

**Міністерство освіти і науки України  
Київський національний університет будівництва і архітектури  
Національна академія наук України  
Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору**

---

**Ministry of Education and Science of Ukraine  
Kyiv National University of Construction and Architecture  
National Academy of Sciences of Ukraine  
Institute of Telecommunications and Global Information Space**

**ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА  
ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

---

**ENVIRONMENTAL SAFETY AND  
NATURAL RESOURCES**

**Збірник наукових праць**

Випуск 4 (32), жовтень-грудень 2019 р.

Заснований у 2008 р.  
Виходить 4 рази на рік

---

**Academic journal**

Issue 4 (32), October-December 2019

Founded in 2008  
The journal is published 4 volume a year

**КИЇВ 2019**

---

**KYIV 2019**

## РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Головні редактори: **О.С. Волошкіна**, д-р техн. наук, проф.  
**О.М. Трофимчук**, д-р техн. наук, проф., чл.-кор. НАНУ

### Члени редколегії:

|   |  |
|---|--|
| <b>Биченок М.М.</b> , д-р техн. наук                          | <b>Олійник О.Я.</b> , д-р техн. наук, проф., чл.-кор. НАНУ                       |
| <b>Бойко І.П.</b> , д-р техн. наук, проф.                     | <b>Павлишин В.І.</b> , д-р геол.-мін. наук, проф.                                |
| <b>Довгий С.О.</b> , д-р фіз.-мат. наук, проф., академік НАНУ | <b>Приймак О.В.</b> , д-р техн. наук, проф.                                      |
| <b>Калюх Ю.І.</b> , д-р техн. наук, проф.                     | <b>Рудько Г.І.</b> , д-р техн. наук, д-р геол.-мін. наук, д-р геогр. наук, проф. |
| <b>Качинський А.Б.</b> , д-р техн. наук, проф.                | <b>Стрижак О.Є.</b> , д-р техн. наук   |
| <b>Коржнєв М.М.</b> , д-р геол.-мін. наук, проф.              | <b>Триснюк В.М.</b> , д-р техн. наук   |
| <b>Кочетов Г.М.</b> , д-р техн. наук, проф.                   | <b>Яковлев Є.О.</b> , д-р техн. наук   |
| <b>Кривомаз Т.І.</b> , д-р техн. наук, проф.                  |  |

## МІЖНАРОДНА РЕДАКЦІЙНА РАДА

|   |   |
|---|---|
| <b>М.-Й. Валері</b> , професор, Польща      | <b>М.Г. Мустафась</b> , д-р аграрних наук, член-кор. РАЕ, Азербайджан |
| <b>Н. Касаглі</b> , професор, Італія        | <b>Я. Пекутін</b> , професор, Польща                                  |
| <b>Н. Маргвелашвілі</b> , PhD, Австралія    | <b>Пінг Лу</b> , професор, Китай                                      |
| <b>Д. Мінтер</b> , професор, Великобританія | <b>Г. Собчук</b> , професор, Польща                                   |
| <b>А. Мішо</b> , дослідник, Франція         |   |

---

Рекомендовано до друку Вченою радою  
Київського національного університету будівництва і архітектури  
(протокол № 29 від 23.12.2019 р.)

Збірник наукових праць включено до Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук за напрямом «технічні науки» (Наказ Міністерства освіти і науки України від 22.12.2016 № 1604)

## ОСНОВНІ ТЕМАТИЧНІ РОЗДІЛИ ЗБІРНИКА

- Екологічна безпека
- Інформаційні ресурси та системи
- Основи природокористування
- Дискусійні повідомлення

---

**АДРЕСА РЕДАКЦІЇ**  
03186, м. Київ, Чоколівський бульв., 13,  
Інститут телекомунікацій і глобального  
інформаційного простору НАН України  
Телефони: (044) 245-87-97  
(044) 524-22-62  
E-mail: [e.voloshki@gmail.com](mailto:e.voloshki@gmail.com)

Свідоцтво про державну реєстрацію  
КВ № 14146-3117 Р від 27.05.2008 р.

Електронна версія збірника в Інтернеті  
<http://www.es-journal.in.ua> українською  
та англійською мовами



Creative Commons «Attribution» 4.0 WorldWide

## ЗМІСТ

### ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА

- Адаменко О.М., Стельмахович Г.Г., Мосюк М.І.**  
Техногеологічна карта Старунського геодинамічного полігону на Прикарпатті..... 5
- Rybak M.P., Lukianova V.V., Khrutba V.O., Anpilova Ye.S.**  
Development of management measures to bring the territory of Carpathian Biosphere Reserve into alignment with the international requirements..... 23

### ОСНОВИ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

- Улицький О.А., Єрмаков В.М., Луньова О.В., Бойко К.Є.**  
До питання оцінки прогнозу змін гідрогеологічних умов техноекосистеми Селидівської групи шахт..... 32
- Стефанишин Д.В., Власюк Ю.С.**  
Деякі критичні зауваження щодо якості звітів з оцінки впливу на довкілля малих гідроелектростанцій в Україні..... 43
- Хомицький В.В., Воскобійник В.А., Харченко А.Г., Воскобойник О.А., Терещенко Л.М., Воскобійник А.В., Нікітін І.А.**  
Захист пляжу активними берегозахисними спорудами ..... 60

### ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ ТА СИСТЕМИ

- Азаров С.І., Задунай О.С.**  
Аналіз природних катастроф та їх впливу на довкілля..... 78
- Radomska M.M., Yurkiv M.V., Husieva A.V.**  
The assessment of visual environment quality at Solomyansky district, Kyiv city..... 92
- ДО ВІДОМА АВТОРІВ..... 105**

## CONTENTS

### ENVIRONMENTAL SAFETY

- Adamenko O.M., Stelmakhovych H.D., Mosiuk M.I.**  
Technological map of the Starunsky geodynamic landfill on the Prycarpathia... 5
- Rybak M.P., Lukianova V.V., Khrutba V.O., Anpilova Ye.S.**  
Development of management measures to bring the territory of Carpathian Biosphere Reserve into alignment with the international requirements..... 23

### NATURAL RESOURCES

- Ulytsky O.A., Yermakov V.M., Lunova O.V., Boiko K.Y.**  
To the issue of forecast assessment applicable for hydrogeological conditions of techno-ecosystem at Selidove mine group..... 32
- Stefanyshyn D.V., Vlasiuk Yu.S.**  
Some critical comments on the quality of environmental impact assessment reports for small hydropower plants in Ukraine..... 43
- Khomicky V.V., Voskoboinick V.A., Kharchenko A.G., Voskoboinyk O.A., Tereshchenko L.M., Voskoboinick A.V., Nikitin I.A.**  
Defense of beach by active coast-protecting structures..... 60

### INFORMATION RESOURCES AND SYSTEMS

- Azarov S.I., Zadunaj O.S.**  
Analysis of natural disasters and their impact on the environment..... 78
- Radomska M.M., Yurkiv M.V., Husieva A.V.**  
The assessment of visual environment quality at Solomyansky district, Kyiv city..... 92
- INFORMATION FOR AUTHORS..... 105**

## ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ENVIRONMENTAL SAFETY

УДК 551.4

**Oleh M. Adamenko**, D. S., Professor, Honored Worker of Science and Technology of Ukraine, State Prize Laureate of the USSR  
ORCID ID 0000-0003-0821-3011

**Halyna D. Stelmakhovych**, assistant of the department  
ORCID ID 0000-0003-3148-5402 *e-mail*: o.stelmahovich@ukr.net

**Mykola I. Mosiuk**, PhD, Associate Professor  
ORCID ID 0000-0002-9828-7331 *e-mail*: mosiuk@ukr.net

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, Ukraine

### TECHNOLOGICAL MAP OF THE STARUNSKY GEODYNAMIC LANDFILL ON THE PRYCARPATHIA

**Abstract.** *Starunia's Geodynamic Landfill is an area of 60 hectares of the geological monument of nature of the national significance "Starunia" – the world-famous location of the Pleistocene mammoth fauna and four hairy rhinos. The first findings of the mummified carcasses of animals of the so-called mammoth fauna were found at a depth of 12 m at the mine (mine) for the extraction of ozokerite near the village. The old town of Bohorodchany district, Ivano-Frankivsk region, 1907 Scholars of Krakow and Lviv appreciated these unique discoveries enough and published a number of articles and a monograph in 1914. In 1929, an expedition of the Skill Academy from Krakow found the remains of three more hairy rhinos at a mine depth of 17 m. Numerous bones of small vertebrates (rodents), shell remains, numerous species of insects, beetles, parasitic worms, bedbugs, butterflies, spiders, snails, vascular plants, midges, seeds and branches of dwarf birch, alder and other flora were also collected. Polish scientists have organized comprehensive studies of fauna and flora, partly their results were published in articles, but the Second World War halted this process. It is important to note that Starunia's findings intensified the comprehensive study of stratigraphy, paleontology, paleogeography, geochronology, and other aspects of the Quaternary – the quartet. It should be recalled that in 1932, in Leningrad, the International Geological Congress established INQUA – the International Union for the Study of the Quaternary. But the basic methodological foundations of this study were laid on the materials of Elder.*

**Keywords:** *geological monument of nature; environmental monitoring; geological environment; mammoth; rhino; techno-geological map; technosphere*

