOSTI ПОСІВІВ СОНЯШНИКА ЗА ДОПОМОГОЮ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

**Ціль.** Оцінка можливості використання квадрокоптерів для оцінки забур'яненості посівів соняшника. **Методи.** Аерозйомка за допомогою безпілотних літальних апаратів, об'єктно-орієнтований аналіз зображення. **Результати.** Наведені результати оцінки забур'яненості посівів соняшнику за результатами дешифрування знімків, зроблених за допомогою БПЛА у видимому діапазоні. Показано, що найкращі результати дешифрування знімків отримані при використанні контрольованої класифікації за методом максимальної правдоподібності. **Висновки.** Для покращення розпізнавання бур'янів та відокремлення їх зображення від зображень культурних рослин доцільно використовувати об'єктно-орієнтований аналіз.

**Ключові слова:** БПЛА, дрон, моніторинг посівів, бур'яни, соняшник, амброзія полинолиста, врожай, дешифрування, контрольована класифікація

**Achasov A. B.**

*V. N. Karazin Kharkiv National University*

*V. V. Dokuchaev Kharkiv National Agrarian University*

**Sedov A. O., Achasova A. O.**

*V. V. Dokuchaev Kharkiv National Agrarian University*

## ASSESSMENT OF A CONTAMINATION OF CROPS OF SUNFLOWER BY MEANS OF UNMANNED AERIAL VEHICLES

**Purpose.** Evaluate the use of quadcopters for evaluation of weed-infested crops of sunflower. **Methods.** Aerial survey using drones, object-oriented image analysis. **Results.** In the article are given the results of assessment of a contamination of crops of sunflower by results of decryption of the pictures made by means of the UAV in the visible range. It is shown that the best results of decoding of photo-images are received when using supervised classification by a method of the maximum plausibility. **Conclusions.** For improving of recognition of weeds and separation of their image from images of cultural plants it is expedient to use the object-oriented analysis.

**Keywords:** UAV, drone, monitoring of crops, weeds, sunflower, ragweed polynolity, harvest, decryption, supervised classification

**Ачасов А. Б.**

*Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина*

*Харьковский национальный аграрный университет имени В. В. Докучаева*

**Седов А. О., Ачасова А. О.**

*Харьковский национальный аграрный университет имени В. В. Докучаева*

## ОЦЕНКА ЗАСОРЕННОСТИ ПОСЕВОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА С ПОМОЩЬЮ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

**Цель.** Оценка возможности использования квадрокоптеров для оценки засоренности посевов подсолнечника. **Методы.** Аэро съемка с помощью беспилотных летательных аппаратов, объектно-ориентированный анализ изображения. **Результаты.** Приведены результаты оценки засоренности посевов подсолнечника по результатам дешифрирования снимков, сделанных с помощью БПЛА в видимом диапазоне. Показано, что наилучшие результаты дешифрирования снимков получены при

использовании контролируемой классификации по методу максимальной правдоподобности. **Выводы.** Для улучшения распознавания сорняков и отделения их изображения от изображений культурных растений целесообразно использовать объектно-ориентированный анализ.

**Ключевые слова:** БПЛА, дрон, мониторинг посевов, сорняки, подсолнечник, амброзия полыннолистая, урожай, дешифрирования, контролируемая классификация

### Вступ

**Постановка проблеми:** В останні роки аерознімання за допомогою безпілотних літальних апаратів (БПЛА) є мабуть найбільш активним у своєму розвитку елементом ГІС-технологій. Світовий ринок дронів і пов'язаних з ними послуг на даний час приблизно оцінюється в 2 мільярди доларів США. Втім за прогнозами експертів консалтингової групи Pricewaterhouse Coopers LLP до 2020 року прогнозується його зріст до 127 мільярдів, серед яких 32,4 мільярди буде припадати на застосування БПЛА-технологій у сільському господарстві [1].

Одним з перспективних напрямків використання дронів у аграрному виробництві є оцінка та моніторинг ступеня забур'яненості посівів. Бур'яни є прямими конкурентами сільськогосподарських рослин через їх високу пристосованість до умов середовища. Їх присутність у культурних агрофітоценозах призводить до переходу ресурсів вологи та живлення що, відповідно, викликає зниження врожайності сільгоспкультур. Так, середньосвітові втрати врожаю спричинені забур'яненістю полів тільки для зернових культур сягають 167,4 млн т, або 34,8% потенційного врожаю. Зокрема втрати зерна пшениці становлять 34,5 млн т, або 23,9% світового потенційного врожаю [2].

За даними Міжнародної організації з продовольства і сільського господарства ФАО, втрати сільськогосподарської продукції від бур'янів та інших шкідливих організмів в усьому світі оцінюються в 75 млрд дол. за рік, що становить третю частину потенційно можливого збору врожаю [2].

Зокрема для України встановлено, що лише 10% обстежених площ мають незначну забур'яненість, 60% площ – середню (10-50 шт/м<sup>2</sup>) і 30% ріллі – сильну забур'яненість (понад 50 шт/м<sup>2</sup>) [2]. Викладені факти переконливо доводять важливість питання боротьби з забур'яненістю, основою якої є оперативна оцінка стану посівів.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Методики врахування фактичної забур'яненості посівів сільськогосподарських культур залишаються незмінними на протязі трьох останніх десятиліть [3].

Існують різні способи визначення кількості бур'янів, серед яких найбільш відомим є візуально-кількісний метод А. Г. Мальцева. В його основі лежить співвідношення кількості бур'янів і культурних рослин на одиницю площі. Поле проходять по двох діагоналях і через кожні 50-100 м роблять зупинки. На кожній зупинці посіви обстежують візуально в радіусі 2 м навколо себе, визначають якісний і кількісний склад бур'янів і заносять результати у відповідну відомість обліку. Ступінь засміченості поля оцінюється за чотирибальною шкалою. Зрозуміло, що такий окомірний облік забур'яненості неможна вважати повністю об'єктивним, але він широко застосовується й зараз на великих земельних масивах у виробничих умовах. Головною причиною тому є експресність методу, яка дозволяє швидко оцінити ситуацію та відповідно відреагувати на неї.

Для прикладу наведемо удосконалений спосіб оцінки засміченості полів. Обстеження проводиться також по двох діагоналях з періодичним накладанням рамки та підрахуванням всередині її кількості культурних рослин і бур'янів за видами. Можлива кількісно-вагова варіація методу, згідно якої крім чисельності визначається також і маса бур'янів. Такий кількісний підхід є безперечно більш точним, але займає значно більше часу та зусиль.

Фахівці вважають [3], що візуально-кількісний метод може бути ефективним й зараз, особливо за умов його модернізації та об'єктивізації за допомогою сучасних технологій отримання інформації. Якщо раніше такі альтернативні методи обліку як дистанційне зондування були набагато витратнішими за звичайні методи обстеження, то при сучасному рівні розвитку техніки і технології ситуація кардинально змінилася.

Існує достатньо прикладів оцінки забур'яненості агрофітоценозів як за допомогою космічних знімків [4; 5] так і знімків, зроблених за допомогою БПЛА [6; 7; 8]. При цьому останні є значно привабливішими в першу чергу через надвисоку роздільну здатність знімків, що підтверджується кількістю публікацій на цю тему.

Існуюче велике різноманіття дронів, зондуючої апаратури та режимів зйомки часто викликає ситуацію методичної невизначеності. Так, вага сучасних комерційних

дронів може коливатись від сотень грамів до сотень кілограмів. Відповідно буде варіювати набір апаратури, яка може встановлюватись на них, а це в свою чергу обумовить спектральну, радіометричну та просторову роздільну здатність знімків. Додамо, що зйомка може проводитись на різних висотах, й отримаємо дійсно складне завдання оптимізації процесу.

**Метою статті** є оцінка можливості використання квадрокоптерів для оцінки забур'яненості посівів соняшника.

### Результати дослідження

Дослідження проводились на дослідному полі Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва 17 травня 2016 року. На полі проводиться багатофакторний дослід по оптимізації технології вирощування соняшника. Зйомку да-

ного поля було виконано за допомогою квадрокоптера DJI Phantom Vision 2+. Зйомка проводилась у видимому діапазоні за допомогою цифрової 14 мегапіксельної камери з чотирьох висот: 5 м, 25 м, 50 м, 100 м (рис. 1).



**Рис. 1** — Загальний вигляд досліджуваного поля (фрагмент знімка з дрона)

Польове обстеження поля показало, що воно уражене переважно амброзією полинолістою (*Ambrosia artemisiifolia*), бур'яном, який відноситься до категорії карантинних і завдає великої шкоди сільському господарству. Визначення кількості

бур'янів ваговим методом показало, що питома вага амброзії полинолістої у загальній масі агрофітоценозу становить 89%, що згідно прийнятої класифікації [9] характеризує рівень забур'яненості як «дуже сильний».

Відпрацювання методики дистанційної оцінки забур'яненості поля проводилось в межах облікової рамки розміром 0,7\*0,7 м. Дешифрування БПЛА-знімку проводилось в програмі TNTmips з використанням як неконтрольованої так і контрольованої класифікації. Класифікаційними ознаками слугували яскравості зображень в червоному, синьому та зеленому діапазонах, на які було розкладено кольоровий знімок.

В ідеалі на знімку треба було виділити всі основні наявні інформаційні класи об'єктів, а саме: 1) ґрунт, 2) рослинні рештки, 3) соняшник, 4) амброзія полинолиста (рис.2).

Застосування методів неконтрольованої класифікації довели їх низьку придатність щодо визначення ступеня за-

бур'яненості. Наприклад, перший з чотирьох спектральних кластерів, які були виділені на знімку в результаті застосування методу нечіткої кластеризації К-середніх, характеризував такі об'єкти: соняшник, рослинні рештки, амброзія полинолиста. До другого спектрального кластеру увійшли пікселі, які характеризують амброзію, рослинні рештки та ґрунт. До третього – ґрунт та рослинні рештки. І лише четвертий відповідав переважно одному інформаційному класу об'єктів – ґрунту, причому переважно затіненому. Нажаль сіра графіка журналу не дозволяє в повній мірі проілюструвати одержані результати.

Покращити загальну картину можна шляхом збільшення первинного числа



Рис. 2 – Знімок облікової ділянки

кластерів та подальшого їх об'єднання дешифрувальником в ручному режимі. Проведення такої процедури показало, що витрати зусиль та часу не відповідають одержаним результатам, адже фактично класифікація перетворилась на контрольовану.

Як відомо, для останньої потрібно обрати спектральні еталони для інформаційних класів, після чого решту пікселів буде віднесено до одного з них. Форму-

вання спектральних еталонів проводилось на одній п'ятій частині облікової рамки, після чого була проведена контрольована класифікація з використанням різних методичних підходів.

Найбільш достовірні результати були одержані при використанні методу максимальної правдоподібності, який дозволив чітко відлити 4 класи об'єктів: 1) ґрунт, 2)



пожнивні рештки, 3) соняшник, 4) амброзію полинолисту. Результати дешифрування наведені в таблиці та проілюстровані на рис. 3.

Аналіз одержаних результатів доводить, що останні третій і четвертий класи мають нечітку межу. Головним поясненням цього факту є ефект надвисокої детальності [10]. Він полягає у тому, що при високій

Таблиця

**Результати дешифрування за методом максимальної правдоподібності**

Інформаційний клас	Кількість пікселів	Відсоток
Соняшник	28041	11.81
Амброзія полинолиста	67085	28.26
Рослинні рештки	14209	5.99
Ґрунт	128031	53.94

роздільній здатності знімка збільшується внутрікласова спектральна варіабельність, що відповідно погіршує вірогідність розділення окремих класів [11]. Тобто на знімках з надвисокою детальністю можуть утворюватись специфічні оптичні ефекти. Наприклад, окремі ділянки листа соняшника завдяки природній вигнутості будуть мати більш темне забарвлення, через що пікселі, які їх репрезентують, потраплять до класу бур'янів.

Покращення розпізнавання може досягатись за допомогою використання

об'єктно-орієнтованого аналізу (object-based image analysis), який враховує не лише спектральні характеристики, але й структуру зображення, зокрема лінійне розташування рослин соняшника на полі [11]. Зокрема, ця методика була успішно використана при виявленні бур'янів в посівах пшениці [5] та кукурудзи [12]. Дослідження в цьому напрямку будуть нами продовжені.

Оцінка забур'яненості шляхом врахування співвідношення проективного покриття амброзії полинолистої та соняшника показала, що питома вага бур'яну становить

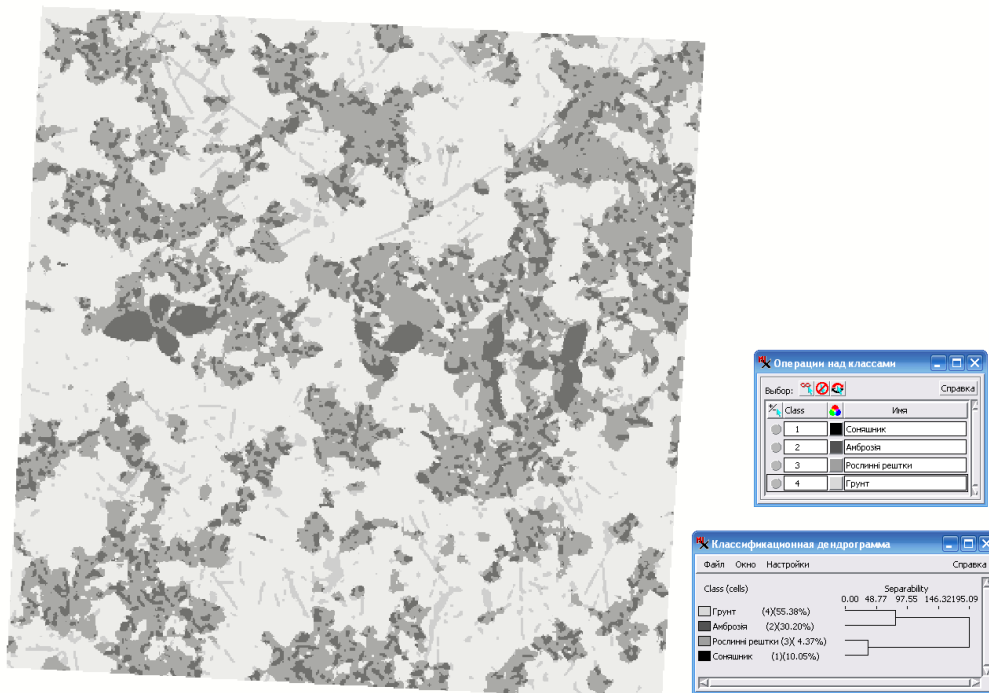


Рис. 3 – Результати контрольованої класифікації зображення.

70,5%. Спираючись на класифікацію В. С. Зузи [9] цей рівень забур'яненості можна охарактеризувати як «дуже сильний». Необхідно враховувати, що на сьогодні немає однієї точки зору щодо градацій забур'яненості що, свідчить, як про суб'єктивність в оцінці рівня забур'яненості, так і про певну невизначеність самого поняття рівня забур'яненості. Хоча результат оцінки засміченості поля методом «БПЛА-індикації» відрізняється від польового ме-

тоду, він заслуговує на увагу через свою оперативність та оглядовість.

Дійсно, використання БПЛА дозволяє: 1) отримати майже миттєву просторову картину з заданою детальністю; 2) по результатах об'єктивного кількісного дешифрування надати інформацію про проективне покриття бур'янів; 3) оперативно провести повторний моніторинг посів з метою контролю ситуації.

### Висновки

Дослідження показали можливість кількісної оцінки рівня забур'яненості посівів соняшника шляхом дешифрування даних БПЛА-зйомки у видимому діапазоні. Контрольована класифікація знімків за індивідуальними спектральними характеристиками природних об'єктів дозволила встановити

проективне покриття амброзії полинолистій - 70,5%.

Удосконалення методики дешифрування полягає у застосуванні методу об'єктно-орієнтованого аналізу зображення, який враховує не лише спектральні характеристики об'єктів, а й структуру знімка.

### Література

1. Global Market for Commercial Applications of Drone Technology Valued at over \$127 bn. <http://press.pwc.com/News-releases/global-market-for-commercial-applications-of-drone-technology-valued-at-over--127-bn/s/AC04349E-C40D-4767-9F92-A4D219860CD2>
2. Гудзь В.П., Примак І.Д., Будьонний Ю.В., Танчик С.П. Землеробство Підручник. 2-ге вид. перероб. та доп. / За ред. В.П. Гудзя. - К.: Центр учбової літератури, 2010. - 464 с.
3. Шпанев А. М. Новые подходы к методике учета сорных растений / А. М. Шпанев, П. В. Леконцев // Защита и карантин растений: ежемесячный журнал для специалистов, ученых и практиков. - 2012. - № 8. - С. 38-41
4. Архипова О.Е., Качалина Н.А., Тютюнов Ю.В, Ковалев О.В. Оценка засоренности антропогенных фитоценозов на основе данных дистанционного зондирования Земли (на примере амброзии полыннолистной). Исследования Земли из космоса, 2014. № 6. С. 15-26.
5. De Castro, A.I.; Lopez Granados, F.; Jurado-Exposito, M. Broad-scale cruciferous weed patch classification in winter wheat using QuickBird imagery for in-season site-specific control—Springer. *Precis. Agric.* 2013, 14, 392–413.
6. Hunt, E.R., Jr.; Hively, W.D.; Fujikawa, S.J.; Linden, D.S.; Daughtry, C.S. T.; McCarty, G.W. Acquisition of NIR-Green-Blue Digital Photographs from Unmanned Aircraft for Crop Monitoring. *Remote Sens.* 2010, 2, 290–305.

7. López-Granados, F. Weed detection for site-specific weed management: Mapping and real-time approaches. *Weed Res.* 2011, 51, 1–11
8. Peña J.M., J. Torres-Sánchez, A. Serrano, A.I. de Castro, F. López-Granados. 2015. Quantifying efficacy and limits of unmanned aerial vehicle (UAV) technology for weed seedling detection as affected by sensor resolution. *Sensors*, 15(3), 5609-5626
9. Зуза В. С. Нова концепція рівня забур'яненості посівів сільськогосподарських культур при гербологічному моніторингу / В. С. Зуза // Вісн. ХНАУ. Сер. «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство»: зб. наук. пр. – Х.: ХНАУ ім. В. В. Докучаєва, 2011. – № 1. – С. 169–173.
10. Yu, Q.; Gong, P.; Clinton, N.; Biging, G.; Kelly, M.; Schirokauer, D. Object-based detailed vegetation classification with airborne high spatial resolution remote sensing imagery. *Photogramm. Eng. Remote Sens.* 2006, 72, 799–811.
11. Blaschke, T. Object based image analysis for remote sensing. *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.* 2010, 65, 2–16.
12. Pena, J.M.; Torres-Sanchez, J.; de Castro, A.I.; Kelly, M.; Lopez-Granados, F. Weed Mapping in Early-Season Maize Fields Using Object-Based Analysis of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Images. *PLoS One* 2013, 8, e77151.

Надійшла до редколегії 17.10.2016

УДК 582.573.56:574.3(477)

**О. С. МУЗИЧЕНКО**, канд. біол. наук, доц.  
Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки  
пр. Волі 13, м. Луцьк, 43025  
e-mail: oksmuz@meta.ua

## СТАН ПОПУЛЯЦІЇ КОНВАЛІЇ ЗВИЧАЙНОЇ (*CONVALLARIA MAJALIS* L.) В УМОВАХ СУГРУДІВ КІВЕРЦІВСЬКОГО ЛІСГОСПУ ВОЛИНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

**Мета.** Вивчення еколого-біологічних та еколого-ценотичних особливостей зростання *C. majalis* (L.) в умовах сугрудів Ківерцівського лісгоспу Волинської області. **Методи.** Польові, біометричні, статистичні.

**Результати.** Досліджено екологічні умови зростання конвалії звичайної (*Convallaria majalis* L.) в умовах сугрудів Ківерцівського лісгоспу. Наведена характеристика виду як одного з домінантів трав'яно-чагарничкового ярусу. Встановлено флористичний склад лісових фітоценозів за участю виду. Проаналізована вікова та онтогенетична структура на основі встановлення онтогенетичних спектрів і типів популяцій. Описано вплив освітленості на параметри морфометричних показників надземних органів *C. majalis* L.: ширину та довжину листкової пластинки, кількість квіток та плодів. **Висновки.** В умовах сугрудів популяція *C. majalis* (L.) має неповночленні спектри, які належать до нормального та інвазійного типів. Рівень освітленості суттєво не впливає на морфометричні показники листкової пластинки, цвітіння та плодоношення і стан популяції *C. majalis* (L.) та її розвиток залежить, в першу чергу, від внутрішніх ритмів онтогенезу та антропогенного впливу.

**Ключові слова:** *Convallaria majalis* L., флористичний склад, вікова структура, онтогенетична структура, освітленість

**Muzychenko O. S.**

*Lesya Ukrainka Eastern European National University*

## STATE POPULATION LILY OF THE VALLEY (*CONVALLARIA MAJALIS* L.) IN CONDITIONS SUGRUDY KIVERZIVSKY FORESTRY VOLYN REGION

**Purpose.** The study of ecological and biological and environmental features cenotic growth of *C. majalis* (L.) in terms of forestry suhrudy Kivertsi Volyn region. **Methods.** Field, biometrics, statistics. **Results.** Researched environmental growing conditions lily of the valley (*Convallaria majalis* L.) in conditions sugrudu Kiverzivsky forestry. The characteristic species as one of the dominate species of grass-bush tier. Installed forest floristic composition of plant communities featuring species. Analyzed the «age» and «ontogenetic population structure» on the basis of the determination ontogenetic spectrums and types of populations. Described the impact of lighting on morphometric parameters aerial organs of *C. majalis* L.: width and length of the leaf blade, the number of flowers and fruits. **Conclusions.** The sugrudu conditions of population *C. majalis* (L.) is not complete spectra that belong to normal and invasive types. The light level is not significantly affect the morphometric parameters of the leaf blade, flowering and fruiting, and the state of the population *C. majalis* (L.) and its development depends, first of all, on the internal rhythms ontogenesis and human impact.

**Keywords:** *Convallaria majalis* L., floristic composition, age structure, ontogenetic structure, lighting

**Музыченко О. С.**

*Восточноєвропейський національний університет імені Лесі Українки*

## СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИИ ЛАНДЫША МАЙСКОГО (*CONVALLARIA MAJALIS* L.) В УСЛОВИЯХ СУГРУДОВ КИВЕРЦОВСКОГО ЛЕСХОЗА ВОЛЫНСКОЙ ОБЛАСТИ

**Цель.** Изучение эколого-биологических и эколого-ценотических особенностей роста *C. majalis* (L.) в условиях сугрудов Киверцовского лесхоза Волинской области. **Методы.** Полевые, биометрические, статистические. **Результаты.** Исследованы экологические условия произрастания ландыша майского (*Convallaria majalis* L.) в условиях сугрудов Киверцовского лесхоза. Приведена характеристика вида как одного из доминантов травянисто-кустарничкового яруса. Установлен флористический состав лесных фитоценозов с участием вида. Проанализирована возрастная и онтогенетическая структура вида на основе установления онтогенетических спектров и типов популяций. Описано влияние освещенности на морфометрические показатели надземных органов *C. majalis* L.: ширину и длину листовой пластинки, количество цветков и плодов. **Выводы.** В условиях сугрудов популяция *C. majalis* (L.) имеет неполночленные спектры, которые принадлежат к нормальному и инвазивному типам. Уровень освещенности существенно не влияет на морфометрические показатели листовой пластинки, цветения и плодоношения и состояние популяции *C. majalis* (L.) и ее развитие зависит, в первую очередь, от внутренних ритмов онтогенеза и антропогенного воздействия.

**Ключевые слова:** *Convallaria majalis* L., флористический состав, возрастная структура, онтогенетическая структура, освещенность

**Вступ**

Серед ресурсів лісу важливе значення мають продукти побічного користування лісом (гриби, ягоди, лікарська та технічна сировина тощо) попит на які постійно зростає. Тому дослідження недревних ресурсів лісу, а саме лікарських рослин, умов їх зростання залежно від типів лісорослинних умов та впливу лісівничих та екологічних чинників є важливим напрямком досліджень сучасного ресурсознавства.

Дослідження стану ценопопуляції *Convallaria majalis* (L.) (*Convallariaceae*) є одним з важливих завдань у справі збереження її генофонду та ресурсів на території Волинської області, виду який ціниться за високі декоративні властивості і є цінною лікарською сировиною.

У складі лісових біоценозів *C. majalis* (L.) як і інші трав'янисті рослини зазнає значного антропогенного впливу, що вимагає подальшого її вивчення та розробки системи заходів щодо її збереження та відтворення.

Залишаються недостатньо вивчені питання впливу лісівничо-таксаційних показників лісостанів, екологічних чинників на ріст та розвиток ценопопуляції; особливості зростання, зміни морфометричних показни-

ків, рясність на одиниці площі, цвітіння і плодоношення *C. majalis* (L.) залежно від типів лісорослинних умов та повноти деревостану.

Еколого-біологічні особливості, поширення *C. majalis* (L.) досліджували О. М. Переходько (2005), Є. В. Кацовець, М. М. Матвеев (2010), ботанічна характеристика, її різновиди описані в працях А. Л. Тахтаджяна (1978), В. А. Нечитайло (2001), використання в медицині, хімічний склад та особливості розмноження розглянуто в роботах Н. Ф. Комісаренко (1993), В. М. Мінарченко (2002), Н. Є. Горбенко (2004) та ряду інших авторів.

Вивчення особливостей зростання і відношення конвалії до умов місцезростання дає можливість цілеспрямовано втручатися в процеси росту і розвитку рослин, більш повно використовувати природні властивості рослин для збереження та відтворення популяції та підвищення її продуктивності.

**Метою роботи** є вивчення еколого-біологічних та еколого-ценотичних особливостей зростання *C. majalis* (L.) в умовах сугрудів Ківерцівського лісгоспу Волинської області.

**Методика дослідження**

Умови зростання *C. majalis* (L.) досліджувались на території ДП «Ківерцівське лісове господарство» Волинської області.

Для характеристики популяцій *C. majalis* (L.) були вибрані пробні площі 20x20 м<sup>2</sup>, на яких закладали облікові ділянки площею 1x1 м<sup>2</sup>. На ПП проводився опис складу деревостану, підросту, підліску, надгрунтового вкриття. Основні лісівничо-

таксаційні показники пробних площ наведено в табл. 1.

**Пробна площа №1.** Тип лісорослинних умов – свіжий сугруд (С<sub>2</sub>), тип лісу – свіжий сосново-грабово-дубовий сугруд (С<sub>2</sub>-С-г). У підліску *Sorbus aucuparia* (L.). Підріст складається: *Betula pendula* (Roth.), *Carpinus betulus* (L.). До складу живого надгрунтового

**Таблиця 1**

**Лісівничо-таксаційні показники типів деревостанів на пробних площах Ківерцівського лісгоспу**

Пробна площа (ПП)	Місцезнаходження пробної площі	Склад деревостану	Середні показники деревостану			Бонітет	Повнота	ТЛУ	Участь конвалії у живому надгрунтовому покритті, %
			діаметр, см	висота, м	вік, років				
1	Сокирчівське лісництво	8Сзв2Бп+Гзв	22,4	18	39	Ia	0,6	С <sub>2</sub>	20
2	Сокирчівське лісництво	6Сз2Гз1Дзв	31,5	27	55	I	0,75	С <sub>3</sub>	25
3	Ківерцівське лісництво	10Сз+Дзв	29,8	24	50	I	0,65	С <sub>2</sub>	5

покриву ПП №1 входять *Pleurozium schreberi*, *Luzula pilosa* (L.) Willd., *C. majalis* (L.), *Vaccinium myrtillus* (L.). Проективне покриття чорничника становить 65%.

**Пробна площа № 2.** Тип лісорослинних умов – вологий сугруд (С<sub>3</sub>), тип лісу – волога сосново-грабова діброва (С<sub>3</sub>-С-г-д). Підлісок відсутній. Підріст складається: *Carpinus betulus* (L.), *Quercus robur* (L.).

До складу живого надгрунтового покриву ПП №2 входять *Polygonatum multiflorum* (L.) All., *C. majalis* (L.), *Vaccinium vitis-idaea* (L.), *Vaccinium myrtillus* (L.). Проективне покриття чорничника становить 20%.

**Пробна площа № 3.** Тип лісорослинних умов – свіжий сугруд С<sub>2</sub>, тип лісу – свіжа соснова діброва (С<sub>3</sub>-д-С). До складу живого надгрунтового покриву входять *Calluna vulgaris* (L.) Hill., *Aegopodium podagraria* (L.), *C. majalis* (L.), *Vaccinium myrtillus* (L.), злакове різнотрав'я. Підлісок поодинокий. Підріст сформований *Pinus sylvestris* (L.), *Quercus robur* (L.). Пробна площа зазнає сезонного антропогенного впливу відпочиваючих.

Лісові фітоценози ПП №1, 2, 3 складаються з високоповнотних деревостанів віком 9, 50 та 55 років за участю *Pinus sylvestris* (L.), *Quercus robur* (L.), *Carpinus betulus* (L.) з домішкою *Betula pendula* (Roth).

### Результати дослідження

*Convallaria majalis* (L.) – пребореальний вид з диз'юнктивним ареалом. Належить до родини *Liliaceae*. Зростає масово на Поліссі, в Карпатах та в Лісостепу. Як вид – багаторічна трав'яниста рослина з підземними кореневищами висотою 15-30 см. Тіньовитривала, геофіт, мезотроф і мезофіт [7].

Цвітіння відмічається на 2-3 рік, з періодичністю через 2-3 роки. Це пояснює наявність пагонів з листками, але з поодинокими квітками.

Активно розмножується вегетативно – шляхом розростання кореневища. Кореневище конвалії – довге, повзуче, при масовому весняному зборі може сильно пошкоджуватись, що призводить до сповільнення росту та розвитку рослини з подальшим відмиранням бічних галузень і до повного зникнення *C. majalis* L. зі складу піднаметового покриву лісових біоценозів [5].

Генеративні пагони конвалії інтенсивно знищуються населенням і це негативно впливає на стан ценопопуляції, яка перестає омолоджуватись за рахунок сходів, які регу-

Дослідження проводились з використанням основних методів обліку рослин у фітоценології: метод визначення загального проективного покриття за допомогою сітки Раменського.

На облікових ділянках підраховували число парціальних пагонів конвалії звичайної кожної вікової групи, кількість квітучих рослин та з ягодами, визначали кількість ягід на одній рослині. Для дослідження вікової структури ценопопуляції застосували метод дискретного опису онтогенезу, запропонований Т. А. Работновим і О. О. Урановим [6, 9]. Флористична подібність популяцій виду оцінювалась за коефіцієнтом Жаккара [4].

Визначали морфологічні показники рослини: довжину та ширину листової пластинки, кількість квіток та плодів. Рясність виду визначали методом прямого обліку за шкалою чисельності виду у фітоценозі О. Друде [2].

Освітленість визначали на основі методики Є. В. Алексєєва [1]. Значення освітленості під наметом лісу (в люксах) переводиться до освітленості на відкритій місцевості, виражене у відсотках. За величиною освітленості ділянки поділили на три групи: повністю освітлені (освітленість понад 3000 лк, повнота 0,1-0,4), напівосвітлені (менше 3000 лк, повнота 0,5-0,7), притінені (менше 1000 лк, повнота 0,8-1,0) у сонячний день.

лярно з'являються. Тривале інтенсивне витоптування конвалії не виносить і випадає зі складу трав'яного ярусу. Тому існує загроза її знищення після вирубок, коли тіньовитривалі рослини поступаються світлолюбним. В несприятливих еколого-ценотичних умовах зникають генеративні пагони конвалії, а однолистяні складають понад 50%.

В результаті власних досліджень встановлено, що у флористичному складі лісових фітоценозів Ківерцівського лісгоспу за участю *C. majalis* (L.) зустрічається 46 видів рослин, які належать до 28 родин. Серед них 1 вид мохів – *Pleurozium schreberi*, 1 вид папоротей – *Athyrium filix-femina* (L.) Roth та 1 вид класу хвойних – *Pinus sylvestris* (L.) У травостой досліджуваних площ описано 37 видів судинних рослин. Серед дводольних найбільша кількість видів представлена родинями *Asteraceae*, *Rosaceae* (по 10,87%), *Ericaceae* (6,52%). Серед однодольних рослин за видовим складом та кількісним співвідношенням переважає родина *Poaceae* (10,87%) (рис. 1).

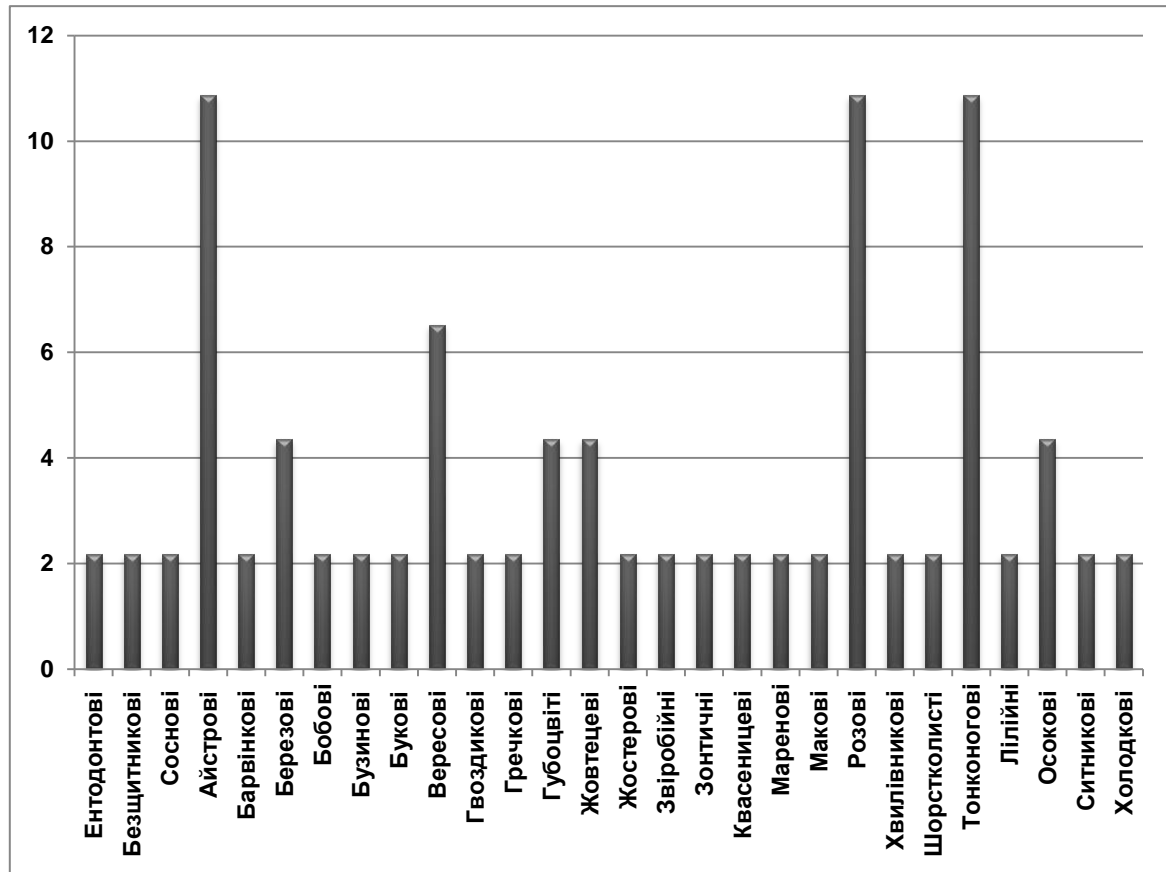


Рис. 1 – Провідні родини флори лісових фітоценозів за участю *C. majalis* (L.), (%)

На усіх досліджених пробних площах постійними супутниками *C. majalis* (L.) є *Polygonatum multiflorum* (L.) All., *Vaccinium vitis-idaea* (L.), *Vaccinium myrtillus* (L.), *Carex pilosa* (Scop.), *Galium aparine* (L.). Високе трапляння купини багатоквіткової з конвалією пояснюється їх подібними екологічними умовами зростання. Так, обидва види відносяться до лісової ценоморфи, надають перевагу мезотрофним ґрунтам, свіжим гіротопам з напівосвітленим світловим режимом. Проте, усі супутні види не перешкоджають конвалії формувати великі зарості, які можуть служити місцем збору лікарської сировини.

Найбільшу флористична подібність

мають ПП №2 та №3 (0,59). Пробна площа №1 характеризується максимальною відокремленістю, коефіцієнт подібності з ПП №1 та ПП №2 становить (0,29 та 0,33) (табл. 2).

Сучасне розповсюдження *C. majalis* (L.) у природі зумовлюється фітоценотичними та едафічними чинниками: її приуроченість до відкритих, напіввідкритих і затінених місць зростання на лісових галявинах, як правило, на добре зволжених евтрофних ґрунтах [3].

При дослідження вікової структури ценопопуляції виду нами було виділено 7 онтогенетичних станів. При періодизації онтогенезу *C. majalis* (L.) враховувались

Таблиця 2

Матриця подібності видового складу трав'янистих рослин сугрудів Ківерцівського лісгоспу за участю *C. majalis* (L.)