О.М. Адаменко, Г.Г. Стельмахович, М.І. Мосюк

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна

## ТЕХНОГЕОЛОГІЧНА КАРТА СТАРУНСЬКОГО ГЕОДИНАМІЧНОГО ПОЛІГОНУ НА ПРИКАРПАТТІ

***Анотація.** Старунський геодинамічний полігон – це територія площею 60 га геологічної пам'ятки природи загальнодержавного значення «Старуня» – всесвітньо відоме місцезнаходження плейстоценової фауни мамонта та чотирьох волохатих носорогів. Перші знахідки муміфікованих туш тварин так званої мамонтової фауни були виявлені на глибині 12 м при проходці копальні (шахти) для видобутку озокериту біля с. Старуні Богородчанського району Івано-Франківської області у 1907 році. Вчені Кракова і Львова достатньо оцінили ці унікальні відкриття і опублікували ряд статей та монографію у 1914 р. У 1929 р. експедиція Академії Вміння із Кракова при проходці копальні на глибині 17 м знайшла рештки ще 3 волохатих носорогів. Були зібрані також численні кістки малих хребетних (гризунів), рештки мушлі, багатьох видів комах, жуків, паразитичних хробаків, блощиць, метеликів, павуків, слимаків, судинних рослин, мошок, насіння і гілок карликової берези, вільхи та інших представників тундрової флори. Польські вчені організували комплексні вивчення фауни і флори, частково їх результати були опубліковані у статтях, але Друга світова війна призупинила цей процес. Важливо відмітити, що Старунські знахідки інтенсифікували всебічне вивчення стратиграфії, палеонтології, палеогеографії, геохронології та інших аспектів четвертинного періоду – квартету. Варто нагадати, що у 1932 році Міжнародний геологічний конгрес заснував INQUA – Міжнародний союз з вивчення четвертинного періоду. Але основні методичні засади цього вивчення були закладені на матеріалах Старуні.*

***Ключові слова:** геологічна пам'ятка природи; моніторинг довкілля; геологічне середовище; мамонт; носоріг; техногеологічна карта; техносфера*

### Актуальність проблеми

Природно-заповідний фонд України включає кілька категорій захисту довкілля: пам'ятки природи, заказники, регіональні ландшафтні парки, національні природні парки, природні та біосферні заповідники [4]. Оцінку екологічного стану їх складових компонентів та екологічної ситуації на площі об'єктів та території пропонуємо виконувати методами моніторингу навколишнього середовища, який регламентується міжнародними стандартами і постановами Кабінету міністрів України та іншими директивними документами [1–3]. Для об'єктів природно-заповідного фонду категорії «пам'ятка природи», що мають, як правило, незначну площу, процедури моніторингу застосовуються вперше – на прикладі геологічної пам'ятки природи загальнодержавного значення «Старуні». І першим етапом повинна стати техногеологічна карта як основа геоекоекологічно-антропогенної системи.

### Із історії досліджень

Після перших знахідок мамонтової фауни у 1907 та 1929 рр. [9] вивчення Старуні відбувалось з великими перервами [14, 15].

У період між Першою і Другою світовими війнами, а також у післявоєнні 1945–1969 рр. на теренах Старуні і сусідніх площах розвідувались родовища озокериту (Старунське та Дзвиняцьке), які продовжували розроблятися, проводились інтенсивні пошуки нафти, але її родовища, у тому числі і у куполі Старунської складки, виявились занадто малими для промислової експлуатації [1].

У березні 1977 р. після землетрусу у горах Вранча (Румунія) на озокеритовому родовищі виник перший і поки що єдиний у Карпатах грязьовий вулкан, який додав Старунському палеонтологічному місцезнаходженню нового значення. Професори Івано-Франківського інституту нафти і газу доктори геолого-мінералогічних наук Надія Хрисанфівна Білоус та Веніамін Михайлович Клярівський [3] вивчали прояви грязьового вулканізму на Старуні протягом 1977–1988 рр. Їхні дослідження посприяли реєстрації цієї ділянки площею 60 га як геологічної пам'ятки природи загальнодержавного значення під назвою «Старуня», що охороняється місцевою владою. Геологічну пам'ятку природи «Старуня» створено постановами Ради Міністрів Української РСР від 21 березня 1984 року № 139 та Кабінету Міністрів України від 12 жовтня 1992 року № 583, а положення про пам'ятку затверджено наказом Міністерства екології та природних ресурсів України від 11 листопада 2014 року № 360.

У 1977–1980 рр. до вивчення Старуні долучились геологи О. М. Адаменко, О. Р. Стельмах, Г. Д. Стельмахович, Н. М. Шевчук, В. В. Коленченко та інші співробітники кафедри загальної геології ІФНТУНГ [1, 2]. До них приєднались палеонтологи Природознавчого музею АН України (м. Львів) Д. М. Драгант та інші [12]. У той же період археолог Інституту українознавства ім. І. Креп'якевича АН України Леонід Георгійович Мацкевий разом з археологами Івано-Франківського педагогічного інституту ім. В. Стефаника Б. А. Василенком та І. Т. Кочкіним провели розкопки навколо Старуні. Було виявлено кілька десятків стоянок давньої людини епох пізнього палеоліту, мезоліту та неоліту [5]. Це були стоянки наших предків – кроманьйонців, що у своєму розвитку вже досягли рівня *Homo sapiens* – людини розумної. Варто згадати, що у 1914 р. професор М. Ломницький писав про круглий отвір у черепі волохатого носорога, поруч з яким був знайдений уламок дерев'яного списа із загостреним кінцем.