A \ B	ПП №1	ПП №2	ПП №3
ПП №1	1	0,29	0,33
ПП №2	0,29	1	0,59
ПП №3	0,33	0,59	1

наступні показники: кількість листків, ширина та довжина листкової пластинки, наявність квітконосу, кількість ягід на одній рослині. Таким чином, проростки (р) складаються з сім'ядолі, зародкового корінця та гіпокотіля з термінальною брунькою. Ювенільні рослини (j) представлені первинним пагоном з одним зеленим листком ланцетоподібної форми. Іматурні особини (im) – первинний пагін з двома розвиненими листками. Віргінільні рослини (v) представляють систему первинного та парціальних неквітучих пагонів. Молоді генеративні особини (g<sub>1</sub>) – система первинного та парціальних пагонів, що має в своєму складі квітучі і тимчасово неквітучі пагони. Середньовікові генеративні рослини (g<sub>2</sub>) – система квітучих та/або тимчасово неквітучих парціальних пагонів, для яких відмічається

найбільший ступінь цвітіння і плодоношення. Старі генеративні особини (g<sub>3</sub>) також представлені системою парціальних пагонів, що характеризуються незначним ступенем цвітіння.

Встановлено, що популяція *C. majalis* (L.) представлена не усіма віковими групами (табл. 3). Так, на усіх трьох пробних площах були відсутні сенільні рослини. Проростки конвалії були відмічені лише на ПП №1, наявність інших вікових груп (крім сенільної) формують тут нормальну неповночленну популяцію.

На ПП №2 спостерігається низька частка молодих особин (p+j+im) всього 2,17%, що в наступні роки може призвести до зменшення загальної кількості особин популяції.

Таблиця 3

Онтогенетична структура популяції *C. majalis* (L.) в умовах сугрудів Ківерцівського лісгоспу

Вікові групи	Число парціальних пагонів на 1 м <sup>2</sup>			Частка участі, %		
	ПП №1	ПП №2	ПП №3	ПП №1	ПП №2	ПП №3
Проростки (р)	5	0	0	9,62	0	0
Ювенільні (j)	8	0	4	15,39	0	2,01
Іматурні (im)	5	2	6	9,62	2,17	3,02
Віргінільні (v)	19	78	108	36,54	84,78	54,27
Генеративні (g)	15	12	81	28,85	13,04	40,70
Сенільні (s)	0	0	0	0	0	0
Всього	52	92	199	100	100	100

За спектром вікового складу дана популяція характеризується як інвазійна, проте рослини знаходяться в малосприятливих умовах, в силу невеликої частки генеративних особин (13,04%), що знижує потенційну можливість відновлення популяції насінним шляхом.

На ПП №3 зростає значна частка віргінільних – 54,27% та генеративних особин – 40,70%, проте частка молодих особин (p+j+im) є низькою – 5,03%, що можливо, пов'язано з витоптуванням і загибеллю молодих рослин. По типу онтогенетичного спектру нами виділено одновіршинну центровану (ПП №2) ценопопуляцію (рис. 2).

Величина проективного покриття є досить консервативним показником, який змінюється відносно повільно і не залежить від погодних умов конкретного року спо-

стережень. Завдяки цьому він може слугувати для порівняння розвитку і стану популяції конвалії, що зростають у різних типах лісорослинних умов.

Згідно з даними досліджень (табл. 1), участь *C. majalis* (L.) у живому надґрунтовому покриві становить: для ПП №1 – 20%, ПП №2 – 25%, ПП №3 – 5%.

Зростання *C. majalis* L. в різних умовах гігروتопів та трофотропів впливає на морфометричні показники рослини. При зростанні конвалії під наметом деревостану з домішкою листяних порід та значною повнотою (ПП №2) порівняно з деревостаном з домінуванням сосни і більшою освітленістю (ПП №1) вищі показники мінімального і максимального значення ширини і довжини листової пластинки 1 і 2 листка (табл. 4).

Це пояснюється значно кращим освітлюванням рослин весною, до початку роз-

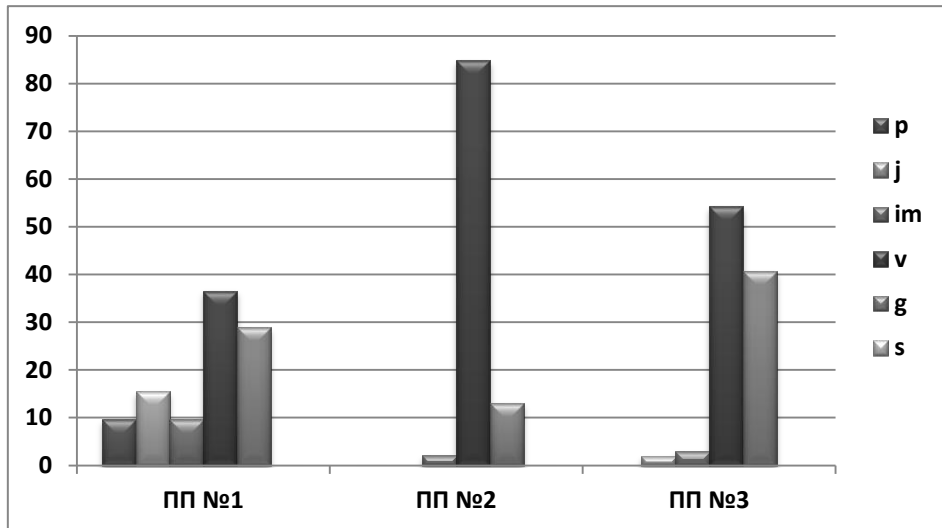


Рис. 2 – Віковий спектр популяції *C. majalis* (L.), (%)

Таблиця 4

Показники параметрів листової пластинки *C. majalis* (L.)

Показники листової пластинки	Пробні площі					
	№1		№2		№3	
	Л1	Л2	Л1	Л2	Л1	Л2
Мінімальні значення параметрів листової пластинки, мм	$\frac{43}{162}$	$\frac{42}{156}$	$\frac{40}{155}$	$\frac{38}{143}$	$\frac{35}{145}$	$\frac{31}{136}$
Максимальні значення параметрів листової пластинки, мм	$\frac{88}{265}$	$\frac{82}{234}$	$\frac{86}{259}$	$\frac{83}{221}$	$\frac{75}{240}$	$\frac{71}{218}$
Середні значення параметрів листової пластинки, мм	$\frac{65,2}{208,8}$	$\frac{61,4}{183,7}$	$\frac{66,5}{214,9}$	$\frac{63,3}{197,4}$	$\frac{56,8}{194,1}$	$\frac{52,6}{178,3}$
Стандартне відхилення, ±	$\frac{11,11}{27,61}$	$\frac{10,02}{19,81}$	$\frac{9,43}{25,53}$	$\frac{9,44}{17,39}$	$\frac{12,28}{23,51}$	$\frac{10,24}{20,08}$
Коефіцієнт варіації, %	$\frac{17,03}{13,22}$	$\frac{16,31}{10,81}$	$\frac{14,18}{11,87}$	$\frac{14,91}{8,80}$	$\frac{21,61}{12,11}$	$\frac{19,46}{11,26}$

Примітка: чисельник – ширина листової пластинки, знаменник – довжина листової пластинки; Л1 – листок 1; Л2 – листок 2.

пускання кореневої бруньки конвалії. Практично, на початку вегетації рослини знаходяться на сильно освітлених ділянках.

Проведений кореляційний аналіз ширини листків конвалії першого та другого порядків (табл. 5) показав високий ступінь кореляції на ПП № 1 та 2 (мінімальне значення коефіцієнта кореляції становить 0,87), на ПП № 3 – середній ступінь кореляції ширини та довжини першого листка зі мінімальним значенням коефіцієнта кореляції 0,345.

Для усіх трьох пробних площ характерна тісна кореляція для показників довжини першого та другого листка, для яких коефіцієнт кореляції не опускається нижче 0,899.

Щільність рослин на пробних площах №1, 2, 3 відповідно становить 52, 92 та 199

шт./м<sup>2</sup>. Рясність конвалії в гігروتапах відноситься до групи «рослини рясні» (ПП № 1) – 4 бали та «дуже рясні» (ПП №2 та №3) з балом 5.

Такі високі показники кількості особин на одиниці площі можуть свідчити, що умови зростання у свіжих та вологих сугрудах Ківерцівського лісгоспу є близькими до оптимальних для розвитку популяції даного виду.

Вплив освітленості і типу лісорослинних умов на кількість квітучих особин на ПП наведено в табл. 6.

У свіжому та вологому сугрудах частка квітучих рослин є низькою, тому основним способом розмноження даної популяції є вегетативне. За освітленості 20-27% частка квітучих рослин перебуває в межах



Таблиця 5

Кореляційний аналіз параметрів листової пластинки *C. majalis* (L.)

Ділянка	Показники		Показники листової пластинки, порядок листка			
			Ширина Л1	Ширина Л2	Довжина Л1	Довжина Л2
Пробна площа №1	Ширина, мм	Л1	1	-	-	-
		Л2	0,997	1	-	-
	Довжина, мм	Л1	0,988	0,990	1	-
		Л2	0,994	0,994	0,990	1
Пробна площа №2	Ширина, мм	Л1	1	-	-	-
		Л2	0,87	1	-	-
	Довжина, мм	Л1	0,94	0,91	1	-
		Л2	0,975	0,899	0,966	1
Пробна площа №3	Ширина, мм	Л1	1	-	-	-
		Л2	0,422	1	-	-
	Довжина, мм	Л1	0,345	0,896	1	-
		Л2	0,413	0,990	0,899	1

Примітка: Л1 – листок першого порядку, Л2 – листок другого порядку

Таблиця 6

Продуктивність цвітіння *C. majalis* (L.) залежно від освітленості під деревостаном

Пробна площа	Тип лісорослинних умов	Склад деревостану	Ступінь освітленості, %	Кількість рослин, шт./м <sup>2</sup>		Частка рослин з квітками, %
				всього	з квітками	
1	C <sub>2</sub>	8Сзв2Бп+Гзв	25	52	7	13,46
2	C <sub>3</sub>	6Сз2Гз1Дзв	20	92	12	13,04
3	C <sub>2</sub>	10Сз+Дзв	27	199	22	11,05

11,05-13,46% від загальної кількості рослин у лісових фітоценозах. Результати досліджень свідчать, що тип лісорослинних умов та ступінь освітленості в них не впливає на продуктивність цвітіння конвалії.

Величина урожайності конвалії залежить від ряду чинників, головними з яких є ступінь розвитку екземплярів і їх чисельність на одиниці площі. Для збереження і повного відтворення популяції конвалії, необхідно лишати непошкодженою не менше однієї рослини на 1 м<sup>2</sup>. Заготівля на одній і тій самій площі допускається не раніше ніж через 3-4 роки [8].

Шкоди запасам сировини конвалії завдають щорічні заготівлі на одних і тих самих масивах. Через інтенсивність та недотримання правил збору сировини, порушення догляду за лісонасадженнями в оптимальних умовах розповсюдження *C. majalis* (L.) відбувається значне скорочення популяцій. При масовому весняному зборі сильно пошкоджується коренева система рослин, що призводить до сповільнення ро-

сту та розвитку, часткового відмирання бічних відгалужень, що викликає повне зникнення *C. majalis* (L.) зі складу надґрунтового вкриття. Генеративні пагони конвалії інтенсивно знищують населення і ценопопуляція перестає омолоджуватись за рахунок регулярної появи сходів.

Для визначення можливостей цвітіння та плодоношення, проведено облік насінневої продуктивності конвалії у природних умовах зростання (табл. 7). Ягоди утворюються на 10,55%-11,96% особин. Кількість ягід на одній рослині 5-6 шт. Такі показники свідчать про низьку урожайність плодоношення виду, тому основним способом розмноження рослини в даних умовах є вегетативне.

При заготівлі квітконосного стебла, фаза плодоношення може бути відсутньою, що може призвести до так званого «штучного спокою виду», а в подальшому й до повного зникання виду, через надмірне втручання у генетично закладені процеси розвитку та росту.

Таблиця 7

Плодоношення *C. majalis* (L.) в умовах Ківерцівського лісгоспу

Пробна площа	Тип лісорослинних умов	Освітленість, %	Середні показники, шт./м <sup>2</sup>		
			рослин, шт./1 м <sup>2</sup>	рослин з ягодами	ягід на одній рослині
1	C <sub>2</sub>	25	52	$\frac{6 \pm 1,0}{11,54}$	6,1±0,8
2	C <sub>3</sub>	20	92	$\frac{11 \pm 0,7}{11,96}$	6,3±0,7
3	C <sub>2</sub>	27	199	$\frac{21 \pm 0,8}{10,55}$	5,5±0,6

Примітка: у чисельнику – середня кількість, шт.; у знаменнику – частка, %.

Для покращення умов зростання *C. majalis* (L.) в природних умовах важливо дотримуватися заходів з її збереження та охорони. Для цього необхідно забезпечити умови для оптимального освітлення шляхом очищення лісостанів, де зростає вид.

Необхідно подальше вивчення стану популяції при різних режимах експлуатації, на територіях із різним ступенем антропогенного впливу, що дасть змогу заготовляти *C. majalis* (L.) в промислових масштабах.

**Висновки**

За результатами проведених досліджень встановлено, що у лісостанах Ківерцівського лісгоспу *C. majalis* (L.) зростає в умовах свіжих та вологих сугрудів, флористичний склад яких нараховує 46 видів судинних рослин, що належать до 28 родин. Найбільше видове різноманіття лісових фітоценозів представлене родинami Asteraceae, Rosaceae, Ericaceae.

(L.) має неповночленні спектри, які належать до нормального та інвазійного типів.

В досліджуваних гігروتобах сугрудів рівень освітленості суттєво не впливає на морфометричні показники листової пластинки, цвітіння та плодоношення і стан популяції *C. majalis* (L.) та її розвиток залежить, в першу чергу, від внутрішніх ритмів онтогенезу та антропогенного впливу.

В умовах сугрудів популяція *C. majalis*

**Література**

1. Алексеев В. А. Световой режим леса. Л. : Наука, 1975. 225 с.
2. Григора І. М., Соломаха В. А. Основи фітоценології. К. : Фітосоціоцентр, 2000. 240 с.
3. Гриник Е. Н., Рябчук В. П. Зависимость биологического запаса ландыша майского от полноты древостоя и типа лесорастительных условий. // материалы Междунар. научн.-практ. конф. «Устойчивое управление лесами и рациональное лесопользование», (Минск, 18–21 мая 2010 г.), Минск, 2010. Т. 1. С. 154–157.
4. Лебедева Н. В. Дроздов Н. Н., Криволицкий Д. А. Биоразнообразие и методы его оценки. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1999. 95 с.
5. Переходько О. М. Залежність морфометричних параметрів конвалії звичайної (*Convallaria majalis* L.) від лісівничо-таксаційних показників лісорослинних умов // Науковий вісник УкрДЛТУ. 2005. Вип. 15.3. С. 60–63.
6. Работнов Т. А. Жизненный цикл многолет-

них травянистых растений в луговых ценозах// Труды ботанического ин-та АН СССР. 1950. Сер. 3. Геоботаника, вып. 6. С. 7–204.

7. Рябчук В. П., Переходько О. М. Конвалія звичайна (*Convallaria majalis* L.) в умовах Заходу України.//Науковий вісник УкрДЛТУ. 2004. Вип. 14.1. С. 8-12.

8. Рябчук В. П., Заячук В. Я., Горбенко Н. Є., Переходько О. М. Лікарські рослини лісових та суміжних територій, їх ресурси та перспективи плантаційного вирощування у Західному регіоні України.// Матер. міжнар. наук.-практ. конф. – Львів: НЛТУУ. 2006. Вип. 32. С. 34-38.

9. Уранов А. А. Онтогенез и возрастной состав популяций // Онтогенез и возрастной состав популяций цветковых растений. М. : Наука, 1967. С. 3–8.

Надійшла до редколегії 02.10.2016

# АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ НА ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

УДК 502.52 + 504.054

**М. В. САРАПІНА**, канд. техн. наук., доц., **Є. О. ВАРИВОДА**, канд. геогр. наук, доц.  
*Національний університет цивільного захисту України*  
вул. Чернишевська, 94, м. Харків, 61023  
e-mail: opteb@nuczu.edu.ua

## ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕКОСИСТЕМ В УМОВАХ РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ: ВІД ДЕГРАДАЦІЇ ДО ВІДНОВЛЕННЯ

**Мета.** Якісний аналіз особливостей функціонування природних наземних екосистем в умовах радіоактивного забруднення на прикладі екосистем Полісся, що найбільше постраждали внаслідок аварії на Чорнобильській атомній електростанції (ЧАЕС). **Методи.** Теоретичний аналіз та синтез. **Результати.** Визначені та систематизовані фактори, що визначають швидкість відновлення екосистем в умовах надзвичайних ситуацій, пов'язаних з радіоактивним забрудненням. В основу класифікації екосистем покладено уявлення про відповідність структури і видового складу автотрофного блоку екосистеми (фітоценозу) умовам місцезростання (екотопу). Визначено, що зміни екосистем Полісся в зоні впливу Чорнобильської катастрофи зумовлюються не лише дією радіації, але й широким колом вторинних процесів, безпосередньо не пов'язаних з радіоактивним забрудненням довкілля. Аналіз накопиченої за минулий 30-річний період інформації, що характеризує широкий спектр наслідків радіоактивного забруднення природних екосистем, визначає, що ступінь їхньої вразливості та відновлюваності залежить як від індивідуальних характеристик компонентів екосистем, так і від характеру аварійної та пост-аварійної антропогенної діяльності. **Висновки.** Аналізуючи відновлення природних екосистем, можемо спостерігати ефект синергізму обумовлений з одного боку властивостями природних екосистем та їх компонентів протидіяти впливу радіаційних факторів і зберігати свою структуру та функціональні особливості, а з іншого зменшенням антропогенного навантаження.

**Ключові слова:** радіоактивне забруднення, екосистема, фактори відновлення

**Sarapina M. V., Varyvoda Ye. O.**

*National University of Civil Protection of Ukraine*

## THE PECULIARITIES OF ECOSYSTEMS FUNCTIONING IN CASE OF RADIOACTIVE POLLUTION: FROM DEGRADATION TO RESTORATION

**Purpose.** The analysis of peculiarities of natural ecosystems functioning in case of radioactive pollution is provided. **Methods.** Theoretical analysis and synthesis. **Results.** The ecosystems of Polissya are considered as a case study in the article since they have been impacted severely as the result of the Chernobyl nuclear accident. The key factors influencing on the degree of ecosystems restoration in case of emergency situation related to radioactive pollution are determined and systematized. The background of the ecosystems classification is idea about correspondence of the structure and species composition of ecosystems autotrophic unit (phytocenosis) to habitat conditions (ecotope). It is determined that changes in Polissya ecosystems in the area of the Chernobyl nuclear accident impact caused not only by radiation but also a wide range of secondary processes not related directly to the contamination of the environment. Based on the analysis of information accumulated over the past 30-year period it is determined that the degree of ecosystems degradation and restoration depends both on the individual characteristics of the components of ecosystems, and the nature of the emergency and post-emergency anthropogenic activity. **Conclusions.** Analyzing the restoration of natural ecosystems, can be observed the effect of synergy on the one hand due to the properties of natural ecosystems and their components resist radiation effects and maintain its structure and functional features, and the other - decreasing anthropogenic load.

**Key words:** radioactive pollution, ecosystem, restoration factors

**Сарапіна М. В., Варивода Є. А.**

*Національний університет громадянської захисту України*

## ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЭКОСИСТЕМ В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ: ОТ ДЕГРАДАЦИИ ДО ВОССТАНОВЛЕНИЯ

**Цель.** Качественный анализ особенностей функционирования природных наземных экосистем в условиях радиоактивного загрязнения на примере экосистем Полесья, наиболее пострадавших в результате аварии на Чернобыльской атомной электростанции (ЧАЭС). **Методы.** Теоретический анализ и синтез. **Результаты.** Определены и систематизированы факторы, определяющие скорость восстановления экосистем в условиях чрезвычайных ситуаций, связанных с радиоактивным загрязнением. В основу классификации экосистем положено представление о соответствии структуры и видового состава автотрофного блока экосистемы (фитоценоза) условиям произрастания (экотопа). Определено, что изменения экосистем Полесья в зоне влияния Чернобыльской катастрофы обусловлены не только действием радиации, но и широким спектром вторичных процессов, непосредственно не связанных с радиоактивным загрязнением окружающей среды. Анализ накопленной за прошедший 30-летний период информации, характеризующей широкий спектр последствий радиоактивного загрязнения природных экосистем, выявил, что степень их уязвимости и восстанавливаемости зависит как от индивидуальных характеристик компонентов экосистем, так и от характера аварийной и пост-аварийной антропогенной деятельности. **Выводы.** Анализируя восстановление природных экосистем, можем наблюдать эффект синергизма обусловленный, с одной стороны, свойствами природных экосистем и их компонентов противодействовать влиянию радиационных факторов и сохранять свою структуру и функциональные особенности, а с другой, уменьшением антропогенной нагрузки.

**Ключевые слова:** радиоактивное загрязнение, экосистема, факторы восстановления

### Вступ

**Постановка проблеми.** Дослідження і аналіз особливостей функціонування екосистем під впливом радіоактивного забруднення відноситься до пріоритетних завдань, пов'язаних зі зменшенням вразливості компонентів навколишнього середовища до надзвичайних ситуацій. Нажаль, в сучасному світі все найчастіше саме надзвичайні ситуації беруть на себе роль рушійної сили, яка призводить до розвитку наукових ідей, пов'язаних із забезпеченням безпеки функціонування екологічних систем. Підтвердженням актуальності вивчення реакцій екосистем і питань їх відновлення в результаті радіоактивного впливу є більш ніж 150 ядерних аварій в 14 країнах світу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В останнє десятиріччя науковці всього світу приклали значні зусилля щодо вироблення й обґрунтування фундаментальних принципів радіаційної безпеки навколишнього середовища [1, 2]. Питання дослідження і вивчення стану і поведінки екологічних систем в межах радіоактивно забруднених територій узагальнені і відображені в ряді наукових публікацій та оглядів, а також базі даних FREDERICA [3]. У той же самий час значна увага приділяється розвитку методологічних підходів до оцінки наслідків радіоактивного забруднення еко-

систем та методів прогнозування радіоекологічних ризиків [4-6]. Не дивлячись на значні здобутки в галузі кількісного оцінювання рівнів радіоактивного впливу, перевищення яких може призвести до негативних ефектів в екосистемах, існує гостра потреба в комплексній аналітичній інформації щодо особливостей відновлення природних екологічних систем в умовах підвищеного радіоактивного фону, нестача якої в цілому стримує розвиток системи оцінки наслідків надзвичайних ситуацій техногенного характеру, пов'язаних з викидами радіоактивних речовин. Розвиток цього напряму досліджень є особливо актуальним у зв'язку з необхідністю розробки менеджмент-планів розвитку територій, які зазнали впливу радіоактивного забруднення, оскільки складові елементи екосистем регіонів України, Білорусі та Росії по теперішній час містять підвищені концентрації техногенних радіонуклідів, що мають періоди напіврозпаду від 14 до 24 065 років.

**Метою роботи** є якісний аналіз особливостей функціонування природних наземних екосистем в умовах радіоактивного забруднення на прикладі екосистем Полісся, що найбільше постраждали внаслідок аварії на Чорнобильській атомній електростанції (ЧАЕС).

### Виклад основного матеріалу

Головною особливістю Чорнобильської аварії є порівняно короткий у часі «імпульсний» викид, що виявляється особливо цінним для дослідників, оскільки з викидом

утворився штучний часовий маркер, використовуючи який можна оцінити швидкість наступних процесів. Об'єктивність отриманих результатів та можливість їх узагаль-

нення для широкого спектру техногенних забруднювачів визначається фіксованою датою випадіння, виключно техногенною компонентою забруднення, широким різноманіттям ландшафтно-геохімічних умов Українського Полісся.

В перші тижні після катастрофи значні рівні радіації за рахунок короткоживучих ізотопів, передусім йоду-131, реєструвались на всій території Полісся. В деяких місцях потужність дози опромінення досягала 27 мР/год. (приблизно у тисячу разів вище природного фону) [7]. Значна доза опромінення, отримана об'єктами біоти, була зумовлена адсорбованими на поверхні організмів «гарячими частинками». Крайнім виразом радіобіологічної відповіді рослин була загибель сосен та ялин на території, котра отримала назву «Рудого лісу»: один масив – уздовж західного радіоактивного сліду до 5 км від зруйнованого реактора, другий – уздовж північного сліду на лівому березі ріки Прип'ять. Про високі дози опромінення свідчила наявність загиблих не лише голкових дерев, але й деяких листяних порід, як, наприклад, береза та вільха чорна. У цих місцях загинули різні види як рослин, так і тварин. Водночас зазнала сильного впливу радіації мікрофлора ґрунту, гідробіоти у водоймах зони.

Розглядаючи динаміку змін у навколишньому середовищі постраждалих територій за 30 років, що минули з часу Чорнобильської катастрофи, можна описати ряд змін в екосистемах. Ізотопи з короткою тривалістю життя розпалися. Радіоекологічна обстановка визначається дією цезію-137 ( $T_{1/2} \approx 30$  років), стронцію-90 (29 років), довгоживучими ізотопами плутонію та америцієм-241, при чому для останнього приблизно до 2060 року прогнозується збільшення питомої активності за рахунок природного розпаду плутонію-241. Найбільшого поширення радіоактивні ізотопи набули в межах зони відчуження ЧАЕС, оскільки переважна їх кількість (окрім  $^{137}\text{Cs}$ ) надійшла до атмосфери у першу (експлозійну) та третю (високотемпературну) фази аварії і пов'язана, головним чином, з «гарячими частинками» [7]. Атмосферне повітря доволі швидко очистилось, його локальне радіоактивне забруднення визначається рівнями гамма-опромінення, дисперсними частками

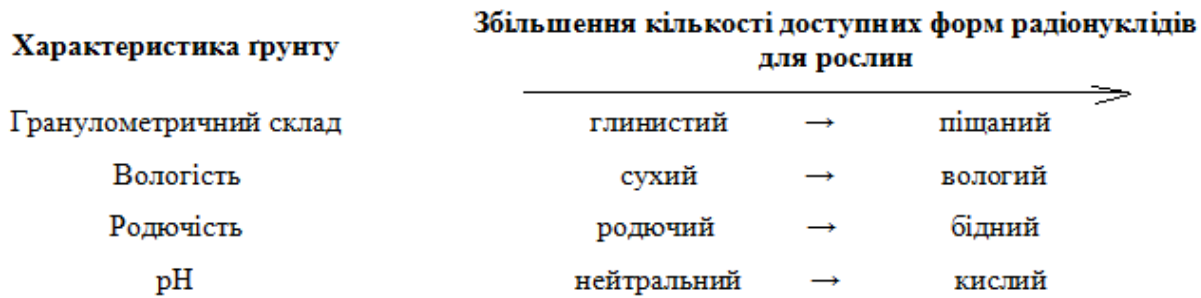
ґрунту, що переносяться вітром, а також пожежами, що зокрема, проявилися посушливим літом 2002, 2015, 2016 років. У водні об'єкти з дощовими, талими і паводковими водами продовжується поступовий стік радіонуклідів з територій водозборів. У воді відбувається розчинення радіоактивних часток, осідання на дно з частковою фіксацією, залучення у біогеохімічний колообіг доступних форм. За рахунок постійного виносу водних мас для річкових вод спостерігається тенденція до швидкого самоочищення. В ґрунтовому середовищі відбувається поступове заглиблення радіонуклідів у ґрунтовий профіль із середньою лінійною швидкістю 0,3-0-5 см/рік [8]. Наявність геохімічних бар'єрів (потужних шарів дернини, перегнійних горизонтів, прошарку глинистих матеріалів, фіксуючих радіонукліди і перешкоджаючих їх проникненню в більш глибокі шари ґрунту) обумовлює зниження інтенсивності міграційних процесів. Це свідчить про те, що основна частка радіоактивних ізотопів протягом десятиліть буде перебувати в кореневмісному шарі найбільш типових для Полісся дерново-підзолистих і торф'яних ґрунтів. Процеси пролонгованої фіксації радіонуклідів в ґрунтовому поглинальному комплексі відіграють провідну роль у самоочищенні екосистем, оскільки ґрунт є основним «депо» радіонуклідів в екосистемах і початковою ланкою трофічних ланцюгів, обумовлює накопичення ізотопів в організмах рослин, а також формування дозових навантажень.

Ступінь впливу радіонуклідів на живі організми визначається зовнішнім (гамма-опромінення радіоактивно забрудненого середовища) та внутрішнім (при потрапленні та накопиченні радіонуклідів в живій речовині) впливом. Оскільки з плином часу в природних системах більшість радіонуклідів зосередилось у верхніх шарах ґрунту, а також мулових відкладеннях водоймищ, найбільший променевий вплив відчувають живі організми, чия життєдіяльність наближена до ґрунту (едафобіоти) та дна водоймищ (бентос).

Ступінь поглинання рослинами радіонуклідів з ґрунту залежить передусім від властивостей радіонукліду, щільності забруднення, типу ґрунту, гранулометричного складу, вологості, родючості та рН ґрунту, а

також від індивідуальних властивостей рослини до поглинання. Так, радіонукліди цезію-137 та трансуранових елементів після випадіння в підстилку і ґрунт відносно менше надходять у насадження через коріння, оскільки добре фіксуються ґрунтом. Оскільки стронцій-90 майже не зв'язується ґрунтовими мінералами він більш активно залучається до біогеохімічного колообігу.

Найбільший перехід радіонуклідів із ґрунту в рослинність відмічається на піщаних і торф'яних ґрунтах у природних умовах, найменший – на окультурених землях [8]. Залежність ступеня доступності радіонуклідів для кореневого поглинання рослинами від характеристик ґрунту схематично зображено на рисунку 1.



*Рис. 1* – Схема залежності ступеня доступності радіонуклідів для кореневого поглинання рослинами від характеристик ґрунту

Здатність поглинати та накопичувати радіонукліди у різних рослин значно відрізняється. Так, за середньою здатністю акумулювати цезій-137 у надземній фітомасі рослини можна розташувати в порядку збільшення таким чином:

- трав'янисті: хрестоцвіті, звиробійні, кіпрейні, бобові, гречані, складноцвіті, злакові, осокові, вересові, мохи і папороті;

- деревні: ялина, сосна, вільха чорна, береза, осика, дуб.

Гриби (маслюк, польський гриб, груздь, зеленка, волнушка) і ягоди (чорниця, лохина, журавлина, суниця) здатні накопичувати радіонукліди таким чином, що вміст в них цезію-137 перевищує допустимі нормативи навіть на територіях з незначною щільністю забруднення ґрунту.

В харчових ланцюгах при переході з одного трофічного рівня на інший відбувається все більше накопичення радіонуклідів у тканинах живої речовини, тобто спостерігається тенденція до збільшення у ряду: рослина – трав'яні тварини – хижі тварини. Так, рівні вмісту радіонуклідів доходять у вовка до 50, у лисиці до 47 тис. Бк/кг, що до 12 разів більше, ніж у трав'яних. Найбільше накопичення радіонуклідів у живій речовині спостерігається: у рослин – у листі і плодах; у тварин – <sup>90</sup>Sr майже повністю

затримується в скелеті, а <sup>137</sup>Cs, навпаки, концентрується у м'язах та м'яких тканинах [9].

Реакція живих організмів і їх систем на радіоактивний вплив визначається складною взаємодією між дозою опромінення і індивідуальною радіочутливістю. Моніторинг природних популяцій свідчить, що рослинні комплекси в цілому є стійкими до радіаційного впливу. Виражені результати впливу радіації на рослинність спостерігаються лише при аномально високій щільності забруднення (понад 3700 кБк/м<sup>2</sup>), в безпосередній близькості від зруйнованого реактору. Серед них: викривлення і пухлині потовщення стебел, асиметрія і кучерявість листя, посилення росту бічних пагонів, карликовість, куцистість, гігантизм, а також порушення на рівні клітин (розриви хромосом). У тварин простежується стійка тенденція до збільшення радіочутливості в ряду від найпростіших форм до більш організованих. Людина відноситься до однієї з найбільш радіочутливих істот, що визначає для неї підвищену небезпечність радіаційно забрудненого середовища Чорнобильської зони.

Зворотним за значенням «радіочутливості» є термін «радіорезистентність», що визначає стійкість організму (або його тка-

нин, органів і систем) до дії іонізуючих випромінювань. Рядом досліджень доведено, що радіорезистентність може бути не тільки спадковою, але й набуватися внаслідок хронічного опромінення невеликими дозами радіації. Такий ефект був описаний у дріжджів, бактерій, найпростіших, водоростей, рослин і комах, а також «in vitro» клітин ссавців і людини, лабораторних тварин. При цьому активується декілька клітинних радіозахисних механізмів, таких як зміна рівня деяких цитоплазматичних та ядерних білків, підвищена експресія генів, репарація ДНК та інші процеси. Спадкова і набута радіорезистентність дозволяють організмам мешкати у радіоактивно забрудненому середовищі, конкурентно витіснити менш пристосовані види і зумовлювати успішні зміни в екосистемах.

Згідно принципу Ле Шательє – Брауна будь-який вплив на екосистему, що призводить до втрати її рівноваги, викликає відповідну відповідь системи у вигляді протидії. Беззаперечно, що в умовах радіоактивного забруднення в природних системах включаються механізми, спрямовані на компенсацію наслідків заподіяної шкоди і поступового відновлення до колишнього рівноважного стану. В умовах, коли зовнішній вплив на екосистему тривалий і створює нові, відмінні від початкових, умови існування, включається в дію принцип Холлінга, згідно якого при «стресовому»

впливі живі організми або формують таке угруповання, толерантний діапазон якого найбільш близький до нових умов, або гинуть, якщо таке угруповання не може бути сформовано.

Узагальнений аналіз результатів натурних досліджень впливу радіоактивного опромінення на екосистеми як ціле в залежності від потужності дози наведено в таблиці 1 та на рисунку 1 [10]. До рівня 0,1 Гр/рік вплив можна вважати безпечним для екосистем, в межах 0,1-1 Гр/рік – небезпечним, понад 1 Гр/рік – згубним.

Базуючись на детальному аналізі даних, нами було виділено ключові фактори (табл. 2), які впливають на швидкість відновлення екосистем Полісся в умовах радіоактивного забруднення. В основу класифікації екосистем покладено уявлення про відповідність структури і видового складу автотрофного блоку екосистеми (фітоценозу) умовам місцезростання (екотопу) [11].

Зміни екосистем Полісся в зоні впливу Чорнобильської катастрофи зумовлюються не лише дією радіації, але й широким колом вторинних процесів, безпосередньо не пов'язаних з радіоактивним забрудненням довкілля. Особливо значний вплив на біоту спричинило припинення господарчої діяльності людини, зокрема сільського господарства, а також відселення мешканців із населених пунктів забрудненої зони.

Таблиця 1

Аналіз результатів натурних досліджень впливу радіоактивного опромінення на екосистеми як ціле

Тип природної екосистеми	Рівень впливу	Загальний результат спостереження за станом екосистем
Ліс в зоні впливу аварії на ЧАЕС, Білорусь	0,1 – 0,5 Гр/рік	Значні зміни спостерігаються в складі і структурі зооценозів в зонах відчуження і відселення
Ліс, Великобританія	0,6 Гр/рік	Рівень, при якому ефекти не виявлені
Ліс, зона ЧАЕС	50 – 100 Гр	Загибель дерев
Ліс, зона ЧАЕС	10 – 50 Гр	Опадання хвої, листя, часткове відмирання дерев
Ліс, зона ЧАЕС	1 – 10 Гр	Порушення росту, морфологічні зміни дерев
Екосистеми Полісся	0,1 – 1 Гр	Зміна видового складу та структури екосистем
Наземні екосистеми	0,1 – 0,5 Гр/рік	Значне зниження біорізноманіття комах, птахів
Прісноводні водойми, Європа	0,09 Гр/рік	Рівень, при якому ефекти не виявлені
Водойма, водойма-охолоджувач, ЧАЕС і річка Прип'ять	0,475 Гр/рік	Зменшення чисельності і біомаси фіто- і зоопланктону. Зміна домінуючих видів в складі іхтіофауни. Зниження темпу росту і репродуктивності у багатьох видів риби

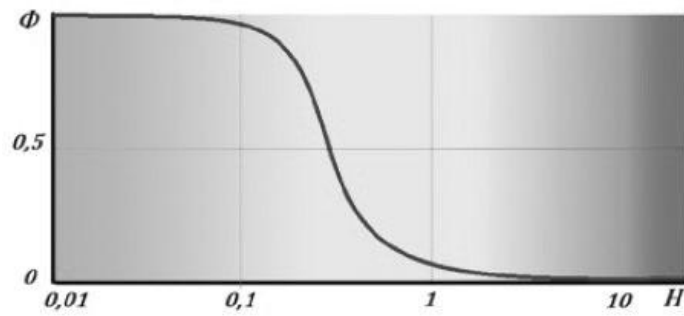


Рис. 2 – Залежність благополуччя екосистеми ( $\Phi$ ) як цілого від потужності дози ( $H$ , Гр/рік)

**Таблиця 2**

**Ключові фактори, які визначають швидкість відновлення екосистем в умовах радіоактивного забруднення (на прикладі екосистем Полісся, що постраждали внаслідок аварії на ЧАЕС)**

Клас екосистеми	Перший ієрархічний рівень екосистеми	Ключові фактори, які визначають швидкість відновлення екосистем
Ліси і чагарники	Листяні листопадні ліси і насадження	Завдяки меншій радіочутливості і сезонному листопаду, листяні породи більш стійкі до радіоактивного забруднення, в порівнянні з хвойними, і швидко відновлюються. Хвойні породи відносяться до найбільш радіочутливих рослин; відновлюються повільно в умовах поступового зниження рівнів опромінення
	Хвойні ліси	
Трав'янисті та чагарничково-трав'янисті мезофітні екосистеми	Трав'янисті угруповання	Внаслідок радіоактивного впливу відбуваються сукцесійні зміни рослинності у бік більш радіорезистентних видів. Підвищена вологість ґрунту сприяє інтенсивному залученню радіонуклідів у колообіг «ґрунт-рослина»
	Чагарничково-трав'янисті угруповання	
Трав'янисті та чагарничково-трав'янисті ксерофітні екосистеми	Псамофітні угруповання	Лучні і степні трави зазвичай характеризуються високою радіорезистентністю. Недолік вологи уповільнює процеси вертикальної міграції радіонуклідів у ґрунті, сприяє вітровій ерозії і може стати причиною пожежі
	Степи і лучні степи	
Екосистеми, існування яких визначається геоморфологічними умовами	Скелі і відслонення	Вітрова ерозія, дощовий і талий стік призводять до поступового очищення і відновлення екосистем, що розташовуються на підвищених частинах рельєфу, та вторинного забруднення більш низьких акумулятивних частин рельєфу, що уповільнює процес їх відновлення
	Екосистеми акумулятивного походження	
Болота та перезволожені землі	Верхові та плащові болота	Акумулятивні властивості боліт обумовлюють накопичення радіонуклідів в торфі, донних відкладах, болотних ґрунтах і місцевих екосистемах. Надлишкове зволоження, підвищена кислотність, низька родючість ґрунтів забезпечують високі показники переходу радіонуклідів у рослини. Торф'яні пожежі в посушливі періоди є джерелом вторинного радіоактивного забруднення повітря і обумовлюють міграцію радіонуклідів на інші території
	Низинні та перехідні болота	
Поверхневі материкові води	Стоячі поверхневі води	Поступове розчинення «гарячих часток» і відсутність стоку зумовлюють збереження підвищених рівнів радіоактивності у воді стоячих водойм і уповільнене відновлення місцевих екосистем. Завдяки перерозподілу радіонуклідів по руслу, поступовому їх виносу у водні об'єкти нижче за течією екосистеми водотоків відновлюються значно швидше
	Проточні поверхневі води	



Зняття антропогенного тиску на відчужених територіях активізувало природні механізми демутаційного самовідновлення і відродження лісоболотяних біогеоценозів, характерних для Полісся.

Не зважаючи на наявність ризику того, що Чорнобильська зона відчуження може

стати середовищем для розвитку несприятливих видів організмів епідеміологічного та епізоотичного значення, в цілому збільшення видового різноманіття свідчить про встановлені стабільність та стійкість місцевих екосистем.

### Висновки

Аналіз накопиченої за минулий 30-річний період інформації, що характеризує широкий спектр наслідків радіоактивного забруднення природних екосистем в результаті аварії на Чорнобильській АЕС, дозволяє зробити висновок про те, що ступінь їхньої вразливості та відновлюваності залежить як від індивідуальних характеристик компонентів екосистем, так і від характеру аварійної та пост-аварійної антропогенної діяльності.

У безпосередній близькості від Чорнобильської АЕС в перший після-аварійний період спостерігалися виражені ефекти дії іонізуючого випромінювання на окремі види біоти: летальне ураження соснових дерев, зниження чисельності популяцій гризунів, порушення репродуктивної функції риб, що мешкали в водоймі-охолоджувачі, ураження фауни ґрунтів та лісової підстилки. У той же

час є очевидним, що зміни в природних екосистемах обумовлені певною мірою зняттям «антропогенного преса» – відселенням людей, зменшенням господарської діяльності людини або повним її припиненням. В результаті цих змін відбулося збільшення видового різноманіття рослин і тварин і інтенсифікувався розвиток популяцій диких видів, які обумовлюють модифікацію характеристик екосистем в результаті конкурентної взаємодії різноманітних видів біоти.

Таким чином, аналізуючи відновлення природних екосистем, ми можемо спостерігати ефект синергізму обумовлений з одного боку властивостями природних екосистем та їх компонентів протидіяти впливу радіаційних факторів і зберігати свою структуру та функціональні особливості, а з іншого зменшенням антропогенного навантаження.

### Література

1. International Atomic Energy Agency (IAEA). Fundamental Safety Principles: safety fundamentals. IAEA safety standards series № SF. – 1, ISSN 1020-525X, ISBN 92-0=110706-4. Vienna: IAEA, 2006.
2. International Commission on Radiological Protection (ICRP). The Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Publication 103. Ann. ICRP, 2007. Vol. 37. № 2-4. 321 p.
3. FREDERICA Radiation Effects Database <http://www.Frederica-org>
4. Hingston J.L., Copplestone P., Beresford N.A., Howard B.J. A Review of Approaches to Protection of the Environment from Chemicals and Ionising Radiation: Requirements and Recommendations for a Common Framework. Report for the PROTECT Project. EC Contract №036425 (FIGR). Centre for Ecology and Hydrology – Lancaster. Lancaster, 2007.
5. Smith J.T., Beresford N.A. Chornobyl. Catastrophe and Consequences. Berlin-New York: Springer; Chichester: Praxis Pub., 2005. 310 p.
6. Оценка экологического риска радиационного воздействия для природных экосистем, загрязненных в результате аварии на Чернобыльской АЭС. Т.А. Майстренко, Е.С. Белых, А.В. Трапезников, В.Г. Зайнуллин, О.М. Вахрушева // Известия Коми научного центра УрО РАН. Выпуск 3(15). Сыктывкар, 2013. – С. 42-47.
7. Двадцять п'ять років Чорнобильської катастрофи. Безпека майбутнього. – К.: КІМ, 2011. – 356 с.
8. 30 лет чернобыльской аварии: итоги и перспективы преодоления ее последствий. Нац. доклад Республики Беларусь. Минск: Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь. 2016. – 116 с.
9. 20 лет после чернобыльской катастрофы: последствия в Республике Беларусь и их преодоление. Нац. доклад // Под ред. В.Е. Шевчука, В.Л. Гурачевского. – Минск: Комитет по проблемам последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС при СМ Республики Беларусь. 2006. – 112 с.
10. Мурзин Н.В., Лысцов В.Н. Природные экосистемы. Критерии безопасности и благополучия. – М.: Ихтиосфера, 2014. – 242 с.
11. Д.М. Якушенко. Класифікація екосистем Житомирського Полісся // Український фітоценологічний збірник. – Київ, 2005. – Сер. С., Вип. 1 (23). – С. 16-35.
12. Гродзинський М.Д. Стійкість геосистем до антропогенних навантажень. К.: Ліцей, 1995. – 233 с.
13. Семенов А.А., Мелкулян В.Г.. Основи теорії надійності: навч. посіб.– К.: КМУЦА, 1998. 84 с.
14. Попов А.А., Ковач В.Е., Бляшенко О.В., Сметанин К.В. Методы определения устойчивости геоекосистем в зонах наблюдения АЭС // Scientific Journal «ScienceRise» № 7/2 (12), 2015. – С. 62-70.

УДК 504.9 (477)

**Ю. А. ПЕРЕГУДА**

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*  
Проспект акад. Глушкова, 2, м. Київ, Україна  
e-mail: Julia\_pereguda@ukr.net

## **ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В СТОЛИЧНОМУ МАКРОРАЙОНІ УКРАЇНИ**

**Мета.** Дслідження екологічного стану областей Столичного макрорайону України через динаміку забруднення атмосферного повітря. **Методи.** Теоретичний аналіз та синтез. **Результати.** Відзначено, що екологічний чинник впливає на господарську діяльність в межах областей та відбивається у галузевій, територіальній структурі економіки, її спеціалізації, характері використання природно-ресурсного потенціалу. Проведено порівняння рівня забруднення атмосферного повітря в Столичному макрорайоні України на основі систематизації статистичних даних. Аналіз показників в розрізі свідчить, що у викидах забруднюючих речовин в повітря автомобільним транспортом переважає оксид вуглецю та діоксид азоту. **Висновки.** Запропоновано рекомендацій стосовно запровадження ефективної екологічної стратегії, яка має бути направлена на забезпечення взаємодії між економічним розвитком і захистом навколишнього середовища.

**Ключові слова:** стаціонарні джерела, пересувні джерела, атмосферне повітря, забруднення, екологічна стратегія, екологічний механізм

**Pereguda J. A.**

*Taras Shevchenko National University of Kyiv*

## **ASSESSMENT OF ATMOSPHERIC AIR POLLUTION IN THE CAPITAL MACROREGION OF UKRAINE**

**Purpose.** The research paper deals with the study of ecological conditions of the regions of the Capital makroregion of Ukraine through the dynamics of atmospheric air pollution. **Methods.** Analysis and synthesis of information **Results.** It is noted that the environmental factor influence economic activity within the regions and is reflected in the sectoral and territorial structure of the economy, its specialization, the way of using natural resources. The level of atmospheric air pollution in the Capital Makroregion of Ukraine was compared based on systematization of statistical data. Sectional data analysis shows that carbon monoxide and nitrogen dioxide prevail in the emissions of atmospheric air pollutants by motor vehicles. **Conclusions.** The recommendations regarding the implementation of an efficient environmental strategy which should be aimed at ensuring the interaction between economic development and environmental protection are provided.

**Keywords:** stationary sources, mobile sources, atmospheric air, pollution, environmental strategy, environmental mechanism

**Перегида Ю. А.**

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

## **ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В СТОЛИЧНОМ МАКРОРАЙОНЕ УКРАИНЫ**

**Цель.** Исследование экологического состояния областей Столичного макрорайону Украины через динамику загрязнения атмосферного воздуха. **Методы.** Теоретический анализ и синтез. **Результаты.** Отмечено, что экологический фактор влияет на хозяйственную деятельность в пределах областей и отражается в отраслевой, территориальной структуре экономики, ее специализации, характер использования природно-ресурсного потенциала. Проведено сравнение уровня загрязнения атмосферного воздуха в Московском макрорайон Украины на основе систематизации статистических данных. Анализ в разрезе показывает, что в выбросах загрязняющих веществ в воздух автомобильным транспортом преобладает оксид углерода и диоксид азота. **Выводы.** Предложены рекомендации по внедрению эффективной экологической стратегии, которая должна быть направлена на обеспечение взаимодействия между экономическим развитием и защитой окружающей среды.

**Ключевые слова:** стационарные источники, передвижные источники, атмосферный воздух, загрязнение, экологическая стратегия, экологический механизм

### **Вступ**

Екологічна ситуація, котра склалася на тій чи іншій території виконує роль вагомого чинника, котрий безпосередньо впливає на її подальший розвиток у різноманітних аспектах. Проблема оптимізації вдосконалення екологічного регулювання без належної оцінки рівня забруднення атмосферного повітря територій нашої держави без урахування науково обґрунтованих висновків, пропозицій і рекомендацій розгляд теоретико-методологічних екології є епізодичним та безсистемним. На данім час при розробці екологічної політики є об'єктивна потреба у вдосконаленні сучасних методів та моделей оптимізації, реформування, модернізації в сфері екологічного управління, що обґрунтовує вибір тематики дослідження. Проблеми взаємодії природи і суспільства в межах територіальних одиниць загалом, та загалом по країні досліджували такі науковці Адаменка О.М., Ба-

рановського В. А., Білявського Г. О., Герасимова І. П., Голубця М. А., Ісаченко О. Г., Руденка Л. Г., Топчієва О. Г., Шевчука В. Я., Шемшученка Ю. С. та інші. Втім, попри вагомий внесок учених, питання розробки ефективної екологічної стратегії, що враховувала запровадження механізмів особливо в питанні забруднення атмосферного повітря і досі залишаються остаточно не вирішеними, багато аспектів потребують подальшого вивчення та вдосконалення. Дослідження направлене на розкриття структури та динаміки забруднення атмосферного повітря в Столичному макрорайоні України. Метою даної статті при дослідженні екологічної складової життя населення в межах території Столичного економічного району є визначення впливу забруднюючих речовин на даній території для обґрунтування напрямків державної екологічної політики.

### **Результати дослідження**

Науковим завданням при дослідженні екологічної складової життя населення в межах території Столичного економічного району є визначення впливу забруднюючих речовин на даній території для обґрунтування напрямків державної екологічної політики. Таким чином, запровадження дієвого механізму для покращення екологічної ситуації є забезпечення результативної діяльності всієї системи публічної адміністрації в Україні, що вимагає зваженого та відповідального підходу до вирішення цього завдання. Столичний економічний район України охоплює такі області як Київська, Житомирська, Чернігівська і через вивчення динаміки екологічних процесів і тенденцій забрудненості дозволить розробити критерії якісного та кількісного характеру для стратегії екологічного розвитку регіону. Посилення впливу екологічного чинника на соціально-економічний розвиток регіонів обумовило важливість формування стратегії на рівні досліджуваного регіону, для покращення екологічної ситуації.

На початку розбудови нашої країни, у 1992 році був прийнятий Закон України «Про охорону атмосферного повітря» в якому визначені єдині для України норма-

тиви екологічної безпеки атмосферного повітря, до яких відносяться гранично допустимі концентрації ГДК забруднюючих речовин від автомобілів в атмосферному повітрі [5]. Стратегія екологічного спрямування впливає на господарську діяльність в межах регіонів та відбивається у галузевій у територіальній структурі економіки, її спеціалізації, характері використання природно-ресурсного потенціалу.

Варто зазначити, що з кожним роком в природне середовище у значних розмірах потрапляють газоподібні, рідкі і тверді відходи підприємств. Зростання надходжень токсичних речовин у навколишнє середовище, перш за все, впливає на здоров'я та якість населення певного регіону. Оксиди вуглецю, що поступають в атмосферу, сірки, азоту, вуглеводні, з'єднання свинцю, пил і так далі надають різну токсичну дію на організм людини [6]

У межах визначення впливу на соціально-економічний розвиток такої складової як екологічний стан середовища, необхідним є аналіз динаміки забруднення повітря областей Столичного району України (табл.1)

Таблиця 1

**Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря в Столичному районі України в 2015 році**

	<b>Чернігівська область</b>	<b>Житомирська область</b>	<b>Київська область</b>
Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря (т)	73315	69700	203616
Забруднення стаціонарними джерелами	33909	8985	78132
Забруднення пересувними джерелами	39406	60715	125484

\*Складено за даними [1;2;3]

Дані (табл.1) визначають, що в межах Столичного регіону найбільш вплив на екологію є викиди промисловими об'єктами, а саме стаціонарними джерелами забруднення найвищий показник у 2015 році в Київській області. Варто зазначити, що при аналізі статистичних даних найбільш частка викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря зафіксована саме в Київській області в порівнянні із Житомирською та Чернігівською областями.

Як зазначає, С. М. Марченко функціонування національної економіки значною мірою залежить від рівня соціально-економічного розвитку регіонів, які вирізняються галузевою, територіальною та функціональною диференціацією, що передбачає формування системи управління розвитком кожного окремо взятого регіону країни. Умови проживання населення формуються під впливом багатьох чинників, у тому числі природо-екологічних та екістичних (чинників розселення), що характеризуються системою розселення (видами поселень, їхньою щільністю та людністю), рівнем урбанізації (часткою міського населення), рівнем розвитку транспортної інфраструктури (щільністю та якістю шляхів сполучення, частотою та зручністю пасажирських перевезень), рівнем доступу населення до адміністративних (обласних та районних) центрів, щільністю та скупченістю населення регіону [7, с. 179].

Представимо більш детально на основі даних служби статистики за областями показники викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря пересувними джерелами забруднення за видами транспорту автомобільним транспортом (табл.2).

Забруднення пересувними видами транспорту – автомобільним в Київській області викиди оксиду вуглецю становлять 90159 т., в той час за аналогічний досліджуваний період в Житомирській області це 42490 т. і 26315 т. в Чернігівській, у відсот-

ковому співвідношенні перевищення становить 27% та 42% відповідно. Викиди від авіаційного, залізничного транспорту мають значно нижчі показники в порівнянні з автомобільним, а саме в Київській області викиди діоксиду азоту та оксиду вуглецю перевищують середнє значення по областям макрорайону.

Екологічна ситуація, котра склалася на тій чи іншій території виконує роль вагомого чинника, котрий безпосередньо впливає на її подальший розвиток у різноманітних аспектах. Екологічну ситуацію, котра склалася на території Столичного району, можна віднести до несприятливих, а в деяких випадках і катастрофічних, якщо вести мову про окремі його території. Основним елементом навколишнього природного середовища, що найбільше піддається негативному впливу розвитку суспільства в промислово-технологічному плані, є атмосферне повітря [10, с. 104]. Доцільно представити динаміку викидів діоксиду вуглецю в атмосферне повітря в межах областей Столичного макрорайону (табл. 3).

З даних таблиці можливо проаналізувати, що починаючи з 2005 року відбувається повільне зниження викидів діоксиду вуглецю в атмосферне повітря в межах областей Столичного макрорайону стаціонарними джерелами забруднення. Високі показники в 2014 та 2015 роках зафіксовані в Київській області 5746,0 та 4631,6 відповідно із пониженням. Але в Чернігівській області частка діоксиду вуглецю залізничним транспортом та виробничою технікою починаючи з 2010 року зазнала змін та досягла показника 208, 7 т.

Згідно даних центральної геофізичної обсерваторії, про стан забруднення навколишнього середовища у м. Києві і Київській області в 2016 році дає змогу констатувати, що в атмосфері визначався вміст чотирьох основних домішок – завислих речовин, діоксиду сірки, оксиду вуглецю, діоксиду азо-

Таблиця 2

Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря пересувними джерелами забруднення за видами транспорту автомобільним транспортом в 2015 р.

		Чернігівська область	Житомирська область	Київська область
<b>Викиди пересувними джерелами забруднення за видами транспорту</b>				
<b>Автомобільним транспортом</b>	діоксид сірки	257	601	1174
	діоксид азоту	-	5770	11311
	оксид азоту	2851	31	66
	оксид вуглецю	26315	42490	90159
	метан	109	173	396
	неметанові леткі органічні сполуки	3643	5812	12795
	сажа	293	785	1481
<b>Авіаційним, залізничним транспортом та виробничою технікою</b>	діоксид сірки	280	220	319
	діоксид азоту	-	1957	2475
	оксид азоту	2132	16	10
	оксид вуглецю	2684	2213	4175
	метан	17	13	23
	неметанові леткі органічні сполуки	570	425	811
	сажа	251	203	279

\*Складено автором за даними [1;2;3]

Таблиця 3

Динаміка викидів діоксиду вуглецю в атмосферне повітря в межах областей Столичного макрорайону

<b>Житомирська область</b>				
Показник	2005	2010	2014	2015
<b>викиди діоксиду вуглецю – усього, тис.т</b>	236,4	1596,5	1512,2	1360,0
стаціонарними джерелами забруднення	236,4	768,5	648,2	591,3
<b>автомобільним транспортом</b>	-	691,5	700,8	603,9
залізничним транспортом та виробничою технікою	-	136,5	163,2	164,8
<b>Київська область</b>				
<b>викиди діоксиду вуглецю – усього, тис.т</b>	10776,8	9810,3	7707,1	6172,2
стаціонарними джерелами забруднення	8348,8	7121,0	5746,0	4631,6
<b>автомобільним транспортом</b>	1663,2	1663,2	1703,8	1286,2
залізничним транспортом та виробничою технікою	764,8	1022,7	257,3	254,4
<b>Чернігівська область</b>				
<b>викиди діоксиду вуглецю – усього, тис.т</b>	1494,7	2456,7	2259,0	2031,1
стаціонарними джерелами забруднення	1494,7	1884,0	1676,0	1517,6
<b>автомобільним транспортом</b>	-	431,9	386,4	304,8
залізничним транспортом та виробничою технікою	-	140,8	196,6	208,7

\*Складено автором за даними [1;2;3]

ту та специфічних – 8-ми важких металів. У місті Біла Церква у жовтні було відібрано і проаналізовано 600 проб, в Обухові та Україні – по 300, у Броварах 256 проб [11]. На основі даних, зазначимо, що рівень забрудненості майже не змінився, якщо прослідкувати динаміку за іншими роками.

В Житомирській області стаціонарні джерела викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря припадає майже 22 % сумарних обсягів забруднення повітря області, на пересувні (автомобільний, залізничний, виробнича техніка) – 78 %. Найбільше забруднення атмосфери області відбувається в містах Бердичів (5,681 тис. т), Житомир (1,38 тис. т), Коростень (0,829 тис. т) та в Коростенському (2,041 тис. т), Овруцькому (1,97 тис. т), Новоград-Волинському (1,55 тис. т) районах. В обласному центрі внаслідок високої зосередженості автотранспорту викиди є найбільшими у регіоні (20,557 тис. т, або 30,6 % загальнообласного рівня) [8]. Аналізуючи дані регіональних доповідей, доцільно підкреслити, що у містах та районах Чернігівської області, де розташовані підприємства цих галузей, спостерігаються найвищі обсяги викидів в атмосферне повітря. А саме: м. Чернігів (20,027 тис.т, або 48,8%), Чернігівський район (3,115 тис.т, або 7,4%), Варвинський район (2,628 тис.т, або 7,0 %), Носівський район (1,272 тис.т, або 3,0%). Серед населених пунктів найбільшого антропогенного навантаження зазнала атмосфера міста Чернігова – 257 т/ км<sup>2</sup>, 67,843 кг у розрахунку на душу населення [9].

З аналізу викидів забруднюючих речовин за видами економічної діяльності (рис.), можливо визначити в межах областей певні відмінні характеристики. Наприклад, за найвищими показниками викидів забруднюючих речовин в Київській області у 20125 році має постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря, сільське господарство та транспорт та переробна промисловість, Житомирської області значною є частка викидів з переробної промисловості, добувної та сільського господарства, і в Чернігівській області переважають викиди з постачання електроенергії, водопостачання, сільське господарство. На графіках простежуються поділ на викидами забруднюючих речовин де значна частка у відсотковому співвідношенні припадає на

постачання електроенергії в Київській області це 74%, Житомирській 5%, а в Чернігівській 41%. Частка забруднюючих речовин при сільськогосподарського характеру.

З огляду на наявні дані регіональних доповідей відбувається часткове помірне зниження обсягів викидів в атмосферне повітря, особливо стаціонарними джерелами забруднення, а саме підприємствами, але розроблення екологічної стратегії в межах областей Столичного макрорайону потребує ґрунтовних заходів, які будуть направлені на зменшення негативних впливів на екологічний стан певної конкретної території.

Необхідно підкреслити, що механізми вирішення економічних проблем, інструменти підвищення конкурентоспроможності істотно суперечать можливостям і ресурсам довкілля. Ресурсокористування, розвиток промисловості та соціальної сфери мають узгоджуватися з забезпеченням екологічної безпеки в регіоні. Доцільно створювати робочі групи з моніторингу змін у навколишньому природному середовищі, здійснювати проекти з відновлення природних екосистем. Особлива увага має бути приділена тим територіям, що зазнали впливу техногенних катастроф і мають високий рівень забрудненості У багатьох регіонах забруднені території вилучені з господарського обігу, вони непридатні для комфортного проживання людей. У цьому контексті важливо визначити шляхи подальшого розвитку таких територій. Перспективним є використання забруднених територій як бази для наукових досліджень, вивчення природно-антропогенних процесів, що відбуваються тут [4, с. 35]. Екологічна діяльність, що безпосередньо спрямована на свідоме перетворення оточуючого середовища, відіграє дедалі вагомішу роль у визначенні структури, функцій і стратегічного вектора розвитку національної економіки. На регіональному рівні мають бути розроблені заходи, що будуть направлені на вдосконалення системи промислових викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря, особливо важливо, щоб була розроблена система коригування існуючих зборів за викиди забруднювальних речовин залежно від їх обсягу та забруднення повітря та проведено їх щорічного перегляду.

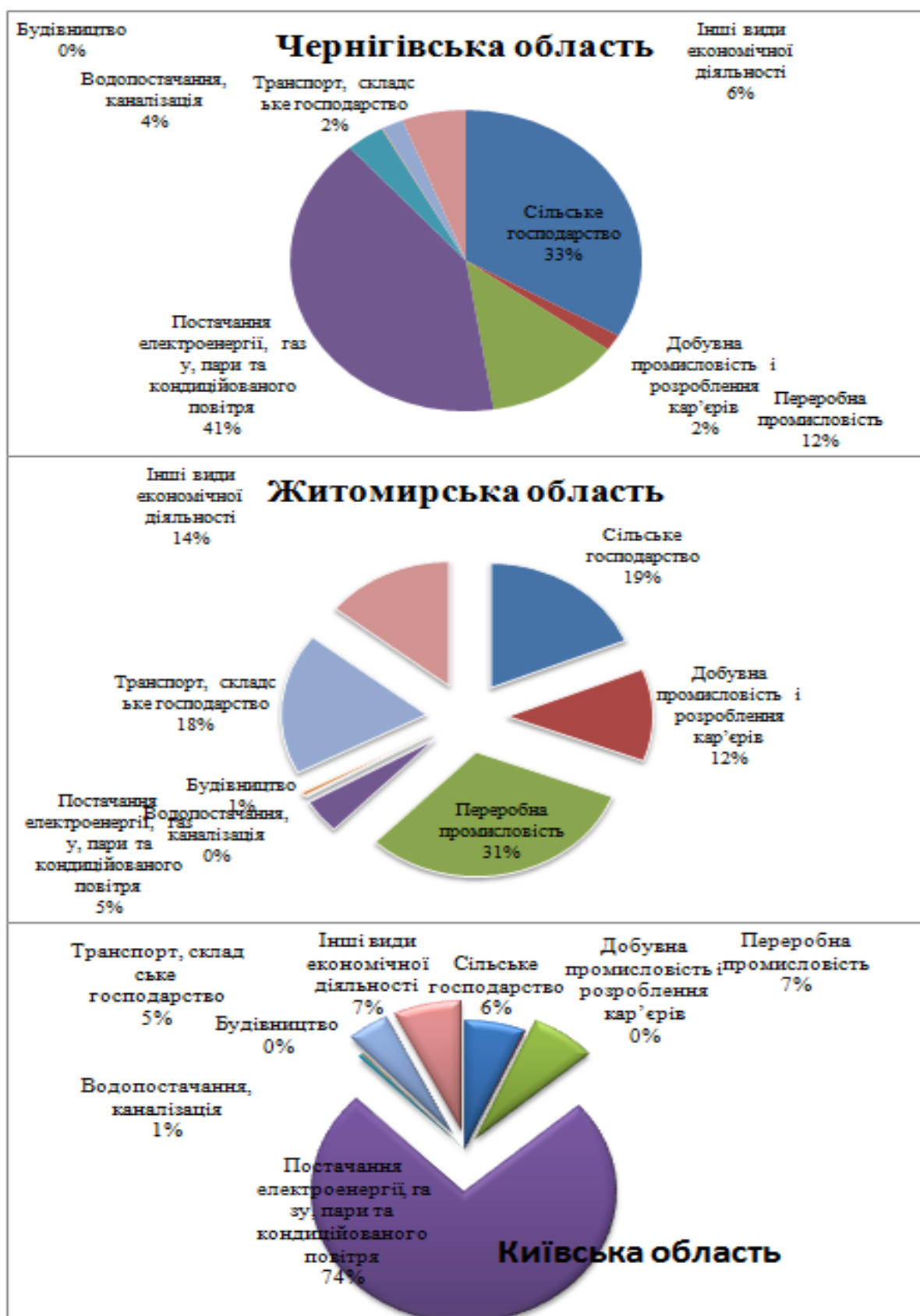


Рис. – Розподіл за областями Столичного макрорайону викидів забруднюючих речовин за видами економічної діяльності у 2015 році (%), за даними [1;2;3]

### Висновки

При ґрунтовному аналізі даних визначено, що найбільш частка викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря зафіксована саме в Київській області в порівнянні із Житомирською та Чернігівською областями. Наукова новизна полягає в тому, що в рамках дослідження на основі графічного аналізу показників викиду забруднюючих речовин в атмосферне повітря по областям макрорайону виявлено регіональні відмінності рівня забрудненості навколишнього середовища. Результати дослідженні показали, що найбільша частка викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря в Столичному макрорайоні здійснюється пересувними джерелами. Аналіз показників в розрізі свідчить, що у викидах забруднюючих речовин в повітря автомобільним транспортом переважає оксид вуглецю та діоксид азоту.

Для ефективного впровадження екологічної стратегії важливе місце належить механізму природокористування, який направлений на стягнення плати за забруднення навколишнього середовища та впровадженні екологічно безпечних способів

виробництва, безвідходних та маловідходних технологій є однією із ключових напрямків. Таким чином, для збалансованого розвитку суспільства необхідна всебічна екологізація, впровадження системи екологічного менеджменту, еколого-гічного маркетингу, еко-технологій, що дадуть змогу забезпечити взаємодію між економічним розвитком і захистом навколишнього середовища. Екологічна ситуація в Україні характеризується значними регіональними відмінностями за рівнем техногенного навантаження на навколишнє природне середовище. Протягом останніх років спостерігається відносна стабілізація рівня техногенного навантаження, що обумовлено структурними змінами в економіці держави та спадом виробництва пов'язаного з наслідками фінансово економічної кризи. Стратегічними завданнями які мають бути включені на регіональному рівні, мають бути направлені на створення економічної стабільності, що передбачає створення екологічно ефективної економіки, та створить умови для підвищення добробуту населення.

### Література

1. Головне управління статистики у Київській області// [Електронний ресурс]. – URL: <http://kievobl.ukrstat.gov.ua>
2. Головне управління статистики у Чернігівській області// [Електронний ресурс]. – URL: <http://www.chernigivstat.gov.ua/>
3. Головне управління статистики Житомирської області [Електронний ресурс]. – URL: <http://www.zt.ukrstat.gov.ua/>
4. Дячевська Л.П. Соціально-економічний розвиток регіону з урахуванням геополітичного чинника. : дис. ... канд. геогр. наук : 11.00.02 / Л. П. Дячевська ; Інститут географії НАН України. - [б. м.], 2008. - 199 с
5. Про охорону атмосферного повітря: Закон України від 16.10.1992 № 2707-ХІІ // *Відомості Верховної Ради України (ВВР)*, 1992, N 50, ст.678. // [Електронний ресурс]. – URL: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/2707-12>
6. Клименко В. Г., Цигічко О. Ю. Забруднення атмосферного повітря: Методична розробка для студентів-географів. – Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2010. – 26 с.
7. Марченко С. М. фактори якості життя населення в систему управління регіональним роз-

витком. URL <http://dspace.pnpu.edu.ua/bitstream/123456789/3126/1/Marhenko.pdf>

8. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Житомирській області у 2014 році// – URL: <http://www.menr.gov.ua/index.php/> dopovidi/regionalni

9. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Чернігівській області у 2014 році// [Електронний ресурс]. – URL: <http://www.menr.gov.ua/index.php/> dopovidi/regionalni

10. Сологуб Ю. І. Миське розселення Столичного району: суспільно - географічне дослідження: дис ... канд. геогр. наук / Ю. І. Сологуб . – Київ : Б. в., 2009 . – 277 с.

11. Центральна геофізична обсерваторія. Про стан забруднення навколишнього природного середовища у м. Києві і Київській області у жовтні 2016 року URL: [http://www.cgo.kiev.ua/index.php?fn=k\\_zabrud&f=kyiv&p=1](http://www.cgo.kiev.ua/index.php?fn=k_zabrud&f=kyiv&p=1)

Надійшла до редколегії 5.09.2016



УДК 504.3. 054

**В. Є. БСКЕТОВ**, канд. техн. наук, доц., **Г. П. ЄВТУХОВА**, **О. С. ЛОМАКІНА**  
*Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова*  
вул. Маршала Бажанова, 17, м. Харків, 61002, Україна  
e-mail: [wl\\_bek@mail.ru](mailto:wl_bek@mail.ru)

### **АНАЛІЗ ТА ОЦІНКА РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ М. ХАРКІВ**

**Мета.** Аналіз та оцінка стану атмосферного повітря м. Харків за період 2010-2015 р.р. на основі даних щорічних спостережень за забрудненням повітряного басейну. **Методи.** Теоретичний аналіз та синтез. **Результати.** Здійснено оцінку екологічного стану атмосферного повітря в м. Харків. На підставі аналізу результатів спостережень Харківського регіонального центру з гідрометеорології досліджена динаміка зміни рівня забруднення атмосферного повітря протягом 2010-2015 рр. Визначено перелік основних забруднюючих речовин (формальдегід, пил, вуглецю оксид, сажа, фенол, азоту двоокис) і внесок кожної з них до загального рівня забруднення атмосфери. Здійснено порівняльний аналіз рівня забруднення атмосферного повітря в різних районах міста. **Висновки.** Якість атмосферного повітря в місті за шкалою індексів забруднення відповідає оцінці «слабко забруднений». Максимально забруднене повітря у Шевченківському районі м. Харкова. Для поліпшення якості атмосферного повітря в місті пріоритетними слід вважати комплекс заходів щодо зниження викидів від автотранспорту, як основного джерела забруднення атмосфери.

**Ключові слова:** атмосферне повітря, рівень забруднення, індекс забруднення атмосфери, концентрація забруднюючої речовини, м. Харків

**Beketov V., Yevtukhova G., Lomakina O.**

*O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv*

### **ANALYSIS AND ASSESSMENT OF THE AIR POLLUTION LEVEL OF KHARKIV**

**Purpose.** Analysis and assessment of the Kharkov atmospheric air in the period 2010-2015 based on annual observations of air pollution. **Methods.** Theoretical analysis and synthesis. **Results.** The estimation of the ecological state of atmospheric air in the city of Kharkiv. Based on the analysis of the results of observations of the Kharkiv Regional Center for Hydrometeorology investigated the dynamics of changes in air pollution levels during the 2010-2015 gg. The list of main pollutants (formaldehyde, dust, carbon monoxide, soot, phenol, nitrogen dioxide) and the contribution of each of them in the general level of air pollution. The comparative analysis of the level of air pollution in different parts of the city. **Conclusions.** Air quality in a scale pollution index meets the evaluation "slightly polluted". Maximum air pollution in the Shevchenko district, Kharkov. To improve air quality in the priority should be regarded as a set of measures to reduce emissions from road transport as a major source of air pollution.

**Keywords:** atmospheric air pollution level, air pollution index, concentration of a pollutant, Kharkiv

**Бекетов В. Е., Евтухова Г. П., Ломакина О. С.**

*Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А. Н. Бекетова,*

### **АНАЛИЗ И ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА Г. ХАРЬКОВ**

**Цель.** Анализ и оценка состояния атмосферного воздуха г. Харьков в период 2010-2015 г.г. на основе данных ежегодных наблюдений за загрязнением воздушного бассейна. **Методы.** Теоретический анализ и синтез. **Результаты.** Осуществлена оценка экологического состояния атмосферного воздуха в г. Харьков. На основании анализа результатов наблюдений Харьковского регионального центра по гидрометеорологии исследована динамика изменения уровня загрязнения атмосферного воздуха на протяжении 2010-2015 гг. Определен перечень основных загрязняющих веществ (формальдегид, пыль, углерода окись, сажа, фенол, азота двуокись) и вклад каждой из них в общий уровень загрязнения атмосферы. Осуществлен сравнительный анализ уровня загрязнения атмосферного воздуха в различных районах города. **Выводы.** Качество атмосферного воздуха в городе по шкале индексов загрязнения соответствует оценке «слабо загрязнен». Максимально загрязненный воздух в Шевченковском районе г. Харькова. Для улучшения качества атмосферного воздуха в городе приоритетными следует считать комплекс мероприятий по снижению выбросов от автотранспорта, как основного источника загрязнения атмосферы.

**Ключевые слова:** атмосферный воздух, уровень загрязнения, индекс загрязнения атмосферы, концентрация загрязняющего вещества, г. Харьков

### Вступ

Зменшення антропогенного завантаження на атмосферне повітря в Україні в останні роки є наслідком скорочення обсягів промислового виробництва у всіх регіонах країни. По Харківській області детальний аналіз динаміки викидів забруднюючих речовин, виконаний в роботах [1,2] показує різке зниження викидів в період 1990-2000 роки і менш значні зміни викидів в 2009 – 2013 роках з тенденцією до збільшення за рахунок викидів від стаціонарних джерел. Викиди від пересувних джерел по області послідовно знижувалися в 2005 – 2013 роках (за винятком 2009 року). У 2013 році в області на частку стаціонарних джерел припадало 64% від загальних викидів, частка автотранспорту становила 32%.

Аналіз структури викидів забруднюючих речовин в атмосферу міста Харкова показує [3], що викиди від автотранспорту становлять понад 90% від загальної кількості викидів. Викиди від стаціонарних джерел

в період 1998 – 2007 роки скоротилися більш ніж в 5 разів, а від пересувних джерел збільшилися майже на 62% (у 2006 році).

Рівень забруднення атмосферного повітря міста Харкова в період 1990-2007 роки послідовно знижувався, про що свідчить динаміка індексів забруднення цього періоду. Найбільш різке зниження індексу спостерігалось протягом 1990 – 1997 років (11,26 – 5,7), у 2007 році індекс забруднення дорівнював 5,03.