У 1988–1989 рр. Івано-Франківський інститут нафти і газу вперше офіційно організував на Старунському грязьовому вулкані держбюджетні науково-дослідні роботи за фінансування Міністерства освіти і науки України під керівництвом О. М. Адаменка. Безпосередніми виконавцями теми були О. Р. Стельмах, Л. М. Михальська, І. Р. Михайлюк та інші працівники кафедри загальної геології (з 1989 р. – теоретичних основ геології). Крім досліджень динаміки функціонування грязьового вулкану, була виконана детальна топографічна зйомка масштабу 1:10 000 (кафедра інженерної геодезії, завідувач д.г.-м.н., професор Л. Я. Сайдаковський, безпосередній виконавець – к.т.н., доцент Р. Г. Пилип'юк), а також радіометрична зйомка (кафедра геофізики, завідувач – д.т.н., професор Б. Г. Тарасов, безпосередній виконавець – к.г.-м.н., доцент В. П. Степанюк). Максимальні показники радіації у 60 мкр/год. (у 4–5 разів вище ГДК) зафіксовані біля свердловини «Надія», де і нині горить газ [2].

Наближення дати 100-літнього ювілею (2007 р.) палеонтологічних знахідок у Старуні призвело до активізації міждисциплінарних досліджень. Вийшла

з друку монографія краківського професора Штефана Александровича «Старуня» [8]. Президент польського товариства «Геосфера» професор Краківської гірничо-металургійної академії ім. С. Сташиця Мацей Котарба запропонував професору Олегу Адаменку, який усі роки (з 1977 і донині) продовжував вивчати Старуню як ендеодинамічний полігон, розпочати спільні дослідження усіх процесів на цьому полігоні.

У 2004 р. були організовані дві українсько-польські експедиції (перша – у травні, а друга – у жовтні) за рахунок бюджетного фінансування Міністерства освіти і науки Польщі. На жаль, паралельний проект фінансування ІФНТУНГ не був підтриманий з боку аналогічного міністерства України. Результати досліджень обох експедицій опубліковані у 2005 р. у книзі «Polish and Ukrainian geological studies (2004–2005) at Starunia – the area of Discoveries of Wolly Rhinoceroses» за редакцією проф. М. Котарби [14]. Були висвітлені питання історії досліджень Старуні, охарактеризовані колекції палеонтологічних знахідок, археологічні дані, історія пошуків нафти та геологічної позиції місцезнаходження мамонтової фауни, роль покладів солі міоцену у формуванні структури надр, геоморфологічна та неотектонічна ситуація, голоценові тераси р. Великий Лукавець, осадові породи та дендрохронологія захоронених дерев, а також розпочатих тоді широких геофізичних та геохімічних досліджень і визначень абсолютного віку радіокарбонним методом. Тоді ж вперше була опублікована ідея О. М. Адаменка про створення у Старуні Парку Льодовикового періоду [2].

У 2005 р. була проведена наукова конференція у Кракові, а у 2008 р. – в Івано-Франківську. Вони були присвячені 100-річчю палеонтологічних знахідок, з екскурсіями до Старуні, з широким обговоренням наукових результатів експедицій 2004–2005 рр. та їх висвітленням у кількох збірках матеріалів та засобах масової інформації.

Черговий етап міждисциплінарних досліджень Старуні відбувся у 2006–2009 рр., коли під керівництвом професорів М. Котарби та О. Адаменка вдалось організувати буріння кількох десятків свердловин зі 100-відсотковим відбором керну для детального вивчення четвертинних відкладів. Продовжувались також геолого-геоморфологічні, геохімічні, геофізичні дослідження, особливо важливим було визначення ізотопів вуглецю у вуглеводневих сполуках з метою встановлення природи вуглецю: чи «прийшов» він з глибин разом з нафтою, чи утворився при перетворенні четвертинних органічних решток мамонтової фауни та тундрової флори.

Результати цих досліджень опубліковані у науковій збірці «Interdisciplinary studies (2006–2009) at Starunia (Carpathian region, Ukraine) – the area of discoveries of Wolly Rhinoceroses» (Annales Societatis Geologorum Poloniae, vol. 79, no. 3, Krakow, 2009: С. 217–480). Основні досягнення викладені у 17 статтях і стосуються геологічного середовища, геоморфології, літології, стратиграфії та палеогеографії верхньоплейстоценових та голоценових відкладів, їх палінологічної палеоботанічної характеристики, радіокарбонного датування, опису макрорешток рослин та фауни мушлів, хроностратиграфії та змін довкілля за період пізнього плейстоцену і голоцену, а також досліджень методами електрондування, гравірозвідки і мікрогравіки, геохімічних аналізів газів, ізотопів вуглецю, мікробіологічної характеристики четвертинних відкладів та бітумів [15].



Важливим результатом було виявлення найсприятливішої ділянки, де могли на глибині зберігатися ще не знайдені рештки велетенських ссавців і навіть кроманьйонців плейстоцену. Локалізовано місцезнаходження конкретних колонкових свердловин, пробурених у 2007–2008 рр., де товщина захоронених боліт плейстоцену досягає 2 м і де є достатня кількість консервантів (солі та бітуму). Тому пошуки волохатих носорогів та мамонтів повинні бути продовжені буровим та кар’єрним способом [2].