За даними Центральної геофізичної обсерваторії Міністерства надзвичайних ситуацій у 2011 році місто Харків в рейтингу найбільш забруднених міст України розташоване на 42 місці з індексом забруднення 3,6 – низький рівень забруднення повітря [3].

**Метою роботи** є аналіз та оцінка стану атмосферного повітря м. Харків за період 2010–2015 р.р. на основі даних щорічних спостережень за забрудненням повітряного басейну.

### Методи досліджень

**Об'єкт та вихідні матеріали досліджень.** Об'єктом дослідження є атмосферне повітря м. Харків. В якості вихідних даних дослідження використовувалися матеріали Департаменту екології та природних ресурсів Харківської обласної Державної адміністрації - Доповіді про стан навколишнього природного середовища Харківської області, Екологічні паспорту Харківської області за 2012 - 2015 роки.

**Методи аналізу.** Оцінка рівня забруднення атмосферного повітря м. Харків виконана за результатами спостережень на стаціонарних постах ХГМЦ з використанням індексу забруднення атмосфери окремою домішкою  $I_i$  (ІЗА) та комплексного індексу забруднення  $I_n$  (КІЗА):

$$I_i = \left( \frac{\bar{q}_i}{ГДК_{c.d.}} \right)^{c_i} \quad (1)$$

де  $c_i$  – константа, яка має значення залежно від класу небезпеки речовини: 1кл. – 1,7; 2кл. – 1,3; 3кл. – 1,0; 4кл. – 0,9. Ця константа дозволяє призвести ступінь шкідливості  $i$ -тої речовини до ступеню шкідливості діоксиду сірки;

–  $q_i$  – осереднена за часом (місяць або рік), розрахована для міста концентрація  $i$ -тої домішки, мг/м<sup>3</sup>;

$ГДК_{c.d.}$  – середньодобова гранично-допустима концентрація, мг/м<sup>3</sup>.

$I_i$  використовується для характеристики вкладу окремих домішок в загальний рівень забруднення і для порівняння ступеня забруднення атмосфери різними речовинами.

Комплексний індекс забруднення атмосфери:

$$I_n = \sum_{i=1}^n I_i \quad (2)$$

де  $n$  – кількість речовин, за якими розраховується індекс забруднення.

Для порівняльної оцінки рівня забруднення атмосфери різних населених пунктів використовують  $I_n$ , який враховує  $I_i$  п'ятьох перших речовин, що контролюються, і мають найбільше значення:

$$I_5 = \sum_{i=1}^5 I_i$$

Критерії оцінки рівня забруднення за  $I_5$  наведено у таблиці 1.

Критерії оцінки рівня забруднення повітря

$I_n$	Рівень забруднення
< 2,5	чиста атмосфера
2,5 – 7,5	слабко забруднений
7,6 – 12,5	забруднений
12,6 – 22,5	сильно забруднений
22,6 – 52,5	високо забруднений
>52,5	екстремальне забруднений

**Результати досліджень та їх аналіз**

Динаміка сумарних викидів забруднюючих речовин по Харківській області, яка представлена на рис. 1 [5 – 7], свідчить про зростання викидів в період з 2010 по 2013 рік та зниження в 2014 р. до рівня 2010 р. При цьому обсяг викидів забруднюючих речовин від пересувних джерел по області на період 2010–2014 р.р. знизився на 13% (відповідно 129,469 – 112,60 тис. т), від стаціонарних джерел – на 28,4% (відповідно 210,267 – 150,501 тис. т).

По м. Харкову [8 – 10] максимум викидів від стаціонарних джерел припадає на 2012 р. (5,275 т. т.), мінімум – на 2014 р. (4,45 т. т.). Зниження обсягів викидів у 2014 р. становить 15,6% (відносно максимуму) і 8,8% відносно 2010 р.

Середньорічні концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі Харкова в період 2010 – 2015 рр. [8 – 10] представлені в таблиці 2. Аналіз даних таблиці 2 показує відсутність перевищень рівня 1 ГДК. У першу п'ятірку основних забруднювачів входять наступні домішки: формальдегід, пил, двоокис азоту, фенол (сажа), оксид вуглецю.

Індекси забруднення атмосфери для кожної домішки, які розраховані за формулою 1, представлені на рис. 3 і 4 в період 2010-2015рр. не перевищують значень 0,8 за винятком формальдегіду. Для останнього величина  $I_i$  в 2010-2011рр. досягала максимальних величин – 0,95 і 0,97 відповідно. Мінімальний і стабільно низький внесок в забруднення ( $I_i = 0,13 - 0,16$ ) у розглянутий період припадав на частку діоксиду сірки.

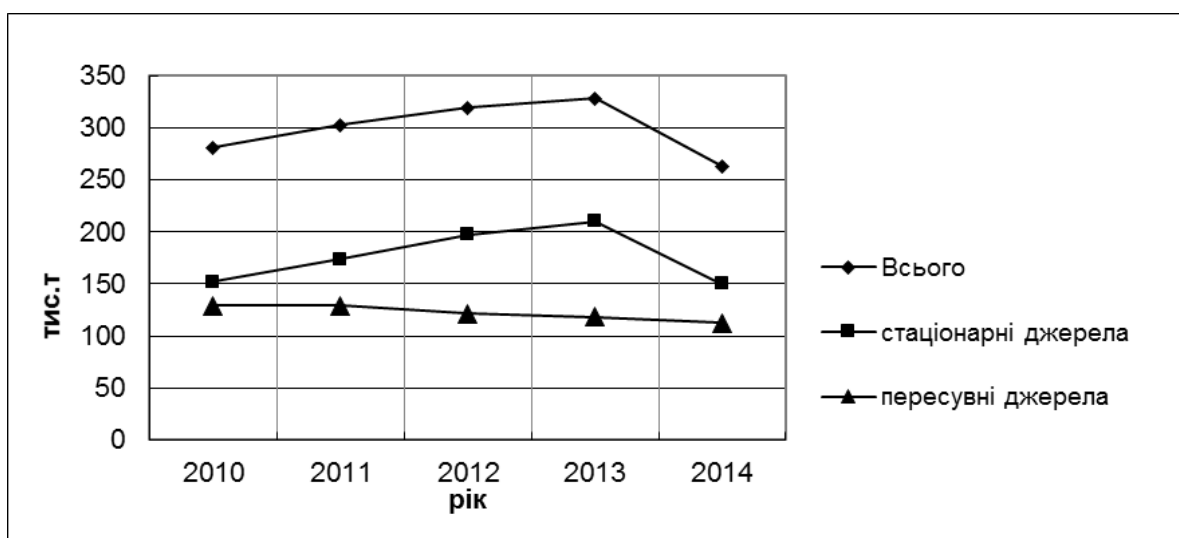


Рис. 1 – Викиди в атмосферу забруднюючих речовин по Харківській області 2010-2014 р.р.

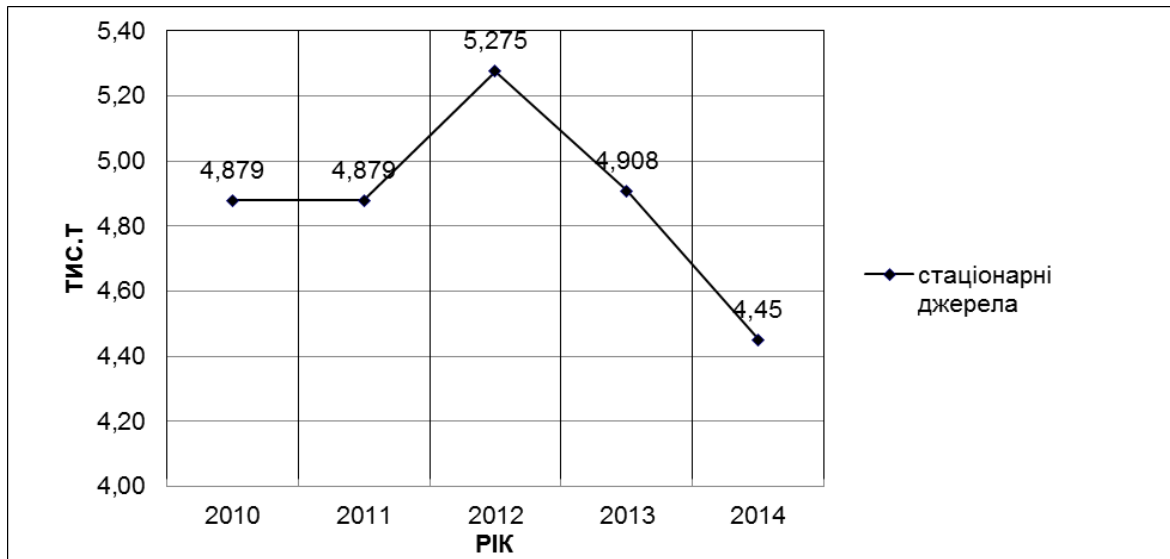


Рис. 2 – Викиди в атмосферу забруднюючих речовин від стаціонарних джерел по м. Харкову за 2010-2014 р.р.

Таблиця 2

Середні концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі по м. Харкову

Домішки	середня концентрація											
	2010 рік		2011 рік		2012 рік		2013 рік		2014 рік		2015 рік	
	мг/м3	ГДК	мг/м3	ГДК	мг/м3	ГДК	мг/м3	ГДК	мг/м3	ГДК	мг/м3	ГДК
Пил	0,1188	0,792	0,0956	0,637	0,0903	0,602	0,0701	0,467	0,0961	0,641	0,0945	0,630
Діоксид сірки	0,0067	0,134	0,0075	0,150	0,0074	0,148	0,0073	0,146	0,0072	0,144	0,0078	0,156
Оксид вуглецю	1,5658	0,522	1,8468	0,616	1,9166	0,639	1,9008	0,634	1,9189	0,640	2,0959	0,699
Діоксид азоту	0,031	0,775	0,0303	0,758	0,025	0,625	0,0247	0,618	0,0246	0,615	0,0202	0,505
Оксид азоту	0,0187	0,037	0,0217	0,043	0,0198	0,040	0,0168	0,034	0,024	0,048	0,0194	0,039
Фенол	0,0022	0,733	0,0017	0,567	0,0016	0,533	0,0012	0,400	0,0014	0,467	0,0014	0,467
Сірководень	0,0011	0,138	0,0011	0,138	0,0009	0,113	0,0005	0,063	0,0004	0,050	0,0005	0,063
Аміак	0,0067	0,168	0,077	1,925	0,0088	0,220	0,0067	0,168	0,0039	0,098	0,0044	0,110
Формальдегід	0,0029	0,967	0,0029	0,967	0,0024	0,800	0,0016	0,533	0,0017	0,567	0,0021	0,700
Сажа	0,0243	0,486	0,0273	0,546	0,0344	0,688	0,0148	0,296	0,019	0,380	0,0383	0,766

На рис. 5 значення  $I_9$ , представлені у вигляді нормованої діаграми, що дають уявлення про внесок кожної забруднюючої речовини в загальний рівень забруднення атмосферного повітря Харкова. П'ятірка основних забруднювачів (формальдегід, вуглецю оксид, діоксид азоту, пил, фенол) вносить щорічно в середньому близько 71% в загальний рівень забруднення, частка внеску інших чотирьох домішок (аміак, оксид азоту, сажа, діоксид сірки) становить близько 29%.

На рис. 6 представлена динаміка зміни індексів  $I_5$  і  $I_9$  атмосферного повітря Харкова. З індексом  $I_5$  Харків бере участь в рейтингу забруднення міст України. Індекс  $I_9$  враховує всі забруднюючі речовини, які контролюються на постах спостереження, і тому більш повно характеризують рівень забруднення атмосферного повітря в місті Харкові. З рис.6 слід, що рівень забруднення атмосфери в період 2010–2013 рр. поступово знижувався, а протягом 2014–2015 рр. навпаки – якість атмосфери погіршувалась. Макси-

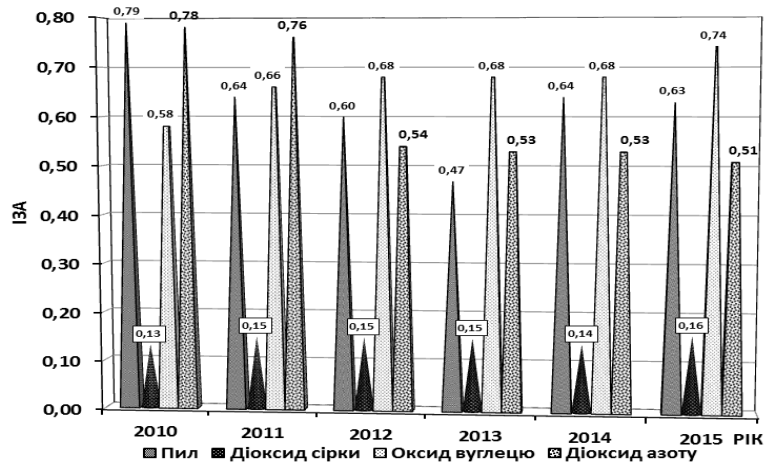


Рис. 3 – Динаміка зміни ІЗА для пилу, діоксиду сірки, оксиду вуглецю, діоксиду азоту в період 2010-2015 років

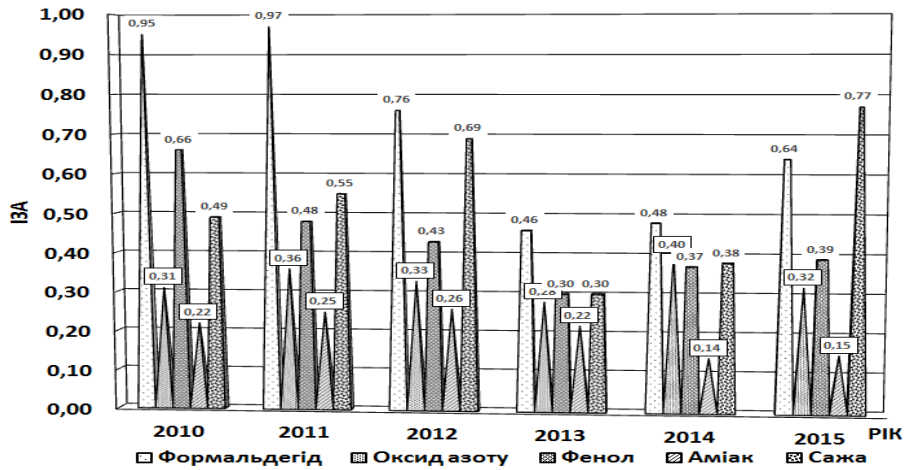


Рис. 4 – Динаміка зміни ІЗА формальдегіду, оксиду азоту, фенолу, аміаку, сажі в період 2010-2015 років

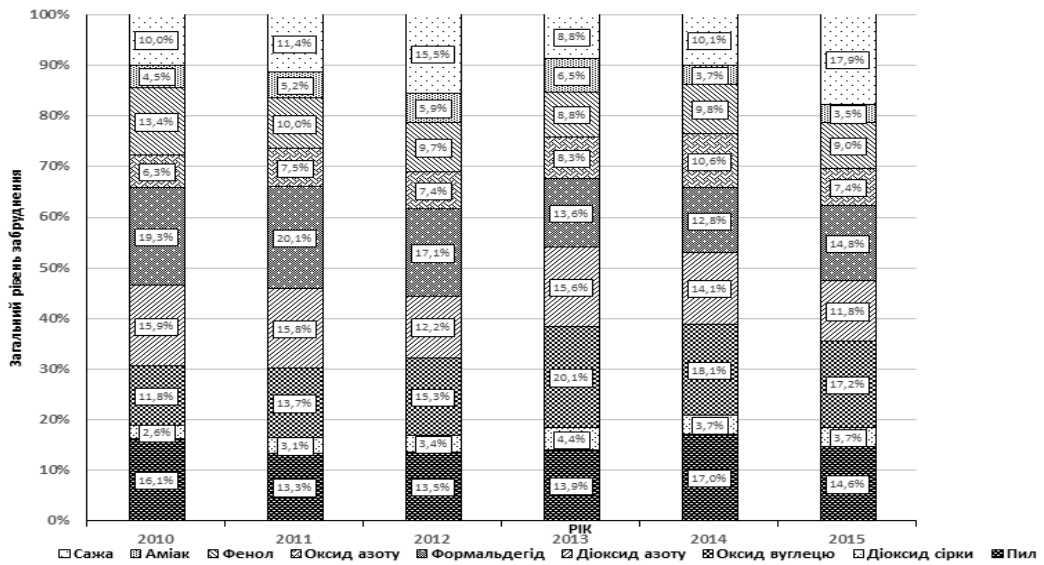


Рис. 5 – Внесок основних забруднюючих домішок в загальний рівень забруднення атмосферного повітря в місті Харків в період 2010-2015 годы

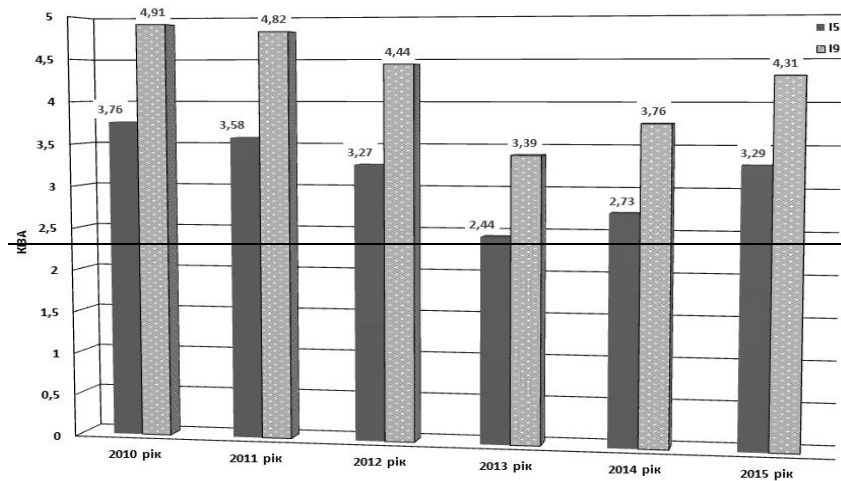


Рис. 6 – Динаміка зміни КІЗА ( $I_5$  і  $I_9$ ) по місту Харків впродовж 2010–2015 років

мально чисте атмосферне повітря спостерігалась в Харкові в 2013 році – індекси забруднення  $I_5$  і  $I_9$  були мінімальними – 2,44 і 3,39 відповідно

Харківський регіональний центр з гідрометеорології проводить спостереження за

забрудненням атмосферного повітря міста Харкова на 10 стаціонарних пунктах спостереження. Схема розташування постів на території міста представлена на рис. 7.



Рис. 7 – Схема розташування постів спостереження в місті Харкові

Порівняння величин індексів забруднення по постах спостереження показує (рис.8), що якість атмосферного повітря в різних районах Харкова значно різниться. Низький рівень забруднення відповідає районам розташування постів спостереження №№ 21, 12, 11. Найчистіше повітря в районі поста № 21 (вул. Луначарського 53, Новоба-

варській район) – індекс забруднення мінімальний – 1,59. Високий рівень забруднення має місце в районах розміщення постів №№ 9,13,19. Максимально забруднене повітря по вул. 23 Серпня, 34 (Шевченківський район), пост № 9 – індекс забруднення максимальний – 3,93.

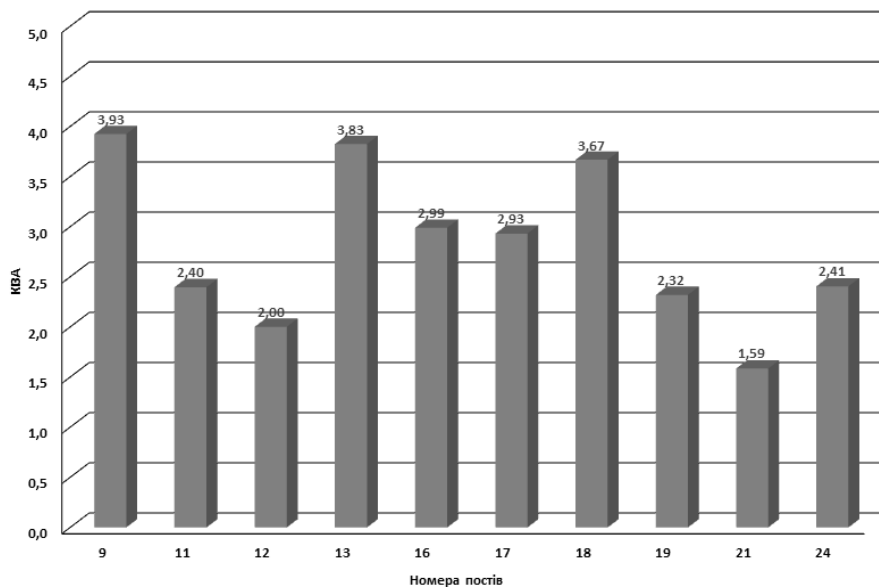


Рис. 8 – КІЗА (середні значення) по постах спостереження за період 2010-2015 рр

### Висновки

Аналіз забруднення атмосферного повітря в Харкові в період 2010-2015рр. показує позитивну тенденцію щодо зниження рівня забруднення в 2010-2013рр. і зростання рівня забруднення в 2013-2015рр. Основними забруднювачами атмосфери міста (понад 70% вкладу) є формальдегід, вуглецю оксид, діоксид азоту, пил, фенол.

Якість атмосферного повітря в місті за шкалою індексів забруднення відповідає оцінці

«слабко забруднений» (КІЗА = 3,39 – 4,91).

Максимально забруднене повітря по вул. 23 Серпня, 34 (Шевченківський район)

Для поліпшення якості атмосферного повітря в місті пріоритетними слід вважати комплекс заходів щодо зниження викидів від автотранспорту, як основного джерела забруднення атмосфери.

### Література

1. Максименко Н. В., Різник К. Ю., Александрова А. С. Структура і динаміка забруднення атмосферного повітря Харківської області // Людина та довкілля. Проблеми неоекології. № 3-4, 2014. С. 81-94.

2. Максименко Н. В., Пересадько В. А., Титенко А. В., Кулик М. И. Оцінка атмосферного забруднення, як складова ландшафтно-екологічного планування для прийняття рішень у природоохоронному менеджменті Харківської області // Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна, № 1147. Серія «Екологія», вип. 12 – 2015. С. 47-57.

3. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://pandia.ru/text/77/196/43656.php>.

4. Руководящий документ «Руководство по контролю загрязнения атмосферы РД 52.04.186-89». – М.: Государственный комитет СССР по гидрометеорологии, Министерство здравоохранения СССР, 1991. – 693с.

5. Екологічний паспорт Харківської області, затв. Департаментом екології та природних ресурсів Харківської області державної адміністрації, 2012 р. URL: [http://ecodepart.kh.gov.ua/images/doc/Ekologichny\\_pasport\\_Kharkivskoyi\\_oblasti\\_za\\_2012.docx](http://ecodepart.kh.gov.ua/images/doc/Ekologichny_pasport_Kharkivskoyi_oblasti_za_2012.docx)

6. Екологічний паспорт регіону Харківська область, затв. Департаментом екології та природних

ресурсів Харківської області державної адміністрації, 2013 р. URL: <http://ecodepart.kh.gov.ua/images/doc/%20%20%20%20%202013.doc>

7. Екологічний паспорт Харківської області, затв. Департаментом екології та природних ресурсів Харківської області державної адміністрації, 2014 р. URL: <http://ecodepart.kh.gov.ua/images/doc/ekopasport%202014.doc>

8. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області у 2012 році, Харківська обласна державна адміністрація, Департамент екології та природних ресурсів. URL: [http://ecodepart.kh.gov.ua/images/doc/NATs\\_DOP\\_za\\_2012\\_redak.docx](http://ecodepart.kh.gov.ua/images/doc/NATs_DOP_za_2012_redak.docx)

9. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області у 2013 році, URL: <http://ecodepart.kh.gov.ua/images/doc/%20%20%20%20%202013%20.doc>

10. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області у 2014 році, Харківська обласна державна адміністрація, Департамент екології та природних ресурсів. URL: <http://ecodepart.kh.gov.ua/images/doc/Regionalna%20dopovid%20Kharkivskoi%20obl%20za%202014.doc>

УДК 504.3

**С. М. ЮРАСОВ**, канд. техн. наук, доц., **О. А. АЛЕКСЕЄНКО**

*Одеський державний екологічний університет*

*вул. Львівська, 15, м. Одеса, 65016*

e-mail: [lovely\\_lena@ukr.net](mailto:lovely_lena@ukr.net)

## ОЦІНКА СТАНУ ПІДЗЕМНИХ ВОД КОСОВСЬКОГО РАЙОНУ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ

**Мета.** Просторовий аналіз забруднення підземних вод на прикладі Котовського району Одеської області за 2015 рік. **Методи.** Фотометричний, манометричний, географічні інформаційні системи. **Результати.** Отримано цифровий картографічний матеріал, що характеризує просторовий розподіл забруднення підземних вод в границях території Косовського району Одеської області. Визначено: перевищення ГДК по окислюваності в підземних водах та нітратів в артезіанських водах не спостерігалось. Концентрація нітратів в ґрунтових водах коливається в межах 2 – 4,9 ГДК на більш ніж полонині території, а на 25% території району – 7 ГДК. **Висновки.** Найбільше забруднення нітратами підземних вод характерно для східної частини Котовського району. Пропонується зменшення кількості нітратних добрив з врахуванням ступеню вразливості ґрунтових вод до нітратного азоту спираючись на зонування за рівнем забруднення території Котовського району Одеської області.

**Ключові слова:** підземні води, забруднення, просторовий аналіз, Котовський район

**Urasov S. N., Alekseenko E. A.**

*Odessa State Environmental University*

### GROUND WATER ASSESSMENT FOR KOTOVSKY DISTRICT OF ODESSA REGION

**Purpose.** Spatial analysis of ground water pollution for Kotovskiy district of Odessa region in 2015. **Methods.** Photometric, gauge, geographic information systems. **Results.** There are digital maps which show distribution of ground water pollution for Kotovskiy district. There are determined: maximum permissible concentration by oxidation in groundwater and artesian waters in nitrates were observed. The concentration of nitrates in groundwater varies between 2 – 4.9 MPC on over meadow territory and 25% of the territory – 7 MPC. **Conclusions.** The highest nitrate pollution of groundwater is typical for the eastern part of the Kotovsky district. It is proposed to reduce the amount of nitrate fertilizers, taking into account the vulnerability of groundwater to nitrate nitrogen based on the zoning of the level of contamination of the Kotovsky district of Odessa region.

**Key words:** groundwater, pollution, spatial analysis, Kotovsky district

**Юрасов С. Н., Алексеенко Е. А.**

*Одесский государственный экологический университет*

### ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД КОТОВСКОГО РАЙОНА ОДЕССКОЙ ОБЛАСТИ

**Цель.** Пространственного анализа загрязнения подземных вод на примере Котовского района Одесской области за 2015 год. **Методы.** Фотометрический, манометрический, географические информационные системы. **Результаты.** Получен картографический материал, который характеризует пространственное распределение подземных вод в пределах рассматриваемой территории. Установлено, что превышения ПДК по окисляемости в подземных водах и нитратов в артезианских водах не наблюдалось. Концентрация нитратов в подземных водах колеблется в пределах 2 – 4,9 ПДК на более чем половине территории, а на 25% территории района – до 7 ПДК. **Выводы.** Наибольшее загрязнение нитратами подземных вод характерно для восточной части Котовского района. Предлагается уменьшить количество нитратных удобрений с учетом степени уязвимости ґрунтовых вод к нитратному азоту исходя из зонирования по уровню загрязнения территории Котовского района Одесской области.

**Ключевые слова:** подземные воды, загрязнение, пространственный анализа, Котовский район

### Вступ

**Постановка проблеми та її зв'язок із важливими практичними завданнями.** В силу свого місцезнаходження, підземні води краще захищені від зовнішніх впливів, ніж поверхневі, однак існують серйозні симптоми несприятливих змін режиму підземних вод на великих площах і в широкому діапазоні глибин.

Велику небезпеку становить забруднення підземних вод. У певних умовах в водоносні горизонти можуть проникати стічні і промислові води, забруднені поверхневі води та атмосферні опади.

При створенні водосховищ в результаті підпору відбувається підвищення рівня ґрунтових вод. Позитивним наслідком такої зміни режиму є збільшення їх ресурсів в прибережній зоні водосховища; негативними – підтоп-



лення прибережної зони, що викликає заболочування території, а так само засолення ґрунтів і ґрунтових вод внаслідок підвищеного їх випаровування при неглибокому заляганні.

Іноді завдяки маловодних паводків (або взагалі їх відсутності) на зарегульованих річках призведе до того, що харчування підземних вод значно зменшено. Швидкість течії на таких річках знижуються, що сприяє замуленню русла, в результаті чого взаємозв'язок річкових і підземних вод ускладнюється.

У певних умовах відбір підземних вод може зробити істотний вплив на якість поверхневих вод. В першу чергу це відноситься до промислової експлуатації і скидання мінералізованих вод, скидання шахтних і попутних нафтових вод. Звідси випливає, що необхідно враховувати комплексне використання та регулювання ресурсів поверхневих і підземних вод. Прикладами такого підходу можуть служити використання підземних вод для зрошення в маловодні роки, а так само штучне поповнення запасів підземних вод і спорудження підземних водоймищ.

Наявність в населених пунктах промислових підприємств, заводів і фабрик, транспорту, а також розвиненого сільського господарства зумовили забруднення атмосфери (повітря), гідросфери (поверхневі води), ґрунтового покриву, а також підземних вод. Потрапляння забруднюючих речовин антропогенного походження в різні компоненти навколишнього середовища, зокрема в підземні води, потребує постійного контролю якості довкілля.

#### **Методи дослідження**

Аналіз якості води виконувався методом фотометричного аналізу. В фарфорову чашку відбирають 30 мл проби води, 1 мл розчину саліцилату натрію і випарюють досуха на водяній бані. Після охолодження додають до сухого залишку 1 мл сульфатної кислоти, обережно перемішують і залишають стояти на 10 хв. Вміст чашки розводять дистильованою водою приблизно до об'єму 25 мл, кількісно переносять у мірну колбу на 50 мл, додають 7 мл розчину їдкого натру, доводять дистильованою водою до риски і перемішують. Після охолодження розчину знову доводять об'єм розчину до мітки, перемішують і вимірюють оптичну густину при 410 нм в кюветі з такою товщиною шару, щоб оптична густина не перевищувала 1,1. Розчин по-

З усіх елементів літосфери найбільшою динамічністю і швидкістю реакції на вплив техносфери мають підземні води. Науково-технічний прогрес нерозривно пов'язаний з використанням і забрудненням підземних вод. Що свідчить про необхідність вирішення проблеми оцінки стану забруднення підземних водоносних горизонтів та побудови картографічного матеріалу, що характеризує це забруднення

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У теперішній час багато досліджень присвячені оцінці стану підземних вод [1, 2]. Однак переважна кількість робіт присвячена вирішенню питань, що пов'язані із аналізом проблем локального масштабу у безпосередньої близькості до джерел забруднення [3]. Але більш актуальними, за поглядом авторів, є дослідження, що спрямовані на розробку комплексного підходу до аналізу компонентів довкілля, що припускають одночасного врахування сукупності факторів, що впливають на стан підземних водоносних горизонтів. Прикладами таких досліджень є роботи [4 – 7], що присвячені отриманню комплексного уявлення про екологічний стан території, зокрема стосовно якості підземних вод. Наведене дослідження є спробою отримання комплексного уявлення про стан підземних вод Котовського регіону Одеської області.

**Метою** дослідження є проведення просторового аналізу і оцінки якості підземних вод Котовського району з використанням сучасних інформаційних технологій.

рівняння – дистильована вода. Від знайдених значень оптичної густини віднімають оптичну густину холостої проби, приготовленої таким же чином.

Побудова градуовального графіку: готують стандартні розчини нітрату. Для цього відбирають піпеткою 0; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 10,0 мл робочого розчину нітрату і доводять дистильованою водою до загального об'єму 10 мл. Потім додають 1 мл розчину саліцилату натрію і випаровують досуха у фарфоровій чашці на водяній бані. Після охолодження додають до сухого залишку 1 мл сульфатної кислоти і залишають стояти на 10 хв. Вміст чашки розводять дистильованою водою приблизно до об'єму 25 мл, кількісно переносять у мірну колбу на 50 мл, додають 7 мл розчину їдкого натру, доводять дистильованою водою

до ризику і перемішують. Після охолодження знову доводять об'єм розчину до ризику, перемішують і вимірюють оптичну густину при 410 нм в кюветі з такою товщиною шару, щоб оптична густина не перевищувала 1,1.

Окислюваність визначалась манометричним методом, що заснований на вимірюванні різниці тисків. Оскільки кисень зв'язується мікроорганізмами, тиск над водою в закритій посудині буде зменшуватися. Різниця

тисків вимірюється манометричним датчиком.

Проби води для визначення концентрації забруднюючих речовин в підземних водах відбиралися підрозділами санітарно-епідеміологічної служби дискретно в одних і тих же свердловинах і колодязях 5-6 разів на рік, а у випадках виникнення епідемій частіше. В подальшому дані по криницям та свердловинах, розташованим в одному населеному пункті були усереднені.

### Результати дослідження

Речовини, що погіршують якість води в порівнянні з її природним станом і нормами водокористування, називаються забруднюючими. Вони містяться насамперед у відходах, що утворюються в результаті господарської діяльності людини – промислових, комунальних, сільськогосподарських. Ці відходи накопичуються на поверхні землі, і звідти рідка їх фаза проникає в підземні води.

Таким чином, основними забруднюючими підземні води речовинами за генетичною ознакою є: а) промислові відходи, включаючи викиди автотранспорту; б) комунальні відходи; в) забруднюючі речовини сільського господарства; г) природні некондиційні води. У забруднюючі речовини сільського господарства входять як відходи (переважно тваринницькі), так і корисні агрохімічні продукти – пестициди та мінеральні добрива.

Вода, що використана населенням і промисловими підприємствами, а також дощові, талі і поливальні води в місті Котовську по системам міської каналізаційної мережі

надходять на міські очисні споруди з повною біологічною очисткою потужністю 8 тис. м<sup>3</sup>/добу. Після очисних споруд скидання стічних вод проводиться в струмок балки Каразею, який впадає в річку Великий Куяльник. Для решти населених пунктів Котовського району та для центральної частини міста Котовська, в зв'язку з відсутністю каналізаційного колектора (каналізаційно-насосної станції) для перекачування стоків на очисні споруди, господарсько-побутові стоки від населення та організацій міста скидаються без очистки. У роботі використані матеріали, надані наступними організаціями: Котовська районна санітарно-епідеміологічна служба, Котовський районний земельний відділ.

На 2015 рік був встановлений ліміт скидання забруднюючих речовин в р. Великий Куяльник в обсязі 1 200 м<sup>3</sup>/рік, а згідно статзвітності по формі водгоспу за 9 місяців 2015 року фактичний скид забруднюючих речовин за більшістю показників було перевищено (таблиця).

Таблиця

Кількість забруднюючих речовин, що скидаються у р. В. Куяльник

Показники	Ліміт т/рік	Фактичний скид т/рік
Завислі речовини	17,04	105,89
Хлориди	340,83	201,12
Сульфати	113,61	150,99
Азот амонійний	0,568	3,12
Нітрати	45,44	47,51
Нафтопродукти	0,057	0,099
Нітрити	0,09	0,203

Одним з основних видів комунальних відходів є фекалії. Їх характерні компоненти – азот, амоній, органічні кислоти, хлориди, фосфор, калій, натрій, сірка.

Одним з основних видів забруднюючих речовин в сільському господарстві є відходи і ферм, головним чином рідкий гній. Вплив великих тваринницьких комплексів і ферм на

навколишнє природне середовище в Котовському районі можна порівняти з впливом промислових об'єктів.

Основними хімічними компонентами відходів цих комплексів є азот, фосфор, калій – поживні речовини для рослин. Особливе значення мають азотисті сполуки і перш за все нітрати, які є головним забруднюючим компонентом відходів тваринництва. Вони є характерним і основним забруднюючим підземні води компонентом тваринницьких відходів.

В якості показників якості води використовувалися перманганатна окислюваність і концентрація нітратів. Це пояснюється тим, що, по-перше, спостереження за цими показниками велися постійно на відміну від інших; по-друге, нітрати є біогенними речовинами, які пов'язані із сільськогосподарською діяльністю (агрохімікатами, що вносяться на сільськогосподарських угіддях), вони знижують якість підземних вод, іноді є канцерогенними (нітритами). Як показник, що характеризує забруднення підземних вод органічними речовинами обрана перманганатна окиснюваність.

Звалище ТПВ, що знаходиться в с. Борщі, потужністю 3 т в розрахунках не використовувалася в зв'язку з тим, що максимальне значення накопичених на звалищах ТПВ становило 265000 т при середньому значенні рівному 9 550 т. Використання такого низького значення потужності могло привести до більшої похибки при інтерполяції.

Побудова цифрових карт забруднення підземних вод проводилося за допомогою ГІС-пакета QGIS, що є вільною кросплатформовою геоінформаційною системою. QGIS є однією з найбільш функціональних і зручних настільних геоінформаційних систем що динамічно розвиваються. Основним призначенням системи є обробка і аналіз просторових даних, підготовка різної картографічної продукції. Інтерфейс QGIS побудований на базі бібліотеки Qt. Пакет має гнучку систему розширень, які можна створювати на мовах C++ і Python. Підтримуються різноманітні векторні і растрові формати, включаючи ESRI Shapefile і GeoTIFF. QGIS дозволяє користувачам створювати карти з множини шарів, використовуючи різні картографічні проєкції. Карти можуть бути зібрані в різні фор-

мати і використовуватися для різних цілей. У системі QGIS карти можуть складатися з растрових або векторних шарів. Типовими для такого роду програмного забезпечення, векторні дані зберігаються як точка, лінія, полігон. Різні види растрових зображень підтримуються і програмне забезпечення може виконувати геоприв'язання зображень.

Для побудови карт забруднення підземних вод Котовського району використовувалися значення концентрації нітратів і окислюваність по кожному пункту, визначені за методикою, описаної вище.

На рис. 1 – 4 представлені карти забруднення підземних вод Котовського району нітратами і органічними речовинами ґрунтових (колодязі) і артезіанських вод.

Відповідно до СанПіН № 384 «Вода децентралізованого водопостачання» ГДК для перманганатная окислюваність становить 5,0 мгО<sup>2</sup>/дм<sup>3</sup>. Відповідно до існуючих нормативів (СанПіН № 384) ГДК нітратів для господарсько-питного використання становить 45 мг/дм<sup>3</sup>, що свідчить про наявність перевищень ГДК у межах території, що розглядається.

Аналіз показників якості підземних вод району, виконаний на прикладі вмісту нітратів і перманганатная окислюваність дозволяє зробити наступні висновки:

1) перевищення ГДК по окислюваності в підземних водах за 2015 рік не було, концентрації коливалися в межах 0,1 – 0,9 ГДК;

2) концентрація нітратів в ґрунтових водах Котовського району змінювалася від 0,1 мг/дм<sup>3</sup> до 399,0 мг/дм<sup>3</sup>, що відповідає 9 ГДК. Найбільше забруднення характерно для східної частини Котовського району. На території Котовського району практично відсутні чисті ґрунтові води: для 0,05% території району концентрація нітратів становить 1 – 2 ГДК, для 1,11% – 3 ГДК, для 67% території – 4 ГДК, для 25% території – 7 ГДК, тобто для більш ніж половини території концентрація нітратів в ґрунтових водах коливається в межах 2 – 4,9 ГДК;

3) перевищення ГДК нітратів в артезіанських водах не спостерігалось.

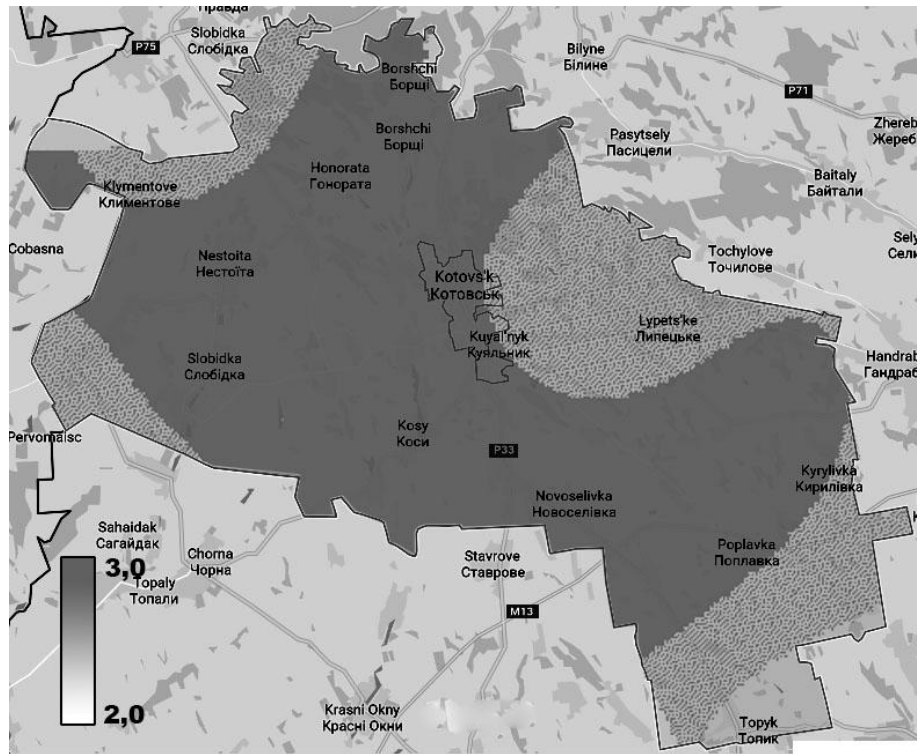


Рис. 1 – Карта окислюваності ґрунтових вод (колодязі) 2015 р.

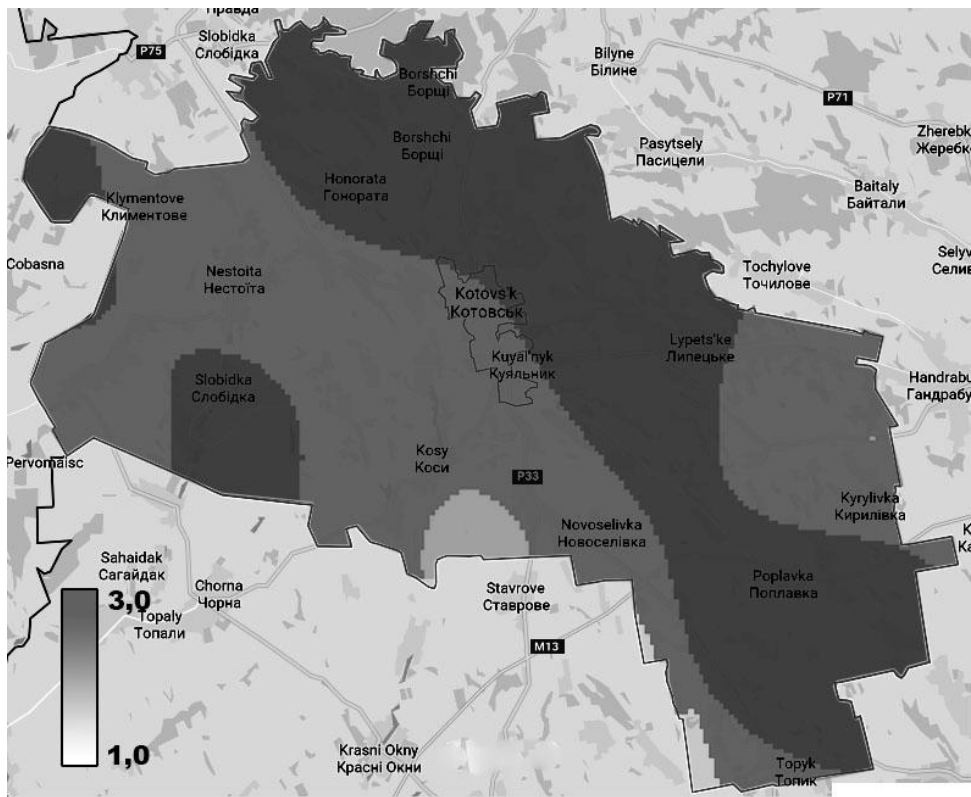


Рис. 2 – Карта окислюваності артезіанських вод 2015 р.

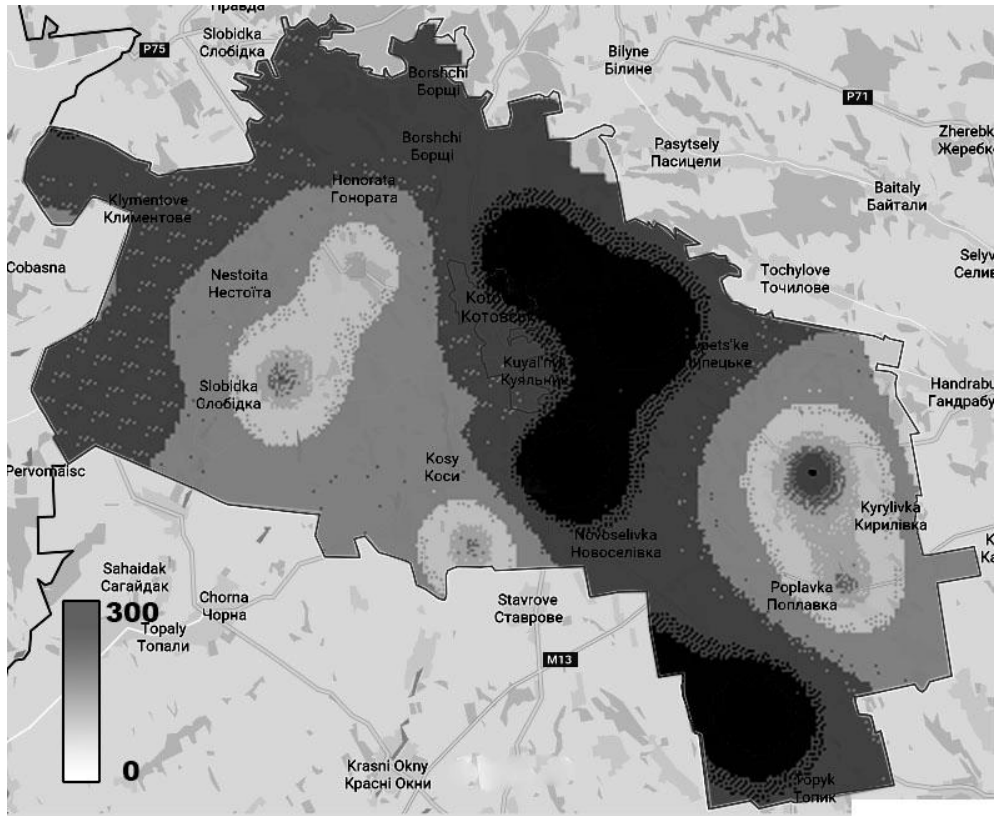


Рис. 3 – Карта забруднення ґрунтових вод (колодязі) нітратами 2015 р, мг/дм<sup>3</sup>

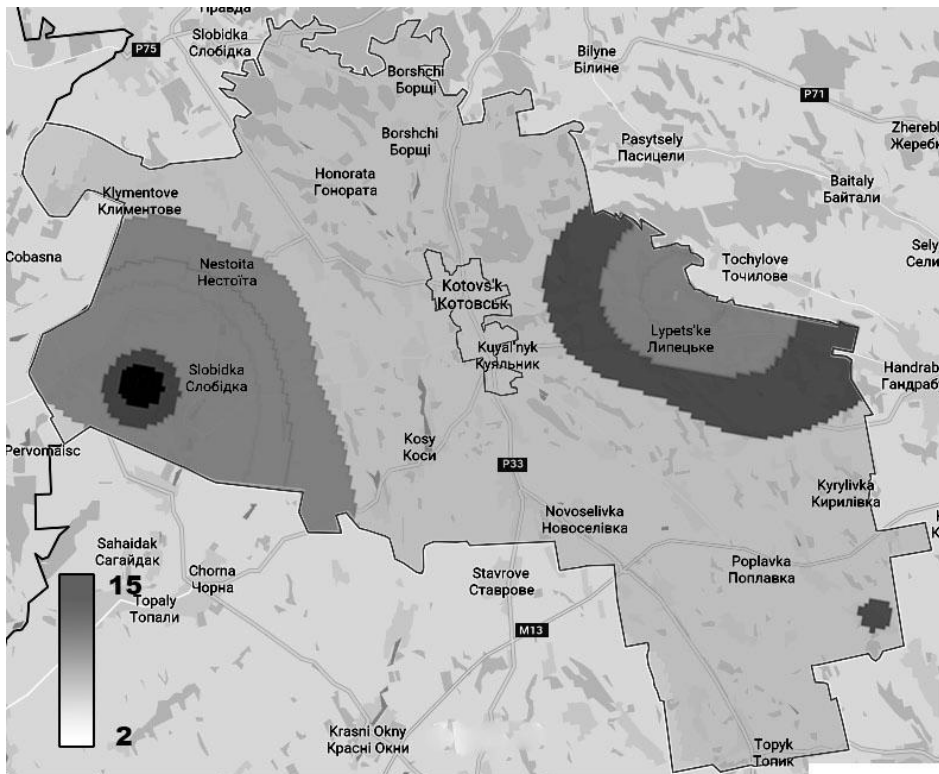


Рис. 4 – Карта забруднення артезіанських вод нітратами 2015 р, мг/дм<sup>3</sup>

### Висновки

Основними джерелами забруднення підземних вод Котовського району є сільське господарство, промисловість (завод по ремонту сільгосптехніки та обладнання), виробництво метизів, цукровий і тароконсервний заводи, а також комунальне господарство, зокрема представлене системою водовідведення. В результаті недосконалості системи водовідведення (недостатня ступінь очищення скидних вод) відбувається забруднення поверхневих, і, як наслідок, підземних вод. У більшості населених пунктів району відсутня каналізаційна мережа, внаслідок чого відбувається забруднення як поверхневих, так і підземних вод.

Як показують результати аналізу якості

води ми маємо факт перевищення ГДК нітрами у ґрунтових водах, максимальні концентрації спостерігаються у східній частині району. Оскільки у деяких випадках концентрації досягають майже 5 ГДК, це свідчить про необхідність прийняття заходів щодо попередження проникнення нітратів у ґрунтові води. Однак оскільки основним джерелом забруднення є сільське господарство, то основною рекомендацією, щодо зменшення нітратного забруднення є зменшення кількості нітратних добрив з врахуванням ступеню вразливості ґрунтових вод до нітратного азоту спираючись на зонування за рівнем забруднення території Котовського району Одеської області.

### Література

1. Фоменко Н. В. Моніторинг ґрунтових вод урбокосистем як основа раціонального використання водних ресурсів міських територій (на прикладі міста Івано-Франківська) / Науковий вісник НЛТУ України. 2015. Вип. 25.4 С. 104-109.
2. Фесенко О. Г. Характеристика нітратного забруднення поверхневих і підземних вод Полтавського регіону / Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2014. №1 С. 121-124.
3. Пронюк А.В. Моніторинг стану підземних вод Харківської області. / Вестник ХНАДУ. 2012 вип. 59. С.129-131.
4. Семчук Ю. С., Ящолт А. Р. Геостатистичний аналіз забруднення ґрунтових вод за даними спостережень якості колодязної води регіону. / Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2013. № 3 С.17 - 21.
5. Трапезнікова Л. В., Монич І. І., Хрипта

Ю. В. Екологічний стан поверхневих та ґрунтових вод басейну р. Іршава // Наук. вісник Ужгород. ун-ту. 2013 № 1 (29). С.87-93.

6. Потапенко Г. Є. Вміст пестицидів у підземних водах та ґрунтах Донеччини //Вісник Харківського національного університету. 2013 № 1084. С. 233-237.

7. Смирнова С. М., Смирнов В. М., Багатюк Д. В. Оцінка можливості використання підземних джерел води в якості питної води на прикладі мікрорайону Терновка міста Миколаєва // Науковий вісник МДУ імені В.О. Сухомлинського. 2012. вип. 6.2(107). С. 57-63.

Надійшла до редколегії 16.10.2016

УДК 504.055:582.746.51(477.54)

**Ю. І. ВЕРГЕЛЕС, І. К. ГАЛЕТИЧ**, канд. фіз.-мат. наук, доц.,  
**К. В. ДАНОВА**, канд. техн. наук, доц., **К. М. ЗАДОРЖНИЙ**, канд. біол. наук,  
**А. І. РЕШЕТЧЕНКО, І. О. РИБАЛКА**

*Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова*  
вул. Маршала Бажанова, 17, м. Харків, 61002;  
e-mail: [Yuri\\_Vergeles@hotmail.com](mailto:Yuri_Vergeles@hotmail.com)

### РЕАКЦІЇ КЛЕНА ГОСТРОЛИСТОГО (*ACER PLATANOIDES L.*) МІСЬКИХ НАСАДЖЕНЬ НА ВПЛИВ КОМПЛЕКСУ ФІЗИЧНИХ ФАКТОРІВ АНТРОПОГЕННОГО ПОХОДЖЕННЯ

**Мета.** Вплив шуму та електромагнітного поля антропогенного походження на стан модельного виду дерев клену гостролистого. **Методи.** Польові, біометричні, статистичні. **Результати.** Досліджено показники санітарного стану дерев клену гостролистого (*Acer platanoides L.*) на 13 експериментальних ділянках в насадженнях різних типів 4 еколого-фітоценотичних поясів (ЕФП) на території м. Харків влітку 2016 р. В кожному ЕФП ділянки розташовано на відстанях 10, 30 та 100 м від лінійних джерел шуму та електромагнітних полів. Аналіз головних компонент дозволив встановити достовірну сильну кореляцію між погіршенням показників санітарного стану насаджень модельного виду дерев та збільшенням рівня шумового навантаження. **Висновки.** Вплив фактора шуму не можна вважати специфічним, а радше таким, що діє в комплексі інших факторів антропогенного перетворення середовища зростання дерев на урбанізованих територіях, серед яких найважливішими є частка штучних покриттів, стан ґрунтового покриву і його ущільнення. Клен гостролистий може застосовуватися як індикатор придатності умов міського довкілля для інших його біотичних компонентів і для здоров'я та благополуччя людини.

**Ключові слова:** *Acer platanoides*, клен гостролистий, урбанізоване довкілля, шумове навантаження, фізичні фактори

**Vergeles Yu. I., Galetych I. K., Danova K. V., Zadorozhnyi K. M., Reshetchenko A. I., Rybalka I. O.**  
*O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv*

### THE EFFECTS OF ENVIRONMENTAL PHYSICAL FACTORS OF ANTHROPOGENIC ORIGIN ON THE NORWAY MAPLE (*ACER PLATANOIDES L.*) IN THE URBAN FOREST OF THE CITY

**Purpose.** The impact of noise and electromagnetic fields anthropogenic origin on the state model species of trees maple. **Methods.** Field, biometrics, statistics. **Results.** Tree health effects of the Norway Maple (*Acer platanoides L.*) in urban forest were studied on 13 sample plots within 4 different Urban Vegetation Zones (UVZs) in summer of 2016 in the city of Kharkiv, Ukraine. In each UVZ tree plots were selected at the distances of 10, 30 and 100 m from linear sources of urban traffic noise and power lines. The Principal Component Analysis revealed a strong positive correlation between deterioration of the tree health and increased noise levels. **Conclusions.** However, the noise factor cannot be considered as a principal one but a such that influences the tree health together with a complex of other anthropogenic factors of which the most significant are the percentage of artificial ground pavements, soil conditions and soil sealing.

**Key words:** *Acer platanoides*, Norway Maple, traffic noise, urban forest, UVZ

**Вергелес Ю. И., Галетич И. К., Данова К. В., Задоржний К. Н., Решетченко А. И., Рыбалка И. А.**  
*Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А. Н. Бекетова*

### РЕАКЦИИ КЛЁНА ОСТРОЛИСТНОГО (*ACER PLATANOIDES L.*) ГОРОДСКИХ НАСАЖДЕНИЙ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ КОМПЛЕКСА ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ АНТРОПОГЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

**Цель.** Влияние шума и электромагнитного поля антропогенного происхождения на состояние модельного вида деревьев клена остролистного. **Методы.** Полевые, биометрические, статистические. **Результаты.** Исследованы показатели санитарного состояния деревьев клёна остролистного (*Acer platanoides L.*) на 13 экспериментальных площадках в насаждениях разных типов 4 эколого- фитоцено-

тических поясов (ЭФП) на территории г. Харьков летом 2016 г. В каждом ЭФП площадки размещались на расстояниях 10, 30 и 100 м от линейных источников шума и электромагнитных полей. Анализ главных компонент позволил установить достоверную сильную корреляцию между ухудшением показателей санитарного состояния насаждений модельного вида деревьев и увеличением уровня шумовой нагрузки. **Выводы.** Влияние шумового фактора нельзя считать специфичным, а скорее таким, которое проявляется в комплексе других факторов антропогенного преобразования среды обитания деревьев на урбанизированных территориях, среди которых важнейшими являются доля искусственных покрытий, состояние почвенного покрова и его уплотнение. Клен остролистный может применяться как индикатор пригодности условий городской окружающей среды для других его биотических компонентов и для здоровья и благополучия человека.

**Ключевые слова:** *Acer platanoides*, клён остролистный, насаждения, урбанизированная среда, шумовое воздействие, ЭФП

### Вступ

В екосистемах сучасного міста живі компоненти довкілля перебувають під впливом низки факторів антропогенного походження, які створюють відмінні від природних або помірно-модифікованих умови середовища існування [1, 5, 6]. Серед цих факторів, які можна охарактеризувати збірним терміном «забруднення», фізичні забруднення, а саме – шумове та електромагнітне, є найменш дослідженими стосовно впливів на організми, популяції та угруповання інших, ніж людина (*Homo sapiens L.*), біологічних видів.

Деревні рослини, які мають тривалі багаторічні зв'язки із середовищем зростання, можуть розглядатися в якості модельних організмів та біологічних індикаторів у комплексному моніторингу довкілля, якщо відповідні сталі зв'язки між їх морфофункціональними показниками та рівнями фізичного забруднення доведено. На теперішній час вже накопичено достатньо різноманітних даних стосовно реакцій деревних рослин різних видів та їх насаджень в цілому на дію окремих факторів довкілля – як природного, так і антропогенного походження, як специфічних так і неспецифічних, комплексних [1, 5, 6, 9, 19, 21, 23]. Ці відомості широко використовуються як в цілях екологічного моніторингу та оцінки стану довкілля, так і для підбору дерев до складу багатофункціональних насаджень міста – «міського лісу» [8, 18, 19, 21, 23]. Здебільшого дослідження охоплюють різноманітні впливи, пов'язані із хімічним забрудненням атмосфери, ґрунтів, іншими властивостями ґрунтів та механічними пошкодженнями дерев в урбанізованому довкіллі [1, 5, 7, 14, 19, 21]. Показники стану насаджень

використовуються також для екологічного зонування міських територій [1].

Останнім часом, у зв'язку із подальшим поширенням процесу урбанізації, появою нових джерел шуму і все більшого числа електронних та електротехнічних приладів нових поколінь у виробництві та вжитку, а також з розвитком систем електропостачання і мобільного зв'язку, увага дослідників привертається до можливих наслідків впливу фізичних факторів антропогенного походження щодо міських та природних екосистем та їх окремих компонентів на тлі впливу тривалої дії вже відомих факторів антропогенного перетворення довкілля, до яких у досліджуваних екологічних системах (організми, популяції, угруповання) сформувалися певні адаптивні комплекси. Крім ефектів окремих фізичних факторів довкілля техногенного походження на рівні організму та популяцій людини, що є предметом досліджень понад 30 років, нові результати здебільшого отримують вивчаючи організми, популяції та угруповання інших біологічних таксонів, серед яких «лідерами» за кількістю новітніх публікацій є тварини, а серед тварин – птахи, ссавці, риби та рибоподібні і, зрештою, комахи [15, 20]. При цьому кількість досліджень впливу шуму на порядок перевищує кількість досліджень впливу електромагнітних полів та випромінювання. Серед останніх здебільшого досліджують впливи від штучних джерел світла в урбанізованих ландшафтах [15, 20]. Рослинні системи в цьому контексті поки що досліджуються скоріше в поодиноких випадках, але кількість таких досліджень зростає щороку [7, 16, 24]. Припущення, що фізичні фактори довкілля антропогенного поход-



ження впливають на еволюцію біологічного різноманіття в сучасній біосфері, усвідомлюється багатьма науковцями [20]. Тому будь-які дані, що свідчать про наявність реакцій живих систем – від організму до багатовидових угруповань – на вплив відносно «новітніх» в еволюційному сенсі факторів довкілля, мають збиратися систематично на якомога більшій кількості різноманітних модельних об'єктів із використанням зрозумілих та надійних індикаторів такого впливу.

Для досліджень можливих зв'язків між рівнем фізичного забруднення та показниками морфо-функціонального стану дерев вибрано клен гостролистий (*Acer platanoides* L.) – автохтонний вид деревних рослин Європи, який широко представлений у складі насаджень природного і штучного походження на більшій території України та, зокрема, в м. Харків. Цей вид характеризується відносно високими рівнем інтегральної стійкості до аеротехногенного забруднення атмосфери [19, 21, 23], продуктивністю та естетичними якостями і використовується у складі насаджень різних типів, де він часто є видом домінантом або кодомінантом. Клен гостролистий, за

відношенням до ґрунтового багатства, вважається мезо-мегатрофом, але може зростати і на бідніших ґрунтах, механічний склад яких та вміст біогенних елементів істотно відрізняються від екологічно оптимальних для цього виду сірих лісових ґрунтів. В умовах змін клімату, які проявляються у вигляді регулярної тривалої літньої посухи, санітарний стан дерев цього виду погіршується [8, 12], але щодо нетривалої посухи, як і тривалої морозної погоди взимку, клен гостролистий виявляє досить високу стійкість.

Попри широке використання цього виду в зеленому та лісопарковому господарстві міст, його морфологічні та функціональні реакції на окремі фактори фізичної природи антропогенного походження, що можуть суттєво модифікувати вже відомі впливи факторів іншої природи, залишаються недостатньо дослідженими. Питання, чи можна відслідкувати вплив таких фізичних факторів урбанізованого середовища, як шум та електромагнітні поля антропогенного походження, на стан модельного виду дерев, і стало метою дослідження.

#### Методика дослідження

Дослідницькі задачі вирішували в такій послідовності:

1. Вибір ділянок насаджень основних типів із домінуванням або істотною присутністю клена гостролистого, що відображають стресові умови різного походження та рівня проявлення в урбанізованому довкіллі.

2. Формування на кожній ділянці вибірки дерев модельного виду, що відносяться до одного морфотипу (дерева із нормальною кроною типової форми та типовою формою листя), вікового класу (середньовікові насадження, 40-60 років) та не зазнали формуючого обрізування в останні 3-5 років.

3. Характеристика умов зростання клену гостролистого на кожній ділянці за однаковим набором вибраних параметрів/властивостей (вертикальна структура насаджень, ґрунтові умови, наявність штуч-

них покриттів, відстань до найближчих антропогенних джерел шуму та електромагнітних полів, штучне освітлення вночі, тощо).

4. Оцінка поточного санітарного стану індивідуальних дерев та середнього по кожній вибірці за усталеною методикою.

5. Характеристика рівня шумового навантаження в центрі кожної ділянки дослідження за стандартною методикою (вимірювання еквівалентного рівня шуму для сельбищних територій,  $L_{DEN}$ ).

6. Багатовимірний статистичний аналіз поточного санітарного стану залежно від впливу комплексу стресогенних факторів та умов зростання насаджень.

Насадження з домінуванням клену гостролистого досліджувались в червні-вересні 2016 р. на 11 пробних ділянках, вибраних в межах сельбищної території вздовж пр. Науки від пл. Свободи до вул.

Отакара Яроша в північному секторі м. Харків, а також вздовж вул. Отакара Яроша та в Саржиному Ярі, паралельно високовольтній лінії електропередачі (ВЛЕП). Додатково 2 ділянки було вибрано в насадженнях свіжої діброви лісопарку на віддалені від значних джерел шуму, але поблизу ВЛЕП, що перетинає територію лісопарку в напрямку Сокольники – Олексіївка. На кожній ділянці сформовано вибірку із 5-10 дерев клену за принципом «найближчого сусіда», і таким чином, отримано площини довільної конфігурації від 0,05 до 0,10 га, в межах яких вимірювались вибрані характеристики умов зростання та рівні шумового навантаження. Проспект Науки є однією із магістральних радіальних транспортних осей на території м. Харкова (3 смуги по обидва боки), із потужним рухом громадського та приватного легкового та пасажирського (автомобільного та електричного) транспорту, а сучасна вул. О. Яроша – латеральною 2-смужною вулицею із інтенсивним рухом пасажирського та обмеженим рухом вантажного автотранспорту.

Вуличні та внутрішньо-квартальні насадження вздовж пр. Науки відносяться до III, IV та V еколого-фітоценотичних поясів (ЕФП) рослинного покриву міст [1], вздовж вул. О. Яроша – до III ЕФП, натомість насадження лісопарку – до II ЕФП. Насадження паркового типу в Саржиному Ярі на території рекреаційного комплексу «Джерело «Шатилівське»» та Ботанічного саду державного значення Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна репрезентують III

ЕФП. В кожному ЕФП вздовж пр. Науки та вул. О. Яроша вибрано по 3 ділянки насаджень – на відстані до 10 м, до 30 м та до 100 м від лінійного джерела шуму, по обидві боки від проїзної частини; крім того, при виборі ділянок вздовж вул. О. Яроша, яку перетинає ВЛЕП, враховувалась насамперед відстань від цього лінійного джерела електромагнітних полів (ЕМП). Ділянки в Саржиному Ярі та лісопарку (квартали 30 та 36) розміщувались на відстані до 30 м та до 100 м від ліній електропередач (ділянки не були закладені на відстані до 10 м по обидва боки ВЛЕП, враховуючи те, що, за правилами експлуатації, у 20-40-м смугах відчуження деревна та чагарникова рослинність підлягає періодичному вирубуванню). Ділянка в Саржиному Ярі на відстані до 100 м від ВЛЕП була контрольною для дослідження впливу шуму на дерева модельного виду, оскільки знаходилась на відстані понад 300 м від найближчих лінійних джерел, а ділянка в глибині масиву лісопарку (квартал 36) – контрольною для дослідження впливу як шуму, так й ЕМП. Штучне освітлення вночі було наявним на 10 ділянках із 13 (відсутнє – на ділянках в лісопарку та біля ВЛЕП у Ботанічному саду); його інтенсивність зменшувалась від ділянок вуличних насаджень до розташованих серед житлових кварталів. Розмір генеральної сукупності на 13 ділянках склав 119 дерев.

Розподіл вибраних ділянок насаджень відповідно факторам польового експерименту та їх робоча нумерація наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Розподіл експериментальних ділянок та розмір вибірок насаджень клену гостролистого на території північного сектору м. Харків за контрольованими факторами

Робочі позначення експериментальних ділянок (в дужках – розмір вибірки)		Відстань від лінійних джерел шуму, м			
		0-10	11-30	31-100	>100
Відстань від лінійних джерел ЕМП, м	0-10		3-2-TN+EM (10)		
	11-30	3-1-TN+EM (10)			3-2-EM (10) 4-2-EM (10)
	31-100			3-3-TN+EM (8)	3-3-EM (10) 4-3-EM (10)
	>100	1-1-TN (10) 2-1-TN (9)	1-2-TN (7) 2-2-TN (8)	1-3-TN (10) 2-3-TN (8)	

На кожній ділянці дослідження за допомогою окомірної зйомки встановлювали відсоткове покриття ярусів рослинного покриву: деревного (зімкнутість крон) (А), підросту (А<sub>п</sub>), підліску (чагарники) (F), трав'яного (Н), ліан (V) та позаярусної рослинності (X).

Різноманіття вертикальної структури насаджень оцінювалось за допомогою індексу Шеннона [4]:

$$H' = - \sum_{j=1}^k p_j \cdot \ln p_j$$

$p_j$  – частка кожного ярусу

рослинності від загальної суми покриттів всіх ярусів.

Відсоток, що займають штучні покриття від загальної площі ділянки, також оцінювався окомірною, із шагом 5%.

Ґрунтові умови ділянок насаджень оцінювались за допомогою двох незалежних показників – індексу ґрунтових умов (табл. 2) та індексу ущільнення ґрунту (табл. 3). Ці індекси є результатом адаптації подібних показників, що застосовуються в практиці моніторингу здоров'я лісових насаджень в Україні [3] до задач обстеження насаджень міських територій.

Таблиця 2

Індекс ґрунтових умов

Індекс	Характеристика
1	Умови наближені до природних ґрунтів
2	Слабо змінені ґрунти: зберігається наближена до природної структура, але ґрунт може бути насипним, хоча й без чужорідних домішок
3	Середньо змінені ґрунти, насипні або перемішані з чужорідними включеннями (напр., з будівельним сміттям)
4	Сильно змінені ґрунти: повністю порушена природна структура, насипні або перемішані ґрунти із значним включенням чужорідних елементів (напр., будівельного сміття)
5	Сильно змінений ґрунт, закритий штучними покриттями – асфальтом, бетоном, металевими ґратами и т.п.

Таблиця 3

Індекс ущільнення ґрунту

Індекс	Характеристика
1	Ґрунт рихлий, водопроникний, витоптування відсутнє або незначне на менш ніж 10% території ділянки
2	Ґрунт рихлий, водопроникний, витоптування слабе, на 10% - 25% території ділянки або середнє на менш ніж 10% території ділянки
3	Ґрунт ущільнений, водопроникний, витоптування середнє, на 25% - 50% території ділянки або сильне на менш ніж 25% території ділянки
4	Ґрунт ущільнений, слабо-водопроникний, витоптування середнє, на більш ніж 50% території ділянки або сильне на 25% - 50% території ділянки
5	Ґрунт сильно ущільнений або закритий штучними покриттями, непроникний для води, витоптування сильне на 60% - 100% території ділянки

Рівень шуму в кожній точці (центр ділянки дослідження насаджень) вимірювався двічі за сезон протягом 10 хв. вранці, вдень та ввечері за допомогою шумоміра-реєстратора даних DT-8852, згідно методики ДСТУ ГОСТ 31296.1:2007 «Шум. Опис, вимірювання і оцінка шуму на місцевості». Результати вимірювань після статистичної обробки представлені як оціночний еквівалентний рівень звукового тиску, дБА.

Рівні напруженості ЕМП в експериментальних точках безпосередньо не вимірювались, натомість для оцінки їх можливого впливу на морфо-функціональні показники дерев модельного виду використано сурогатні значення, а саме – відстань до лінійних джерел ЕМП.

Морфо-функціональними показниками обрано показники поточного санітарного стану індивідуальних дерев за методикою О. Д. Маслова в модифікації

УкрНДІЛГА імені Г. М. Висоцького [3]. Шкалу, за якою визначався індекс санітарного стану, наведено у табл. 4. При дослідженні враховувалися тільки дерева із живою кроною.

В подальшому аналізі використовувались середньо-вибіркові значення індексу санітарного стану для кожної ділянки дослідження, обчислені за методами нормальної параметричної статистики [2]. Достовірність середньо-вибіркових значень оцінено за допомогою критерію Стьюдента [2].

Багатовимірний статистичний аналіз зв'язків (аналіз головних компонент, АГК) між показниками морфо-фізіологічного стану дерев модельного виду та параметрами середовища зростання й рівнем прояву фізичних факторів антропогенного походження проведено за допомогою пакету прикладних статистичних розрахунків STATISTICA® 10.0.

Таблиця 4

Індекс санітарного стану дерев

Індекс	Характеристика
1	Дерево здорове, видимі пошкодження відсутні або незначно пошкоджені другорядні гілки крони
2	Дерево послаблене: пошкоджені 1-2 головні гілки, але не більш 15% крони
3	Дерево суховерхівкове: видимі пошкодження (усихання) до 1/3 крони, усихання верхівки
4	Дерево сухокронне: видимі пошкодження (усихання) від 1/3 до 2/3 крони, плодові тіла грибів на стовбурі
5	Дерево таке, що всихає: усихання більш 2/3 крони, плодові тіла грибів на стовбурі, літні отвори комах-ксилофагів
6	Свіжий сухостій: дерево усохло в поточному сезоні
7	Старий сухостій: дерево усохло в минулі роки

### Результати та обговорення

Характеристики умов зростання, різноманіття вертикальної структури насаджень, рівнів шумового забруднення та санітарного стану дерев клену гостролистого отримані для 13 експериментальних ділянок (табл. 5). Досліджено насадження всіх основних типів, що представлені на території міста – лісові (вторинні ліси лісопаркової зони), паркові (в т.ч. сквери), внутрішньо-квартальні, вуличні – в чотирьох ЕФП.

Природні чи близькі до них ґрунтові умови притаманні ділянкам у лісопарку та Саржиному Яру. Найбільшим ступенем антропогенного перетворення ґрунтового покриву й ущільнення ґрунту характеризуються ділянки вуличних насаджень III-V ЕФП та внутрішньоквартальних насаджень IV і V ЕФП.

На решті ділянок ущільнення ґрунту визначено незначним або середнім. Цей

Таблиця 5

Характеристики точок експериментальних досліджень впливу факторів фізичного походження (шумове та електромагнітне забруднення) на компоненти довкілля урбанізованих територій. Оцінка стану дерев модельного виду *Acer platanoides* в насадженнях м. Харків (2016 р.)