З 2016 р. і донині тривають польові дослідження Старунського геодинамічного полігону геологами ІФНТУНГ Т. В. Калиній, В. Г. Омельченком, Г. Д. Стельмахович, М. І. Мосюком, Д. О. Зоріним, К. О. Радловською разом з майбутніми магістрами – геологами та екологами під керівництвом професора О. М. Адаменка. Виконано дешифрування космічних та аерофотознімків, а також знімків з малих висот з використанням безпілотного дрона. Відібрані проби на визначення забруднювачів у геологічному середовищі, ґрунтах, поверхневих водах, опадах снігу та рослинності. Результати цих робіт викладені у пропонованій статті.

### Виклад основного матеріалу

Старунський геодинамічний полігон – геологічна пам’ятка природи «Старуня» (рис. 1) розташована на площі 60 га на південно-західній околиці с. Старуня Богородчанського району Івано-Франківської області. Це – територія розробки озокеритового родовища, яку називали «Фабрика» або «Ропище». У тектонічному відношенні полігон відноситься до Бориславсько-Покутської зони Передкарпатського прогину – основного нафтопромислового регіону Карпатської нафтогазоносної провінції. Більш детально – це апікальна частина Старунської антиклінальної складки, яка після геологорозвідувальних робіт виявилась несприятливою для видобутку нафти або газу.

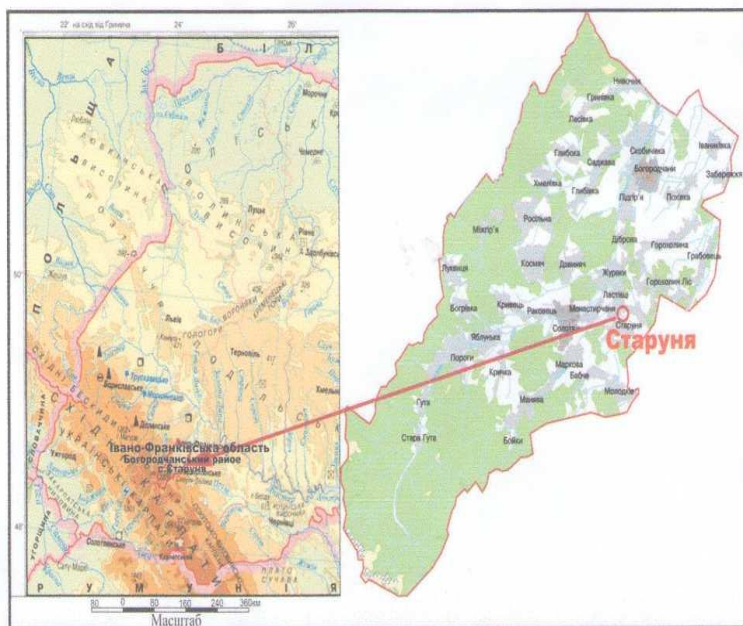


Рис. 1 – Оглядова карта розміщення Старунського геодинамічного полігону та грязьового вулкану

Геологічний розріз дочетвертинних відкладів Старунської складки представлений (знизу вверх):

– флішова товща верхньої крейди – нижнього міоцену – багаторазове ритмічне чергування пісковиків, алевролітів, аргілітів різного кольору (стрийська та менілітова світи);

– моласова товща міоцену – пісковики, алевроліти, зцементовані солями, часто перетвореними у брекчію, просіченою жилами озокериту (воротищенська світа).

Четвертинні відклади Старунського місцезнаходження були у центрі уваги дослідників у останні роки. Геологи та екологи ІФНТУНГ Т. В. Калиній, В. Г. Омельченко, Г. Д. Стельмахович, М. І. Мосюк, Д. О. Зорін, К. О. Радловська під керівництвом О. М. Адаменка вперше побудували техногеологічну карту та схему взаємовідношень плейстоценових утворень (рис. 2) [7].