Коди точок	Координати		Місце-положення	Тип насаджень	Санітарний стан індивідуальних дерев (тільки класи 1-5)										Ґрунтові умови (індекс)	Ущільнення ґрунту (індекс)	Проективне покриття ярусів рослинності, %						Штучні покриття, % Artif
	N	E			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			A	Aj	F	H	V	X	
1-1-TN	50°00,465'	36°13,664'	пр. Правди	вуличні	4	5	3	3	3	2	2	3	3	4	5	4	25	0	0	10	0	2	60
1-2-TN	50°00,552'	36°13,620'	пр. Правди, 7	внутр.-кварт.	2	3	2	2	2	2	3			4	5	25	1	3	1	0	0		55
1-3-TN	50°00,609'	36°13,887'	вул. Данилевського, 17	внутр.-кварт.	3	2	2	2	3	3	2	2	2	3	4	3	35	1	10	10	0	1	40
2-1-TN	50°01,387'	36°13,459'	пр. Науки, 38	вуличні	3	4	4	4	3	4	3	3	3	4	3	25	0	8	10	0	0		80
2-2-TN	50°01,235'	36°13,524'	пр. Науки, 28	внутр.-кварт.	2	3	2	2	3	2	2	3		3	3	45	1	3	5	0	3		30
2-3-TN	50°01,045'	36°13,434'	вул. Космічна, 26	внутр.-кварт.	3	2	4	2	2	3	2	2		3	3	30	2	4	20	0	2		20
3-1-TN+EM	50°01,646'	36°13,240'	вул. О. Яроша, 21	вуличні	3	3	5	2	4	4	3	4	5	4	5	4	20	0	0	1	0	1	90
3-2-TN+EM	50°00,618'	36°13,300'	вул. О. Яроша, 18д	сквер	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	3	3	45	0	3	15	0	0	5
3-3-TN+EM	50°01,692'	36°13,291'	вул. О. Яроша, 23 - пр. Науки, 27	внутр.-кварт.	2	2	3	3	2	2	2	1		4	4	25	5	6	5	0	4		35
3-2-EM	50°01,677'	36°14,017'	Саржин Яр	паркові	3	4	5	2	2	2	4	3	2	3	2	3	35	2	5	15	0	3	0
3-3-EM	50°01,563'	36°13,796'	Саржин Яр	паркові	3	3	2	2	3	2	2	3	2	2	2	2	45	2	0	5	1	1	5
4-2-EM	50°03,447'	036°14,095'	Лісопарк, кв. 30	лісові	4	3	2	3	3	3	3	2	2	3	1	1	35	10	10	45	0	3	0
4-3-EM	50°03,355'	36°14,045'	Лісопарк, кв. 36	лісові	2	2	3	2	1	2	3	2	1	2	1	1	45	10	7	30	0	5	0

фактор, разом із штучними покриттями, є ключовим для процесів газо- та водообміну і таким, що опосередковано впливає на термічний режим, у ризосфері [1, 5, 14]. Штучні покриття відсутні на 3 ділянках (лісопарк, Саржин Яр), а на решті займали від 5 до 90% площі, із максимумом – у вуличних насадженнях.

Покриття деревного ярусу насаджень, що оцінено як зімкнутість крон, варіювало в межах від 20% до 45%, незалежно від ЕФП, із найменшими значеннями – у вуличних насадженнях. Крім того, вуличні насадження за складом деревної рослинності визначено одновидовими, натомість насадження інших типів – багатовидовими, із кількістю видів від 3 до 6.

Деревний підріст відсутній повністю або представлений незначно (на рівні 1-5%) на всіх ділянках дослідження, крім у лісопарку. Чагарниковий ярус відсутній на 2 ділянках вуличних насаджень III і V ЕФП і на 1 ділянці в Саржиному Ярі, а на решті варіював в межах 3-10% незалежно від ЕФП та типу насаджень. Покриття трав'яного покриву, що розвивається спонтанно, зменшувалось від II до V ЕФП, з максимумом (30-45%) в насадженнях лісопарку та найменшими показниками (1-5%) – у вуличних та внутрішньоквартальних насадженнях.

Ліани, представлені диким виноградом п'ятилисточковим (*Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch.) із незначним покриттям в 1%, виявлено тільки на одній

ділянці в Саржиному Яру. Позаярусна рослинність (здебільшого, епіфітні та епігейні мохи та епіфітні лишайники) відсутня на 3 ділянках в III-V ЕФП, а на решті ділянок її покриття варіювало в межах 1-5% (табл. 5).

Різноманіття вертикальної структури рослинності в насадженнях, оцінене за індексом Шеннона, варіювало в межах 0,33-1,06 незалежно від типу насаджень та ЕФП (табл. 6).

Середні значення індексу санітарного стану дерев клена гостролистого на ділянках дослідження наведено в табл. 6. Всі результати обчислення середніх зважених виявились достовірними за критерієм Стьюдента ( $p < 0,01$ ). Найкращі показники санітарного стану (середньо-вибіркові значення індексу в межах 2,00 – 2,20, тобто дерева послаблені) отримано для насаджень лісопарку та внутрішньоквартальних в глибині житлових кварталів в районі Павлова Поля (вул. О. Яроша). Найгірший санітарний стан (3,20 – 3,70, дерева сухокронні) відмічено в точках, що розташовані в різних ЕФП на відстанях до 10 м від джерел шуму, тобто транспортних шляхів. Таким чином, санітарний стан дерев клену гостролистого достовірно погіршується в умовах вуличних насаджень, де ступень антропогенної трансформації умов зростання досягає максимуму порівняно із іншими типами насаджень (рис. 1).

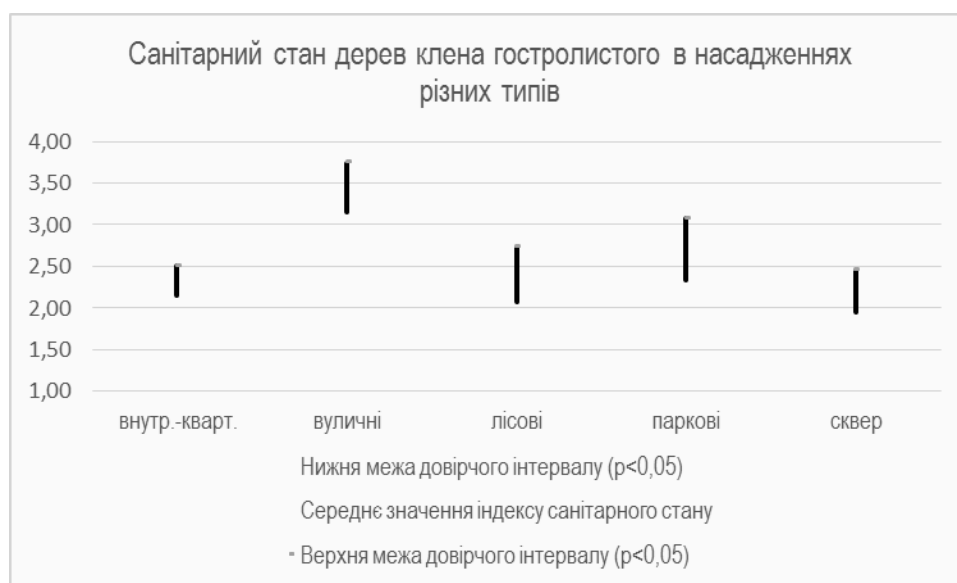


Рис. 1 – Показники санітарного стану дерев клена гостролистого в насадженнях різних типів

Таблиця 6

Узагальнені характеристики точок експериментальних досліджень впливу факторів фізичного походження на деревостани модельного виду дерев *Acer platanoides* для аналізу головних компонент

Коди точок	ЕФП	Відстань від джерела шуму, м	Відстань від джерела ЕМП, м	Індекс ґрунтових умов	Індекс ущільнення ґрунту	Різноманіття верт. стр-ри	Штучні покриття, %	Рівень шуму, дБА	Середній індекс сан. стану
1-1-TN	5	10	500	5	4	0,7762	60	66,6	3,20
1-2-TN	5	30	500	4	5	0,6638	55	45,7	2,29
1-3-TN	5	100	500	4	3	0,9550	40	44,5	2,40
2-1-TN	4	10	250	4	3	0,9496	80	68,0	3,44
2-2-TN	4	30	500	3	3	0,5374	30	60,6	2,29
2-3-TN	4	100	500	3	3	1,0585	20	47,3	2,50
3-1-TN+EM	4	10	30	5	4	0,5277	90	67,0	3,70
3-2-TN+EM	4	30	10	3	3	0,3317	5	57,5	3,00
3-3-TN+EM	4	100	100	4	4	1,3413	35	51,2	2,20
3-2-EM	3	300	30	2	3	1,0505	0	42,9	2,40
3-3-EM	3	300	100	2	2	0,3853	5	46,0	2,13
4-2-EM	2	1600	30	1	1	0,7254	0	38,9	2,80
4-3-EM	2	1500	100	1	1	0,8711	0	37,5	2,00

Порівнюючи середні значення показників санітарного стану дерев модельного виду в насадженнях різних ЕФП, виявлено, що клен гостролистий в насадженнях лісопарку (II ЕФП) має достовірно (за критерієм Стьюдента для міжвибіркових порівнянь,  $p < 0,05$ ) кращий санітарний стан, ніж в насадженнях III-V ЕФП, між якими різницю за цим показником статистично не виявлено (рис. 2).

В результаті досліджень також визначено, що санітарний стан дерев клену гостролистого краще у насадженнях із більшою зімкнутістю крон, але кореляція між цими рядами параметрів виявилася слабкою (рис. 3).

Дослідження акустичних характеристик місць зростання модельного виду дерев на експериментальних ділянках за еквівалентним рівнем звукового тиску довело, що,

за винятком двох ділянок в лісопарковій зоні, середні значення цього показника (достовірно за критерієм Стьюдента при  $p < 0,05$ ) варіювали в межах 42,9-68,0 дБА і, таким чином, скрізь перевищували 40 дБА, що за санітарними нормами є верхнім граничним безпечним рівнем шумового навантаження для сельбищних територій. Максимальні рівні шумового навантаження виявлені в точках, що розташовані на відстані до 10 м від проїзних частин вулиць із інтенсивним рухом транспорту. Рівень шуму зменшувався із збільшенням відстані від його джерел, але немонотонно і по-різному в різних ЕФП. Транспорт є головним джерелом шуму в міських ландшафтах, що доведено багатьма дослідженнями [10, 13, 17], але це – не єдине джерело: іншими, із різним рівнем значущості в різних функціональних зонах



Рис. 2 – Середні показники санітарного стану насаджень клену гостролистого в різних еколого-фітоценотичних поясах міста (ЕФП)

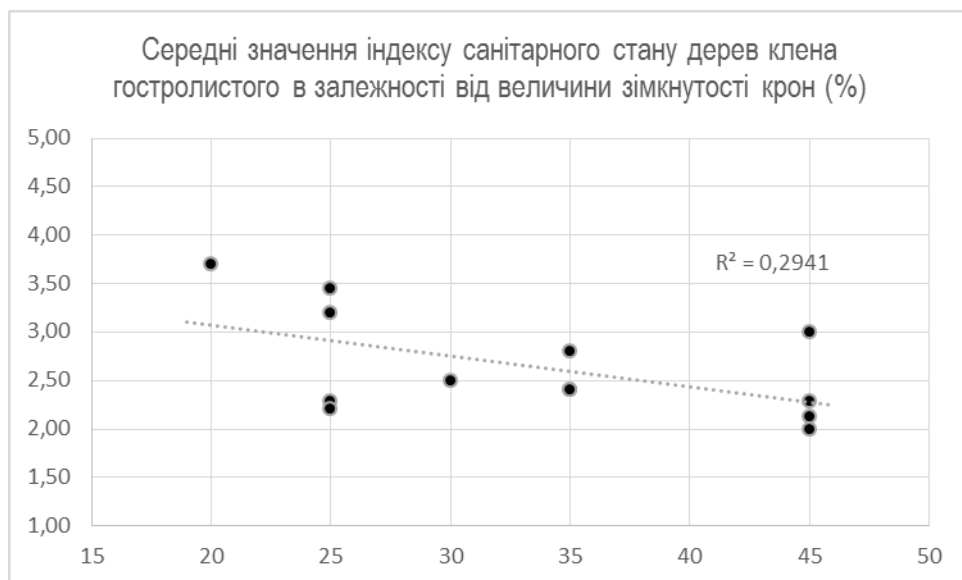


Рис. 3 – Середні показники санітарного стану клену гостролистого залежно від ступеню зімкнутості крон в середньовікових насадженнях, м. Харків

та ЕФП на міській території, є самі люди та їх діяльність, природні компоненти (рух повітряних, водних мас, деякі геологічні та метеорологічні явища, деревно-чагарникова рослинність тощо), а також сигналізація і комунікація тварин [13]. І хоча роль насаджень у зменшенні впливу шуму антропогенного походження є загальновізнаною [1, 5, 24], території із щільнішим рослинним покривом не завжди є «тихішими»

порівняно з місцевостями, де деревні та чагарникові яруси відсутні у структурі рослинного покриву [13].

Очевидно, що отримані результати не дають змоги встановити якийсь один чинник, що пояснював би варіабельність показників санітарного стану клену гостролистого в насадженнях різних типів та функціональних зон на території м. Харків. Для оцінки відносного внеску окремих



факторів середовища (із всього комплексу досліджених) у поточний санітарний стан дерев модельного виду проведено аналіз головних компонент (АГК), вихідні дані для якого зведені у табл. 6.

Результати АГК у вигляді матриці парних кореляцій між рядами даних за кожним із досліджених параметрів наведено у табл. 7. Статистично значущі коефіцієнти кореляції (при  $p < 0,05$ ) виділено напівжирним накресленням шрифту.

Таблиця 7  
Результати багатовимірного статистичного аналізу (АГК) санітарного стану насаджень клену гостролистого в умовах сельбищного міського ландшафту

Змінні	Середні значення	Станд. відхил.	THI_mean	EPhB	Dist_Noise	Dist_EMF
THI_mean	2,6416	0,5396	1,00000	0,25704	-0,27896	-0,13656
EPhB	3,7692	1,0127	0,25704	1,00000	<b>-0,84407</b>	<b>0,68633</b>
Dist_Noise	316,9231	556,573	-0,27896	<b>-0,84407</b>	1,00000	-0,41689
Dist_EMF	242,3077	220,233	-0,13656	<b>0,68633</b>	-0,41689	1,00000
Soil_Cond	3,1538	1,3445	0,54240	<b>0,88506</b>	<b>-0,79666</b>	0,43211
Soil_Seal	3,0000	1,1547	0,26034	<b>0,85513</b>	<b>-0,81949</b>	0,41617
VertStr_H'	0,7826	0,2929	-0,22362	0,03202	0,03976	0,12911
Artif	32,3077	31,2660	<b>0,66186</b>	<b>0,64985</b>	<b>-0,56080</b>	0,33258
Lden	52,1000	10,5029	<b>0,76397</b>	0,50298	<b>-0,60946</b>	0,14508

Продовження табл. 7

Змінні	Soil_Cond	Soil_Seal	VertStr_H'	Artif	Lden
THI_mean	0,54240	0,26034	-0,22362	<b>0,661864</b>	<b>0,763969</b>
EPhB	<b>0,88506</b>	<b>0,85513</b>	0,03202	<b>0,649846</b>	0,502978
Dist_Noise	<b>-0,79666</b>	<b>-0,81949</b>	0,03976	<b>-0,560802</b>	<b>-0,609461</b>
Dist_EMF	0,43211	0,41617	0,12911	0,332577	0,145081
Soil_Cond	1,00000	<b>0,85883</b>	0,06851	<b>0,873004</b>	<b>0,728813</b>
Soil_Seal	<b>0,85883</b>	1,00000	0,09724	<b>0,669383</b>	0,482369
VertStr_H'	0,06851	0,09724	1,00000	0,035375	-0,231637
Artif	<b>0,87300</b>	<b>0,66938</b>	0,03538	1,000000	<b>0,748873</b>
Lden	<b>0,72881</b>	-0,23164	-0,23164	<b>0,748873</b>	1,000000

Матриця коефіцієнтів парних кореляцій між змінними г. виділено статистично достовірні значення при  $p < 0,05$ ; позначення змінних: *THI\_mean* – середній показник індексу санітарного стану насаджень; *EPhB* – ЕФП; *Dist\_Noise* – відстань до лінійного джерела шуму; *Dist\_EMF* – відстань до джерела ЕМП; *Soil\_Cond* – індекс ґрунтових умов; *Soil\_Seal* – індекс ущільнення ґрунту; *VertStr\_H'* – різноманіття вертикальної структури насаджень за Шенноном; *Artif* – частка штучних покриттів; *Lden* – еквівалентний рівень шуму

Привертає увагу те, що особливості різних ЕФП, що виділяються за ступенем трансформації природного рослинного покриву у напрямку від приміських зон до центральних частин міста [1], тісно пов'язані із особливостями ґрунтового покриву та

розміщенням антропогенних джерел фізичних факторів впливу на компоненти міської екосистеми. Так, зовнішні відносно центру міста ЕФП характеризуються більш природним станом ґрунтів ( $r=0,89$ ), їх меншою ущільненістю ( $r=0,86$ ), меншою

часткою штучних покриттів ( $r=0,65$ ), і вони є більш віддаленими від потужних лінійних джерел шуму ( $r=-0,84$ ). Стосовно відстані від ВЛЕП як основних джерел антропогенно-індукованих ЕМП в містах, позитивна кореляція між ЕФП та відстанню до них ( $r=0,69$ ) є скоріше відображенням особливостей території досліджень, де дві потужні ВЛЕП проходили через лісопаркову та паркову зони; взагалі, ці характеристики мають бути незалежними одна від одної. Особливості різних ЕФП варто брати до уваги при плануванні та організації системи моніторингу довкілля міст.

Так само виявилось, що із збільшенням відстані від лінійних джерел шуму не тільки відбувається зменшення рівня шумового навантаження на довкілля ( $r=-0,61$ ), зменшення частки штучних покриттів територій ( $r=-0,56$ , що зрозуміло, оскільки головним джерелом шуму є міський транспорт), але й спостерігається загальне покращення ґрунтових умов в насадженнях ( $r=-0,82 \dots -0,80$ ).

Цікаво, що такі імпліцитно незалежні параметри середовища, як стан ґрунтів (по шкалі природність – штучність) та ступінь їх ущільнення, за нашими даними виявились тісно пов'язаними ( $r=0,86$ ): більш трансформовані ґрунти в умовах м. Харків є й більш ущільненими. Цей факт варто враховувати при плануванні та догляді за міськими насадженнями [7], адже і штучні ґрунти можна підтримувати у сприятливому для зростання дерев та чагарників стані, що, зокрема, доведено як у відносно давньому порівняльному дослідженні міських насаджень в м. Харків та трьох польських містах [21], так і у найновіших дослідженнях вуличних насаджень в Сінгапурі та Австралії [11, 14].

Такий параметр середовища зростання міських насаджень, як частка штучних покриттів, має позитивні кореляції із параметрами ґрунтових умов ( $r=0,87$ ), ущільнення ґрунту ( $r=0,67$ ) та рівнем шумового навантаження ( $r=0,75$ ): тобто, на ділянках, де штучні покриття становили меншу частку, і рівень шумового навантаження є меншим.

Різноманіття вертикальної структури насаджень стало єдиним фактором, який не виявив значущих кореляцій із жодним іншим фактором.

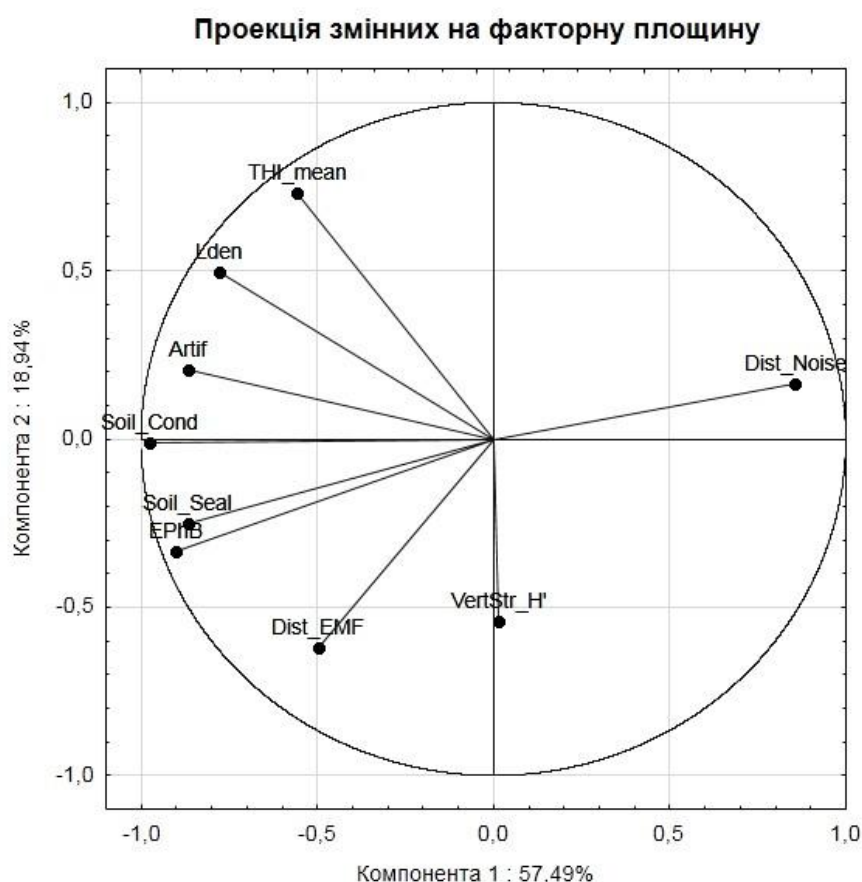
Результати багатовимірного статистичного аналізу довели відносно сильну позитивну кореляцію ( $r=0,76$ ) санітарного стану насаджень з еквівалентним рівнем шуму в місцях зростання (табл. 7), тобто санітарний стан дерев модельного виду погіршується із збільшенням шумового навантаження на середовище зростання. Однак безпосередні причинно-наслідкові відношення між рівнем шумового навантаження та інтегральними морфо-фізіологічними показниками дерев не є очевидними. Стан здоров'я насаджень в цілому зумовлюється дією комплексу факторів (як зовнішніх – зростання гемеробності екотопів, хімічне забруднення, ущільнення ґрунту, кліматичні зміни, фітофаги, ксилофаги, фітопатогени, так і внутрішніх – індивідуальні варіації чутливості та стійкості окремих дерев до зовнішніх впливів [1, 5, 8, 9, 12, 19, 21]), як пов'язаних із лінійними джерелами шуму, так і незалежних від них. Варто зазначити, що в умовах, де транспорт із дизельними двигунами або двигунами внутрішнього згорання є головним джерелом шуму, рівень останнього має позитивну кореляцію із рівнем хімічного забруднення повітря, зокрема, оксидами азоту ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ): цей зв'язок доведено у низці сучасних досліджень [10, 17, 22].

Дещо слабшою є кореляція між санітарним станом дерев клену та часткою штучних покриттів в місцях зростання насаджень ( $r=0,66$ ), адже найгірші показники стану виявлено для вуличних насаджень, де частка штучних покриттів сягає до 90%. Наявність штучних покриттів, як відомо, погіршує умови водного та газового обміну, а також мінерального живлення в ризосфері. Крім того, штучні малопроникливі або непроникливі для води покриття сприяють утворенню екстремального за термічними характеристиками мікросередовища зростання деревних рослин [1, 5, 7, 14].

Зазначені результати АГК дозволили виділити дві головні компоненти, що сукупно пояснюють близько 76% дисперсії показника санітарного стану дерев модельного виду. Таким чином, утворюється факторний простір, в якому скоординовано досліджені змінні (рис. 4).

Виконані дослідження показали, що в місцях із максимально несприятливими умовами зростання дерев модельного виду і рівні шумового навантаження були максимальними, а зменшення еквівалентного рівня шуму сигналізує і про дещо сприятливіші умови зростання, що відображається у відносно кращому поточному санітарному стані. Можна зазначити і своєрідний зворотній зв'язок: погіршення санітарного стану насаджень клену гостролистого в

насадженнях сельбищного ландшафту є індикатором погіршення екологічних умов існування і для людей, що мешкають у містах – в тому числі і за акустичною складовою довкілля. Недарма в низці сучасних досліджень, виконаних у країнах Європи, Азії та Америки, стверджується про позитивний вплив здорових і безпечних міських насаджень на стан здоров'я і рівень загального добробуту населення [7, 13, 16, 23].



**Рис. 4** – Проекції змінних стану насаджень клену гостролистого та параметрів середовища зростання на факторну площину, утворену головними компонентами (позначення змінних – як в табл. 7).

Відносно інших фізичних факторів антропогенного походження, АГК, зокрема, не виявив значимих кореляцій між показниками санітарного стану насаджень та відстанню до джерел ЕМП як в місцях, де ВЛЕП проходили поруч із зонами міського транспорту, так і у віддалені від цих лінійних джерел шуму.

Хоча клен гостролистий в умовах урбанізованих ландшафтів України є одним із найбільш поширених у використанні видів дерев в складі насаджень міст та лісопаркових зон і може й надалі використовуватися як модельний об'єкт моніторингу та контролю стану довкілля, відомості про реакції інших поширених видів

деревних рослин – як автохтонів, так і алохтонів – на дію окремих факторів фізичної природи антропогенного походження та їх комплексу є необхідними для планування та впорядкування насаджень загального та спеціального використання з метою

При дослідженні встановлено достовірну сильну кореляцію між погіршенням показників санітарного стану насаджень модельного виду дерев клена гостролистого (*Acer platanoides* L.) та збільшенням рівня шумового навантаження, але вплив цього фактора не можна вважати специфічним, а радше таким, що діє в комплексі інших факторів антропогенного перетворення середовища зростання дерев на урбанізованих територіях, серед яких найважливішими є частка штучних покриттів, стан ґрунтових умов та ущільнення ґрунту.

Вимірювання та оцінка рівня шумового навантаження на сельбищних територіях в поєднанні із оцінкою інтегральних показників стану деревних рослин-індикаторів може опосередковано надавати цінну інформацію стосовно загального рівня безпеки екологічної ситуації для людини.

Таким чином, клен гостролистий може застосовуватися як індикатор придатності

підвищення їх стійкості до стресогенних факторів урбанізованого довкілля, а також підсилення їх шумозахисних властивостей, особливо вздовж сельбищних зон, що безпосередньо межують із зонами міського транспорту.

### Висновки

умов міського довкілля для інших його біотичних компонентів і для здоров'я та благополуччя людини. Але для кращого розуміння зв'язків цього виду із факторами урбанізованого довкілля бажано дещо розширити набір індикаторів морфо-фізіологічного стану на рівні індивідуальних дерев, зокрема, залучити до подальшого аналізу показники флуктуючої асиметрії морфологічних характеристик листя і дані щодо вмісту комплексу хлорофілів та каротиноїдів в листі.

Зменшення рівню шумового забруднення сельбищних територій завдяки регулюванню його джерел, особливо пов'язаних із міським транспортом, та застосуванню агро- та лісотехнічних засобів щодо поліпшення ґрунтових умов зростання разом із підтриманням більш щільної горизонтальної та вертикальної структури насаджень може сприяти покращенню як стану насаджень, так і умов існування популяції людини в містах.

### Література

1. Кучерявий В. П. Урбоекологія. Львів : Світ, 2002. 440 с.
2. Лакин Н. Ф. Биометрия : изд-е 2-е, испр. и доп. М. : Высш. шк., 1990.
3. Моніторинг та підвищення стійкості антропогенно порушених лісів. Збірник рекомендацій УкрНДЛІГА / Упор.: В. П. Ворон та ін. – Харків : Нове слово, 2011. 304 с.
4. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение; Пер. с англ. М. : Мир, 1992. 182 с.
5. Фролов А. К. Окружающая среда крупного города и жизнь растений в нем / А. К. Фролов. – СПб: Наука, 1998. - 328 с.
6. Экология города. Учебник / Г. А. Белявский, Е. Д. Брыгинец, Ю. И. Вергелес и др.; Под ред. Ф. В. Стольберга.- К. : Либра, 2000. 464 с.
7. Bodnaruk, E.W., Kroll, C.N., Yang, Y., Hirabayashi, S., Nowak, D.J., and Endreny, T.A. (2017), Where to plant urban trees? A spatially explicit methodology to explore ecosystem service tradeoffs. *Landscape and Urban Planning*, 157: 457-467. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.08.016>
8. Brandt, L., Lewis, A.D., Fahey, R., Scott, L., Darling, L., and Swanston, C. (2016), A framework for adapting urban forests to climate change. *Environmental Science & Policy*, 66: 393-402. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2016.06.005>
9. Cekstere, G. and Osvalde, A. (2012), A study of chemical characteristics of soil in relation to street trees status in Riga (Latvia). *Urban Forestry & Urban Greening*, 12: 69-78. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ufug.2012.09.004>
10. Foraster, M., Deltell, A., Basagaña, X., Medina-Ramón, M., Aguilera, I., Bouso, L., Grau, M., Phuleria, H. C., Rivera, M., Slama, R., Sunyer, J., Targa, J. and Künzli, N. (2011), Local determinants of road traffic noise levels versus determinants of air pollution levels in a Mediterranean city. *Environmental Research*, 111: 177-183. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2010.10.013>
11. Ghosh, S., Scharenbroch, B. C., Burcham, D., Ow, L. F., Shenbagavalli, S., and Mahimairadja, S. (2016), Influence of soil properties on street tree attributes in Singapore. *Urban Ecosystems*, 19: 949-967. doi:10.1007/s11252-016-0530-8

12. Gillner, S., Bräuning, A., and Roloff, A. (2014), Dendrochronological analysis of urban trees: climatic response and impact of drought on frequently used tree species. *Trees*, 28: 1079-1093. doi: 10.1007/s00468-014-1019-9
13. Margaritis, E., Kang, J. (2017), Relationship between green space-related morphology and noise pollution. *Landscape and Urban Planning*, 157: 921-933. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.09.032>
14. Mullaney, J., Lucke, T., and Trueman, S. J. (2015), The effect of permeable pavements with an underlying base layer on the growth and nutrient status of urban trees. *Urban Forestry & Urban Greening*, 14: 19–29. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ufug.2014.11.007>
15. Newport, J., Shorthouse, D. J. and Manning, A. D. (2014), The effects of light and noise from urban development on biodiversity: Implications for protected areas in Australia. *Ecological Management & Restoration*, 15: 204–214. doi: 10.1111/emr.12120
16. Pathak, V., Tripathi, B. D. and Mishra, V. K. (2011), Evaluation of Anticipated Performance Index of some tree species for green belt development to mitigate traffic generated noise. *Urban Forestry & Urban Greening*, 10: 61–66. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ufug.2010.06.008>
17. Ross, Z., Kheirbek, I., Clougherty, J. E., Ito, K., Matte, T., Markowitz, S. and Eisl, H. (2011), Noise, air pollutants and traffic: Continuous measurement and correlation at a high-traffic location in New York City. *Environmental Research*, 111: 1054–1063. doi: 10.1016/j.envres.2011.09.004
18. Seamans, G. S. (2012), Mainstreaming the environmental benefits of street trees. *Urban Forestry & Urban Greening*, 12: 2–11. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ufug.2012.08.004>
19. Shtepenko, O.L. and Vergeles, Yu.I. (1999), Using tree stand health indices for the environmental impact assessment of industrial area in the city of Kharkiv, Ukraine. *Acta Horticulturae* (ISHS), 496: 409-420. [http://www.actahort.org/books/496/496\\_51.htm](http://www.actahort.org/books/496/496_51.htm)
20. Swaddle, J. P., Francis, C. D., Barber, J. R., Cooper, C. B., Kyba, C. C. M., Dominoni, D. M., Shannon, G., Aschehoug, E., Goodwin, S. E., Kawahara, A. Y., Luther, D., Spoelstra, K., Voss, M., and Longcore, T. (2015), A framework to assess evolutionary responses to anthropogenic light and sound. *Trends in Ecology & Evolution*, 30: 550–560.
21. Vergeles, Y.I., Vyshnevetski, O.G. (2001), Tree stands in the urban landscapes of Central and Eastern Europe: Comparisons between the city of Kharkiv, Ukraine, and three Polish cities. *Publicationes Geographici Universitatis Tartuensis*, 92. IALE European Conference 2001 “Development of European landscapes”. Conference proceedings. V.II: 621-627. (ISSN 1406-3069).
22. Vlachokostas, C., Achillas, C., Michailidou, A. V. and Moussiopoulous, N. (2012), Measuring combined exposure to environmental pressures in urban areas: An air quality and noise pollution assessment approach. *Environment International*, 39: 8-18. doi: 10.1016/j.envint.2011.09.007
23. Vogt, J., Gilner, S., Hofmann, M., Tharang, A., Dettmann, S., Gerstenberg, T., Schmidt, C., Gebauer, H., Van de Riet, K., Berger, U., and Roloff, A. (2017), Citree: A database supporting tree selection for urban areas in temperate climate. *Landscape and Urban Planning*, 157: 14-25. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.06.005>
24. Zhang, J., Guo, X. and Zhao, C. (2015), Nonlinear prediction model of noise reduction by greenbelts. *Urban Forestry & Urban Greening*, 14: 282–285.

Надійшла до редколегії 23.10.2016

УДК 502.34 : 628.4.03

**М. М. ОРФАНОВА**, канд. техн. наук, доц., **О. І. ІВАНІК**

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу (ІФНТУНГ)*

м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15,

e-mail: m.orfanova@gmail.com

## УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ В МІСТІ ІВАНО-ФРАНКІВСЬК

**Мета.** Аналіз та розробка пропозицій до удосконалення системи поводження з твердими побутовими відходами у м. Івано-Франківськ. **Методи.** Теоретичний аналіз та синтез. **Результати.** Досліджені проблеми поводження з твердими побутовими відходами у місті Івано-Франківськ. Проаналізована регіональна стратегія поводження з відходами. Актуальним є питання організації роздільного збору відходів за місцем їх утворення та запуск сортувальної лінії, регіональних сміттєпереробних комплексів. Сформульовані основні задачі удосконалення системи роздільного збирання відходів та поводження з ТПВ, вказано на важливість у практичному впровадженні системи роздільного збору ТПВ соціальної складової. **Висновки.** Необхідно керуватися принципами комплексного управління відходами, впровадження ресурсозберігаючих технологій і також перехід до маловідходних виробництв, що в цілому покращить екологічну ситуацію у Івано-Франківську

**Ключові слова:** поводження з відходами, тверді побутові відходи, міжмуніципальна співпраця, роздільний збір відходів

**Orfanova M., Ivanyk O.**

*Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas*

## IMPROVEMENT OF THE MUNICIPAL SOLID WASTE MANAGEMENT SYSTEM IN IVANO-FRANKIVSK CITY

**Purpose.** Analysis and development of proposals to improve the system of solid waste management in the city. Ivano-Frankivsk. **Methods.** Theoretical analysis and synthesis. **Results.** The problems of solid waste in Ivano-Frankivsk. Analyzed regional strategy for waste management. Topical issue of separate collection at the place of their education and start sorting lines, waste treatment complexes. The basic problem of improving the system of separate waste collection and treatment of solid waste, given the importance of practical embedded system of separate collection of MSW social component. **Conclusions.** It should be guided by the principles of integrated waste management, the introduction of energy saving technologies and a shift to low-waste production, which generally improve the environmental situation in Ivano-Frankivsk

**Keywords:** waste management, municipal solid waste, recycling waste management, inter-municipal cooperation, separate waste collection

**Орфанова М., Иванык О.**

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ТВЕРДЫМИ БЫТОВЫМИ ОТХОДАМИ В ГОРОДЕ ИВАНО-ФРАНКОВСК

**Цель.** Анализ и разработка предложенной совершенствования системы обращения с твердыми бытовыми отходами в г. Ивано-Франковск. **Методы.** Теоретический анализ и синтез. **Результаты.** Исследованы проблемы обращения с твердыми бытовыми отходами в городе Ивано-Франковск. Проанализирована региональная стратегия обращения с отходами. Актуальным является вопрос организации раздельного сбора отходов по месту их образования, запуск сортировочной линии, мусороперерабатывающих региональных комплексов. Сформулированы основные задачи совершенствования системы раздельного сбора отходов и обращения с ТБО, указано на важность социальной составляющей в практическом внедрении системы раздельного сбора ТБО. **Выводы.** Необходимо руководствоваться принципами комплексного управления отходами, внедрение ресурсосберегающих технологий и также переход к малоотходным производствам, что в целом улучшит экологическую ситуацию в Ивано-Франковске.

**Ключевые слова:** обращение с отходами, твердые бытовые отходы, межмуниципального сотрудничества, раздельный сбор отходов

### Вступ

На даний час в світі залишається тенденція збільшення обсягів нагромадження відходів. За даними Державної служби статистики України у спеціально відведених місцях, об'єктах та на території підприємств нагромаджено понад 15,5 млрд.т різноманітних відходів. Щорічно утворюється приблизно 450 млн.т відходів, лише 1/3 з яких утилізується, переробляється або спалюється, все решта потрапляє у відвали та сміттєзвалища. Аналогічна ситуація спостерігається з твердими побутовими відходами (ТПВ). За даними Міністерства регіонального розвитку, будівництва та ЖКГ щорічно в Україні утворюється близько 10 млн.т. твердих побутових відходів. Майже 94 % з них захороняється приблизно на 6000 полігонах та звалищах загальною площею понад 10 тис.га. В середньому утворення ТПВ у світі складає від 1-го до 3-ох кг на одного мешканця щодня [1]. В Україні цей показник нижчий і становить 0,6 – 1 кг щодня або 220-250 кг щорічно на одного мешканця, а у великих містах – 330-380 кг [2, 3].

Об'єми утворення ТПВ постійно збільшуються, а морфологічний склад є непостійним і коливається від сезону року. Таким чином, тверді побутові відходи є джерелом суттєвої екологічної небезпеки.

Проблема збору, сортування та переробки твердих побутових відходів є надзвичайно актуальною для України в цілому та для кожного населеного пункту окремо. З розвитком науково-технічного прогресу зростає і кількість твердих побутових відходів. У свою чергу нагромадження великих об'ємів відходів негативно впливає на стан навколишнього природного середовища та здоров'я людей. Ситуація погіршується тим, що місць для їх захоронення та зберігання катастрофічно не вистачає. Спостерігається збільшення висоти об'єктів складування відходів, що приводить до збільшення навантаження на одиницю площі полігону та ступеня ущільнення ТПВ. Тому все більш актуальним постає питання утилізації відходів з організацією роздільного їх збору, що потребує вирішення даного питання на державному і регіональному рівнях [3].

**Аналіз останніх досліджень.** На даний час у сфері поводження з ТПВ існує значна кількість технічних та технологічних пропозицій. Вибір оптимальних напрямків пово-

дження з відходами залежить від багатьох факторів. Проте головна проблема полягає у відсутності налагодженої системи збору відходів. Сучасний стан системи роздільного збору та утилізації відходів характеризується недосконалістю структури системи управління у сфері поводження з ТПВ, відсутністю належної інфраструктури та фінансування безпосередньо процесу збору ресурсоцінних видів ТПВ або вилучення ресурсоцінних компонентів з них, а також економічно незацікавленістю в практичному впровадженні технологій утилізації та переробки відходів. Як наслідок спостерігається збільшенням об'ємів відходів на сміттєзвалищах і виникнення несанкціонованих звалищ. До того ж, у фільтратних водах сміттєзвалищ містяться забруднюючі компоненти (Fe, Ba, Cr, P, Ti, Ni, Pb, Bi, Zn, Li, Sr, тощо), які є джерелом забруднення ґрунтів і поверхневих вод [4]. А біохімічне розкладання і хімічне окиснення відходів приводить до того, що сміттєзвалище є джерелом забруднення атмосферного повітря, а сам процес супроводжується виділенням тепла, що може привести до самозаймання відходів.

Таким чином, усі питання, пов'язані зі збором та утилізацією твердих побутових відходів, створюють екологічні, економічні та значні соціальні проблеми, які потребують термінового вирішення.

Дослідження у сфері поводження із ТПВ висвітлено в багатьох наукових працях вітчизняних та зарубіжних науковців. Перші праці у нашій країні щодо проектування полігонів ТПВ та розміщення сміттєзвалищ відносять до 60-70-х років минулого століття. Згідно з першими науковими джерелами в СРСР існувало три основних способи поводження із ТПВ – розміщення на полігонах та звалищах, компостування та спалювання [3]. Така ж сама ситуація залишається в Україні і понині. До того ж, спостерігається тенденція продовження зростання об'ємів утворення відходів [2].

Отже, обґрунтування заходів щодо забезпечення повного збирання, перевезення, утилізації та знешкодження побутових відходів, а також зменшення їх негативного впливу на навколишнє природне середовище є актуальним завданням у вирішенні проблеми зменшення обсягів утворення та нагромадження ТПВ.

### Результати дослідження

Івано-Франківськ – місто зі значним промислово-економічним потенціалом. Обсяг реалізованої промислової продукції (товарів, послуг) у січні-грудні 2015 року становив 31,1% від загальнообласних обсягів. У структурі реалізованої продукції за основними промисловими групами 63,6% займають споживчі товари короткострокового та тривалого використання, 26,7% – енергія, 6,3% – товари проміжного споживання, 3,4% – інвестиційні товари [5].

Житловий фонд міста налічує 1967 житлових будинків та 1041 приватних житлових будинків, загальною площею 6,148 млн.м<sup>2</sup>. Утриманням житлового фонду займаються 2 комунальних підприємства (КП «Муніципальна інвестиційна управляюча компанія» та КП «Дирекція замовника»), 165 приватних підприємств, створених для обслуговування житла (ОСББ, приватні

ЖЕК) [5]. У м. Івано-Франківськ розташовано 1591 магазини, 655 підприємств ресторанного господарства, 419 об'єктів побутового обслуговування, 16 ринків [5].

На території м. Івано-Франківськ щорічно утворюється близько 390 тис.м<sup>3</sup> або 100 тис.т твердих побутових відходів, що в середньому складає 1,6м<sup>3</sup> на одного мешканця на рік [5]. Морфологічний склад твердих побутових відходів у м. Івано-Франківськ (рис.) відрізняється від складу відходів інших обласних центрів в основному відсотковим відношенні [5, 6]. На території міста знаходиться 293 сміттеплощадки з контейнерами для збирання відходів, санітарно-гігієнічний стан більшості з яких є вкрай незадовільний. Окрім того на сьогодні використовуються переважно металеві контейнери

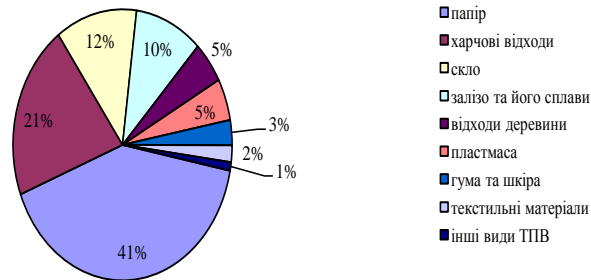


Рис. 1 - Морфологічний склад ТПВ у м. Івано-Франківськ

Рис. – Морфологічний склад ТПВ у м. Івано-Франківськ

без кришок, які є неефективними, оскільки через недосконалий механізм розвантаження деформуються та псуються, підвищується вологість побутових відходів, що зумовлює прискорення процесів загнивання в теплий період року та примерзання їх до контейнерів у холодну погоду, у зв'язку з чим ускладнюється транспортування та стає практично неможливою подальша переробка побутових відходів.

Вивезенням твердих побутових в м. Івано-Франківську займаються [5, 9]: ВАТ «АТП 0928» (має 14 сміттевозів), Автоколона 2222 (має 7 сміттевозів), ПП «Діана»

(1 сміттевоз) і ПП «ЕКО-Івано-Франківськ» (1 сміттевоз). Частина побутових відходів, близько 7%, господарюючими суб'єктами вивозиться самостійно.

Захоронення ТПВ проводиться на полігоні, який знаходиться на відстані 12 км від міста в с. Рибному і введений в експлуатацію у 1992 р. Площа полігону згідно проекту становить 22,4га.

Збирання, заготівля і використання сировинноцінних компонентів ТПВ в м. Івано-Франківську знаходиться на стадії започаткування. Загалом сучасна система санітарної очистки міста та поводження з тверди-



ми побутовими відходами є неефективною і вимагає реформування як системи збирання та утилізації ТПВ [1, 3, 6-8]. Обсяги накопичення ТПВ залежать головним чином від ступеня благоустрою житлових будинків і сезону року, а співвідношення складових ТПВ є умовною величиною [4].

У Івано-Франківську з метою удосконалення системи зменшення обсягів утворення та захоронення відходів на полігоні, збільшення використання ресурсноцінних компонентів ТПВ була запропонована комплексна Програма санітарної очистки міста та поводження з твердими побутовими відходами «Чисте місто на 2009-2013» [9]. Основними напрямками реформування сфери поводження з ТПВ є координація діяльності підприємств, які займаються збором, перевезенням та переробкою відходів, а також ліквідація несанкціонованих і неконтрольованих звалищ відходів та інформування населення відповідно до законодавства і реалізацію місцевих програм у сфері поводження з ТПВ. У 2012 році була затверджена регіональна цільова програма поводження з твердими побутовими відходами в області до 2016 року (Рішення №620-17/2012 від 07.09.2012) [10]. Згідно даної програми було поставлено завдання організації контейнерних майданчиків, які б відповідали санітарно-гігієнічним нормам, модернізувати парк сміттевозних машин, розширити систему роздільного збирання відходів за видами (ПЕТ-пляшки, склобій, макулатура, поліетилен). Також планувалось проектування сміттепереробних комплексів в 4 округах: Івано-Франківський, Коломийський, Калусько-Долинський і Надвірнянський.

На даний час у Івано-Франківську діє система збору склотари, макулатури, брухту чорних і кольорових металів у спеціалізованих пунктах приватними підприємствами і підприємцями. Систему роздільного збору та частково переробкою використаної макулатури, склобою, поліетиленової плівки, твердих пластмас, ПЕТ-пляшки тари у місті запровадила Екологічна компанія «Віза-Вторма». На даний час у центральній частині міста вже встановлені євроконтейнери для збору пластикових відходів. В межах спільного проекту з Румунією, який з 2013 року виконується ВК міськради Івано-Франків-

ська в межах програми прикордонного співробітництва Угорщина-Словаччина-Румунія-Україна, запроваджується управління відходами біологічного походження (трави, листя, деревини) з метою їх подальшого компостування. У місті організовано збір ТПВ у два види контейнерів: для вологих відходів (в основному це харчові відходи) і для сухих. Питання будівництва сміттепереробних комплексів залишається відкритим. Актуальним є також питання підвищення рівня екологічної свідомості різних верств населення у роздільному збиранні відходів у побуті.

В усіх регіонах України діють різноманітні Програми поводження з ТПВ. Так у Закарпатській області (Рішення № 537 від 16.11.2012 р. Закарпатської ОДА) затверджена Стратегія поводження з відходами в Закарпатській області на 15-річний період [11]. Пропонується введення в дію чотирьох сортувальних об'єктів в Ужгороді, Мукачеві, Виноградіві та Тячеві, а також роздільного збору відходів з метою їх подальшої переробки в усіх населених пунктах з населенням понад 3 тисячі жителів.

З даними ЗМІ у листопаді 2016 року у м. Хмельницький почала працювати смітте-сортувальна лінія за чеським проектом. Вилучаються всі види пластмас: ПЕТ-пляшки (за кольорами), вироби з поліетилену, поліпропілену, полістиролу, полівінілхлориду, полікарбонату, а також склобій. Після сортування вторсировину відправляють на переробні підприємства.

У Київській області (Рішення №14-VI від 28.12.2011 Київської ОДА) затверджена Програма поводження з твердими побутовими відходами в Київській області на 2012-2016 роки, яка передбачає впровадження роздільний збір цінних компонентів ТВП за місцем їх утворення, відбір біовідходів з наступною їх переробкою у компост, організацію селективного збору ТПВ, забезпечення їх подальшої переробки відповідними підприємствами, новітні методи поводження з ТПВ (піроліз) тощо.

Як видно з вищенаведеного, що в усіх програмах актуальним є питання в першу чергу організації роздільного збору відходів за місцем їх утворення або запуск сортувальної лінії, сміттепереробних заводів. Тому,

основним напрямком зменшення обсягів накопичення відходів є роздільний їх збір з наступною переробкою за допомогою впровадження сучасних сміттєпереробних комплексів. Шляхом сортування відходів можливо отримати до 40% вторинної сировини. Для удосконалення системи поводження з ТПВ необхідно керуватися принципами комплексного управління відходами [1, 8-13]:

1) відходи складаються з різних компонентів, відповідно до них повинні застосовуватися різні підходи;

2) технології та заходи з переробки, утилізації, компостування, захоронення повинні розроблятися в комплексі та доповнювати один одного;

3) система утилізації ТПВ повинна розроблятися з урахуванням конкретних місцевих проблем і базуватися на місцевих ресурсах.

Комплексне управління відходами має свою ієрархію рівнів: мінімізація утворення ТПВ, їхнє сортування, переробка і захоронення, причому управлінню підлягає кожний з цих етапів життєвого циклу відходів [8, 12]. Комбінація технологій та заходів буде сприяти вирішенню еколого-економічних проблеми ТПВ. Такий підхід повністю відповідає принципам регуляторної політики ЄС. Згідно Waste Framework Directive [14] необхідно регулювати всі операції пов'язані з поводженням з відходами, при цьому проблему поводження з кожним видом відходів вирішується окремо. Такий підхід базується на проведенні діяльності у нормативних рамках, розподілені відповідальності та регулюючому контролю всіх місцевих органів влади.

Усвідомлюючи складність процесу поводження з відходами, наприклад, ЧП «ЗахідВторРесурси» (м. Івано-Франківськ) пропонує комплексний підхід до управління відходами, яке має починатись зі зміни погляду на те, чим є побутові відходи. Він полягає у тому, що побутові відходи скла-

даються з різних компонентів, які не повинні змішуватися між собою, а повинні утилізуватися окремо один від одного екологічно прийнятними способами. Основним заходами, що передбачають запровадження системи роздільного збору ТПВ є наступні [13, 15]:

- встановлення контейнерів для роздільного збору відходів за видами (скло, папір, пластик, органічні відходи, інші види відходів);

- запровадження системи збору використаної тари і упаковки та ТПВ, які утворилися в навчальних, лікарняних закладах та інших організаціях;

- поширювати заходи, спрямовані на розвиток технологій переробки ТПВ;

- активно впроваджувати сучасні технології з переробки та утилізації ТПВ;

- удосконалити систему контролю за утворенням, перевезенням, розміщенням та утилізацією відходів;

- будівництво регіональних сміттєпереробних заводів;

- розширення екологічного світогляду населення.

Важливим у практичному впровадженні системи роздільного збору ТПВ є соціальна складова. Населення має усвідомлювати важливість роздільного сортування відходів у побуті і власноруч сортувати його за видами (папір, скло, ПЕТ-пляшк тощо). Встановлення контейнерів для вторинної сировини повинно відбуватися з урахуванням кількості населення певного мікрорайону, наявності магазинів, навчальних закладів та інших густозаселених місць. Інший варіант передбачає сортування відходів населенням безпосередньо вдома у пакети двох кольорів (чорний та білий) [16]. У білий пакет – пластик, папір, скло, пляшки, а у чорний пакет – усе інше. Білі пакети будуть направлятися на сортувальний комплекс з метою їх сортування та подальшої переробки. Даний напрямок вимагає організації пунктів збору вторинної сировини як стаціонарних, так і пересувних.

### Висновки

Отже, основними причинами складної ситуації, пов'язаної із збиранням, використанням, утилізацією, захороненням відходів є: недостатньо розвинена система збору та заготівлі вторинних ресурсів; у більшості випадків економічна неефективність використання переробки та утилізації

ТПВ; відсутність системи управління та контролю за утворенням, перевезенням, розміщенням та утилізацією відходів.

Актуальними для м. Івано-Франківськ залишаються питання організації сміттєпереробних комплексів та запуск сортувальної лінії. Також удосконалення системи

поводження із твердими побутовими відходами на основі роздільного їх збору дозволить зменшити обсяги відходів, що поступають на сміттєзвалище та збільшити обсяг їх залучення у народне господарство як вторинної сировини, що є важливою складовою раціонального природокористування. Важливим є впровадження ресурсозберігаючих технологій і також перехід до маловідходних виробництв, що в цілому

покращить екологічну ситуацію у Івано-Франківську. Для цього доцільно об'єднати зусилля місцевої влади та приватних підприємств у вирішенні проблеми переробки відходів. Ефективність такої системи роздільного збору залежить перш за все від рівня участі населення, тому систему роздільного збору побутових відходів необхідно узгоджувати на місцевому адміністративному рівні.

### Література

1. Харченко Т. Б. Удосконалення системи переробки твердих побутових відходів в Україні / Тетяна Харченко, Юлія Сагайдак // Вісник Київського національного університету ім. Тараса Шевченка. Серія: Економіка., Вип. 165., 2014. С. 41-45.
2. Довга Т. М. Основні тенденції та закономірності утворення і переробки твердих побутових відходів в Україні // Електронне фахове видання «Ефективна економіка», 2012. № 10.
3. Савуляк В. І., Березюк О. В. Технічне забезпечення збирання, перевезення та підготовки до переробки твердих побутових відходів. Монографія. Вінниця, 2006. 218 с.
4. Житлово-комунальне господарство міст : конспект лекцій для студентів Енергетичного інституту спеціальності 8.07.08.01 – екологія та охорона навколишнього середовища. – Одеса: Наука і техніка, 2008. 120 с.
5. Івано-Франківська міська рада, Управління житлово-комунального господарства. Івано-Франківська міська комплексна Програма санітарної очистки міста та поводження з твердими побутовими відходами «Чисте місто» на 2009-2013 рр.
6. Свояк Н. І. Інвентаризація сміттєприймальних майданчиків міста Черкаси // Вісник ЧДГУ, 2013. № 2. С. 150-157.
7. Погрібний І.Я. Економіка управління відходами з урахуванням сучасних умов переробки // Електронне фахове видання «Ефективна економіка», 2012. № 12.
8. Петрук В.Г., Васильківський І.В., Квартенюк С.М. та ін. Управління та поводження з відходами. Частина 2. Тверді побутові відходи : навч. посіб. Вінниця, 2015. 100 с.
9. Івано-Франківська міська комплексна Програма санітарної очистки міста та поводження з твердими побутовими відходами «Чисте місто на 2009-2013». URL: [pp.http://msdp.undp.org.ua/data/publications/chomu\\_potribno\\_sortuvaty.pdf](http://msdp.undp.org.ua/data/publications/chomu_potribno_sortuvaty.pdf).
10. Регіональна цільова програма поводження з твердими побутовими відходами в області до 2016 року. URL: <http://www.orada.if.ua/fileadmin/>
- documents/Rishennja/06\_17/620-17.pdf
11. Управління відходами – ЄСП Схід. Стратегія поводження з відходами в Закарпатській області на 15-річний період. 1 жовтня 2011 р.
12. Чому потрібно сортувати сміття. Муніципальна програма поводження з твердими побутовими відходами - Режим доступу до сайту: [http://msdp.undp.org.ua/data/publications/chomu\\_potribno\\_sortuvaty.pdf](http://msdp.undp.org.ua/data/publications/chomu_potribno_sortuvaty.pdf).
13. Погрібний І.Я. До питання системного поводження з твердими побутовими відходами. Електронний журнал «Ефективна економіка», 2013. № 1.
14. Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives. URL: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32008L0098>.
15. Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 1 серпня 2011 р., № 133 «Про затвердження Методики роздільного збирання побутових відходів» – «Офіційний вісник України», 2011 р. 78с.
16. Програма поводження з твердими побутовими відходами в Київській області на 2012-2016 роки: Київська обласна рада, Київ, 2011. С. 103.  
Надійшла до редколегії 23.09.2016

УДК 621.43.068

**А. П. ПОЛИВ'ЯНЧУК**, д-р техн. наук, проф.,

*Харківський національний університет городского хозяйства имени А. Н. Бекетова,*  
ул. Маршала Бажанова, 17, г. Харьков, 61002, Украина  
e-mail: [apmail@meta.ua](mailto:apmail@meta.ua)

**Е. А. СКУРИДИНА**

*Восточноукраинский национальный университет имени В. Даля,*  
проспект Центральный, 59-а, г. Северодонецк, 93400, Украина  
e-mail: [icd@snu.edu.ua](mailto:icd@snu.edu.ua)

**А. И. КАСЛИН**

*Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»,*  
ул. Кирпичева, 21, г. Харьков, 61002, Украина  
e-mail: [dvs@kpi.kharkov.ua](mailto:dvs@kpi.kharkov.ua)

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ДИЗЕЛЬНЫХ СИЛОВЫХ УСТАНОВОК – ТУННЕЛЕЙ

**Цель.** Повышение экологической безопасности тепловых двигателей за счет совершенствования стандартизированного метода измерений основного токсичного компонента отработавших газов – взвешенных (твердых) частиц. **Методы.** Анализ и синтез информации, математическое моделирование, экспериментальные исследования, расчетный эксперимент. **Результаты.** Проанализирована стандартная процедура экологического диагностирования автомобильных дизелей. Исследована результирующая погрешность измерений среднеэксплуатационного выброса взвешенных частиц с отработавшими газами. Предложены мероприятия по ее уменьшению. **Выводы.** Оценена точность гравиметрического метода измерений выбросов взвешенных частиц. Подтверждена эффективность мероприятий по усовершенствованию данного метода, позволяющих в 4,6 раза повысить его точность.

**Ключевые слова:** дизель, отработавшие газы, взвешенные частицы, среднеэксплуатационный выброс, результирующая погрешность

**Polivyanchuk A. P.**

*O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv*

**Skuridina E. A.**

*East Ukrainian National University named after Vladimir Dal*

**Kaslin A. I.**

*National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute»*

## IMPROVING THE EFFICIENCY OF ENVIRONMENTAL DIAGNOSIS OF DIESEL POWER PLANTS - TUNNEL

**Purpose.** Increase of ecological safety of thermal engines by improving the standardized method for measuring exhaust emissions of the main component - weighted (particulate) matter. **Methods.** Analysis and synthesis of information, mathematical modeling, experimental studies, computational experiment. **Results.** Analyzed the environmental standard procedure of diagnosing automotive diesels. Studied the resulting measurement error average in-use release of particulate matter from the exhaust gases. Proposed measures for its reduction. **Conclusions.** The accuracy of the gravimetric method of measurement of particulate matter emissions. It confirmed the effectiveness of measures for the improvement of this method, which allows 4.6 times increase its accuracy.

**Keywords:** diesel engine, exhaust gases, suspended particulate matter, average in-use emission, resulting error

**Полив'янчук А. П.**

*Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова*

**Скурідіна О. О.**

*Східноукраїнський національний університет імені В. Даля*

**Каслін О. І.**

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»*

## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ЕКОЛОГІЧНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ДИЗЕЛЬНИХ СИЛОВИХ УСТАНОВОК - ТУНЕЛІВ

**Мета.** Підвищення екологічної безпеки теплових двигунів за рахунок вдосконалення стандартизованого методу вимірювань основного токсичного компонента відпрацьованих газів - зважених (твердих) частинок. **Методи.** Аналіз і синтез інформації, математичне моделювання, експериментальні дослідження, розрахунковий експеримент. **Результати.** Проаналізовано стандартну процедуру екологічного діагностування автомобільних дизелів. Досліджено результируючу похибку вимірювань середньо-експлуатаційного викиду зважених часток з відпрацьованими газами. Запропоновано заходи щодо її зменшення. **Висновки.** Оцінено

точність гравіметричного методу вимірювань викидів зважених часток. Підтверджено ефективність заходів щодо вдосконалення даного методу, які дозволяють в 4,6 разів підвищити його точність.

**Ключові слова:** дизель, відпрацьовані гази, зважені частинки, середньоексплуатаційний викид, результуюча похибка

### Введение

С началом действия норм EURO (1993г.) в число основных экологических показателей дизеля введен среднеэксплуатационный выброс взвешенных частиц (ВЧ) с отработавшими газами (ОГ). Данная величина имеет обозначение РТ (от «particles» – частицы) и размерность – г/кВт·ч [1]. В виду высокой токсичности ВЧ (показатель относительной агрессивности данного вещества по сравнению с окисью углерода равен 200 [2]) нормы на показатель РТ для дизелей грузовых автомобилей в период 1993-2016 гг. уменьшились в 72 раза (с 0,36 до 0,005 г/кВт·ч). Это привело к возникновению актуальной проблемы возрастания результующей погрешности измерений величины РТ –  $\delta PT$ : при испытаниях в одной лаборатории – с  $\pm 3\%$  до  $\pm 12\%$ , при межлабораторных исследованиях – с  $\pm 12\%$  до  $\pm 50\%$  [3, 4]. Как показывают результаты исследований зарубежных [5-7] и отечественных [8,9] авторов погрешность  $\delta PT$  включает в себя как инструментальную составляющую, обусловленную погрешностями измерительного оборудования, так и методи-

ческие составляющие, обусловленные влиянием условий проведения испытаний дизеля на измеряемую величину среднеэксплуатационного выброса ВЧ. Учет методических составляющих погрешности  $\delta PT$  при проведении испытаний позволяет повысить точность измерений показателя РТ.

**Постановка задачи.** Цель исследования – проведение оценки результующей погрешности измерений среднеэксплуатационного выброса ВЧ с ОГ дизеля с учетом значимости отдельных составляющих и предложение мероприятий по ее снижению. Для этого решены следующие задачи: 1) изучение стандартной процедуры измерений показателя РТ; 2) разработка математической модели результующей погрешности  $\delta PT$ ; 3) предложение мероприятий по повышению точности измерений величины РТ; 4) создание методики оценки погрешности  $\delta PT$  и значимости ее составляющих; 5) проведение оценки погрешности  $\delta PT$  и эффективности мероприятий по ее снижению.

### Методы и методика исследований

**Определение среднеэксплуатационного выброса ВЧ – РТ.** Показатель РТ определяется в соответствии с требованиями Правил R-49 [1] в ходе выполнения Европейского стационарного цикла ESC (European Stationary Cycle), который состоит из 13-ти режимов с установленными значениями числа оборотов – n, нагрузки – L, весового фактора – WF (учитывает относительное время работы дизеля на режиме в процессе эксплуатации) и продолжительности испытаний –  $\tau$ .

Значения чисел оборотов A, B и C (рис. 1) определяются с помощью выражений:

$$A = n_{lo} + 0,25 \cdot (n_{hi} - n_{lo});$$

$$B = n_{lo} + 0,50 \cdot (n_{hi} - n_{lo});$$

$$C = n_{lo} + 0,75 \cdot (n_{hi} - n_{lo});$$

где:  $n_{lo}$  – наименьшая частота вращения, при которой достигается 50% заявленной полезной мощности двигателя – P;  $n_{hi}$  – наибольшая частота вращения, при которой достигается 75% от P.

На каждом режиме испытательного цикла производится отбор проб ВЧ из ОГ дизеля, предварительно разбавленных в специальном трубопроводе – туннеле чистым воздухом, имеющим температуру  $t_{dil} = 25 \pm 5$  °C. Температура разбавленных ОГ перед фильтром для отбора ВЧ (используется один фильтр в течение всего цикла) не должна превышать 52 °C, но должна быть большей 42 °C.

По результатам испытаний производится расчет показателя РТ:

$$PT = \frac{PT_{mass}}{\bar{P}} = \frac{PT_{mass}}{\sum_{i=1}^{13} \epsilon_i \cdot WF_i}, \text{ г/кВт}\cdot\text{ч}, \quad (1)$$

где  $PT_{mass}$ ,  $\bar{P}$  – средние за цикл: массовый выброс ВЧ и полезная мощность дизеля.

$$PT_{mass} = \frac{m_f}{m_{sam}} \cdot \frac{\overline{G_{edf}}}{1000}, \text{ г/ч}, \quad (2)$$

где:  $m_f$  – масса ВЧ, собранная на фильтре за цикл, мг;  $m_{sam}$  – масса пробы разбавленных

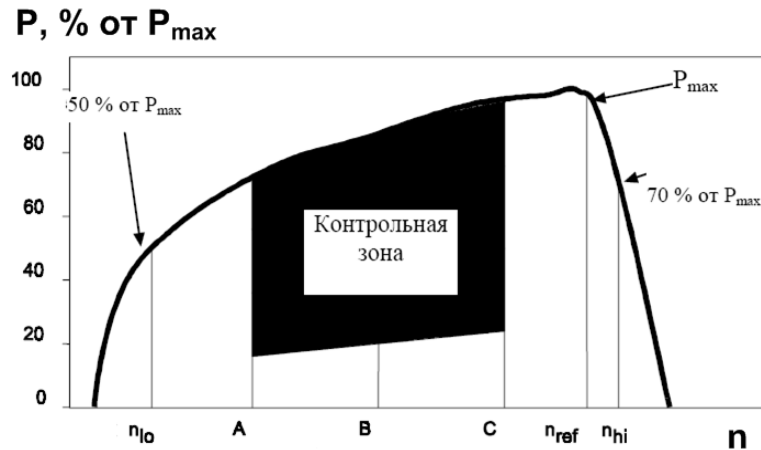


Рис. 1 – Определение значений A, B и C

ОГ, прошедшая через фильтр за цикл (при условии пропорциональности количества отобранной пробы на каждом режиме соответствующему весовому коэффициенту), кг;  $\overline{G_{edf}}$  - средний эквивалентный массовый расход разбавленных ОГ:

$$\overline{G_{edf}} = q_i \cdot G_{exhi}, \text{ кг/ч}, \quad (3)$$

где:  $q_i$  – коэффициент разбавления ОГ на  $i$ -м режиме – отношение массовых расходов разбавленных и неразбавленных ОГ в туннеле;  $G_{exhi}$  – массовый расход ОГ дизеля на  $i$ -м режиме, кг/ч.

Для определения полезной мощности  $P_i$  используется выражение:

$$P_i = \frac{n_i \cdot M_{ki}}{9550} - P_{auxi}, \text{ кВт}, \quad (4)$$

где:  $n_i$ ,  $M_{ki}$  – число оборотов ( $\text{мин}^{-1}$ ) и крутящий момент ( $\text{Н*м}$ ) на  $i$ -м режиме;  $P_{auxi}$  – мощность, затрачиваемая на работу вспомогательного оборудования на  $i$ -м режиме, кВт.

Перед определением величины  $m_f$  фильтр с ВЧ предварительно выдерживают с целью стабилизации его массы в специальной камере или комнате при постоянных температуре -  $t_{st}$  и относительной влажности –  $\varphi_{st}$  воздуха (могут находиться в диапазонах:  $t_{st}$

$22 \pm 3^\circ \text{C}$ ,  $\varphi_{st} = 45 \pm 10\%$ ) в течение промежутка времени  $\tau_{st} = 1 \dots 80$  ч.

При выполнении описанной процедуры в туннеле могут поддерживаться различные режимы разбавления ОГ.

**D1** – режим CVS (от «Constant Volume Sampling»), при котором массовый расход разбавленных ОГ в туннеле поддерживается постоянным:

$$G_{edfi} = const; q_i = q_a \cdot \frac{G_{exha}}{G_{exhi}},$$

где  $a$  – индекс режима испытаний, на котором выбрасывается наибольшее количество ОГ; при этом  $q_a$  – наименьшее из всех значений коэффициентов разбавления ОГ.

Данный режим до 2000 г. (введения норм EURO-3) являлся основным и использовался в эталонных системах контроля среднеэксплуатационных выбросов ВЧ – полнопоточных туннелях (в которых разбавляются все ОГ дизеля). С 2000 г., с введением в действие 3-й серии поправок к Правилам R-49, спектр применяемых в туннелях режимов разбавления ОГ был расширен. При использовании режима D1 величина массы ВЧ, собранных на фильтре, примерно равна своему минимально допустимому значению – 0,25 мг. С целью увеличения массы навески ВЧ допускается проведение повторных испытаний дизеля по циклу ESC с использованием одного фильтра с последующей корректировкой результатов вычислений.

**D2** – режим CVS с воздушным охлаждением туннеля. Применяемые сегодня системы охлаждения туннелей позволяют снизить до допустимого уровня –  $52^\circ \text{C}$  температуру пробы перед фильтром для отбора ВЧ, превышающую этот уровень на величину  $\Delta t_{(52)} = 0 \dots 20^\circ \text{C}$ ; за счет этого удается уменьшить нижний предел коэффициентов разбавления ОГ, повысить концентрации ВЧ в разбавленных ОГ и увеличить  $m_f$  на 34%; точность измерений показателя РТ при этом повышается.

**D3** – режим разбавления ОГ с постоянным коэффициентом  $q$ :

$$q_i = q = const.$$

В результате разбавления ОГ данным способом концентрации ВЧ в разбавленных ОГ на режимах испытательного цикла возрастают по сравнению с CVS-разбавлением в  $(G_{\text{exha}} / G_{\text{exhi}})$  раз, что позволяет на 18% увеличить  $m_f$  и повысить точность измерений показателя РТ.

**D4** – режим разбавления ОГ с постоянным коэффициентом  $q$  и воздушным охлаждением туннеля. При использовании данного режима точность измерений показателя РТ возрастает за счет увеличения величины  $m_f$  на 58% по сравнению с режимом D1; такой результат достигается снижением нижнего предела коэффициентов разбавления ОГ (при котором температура  $t_f$  не превышает 52 °С); воздушное охлаждение позволяет снизить данную температуру на величину  $\Delta t_{f(52)} = 0 \dots 20$  °С.

**Математическая модель результирующей погрешности  $\delta PT$ .** На основе анализа результатов исследований фирм Mitsubishi [5] и AVL [6], а также результатов собственных исследований [8, 9], авторами предложена математическая модель погрешности  $\delta PT$ , в которой данная величина рассматривается в виде суммы 3-х составляющих:

$$\delta PT = \delta PT_{in} + \delta PT_{tf} + \delta PT_{st}, \quad (5)$$

где:  $\delta PT_{in}$  – инструментальная погрешность, обусловленная неточностями измерения величин, с помощью которых вычисляется показатель РТ;  $\delta PT_{tf}$  – методическая погрешность, обусловленная влиянием температуры пробы перед фильтром для отбора ВЧ на результат измерений РТ;  $\delta PT_{st}$  – методическая погрешность, обусловленная влиянием на результат измерений показателя РТ параметров процесса стабилизации рабочего фильтра перед его взвешиванием: температуры воздуха –  $t_{st}$  и продолжительности выдержки фильтра –  $\tau_{st}$ .

Величина  $\delta PT_{in}$  определяется с помощью зависимости для вычисления погрешности результата косвенных измерений:

$$\delta y = \sqrt{\sum_{i=1}^m \left( \frac{\partial y}{\partial x_i} \cdot \frac{x_i}{y} \cdot \delta x_i \right)^2}, \quad (6)$$

где:  $y$  – величина, измеряемая косвенным путем по известной зависимости  $y = f(x_1, x_2, \dots, x_m)$ ;  $x_i$  – величины, с помощью которых определяется  $y$ ,  $m$  – их количество.

Погрешность  $\delta PT_{tf}$  численно равна величине  $\delta m_f^{tf}$  – относительному отклонению массы навески ВЧ –  $m_f^{tf}$ , измеренной при

фактических значениях температур  $t_{fi}$ , от массы навески ВЧ –  $m_f^{tf0}$ , измеренной при значениях температур  $t_{f0i}$ , принимаемых за базовые и соответствующих CVS-разбавлению ОГ при  $t_{dil} = 20$  °С,  $t_{f(max)} = 52$  °С:

$$\delta PT_{tf} = \delta m_f^{tf} = \frac{m_f^{tf} - m_f^{tf0}}{m_f^{tf0}} \cdot 100\% = \sum_{i=1}^{13} \delta m_{fi}^{tf}, \quad (7)$$

где:  $\delta m_{fi}^{tf}$  – относительные отклонения массы навески ВЧ на  $i$ -м режиме испытаний:

$$\delta m_{fi}^{tf} = \frac{m_{fi}^{tf} - m_{fi}^{tf0}}{m_{fi}^{tf0}} \cdot 100\%. \quad (8)$$

Погрешность  $\delta PT_{st}$  численно равна величине  $\delta m_f^{st}$  – относительному отклонению массы навески ВЧ –  $m_f^{st}$ , измеренной при фактических значениях величин  $t_{st}$  и  $\tau_{st}$ , от массы навески ВЧ –  $m_f^{st0}$ , измеренной при значениях  $t_{st0} = 20$  °С и  $\tau_{st0} = 6$  ч, принимаемых за базовые:

$$\delta PT_{st} = \delta m_f^{st} = \frac{m_f^{st} - m_f^{st0}}{m_f^{st0}} \cdot 100\%. \quad (9)$$

Для вычисления величин  $\delta m_{fi}^{tf}$  и  $\delta m_f^{st}$  используются экспериментальные зависимости, полученные авторами [9]:

$$\delta m_{fi}^{tf} = - \left( 20 + 0,148 \cdot \bar{n}_i - 0,552 \cdot \bar{L}_i \right) \Delta t_{fi}, \quad \%, \quad (10)$$

где:  $\bar{n}_i$ ,  $\bar{L}_i$  – относительные число оборотов и нагрузка на вал двигателя на  $i$ -м режиме;  $\Delta t_{fi} = t_{fi} - t_{f0i}$  – разности температур.

$$\delta m_f^{st} = \frac{-5,72 \cdot \left( +0,071 \cdot \left( \tau_{st} - t_{st0} \right) \right) \lg \left( \frac{\tau_{st}}{\tau_{st0}} \right)}{1,508 - 0,003 \cdot \left( \tau_{st} - t_{st0} \right)}, \quad \%. \quad (11)$$

Величины  $\bar{n}_i$ ,  $\bar{L}_i$ , входящие в выражение (10), вычисляются по формулам:

$$\bar{n}_i = \frac{n_i - n_{idle}}{n_{nom} - n_{idle}}, \quad \bar{L}_i = \frac{M_{ki}}{M_{k(max)i}}, \quad (12)$$

где:  $n_{idle}$  и  $n_{nom}$  – число оборотов вала двигателя на холостом ходу и режиме номинальной мощности;  $M_{k(max)i}$  – максимальный крутящий момент на валу двигателя при  $n_i$ .

**Методика исследований погрешности  $\delta PT$**  (с учетом рекомендаций по ее уменьшению). На основе анализа причин возникновения методических погрешностей  $\delta PT_{tf}$  и  $\delta PT_{st}$  сделаны следующие рекомендации по их снижению и повышению за счет этого точности измерений показателя РТ:

а) сокращение в 5 раз допустимых диапазонов варьирования температуры разбавля-

ющего воздуха и максимальной температуры пробы перед фильтром - до интервалов:  $t_{dil} = 20..22$  °C,  $t_{f(max)} = 50..52$  °C; это позволяет сократить интервалы варьирования температур  $t_{fi}$ ;

б) использование в туннеле режима разбавления ОГ D4 с температурным регулированием – D4\*, позволяющим поддерживать значения температур  $t_{fi}$  такими же, как при режиме CVS (т.е.  $t_{f0}$ ); это позволяет собрать на фильтре максимальную массу навески ВЧ и уменьшить отклонения  $\delta m_{fi}^{if}$  (см. (10));

в) сокращение диапазонов варьирования параметров процесса стабилизации рабочего фильтра до интервалов:  $t_{st} = 20..22$  °C (сокращен в 3 раза),  $\tau_{st} = 6..8$  ч (сокращен в 39,5 раза); это позволяет уменьшить погрешность  $\delta PT_{st}$  - при таких  $t_{st}$  и  $\tau_{st}$  она не превышает  $\pm 0,5\%$ .