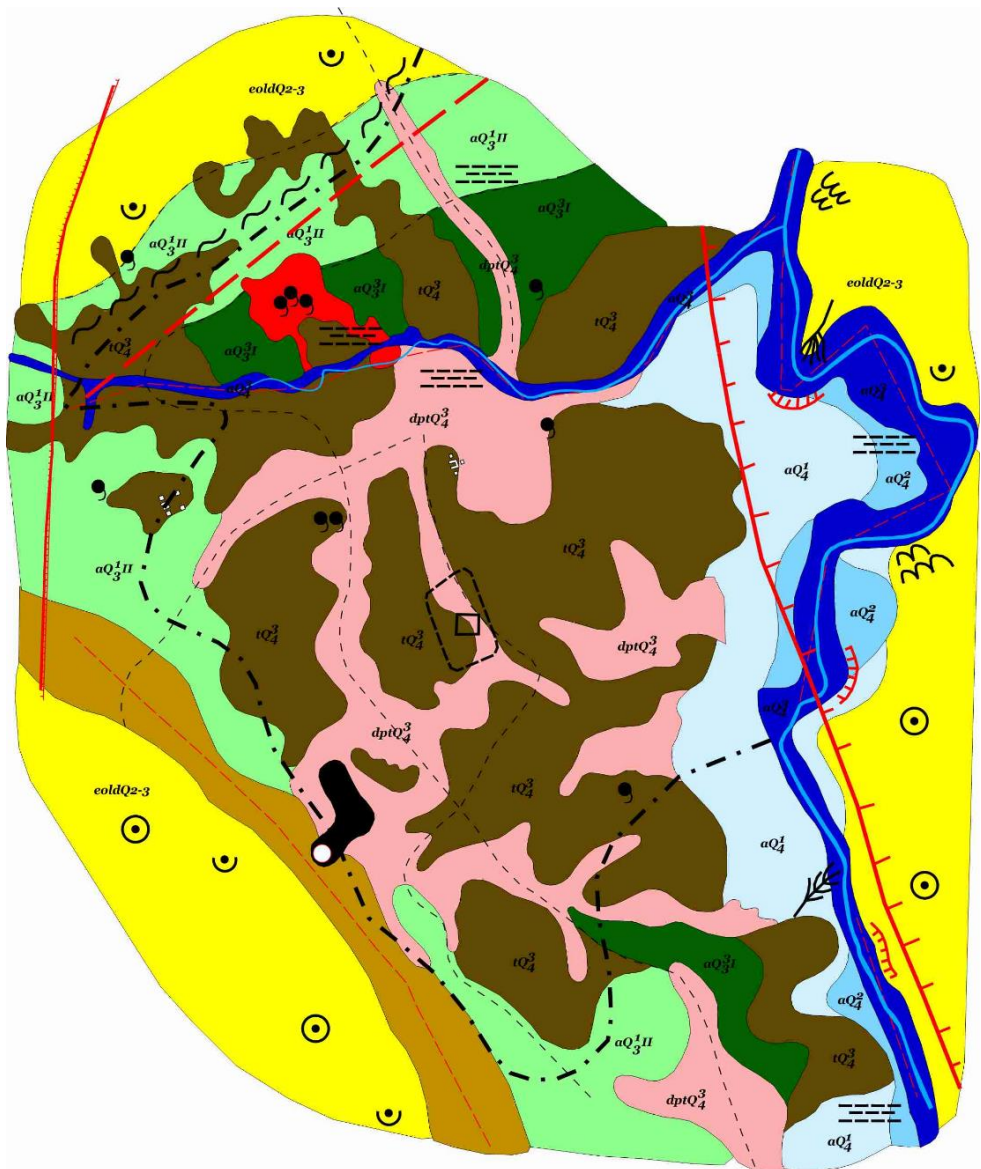




Рис. 2 – Техногеологічна карта Старунського геодинамічного полігону

Південно-західну частину території пам'ятки займає схил вододілу. Такий же схил розташований вздовж східного кордону полігону. Між ними – долина р. Луковець Великий. Схили складені середньо-верхньоплейстоценовими еолово-делювіальними eoldQ<sub>2-3</sub>, так званими покривними відкладами вододільних межеріч та схилів річкових долин. Вони представлені 5–15-метровими товщами лесів, лесоподібних суглинків та супісків, глин з лінзами щебеню та піску.

У підніжжі схилу вузькою смугою розвинуті верхньоплейстоцен-голоценові делювіальні відклади dQ<sub>3-4</sub>, що відділяють схил вододілу від поверхні II надзаплавної тераси аQ<sub>3</sub>II, яка складена русловими гальковиками та пісками і заплавленими намулами.

Перша надзаплавна тераса аQ<sub>3</sub>I представлена русловими гальковиками з тонкими лінзами намулів, часто бітумізованих, торфу та суглинків з включеннями гальки. У низах I тераси, серед 1–2-метрової товщі давнього

болота, у шахті (копальні) №4 (мамонтова) знайдені муміфіковані рештки волохатих носорогів та мамонта. Вік I тераси визначено як друга половина пізнього плейстоцену (дофіновський та причорноморський горизонти) [6, 11].

Голоценова частина розрізу Старуні представлена алювієм трьох заплавних терас:  $aQ_4^1$  – нижній голоцен, висока заплава, піски, гравій, суглинки, глини, намули, товщиною до 2–3 м;  $aQ_4^2$  – середній голоцен, середня заплава, піски, намули товщиною 0,5–1 м;  $aQ_4^3$  – верхній голоцен, низька заплава, піски, суглинки, супіски товщиною 0,5–1 м.

Переходимо до характеристики спорово-пилкових (палінологічних) діаграм, які визначають вік четвертинних відкладів. За даними R. Stachowicz-Rybka, W. Granoczewski, F. Hynowicka-Czmielewska [19], які аналізували проби, а відбір їх виконували аналітики та Г. Д. Стельмахович, М. І. Мосюк під керівництвом О. М. Адаменка.

### Методи дослідження

Матеріали для палінологічних досліджень відібрано восени 2007 та навесні 2008 рр. шляхом буріння понад 40 свердловин діаметром 6–12 см. Палінологічні аналізи проведено для трьох свердловин 4', 22 і 28 та відслонення VL – 1 (рис. 3–6).

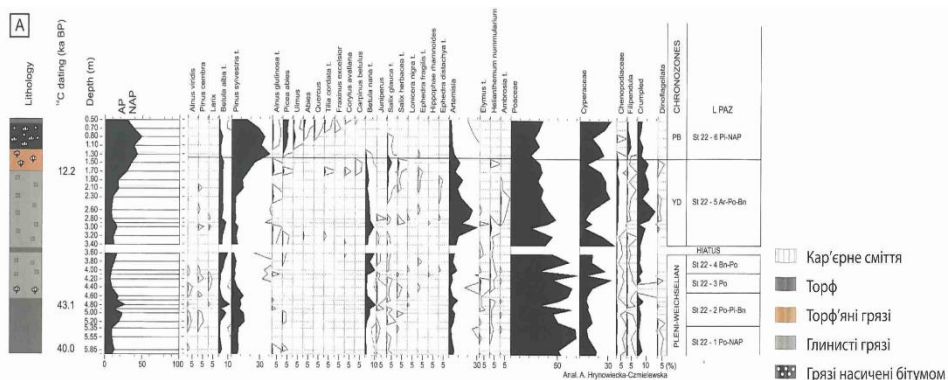


Рис. 3

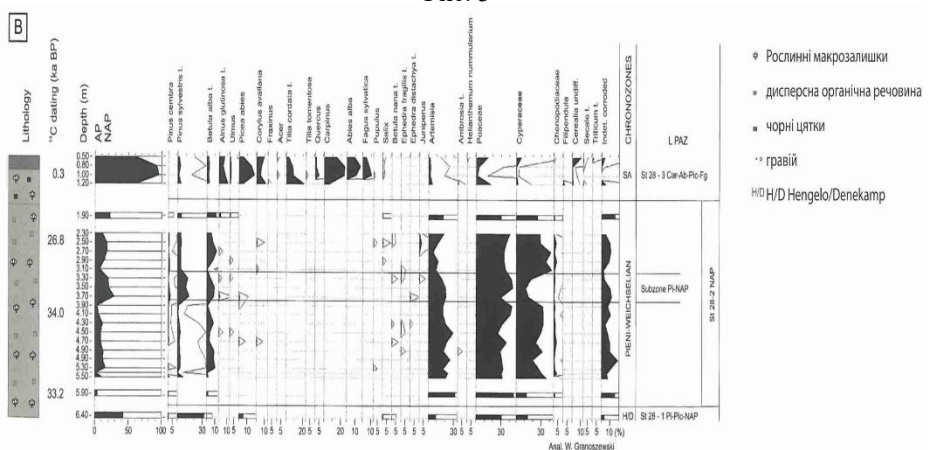


Рис. 4

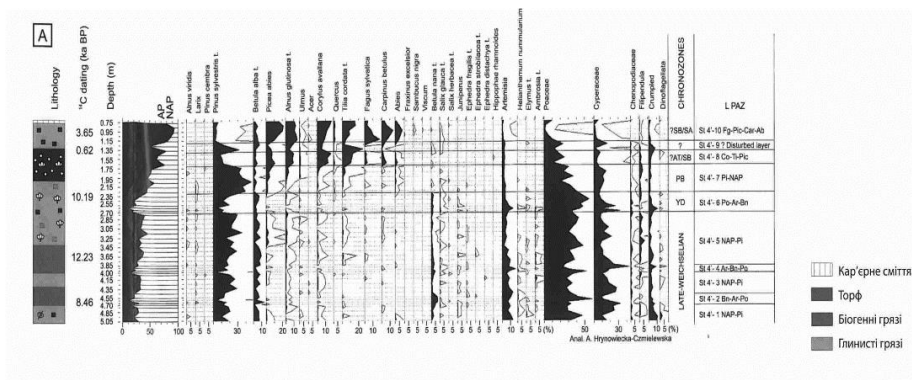


Рис. 5

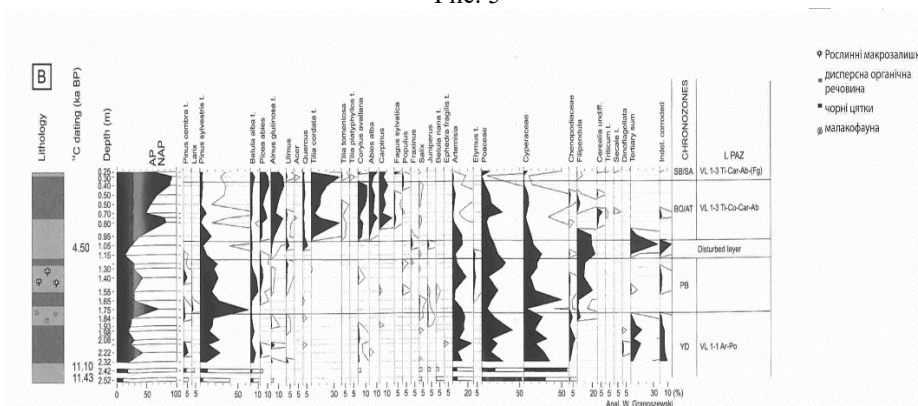


Рис. 6

Рис. 3–6 – Палінологічні діаграми [15, 19]