Оценка результирующей погрешности  $\delta PT$  и эффективности сделанных рекомендаций проводится по следующему алгоритму.

1. Выбор исходных данных для проведения исследований – результатов испытаний дизеля по циклу ESC с указанием всех параметров, влияющих на точность измерений показателя РТ.

2. Определение для каждого режима разбавления ОГ инструментальной погрешности  $\delta PT_{in}$  путем последовательного вычисления с помощью выражения (6) погрешностей величин, которые рассчитываются по формулам (1) – (4).

3. Установление (с учетом режима разбавления ОГ) диапазонов варьирования методической погрешности  $\delta PT_{if}$ ; для этого с помощью выражений (7), (10) и метода планирования 2-х факторного эксперимента [10] определяются: а) для режимов разбавления

D1 и D3 – зависимости  $\delta PT_{if} = f(t_{dil}, t_{f(max)})$  с областью задания функции:  $t_{dil} = 20..30$  °C,  $t_{f(max)} = 42..52$  °C; б) для режимов разбавления D2 и D4 – зависимости  $\delta PT_{if} = f(t_{dil}, \Delta t_{f(52)})$  с областью задания функции:  $t_{dil} = 20..30$  °C,  $\Delta t_{f(52)} = 0..20$  °C. Абсолютные отклонения величины  $\delta PT_{if}$ , вычисляемые с помощью полученных зависимостей, от значений, рассчитанных по формуле (7), не должны превышать  $\pm 0,05\%$ .

4. Определение с помощью зависимостей (9), (11) диапазона варьирования методической погрешности  $\delta PT_{st}$  в области допустимых значений величин  $t_{st}$  и  $\tau_{st}$ .

5. Установление диапазона варьирования результирующей погрешности  $\delta PT$  (с помощью выражения (5)), а также значений ширины диапазонов варьирования данной погрешности –  $\delta PT^{sum}$  и ее составляющих –  $\delta PT_j^{sum}$ :

$$\delta PT^{sum} = \delta PT^{+} - \delta PT^{-};$$

$$\delta PT_j^{sum} = \delta PT_j^{+} - \delta PT_j^{-},$$

где: индексы «+» и «-» соответствуют граничным значениям диапазонов варьирования соответствующих погрешностей в области положительных и отрицательных значений; j – индекс составляющей результирующей погрешности (in, if или st).

6. Определение относительного вклада (в %) в результирующую погрешность  $\delta PT$  каждой ее составляющей –  $R_j$ :

$$R_j = \frac{\delta PT_j^{sum}}{\delta PT^{sum}} \cdot 100\% .$$

7. Вычисление погрешности  $\delta PT$  и ее составляющих при выполнении предложенных рекомендаций.

### Результаты и обсуждение

В качестве исходных данных для проведения исследований использованы результаты испытаний дизеля 1Ч12/14 по циклу ESC (табл. 1). В соответствии с изложенной методикой определены: диапазоны варьирования результирующей погрешности  $\delta PT$  и ее составляющих (табл. 2, рис. 2, 3); относительный вклад каждой составляющей в погрешность  $\delta PT$ ; оценена эффективность сделанных рекомендаций (рис. 4).

Анализ полученных результатов показывает:

- составляющие результирующей погрешности измерений показателя РТ варьируются в диапазонах: а) при допустимых Правилами R-49 условиях проведения испытаний –  $\delta PT_{in} = \pm 2,6.. \pm 4,5\%$ ,  $\delta PT_{if} = -8,3..12,6\%$ ,

$\delta PT_{st} = -6,7..4,5\%$ ; б) при рекомендуемых условиях проведения испытаний –  $\delta PT_{in} = \pm 3\%$ ,  $\delta PT_{if} = -0,5..1,2\%$ ,  $\delta PT_{st} = -0,5..0\%$ ;

- при использовании допускаемых режимов разбавления ОГ результирующая погрешность  $\delta PT$  варьируется в диапазоне - 18,0...19,7%, ширина данного диапазона составляет 37,7%; при этом наибольший вклад в  $\delta PT$  вносят методические составляющие – суммарно 76%; вклад инструментальной составляющей – 24%;

- повторное выполнение дополнительного цикла ESC при CVS-разбавлении ОГ в туннеле не позволяет повысить точность измерений показателя РТ – не смотря на то, что инструментальная погрешность при



Таблиця 1

Результаты испытаний дизеля 1Ч12/14 по циклу ESC при  $t_{дл} = 20\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $t_{f(max)} = 52\text{ }^\circ\text{C}$

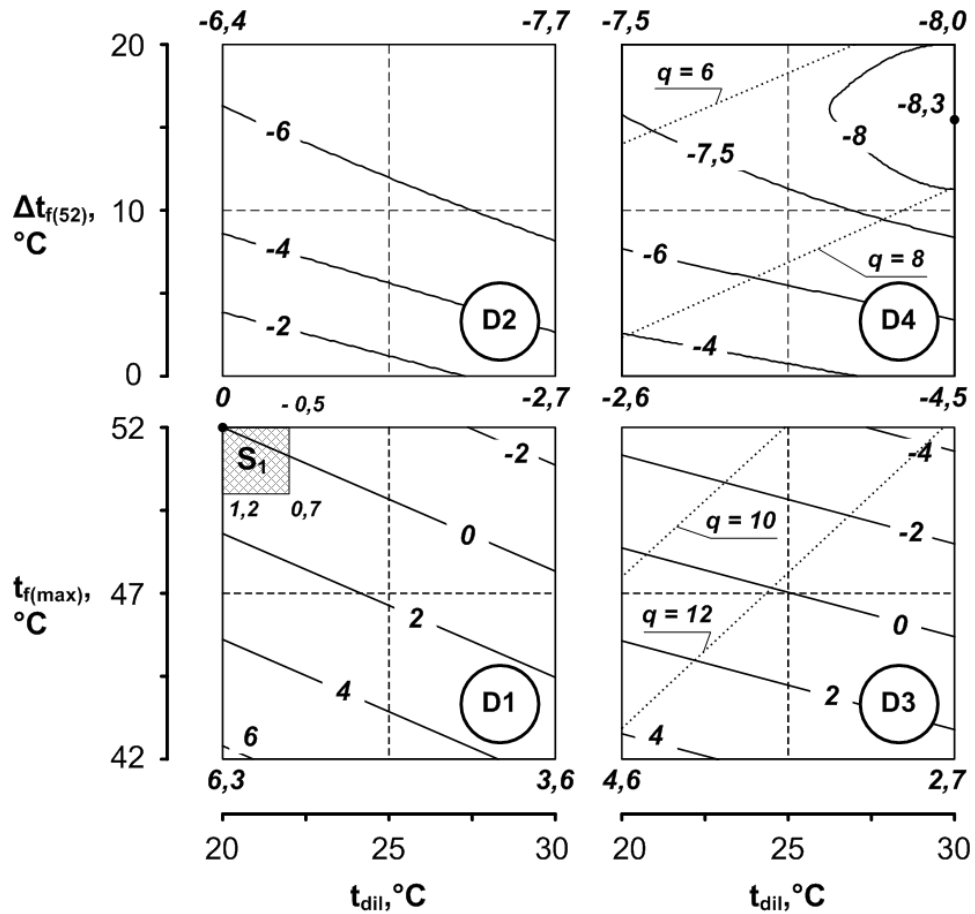
№ <sub>реж</sub>	Параметры дизеля					Параметры разбавления ОГ			
	n, мин <sup>-1</sup>	M <sub>k</sub> , Н*м	G <sub>exh</sub> , кг/ч	t <sub>exh</sub> , °C	PT <sub>mas</sub> с <sup>3</sup> / г/ч	q		t <sub>b</sub> , °C	
						D1	D3	D1	D3
1	800	0	40,3	85	4,6	14,6	8,6	23,9	26,6
2	1010	50	50,8	317	12,8	11,6	8,6	40,0	47,0
3	1185	25	59,8	302	11,3	9,8	8,6	42,5	45,8
4	1185	37,5	59,0	325	13,1	9,9	8,6	43,8	47,6
5	1010	25	50,4	244	9,0	11,6	8,6	35,6	41,1
6	1010	37,5	50,8	291	10,9	11,6	8,6	38,5	44,9
7	1010	12,5	51,1	210	8,1	11,5	8,6	33,6	38,2
8	1185	50	59,4	342	14,9	9,9	8,6	45,0	48,8
9	1185	12,5	59,8	254	10,5	9,8	8,6	39,2	42,0
10	1360	50	68,4	386	16,7	8,6	8,6	52,0	52,0
11	1360	12,5	68,4	285	13,1	8,6	8,6	44,5	44,5
12	1360	37,5	68,0	371	15,2	8,6	8,6	50,8	50,9
13	1360	25	68,2	349	13,7	8,6	8,6	49,5	49,4

Таблиця 2

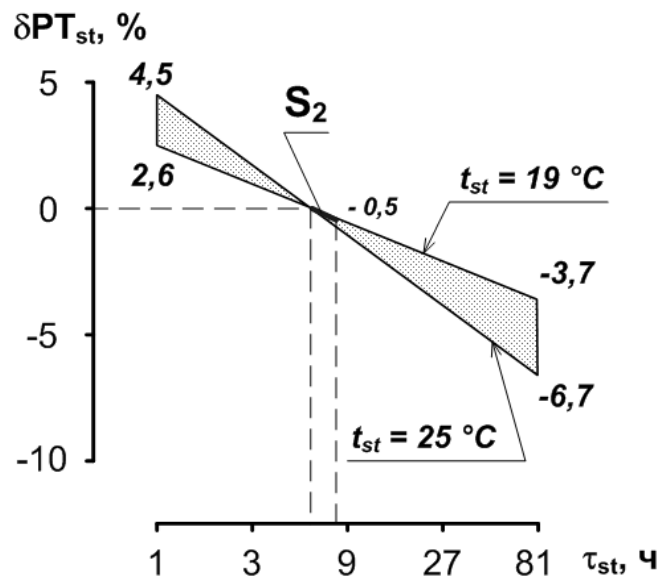
Результаты определения инструментальной погрешности  $\delta PT_{in}$

Погрешность	Выражение для вычисления погрешности *1/100	Значение погрешности, %				
		D1 2 цикла	D1	D2	D3	D4
$\delta M_f$	$\Delta M_f / M_f$	2,1	4,1	2,8	3,4	2,4
$\delta M_{sam}$	$\delta M_{sami} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^{13} WF_i^2}$	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6
$\delta q_i$	$\sqrt{2 \cdot \delta G^{(a)} \cdot (q_i - 1)}$	3,8 <sup>б)</sup>	3,8 <sup>б)</sup>	2,3 <sup>б)</sup>	2,2	1,2
$\delta G_{edfi}$	$\sqrt{\delta q_i^2 + \delta G_{exhi}^2}$	4,6 <sup>б)</sup>	4,6 <sup>б)</sup>	3,6 <sup>б)</sup>	3,3	2,8
$\overline{\delta G_{edf}}$	$\sqrt{\sum_{i=1}^{13} (WF_i \cdot k_{Gedfi}^{(в)}) \cdot \delta G_{edfi}^2}$	1,0	1,4	1,1	1,3	1,1
$\delta PT_{mass}$	$\sqrt{\delta M_f^2 + \delta M_{sam}^2 + \overline{\delta G_{edf}}^2}$	2,4	4,4	3,1	3,7	2,7
$\delta P_i$	$\sqrt{\delta n^2 + \delta M_k^2}$	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6
$\overline{\delta P}$	$\delta P_i \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^{13} (WF_i \cdot k_{Pi}^{(г)})^2}$	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
$\delta PT$	$\sqrt{\delta PT_{mass}^2 + \overline{\delta P}^2}$	2,6	4,5	3,3	3,9	3,0

Примечания: а)  $\delta G$  – погрешность расходомеров, измеряющих массовые расходы разбавленных ОГ и воздуха в туннеле при дифференциальном способе определения массового расхода ОГ (принимается равной 0,2%); б) приведены максимальные значения погрешностей  $\delta q_i$ ; в)  $k_{Gedfi} = G_{edfi} / \overline{G_{edf}}$  – коэффициенты; г)  $k_{Pi} = P_i / \overline{P_i}$  – коэффициенты.



$S_1$  – область рекомендуемых значений параметров  $t_{dil}$  и  $t_{f(max)}$   
 Рис. 2 – Диапазоны варьирования методической погрешности  $\delta PT_{f(52)}$



$S_2$  – область рекомендуемых значений параметров  $\tau_{st}$  и  $t_{st}$ .  
 Рис. 3 – Диапазон варьирования методической погрешности  $\delta PT_{st}$

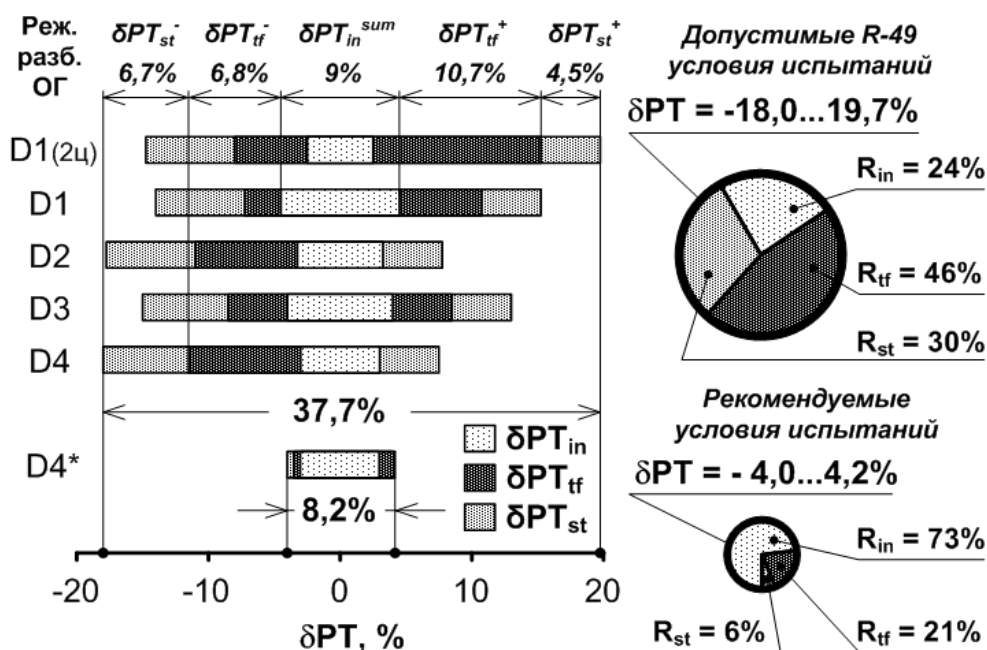


Рис. 4 – Результаты исследований результирующей погрешности  $\delta PT$

этом снижается с 4,5% до 2,6%, результирующая погрешность возрастает с -13,9...15,3% (разброс 29,2%) до -14,7...19,7% (разброс 34,7%) за счет увеличения методической погрешности  $\delta PT_{tf}$ ;

- в результате выполнения предложенных рекомендаций результирующая

погрешность  $\delta PT$  снижается до -4,0...4,2%, ширина диапазона варьирования данной величины (8,2%) уменьшается в 4,6 раза; при этом вклад инструментальной составляющей в  $\delta PT$  возрастает до 73%, а суммарный вклад методических составляющих снижается до 27%.

### Выводы

1. Оценена результирующая погрешность измерения среднеэксплуатационного выброса ВЧ с ОГ дизеля ( $\delta PT$ ) – она составляет -18,0...19,7% (т.е. расхождение результатов – 37,7%); при этом только 24% от данной величины приходится на инструментальную составляющую, а остальные 76% составляют методические составляющие.

2. Предложены мероприятия по повышению точности измерений показателя РТ которые позволяют уменьшить погрешность  $\delta PT$  в 4,6 раза – до -4,0...4,2% (разброс 8,2%), при этом доля инструментальной составляющей данной величины возрастает до 73%, а суммарная доля методических составляющих уменьшается до 27%.

### Литература

1. Regulation No 49. Revision 5. Uniform provisions concerning the measures to be taken against the emission of gaseous and particulate pollutants from compressionignition engines for use in vehicles, and the emission of gaseous pollutants from positive-ignition engines fuelled with natural gas or liquefied petroleum gas for use in vehicles. - United Nations Economic and Social Council Economic Commission for Europe Inland Transport Committee Working Party on the Construction of Vehicles. - E/ECE/TRANS/505. 4 May 2011. 602 p.

2. Быстров А. С., Варанкин В. В., Виленский М. А. и др. Временная типовая методика

определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды.// М.: «Экономика». 1986. 96 с.

3. Звонов В. А., Корнилов Г. С., Козлов А. В., Симонова Е. А. Оценка и контроль выбросов дисперсных частиц с отработавшими газами дизелей., – М.: «Прима-Пресс-М», 2005. – 312 с.

4. Burtcher H. Literature Study on Tailpipe Particulate Emission Measurement for Diesel Engines // done for the Particle Measurement Programme (PMP) for BUWAL/GRPE . Fachhochschule Aargau,

University of Applied Science, Windisch, Switzerland. March 2001. 45 p.

5. Hirakouchi N., Fukano I., Shoji T. Measurement of Diesel Exhaust Emissions with Mini-Dilution Tunnel. // SAE Technical Paper Series. 1989. № 890181. 11p.

6. Lianga Z., Tiana J., Zeraati Rezaeia S., Zhanga Y. et al. Investigation of SVOC nanoparticle emission from light duty diesel engine using GC×GC-ToF-MS.// School of Mechanical Engineering, University of Birmingham, UK, 2015. – 31 p.

7. Alozie N., Peirce D., Lindner A., Winklmayr W. et al. Influence of Dilution Conditions on Diesel Exhaust Particle Measurement Using a Mixing Tube Diluter // SAE Technical Paper № 2014-01-1568, 2014. 14 p.

8. Polivyanchuk A. Improving the efficiency of emission control dispersed particles from diesel exhaust gases. // Вісник Харківського національного університету ім. Каразіна. Серія «Екологія». 2014. №1140, вип. 11. С. 83-88.

9. Polivyanchuk A.P., Parsadanov I.V. Experimental verification of microtunnel MKT-2 on the brake stand autotractor diesel engine. // Industrial technology and engineering. Republic of Kazakhstan, 2015. №2 (15). P. 11-16.

10. Рафалес-Ламарка Э.Э. Инструкция по планированию эксперимента. // Укр. проектно-констр. и научно-исслед. ин-т «УкрНИИ-углеобогашение». 1969. 126 с.

Надійшла до редколегії 28.09.2016

## ЕКОЛОГІЧНА ТА ГЕОГРАФІЧНА ОСВІТА

УДК 004 : 504.064

**І. О. СОЛОШИЧ**, канд. пед. наук, доц., **С. І. ПОЧТОВІЮК**, канд. пед. наук, доц.,  
*Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського*  
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна  
E-mail: [solo\\_ira@mail.ru](mailto:solo_ira@mail.ru) [vsegda22@yandex.ru](mailto:vsegda22@yandex.ru)

### ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМП'ЮТЕРНОГО СУПРОВІДУ ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІН ЕКОЛОГІЧНОГО СПРЯМУВАННЯ

**Мета.** Аналіз ролі забезпечення інформаційно-комп'ютерного супроводу викладання дисциплін екологічного спрямування. **Методи.** Методи теоретичного дослідження (аналіз і синтез). **Результати.** Розглянуто застосування різних засобів інформаційно-комунікаційних технологій у процесі навчання майбутніх фахівців-екологів. Виділено основні групи напрямків їх використання для ефективного вирішення проблем, що стосуються засвоєння знань і формування науково-практичних навичок студентів. **Висновки.** Миттєвість доступу до інформації та її передача, мобільність взаємодії студентів між собою і викладачем дозволяє підвищити продуктивність навчання.

**Ключові слова:** дисципліни екологічного спрямування, інформаційно-комп'ютерний супровід, програмне забезпечення

**Soloshych I. O., Pochtovyuk S. I.**

*Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University*

### PROVIDING INFORMATION AND COMPUTER SUPPORT TEACHING ECOLOGICAL DISCIPLINES

**Purpose.** Quality Analysis of collateral information and computer support teaching environmental sciences direction. **Methods.** Methods of theoretical study (analysis and synthesis). **Results.** The article deals with the use of various means of information and communication technologies in the process of independent research in the future environmental specialists. The basic directions of the group to use them to effectively address problems related to acquisition of knowledge and the formation of scientific and practical skills in the students. **Conclusions.** Instant access to information and transfer, mobility, interaction between students and a teacher training to improve performance.

**Key words:** ecological disciplines, information and computer maintenance, software

**Солошич І. А., Почтовіюк С. І.**

*Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского*

### ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-КОМПЬЮТЕРНОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИН ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НАПРАВЛЕНИЯ

**Цель.** Анализ качества обеспечения информационно-компьютерного сопровождения преподавания дисциплин экологического направления. **Методы.** Методы теоретического исследования (анализ и синтез). **Результаты.** Рассмотрено применение различных средств информационно-коммуникационных технологий в процессе обучения будущих специалистов-экологов. Выделены основные группы направлений их использования для эффективного решения проблем, касающихся усвоения знаний и формирования научно-практических навыков студентов. **Выводы.** Мгновенность доступа к информации и ее передача, мобильность взаимодействия студентов между собой и преподавателем позволяет повысить производительность обучения.

**Ключевые слова:** дисциплины экологической направленности, информационно-компьютерное сопровождение, программное обеспечение

### Вступ

У сучасний період розвитку суспільства гостро постають проблеми раціонального природокористування та забезпечення комфортного існування майбутніх поколінь.

Тому в індустріально-інформаційному суспільстві зростає потреба у підготовці майбутніх фахівців-екологів (МФЕ), які не тільки володіють професійними знаннями, уміннями і навичками, а й здатні самостійно їх вдосконалювати з метою впрова-

дження у виробництво наукоємних природоохоронних технологій.

Інтеграція України в світовий освітній простір відбувається за умови стрімкого зростання інформаційних потоків, активно оновлення виробничих технологій.

Одним з найбільш важливих факторів під час інтенсифікації виробництва, створенні безвідходних технологій, та охорони навколишнього середовища є забезпечення інформаційно-комп'ютерного супроводу викладання дисциплін екологічного спрямування, що надає можливість більш системно і ефективно розв'язувати задачі з охорони довкілля.

У зв'язку з цим постає питання розробки та постійного вдосконалення методичного забезпечення інформаційно-комп'ютерного супроводу викладання дис-

циплін екологічного спрямування.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Розробкою дидактичних аспектів екологічної освіти займалися Г. О. Білявський, В. М. Боголюбов, Л. В. Ракша, О. В. Нагорнюк, А. Н. Худін та ін.

Аналіз основних аспектів інформатизації навчального процесу, ґрунтується на роботах В. Ю. Бикова, М. І. Жалдака, В. Ф. Заболотного та ін.

Проте, на сьогодні, в науково-практичній літературі питання забезпечення інформаційно-комп'ютерного супроводу викладання дисциплін екологічного спрямування не знайшло широкого відображення. Отже, це питання є актуальним для подальшого дослідження та проведення науково-практичних дискусій.

### *Результати дослідження*

Інформаційна діяльність студента в процесі застосування новітніх інформаційних технологій не тільки є умовою продуктивної навчальної та наукової діяльності, а й може бути розглянута як здатність працювати з різними інформаційними джерелами, здійснювати пошук, зберігання, обробку, систематизацію, аналіз професійної інформації [1].

Інформаційно-комп'ютерний супровід (ІКС) викладання дисциплін екологічного спрямування – це процес підготовки і передачі інформації студентам, засобом здійснення якого є комп'ютерна техніка та програмні засоби [2].

Під інформаційно-комп'ютерним супроводом розуміємо продукт, який використовує сукупність засобів і методів збору, обробки і передачі даних (первинної інформації) для отримання інформації нової якості про стан об'єкту, процесу або явища (інформаційного продукту).

Використання ІКС не зводиться до простої заміни «паперових» носіїв інформації електронними, вони дають можливість:

- поєднувати процеси вивчення, закріплення і контролю засвоєння навчального матеріалу, які за традиційного навчання частіше всього є розрізненими;
- підвищувати мотивацію до навчання;
- розвивати креативність мислення;
- економити навчальний час;
- подавати в більш зручній формі та за-

своювати інформацію.

Комплексне використання інформаційно-комп'ютерного супроводу в навчанні передбачає розробку і використання різних видів навчальних програмних засобів, їх поєднання зі звичайними способами і засобами навчання, при якому виявляється ефект інтеграції. Тільки в цьому разі і при збереженні провідної ролі викладача в навчанні можливий перспективний розвиток комп'ютерно-орієнтованих дидактичних засобів та ефективного використання їх у навчально-виховному процесі вищої школи [3].

Констатуєчий етап нашого дослідження показав, що традиційна система підготовки фахівців-екологів не сприяє розвитку творчої активності студентів, виявленню їх індивідуальності та інтенсифікації освоєння знань. Екстенсивна організація навчального процесу, орієнтована на студента із середніми здібностями, не сприяє розвитку професійного інтересу до придбання знань і формуванню навичок використання інформаційно-комп'ютерного супроводу у ході професійної підготовки.

Разом з тим немає достатньої ясності і в питанні застосування в педагогічному процесі вищого навчального закладу, як засобу навчання, інформаційно-комп'ютерного супроводу, виступаючого і як методичного засобу інтенсифікації навчання, і як об'єкта пізнання.

Протягом декілька років у Кременчу-

цькому національному університеті імені Михайла Остроградського реалізується концепція системного використання новітніх інформаційних технологій у навчальному процесі при підготовці фахівців-екологів.

При її впровадженні вирішуються наступні задачі:

- комп'ютерно-орієнтоване навчання дисциплін економічної та професійної підготовки;
- застосування новітніх інформаційних технологій у науковій роботі студентів;
- створення нових комп'ютерних програмних засобів.

Наявність новітніх інформаційних технологій, дозволяє вирішувати еколого-економічні завдання при мінімальній підготовці, що відіграє важливу роль в формуванні знань, необхідних для пояснення відповідних зв'язків економіко-екологічного стану регіонів, виконанні завдань дослідницького характеру.

В процесі нашого дослідження було визначено перелік програмних засобів ІКС, використання яких в першу чергу дозволяє активізувати навчальний процес:

1) Інформаційна підтримка прийняття професійних рішень, з відбором даних, їх сортуванням в заданому порядку,

відображенням у наочній графічній формі та ін.

2) Геоінформаційних систем (ГІС) різного призначення (землекористування, загальної екологічної обстановки, забрудненості водних об'єктів, ґрунтів і повітря різними токсикантами та ін.). Більшість ГІС включає в себе графічне представлення просторової інформації у вигляді окремих «шарів» (які можна довільно комбінувати один з одним) і деяку довідкову (текстову і числову) інформацію за об'єктами, що можна використовувати для селективного відбору. В рамках навчального процесу ВНЗ мова йде в основному про використання готових ГІС, а не про їх створення або коригування. Особливо відзначимо популярну систему 2Gis (дубль-ГІС), яка дозволяє здійснювати аналіз місць розташування підприємств, що забруднюють навколишнє середовище, проходження транспортних потоків та зіставляти дані з експериментальною інформацією [4].

3) Комп'ютерна статистична обробка інформації, у тому числі пакети Statistika, Statgraphics, SPSS та ін. Просту статистичну обробку можна реалізувати з використанням «електронних таблиць», в більшості яких для цієї мети є спеціальні групи функцій (рис. 1).

Визначення показників хімічного забруднення міста																	
Концентрація забруднювачів							Коефіцієнт концентрації							Стан забрудненості			
		HS	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Zn	NH <sub>3</sub>	HS	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Zn	NH <sub>3</sub>	n	Всього		
4	2013	Район 1	52	52,3	69,5	12,3	22,6	16,2	0,486	0,109	3,492	0,273	0,685	1,473	2	8,51	7,51
5		Район 2	0,67	0,21	7,3	0,005	0,001	0,7	0,006	0,0004	0,367	0,00011	0,00003	0,064	0	0,44	1,44
6		Район 3	0,67	0,21	19,3	0,004	0,001	0,3	0,006	0,0004	0,970	0,00009	0,00003	0,027	0	1,00	2,00
7															Zc=	10,95	Помірно небезпечно
8	2014	Район 1	12,5	1,3	25,5	1,2	63,3	10,5	0,117	0,009	1,281	0,027	1,918	0,955	2	4,30	3,30
9		Район 2	20	1,2	13,6	3,6	56,3	15,6	0,187	0,002	0,683	0,080	1,706	1,418	2	4,08	3,08
10		Район 3	11,4	1,2	16,3	2,5	58,9	19,2	0,107	0,002	0,819	0,056	1,785	1,745	2	4,51	3,51
11															Zc=	9,89	Допустимий рівень
12	2015	Район 1	96,2	1,4	45,6	65,2	3,2	12,2	0,899	0,009	2,291	1,449	0,097	1,109	3	5,85	3,85
13		Район 2	109,5	2,8	42,8	36,2	2,5	10	1,023	0,005	2,151	0,804	0,076	0,909	2	4,97	3,97
14		Район 3	100,5	1,8	52,3	66,3	2,8	9,6	0,939	0,004	2,628	1,473	0,085	0,873	2	6,00	5,00
15															Zc=	12,82	

Рис. 1 – Приклад розв'язування задачі засобами табличного процесора

4) Для аналізу та прогнозу екологічних процесів використовуються готові програми ІМ, класів FreeWare і Creative Common.

5) Використання комп'ютерної графіки для представлення результатів ІМ може включати в себе застосування стандартних програм (наприклад, вбудованих засобів графіки для MsExcel або автономних

програмних засобів типу Surfer). Для навчальних цілей графічне представлення результатів ІМ переважно перед табличним.

6) Вироблення оптимальних рішень (включаючи екологічні) в «ігрових ситуаціях» – з використанням ІКС для виконання розрахунків. До цього класу належать, зокрема, завдання типу «ігор з природою», включаючи моделювання варіантів «дій

природи» з урахуванням стохастичних факторів. Такі завдання у ВНЗ вивчаються зазвичай в курсах «Теорія прийняття рішень» і «Екологічний ризик», рідше «Організація управління в екологічній діяльності».

7) Використання «Експертних систем» (ЕС), під якими розуміються «Бази знань», сформовані у формалізованій формі знання, отримані у фахівців з екології. Відзначимо, що більшість існуючих ЕС видають не певне рішення, а сукупність можливих рішень із зазначенням їх переваги або ймовірності. З їх числа фахівці-екологи може самостійно вибрати оптимальне, з урахуванням додаткової інформації, яка не відображена в базі знань ЕС для демонстраційних цілей.

8) Застосування інформаційно-комп'ютерного супроводу для тестування у ви-

гляді сукупності тестових завдань із закритою формою відповідей, що дозволяє перевірити в основному формальну сторону засвоєння матеріалу студентами і, на жаль, не забезпечують оцінку можливостей творчого мислення, нестандартних рішень.

Ще одним способом забезпечення інформаційно-комп'ютерного супроводу викладання дисциплін екологічного спрямування є використання електронних підручників і курсів, адаптованих для перегляду і виконання на мобільних телефонах. Студентам пропонується завантажити до себе на телефон Java-додатки, що містять, наприклад, тестування з певних предметів, а також інформацію (електронні підручники, тексти лекцій), необхідну для їх успішного виконання (рис.2).

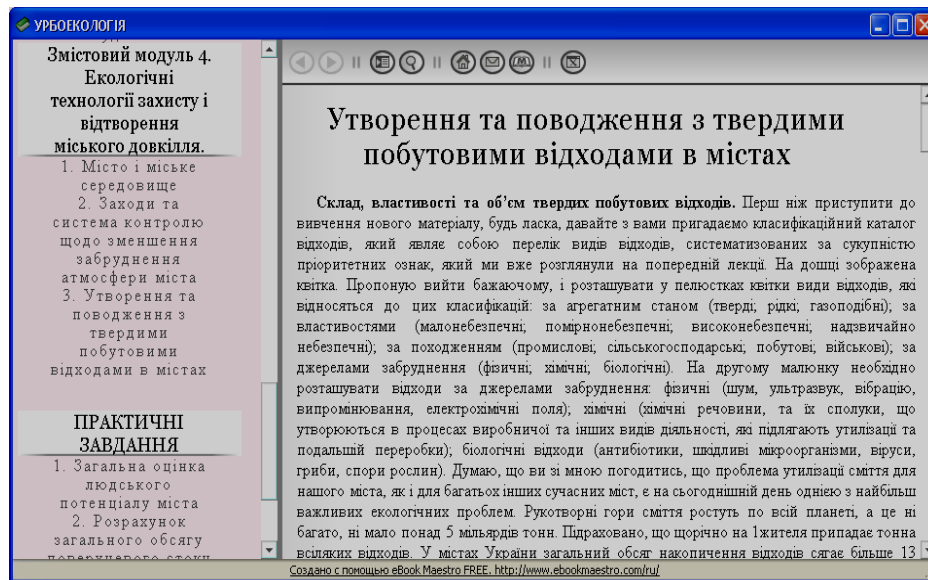


Рис. 2 – Приклад електронного підручника з дисципліни «Урбоекологія»

### Висновки

Таким чином, інформаційно-комп'ютерний супровід викладання дисциплін екологічного спрямування дозволяє виокремити наступні переваги:

- навчання стає індивідуальним;
- з'являється можливість SMS-листування або обмін миттєвими повідомленнями з викладачем для отримання консультації;
- можливість вибору змісту навчання з урахуванням інтересів студентів;
- миттєвість доступу до інформації, необхідної для конкретної роботи, що дозво-

- ляє підвищити продуктивність навчання;
- самостійність навчання і швидке надання контенту за запитом;
- мобільність взаємодії студентів між собою і викладачем;
- можливість обміну завданнями та спільної роботи;
- можливість передачі інформації в будь-якому місці, в будь-який час, що має суттєве значення для навчання за місцем роботи.



### *Література*

1. Жалдак М. І. Педагогічний потенціал комп'ютерно-орієнтованих систем навчання математики. // Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: зб. наук. праць. – К. : НПУ ім. Драгоманова, 2003. – Вип. 7. – 263 с.

2. Рудь В. Д., Божко Т. Є., Гальчук Т. Н. Впровадження новітніх інформаційних технологій навчання в Луцькому національному технічному університеті [Текст]// Актуальні проблеми економіки : Науковий економічний журнал. – 2015. - № 3. – С. 467- 472.

3. Барановська В. М. Методична система формування інформативних компетентностей май-

бутніх учителів початкових класів // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Педагогіка. 2012. № 2. 142 с.

4. Солошич І. О., Почтовюк С. І. Комплексний підхід у використанні інформаційно-комунікаційних технологій у процесі наукової діяльності майбутніх екологів // Інформаційні технології і засоби навчання: зб. наук. праць. – К., 2016. – № 52, Вип. 2. – С 81-92.

Надійшла до редколегії 14.10.2016

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 12, міжрядковий інтервал 1,5, всі поля по 2,5 см. Жирним шрифтом виділяються підзаголовки у статті; курсив допускається лише у виняткових випадках.

Ілюстрації, включаючи графіки і схеми, мають бути розміщені безпосередньо в тексті. Ілюстрації подаються чорно-білими. Скрізь, де можливо, доцільніше використовувати графіки, а не таблиці.

Орієнтація сторінок – книжкова. Вирівнювання – по ширині. Абзац – 0,63 см.

Для статей необхідно вказати УДК (розмір 11), **ініціали та прізвище автора** (розмір 11, жирним, прописними), науковий ступінь та звання (розмір 11), повну назву установи та її адреса, e-mail (розмір 10). **Назва статті** (жирними прописними, по центру, 11 розмір)

Далі подати розширену анотацію та ключові слова мовою статті: розмір 10, інтервал 1,0. Для експериментальних статей подати структуровані резюме, де має бути вказані слова: **Мета.**

**Методи. Результати. Висновки.**

Також подати прізвище, організацію, назву статті, розширену анотацію та ключові слова англійською й російською 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 новими правилами, повинна містити також і джерела, що опубліковані не більше 5 років тому: розмір 10, міжрядковий інтервал 1,0. Посилання на літературу у тексті подаються у квадратних дужках з вказуванням номера у списку літератури.

**Адреса редакції:** екологічний факультет, 4 поверх, к. 477,  
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,  
Майдан Свободи, 6, Харків, Україна, 61022  
тел. 057 / 707-56-36, 057 / 707-53-86 моб. 068-612-40-69  
e-mail: [ecology.journal@karazin.ua](mailto:ecology.journal@karazin.ua)

Наукове видання

ЛЮДИНА ТА ДОВКІЛЛЯ. ПРОБЛЕМИ НЕОЕКОЛОГІЇ

№ 3 – 4 (26)

Українською, російською та англійською мовами

Макетування та комп'ютерне верстання  
Баскакова Л. В.

Макет обкладинки  
Дончик І. М.

Підписано до друку 14.11.16  
Формат 60x84/8  
Ум. друк. арк. 14,3. Обл.-вид. арк. 15,0.  
Наклад 100 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