Зразки макроскопічних рослинних решток відібрано так, що кожен такий зразок для аналізу пилку брали із середини 10-сантиметрового розрізу (Stachowicz-Rybka та ін., 2009) [19]. Процес лабораторної підготовки відкладів до аналізу (1 см<sup>3</sup>) охоплює два етапи. Перший – це видалення бітумів. Здрібнені зразки занурено у нетоксичний поверхнево-активний реагент Rokanol DB7 і промито 10% розчином етанолу. Мацерація зразків забезпечила відокремлення пилкових зерен одне від одного. Другий етап – це додавання індикатора (спори лікоподій *Lycopodium spores*) та обробка 10% хлоридною кислотою (хлороводень HCl). Щоб видалити гумінові кислоти, зразки прокип'ятили у 10% розчині гідроксиду калію (KOH). Згодом їх промили у воді понад десять разів. У випадку, коли зразки відкладів дуже сильно просочені бітумом, промивання Rokanol DB7 повторювали. Відокремлення спороморфів (викопні спори, пилкові зерна) від мінеральних компонентів здійснено флотаційним методом. Підкислений осад оброблявся розчином хлорид цинку (ZnCl<sub>2</sub>) густиною 1,98 г/мл і центрифугувався протягом 20 хвилин при 2000 об/хв. Після використовували метод Ердтмана: промивка спиртом, обробленим безводним гліцерином.

Пилкові зерна погано збережені – загальна кількість від 100 до 600 і більше. В основному це – дерева, кущі, пилко наземних рослин. Спори та пилко місцевої рослинності розраховано щодо основної кількості. Пилкові діаграми побудовані за допомогою комп'ютерної програми POLPAL для Windows (рис. 3–6).

## Аналіз результатів

Палінологічний аналіз дозволив визначити стадії розвитку рослинності епохи Вейхселівського зледеніння (Віслінський період) (*Pleni – Weichselian*) пізнього плейстоцену (*Late Glacial*) і голоцену (*Holocene*) (табл. 1). Найдавніші з них зафіксовано у геологічних розрізах свердловин 22 і 28.

## Пізній Плейстоцен

**Епоха Вейхселівського зледеніння (*Pleni – Weichselian*).** Радіовуглецеве датування органічних відкладів із нижньої частини розрізу свердловини 22 (глибина 5,85 м) показало  $40\,000 \pm 700$  років до сучасності, а зразок з глибини 4,8 м, датується як  $43\,100 \pm 700$  років до сучасності. Отримані дати дають змогу віднести нижню частину геологічного розрізу до середини епохи *Pleni – Weichselian* (Behre, 1989) [10].

**Стадіальна фаза *Lattrop* середнього *Pleniglacial*.** Свердловина 22 – зразок 1 (глибина 5,85–5,35 м).

**Початок наступного інтерстадіалу *Hengelo*.** Свердловина 22 – зразок 4 (глибина 4,10–3,90 м) (табл. 1). Цей рівень охоплює початок чергових кліматичних змін в бік потепління. Зменшення тундрових рослин берези карликової, осокових, а також збільшення дерев – берез сигналізують про зволоження клімату. Можливо, це початок нової інтерстадіальної епохи *Hengelo*.

Таблиця 1 – Стратиграфічна схема пізнього плейстоцену (*Weichselian*) Західної Європи [10]

| Хроностратиграфія    |        |                                    | Вік початку,<br>тис. років | Киснево-ізотопні<br>зони, OIS |     |
|----------------------|--------|------------------------------------|----------------------------|-------------------------------|-----|
| Stadial Interstadial |        |                                    |                            |                               |     |
| Holocene             |        |                                    | 10.2                       | 1                             |     |
| Weichselian          | LATE   | Younger Dryas Bölling -<br>Allered | 13.0                       | 2                             |     |
|                      |        | LATE                               | 28                         |                               |     |
|                      | MIDDLE | Denecamp                           | 59                         |                               | 3   |
|                      |        | Hunnelorg                          |                            |                               |     |
|                      |        | Hengelo                            |                            |                               |     |
|                      |        | Hasselo Moershoofd                 |                            |                               |     |
| Lattrop              | 11     | 5 a-d                              |                            |                               |     |
| Glinde               |        |                                    |                            |                               |     |
| Ebersdorf            | 73     | 4                                  |                            |                               |     |
| Oerel                |        |                                    |                            |                               |     |
| ERLY                 | EARLY  | Schalkholz                         | 11                         | 5 a-d                         |     |
|                      | ERLY   | Oddreade                           |                            |                               | 11  |
| Rederstall           |        | 11                                 | 5 a-d                      |                               |     |
| Heming               | 11     |                                    |                            | 5 a-d                         |     |
| Brörup               |        | 11                                 | 5 a-d                      |                               |     |
|                      | Eemian |                                    |                            | 129                           | 5 e |

**Інтерстадіал *Hengelo*.** Свердловина 28 – зразок 1 (глибина 6,40 м). Пилкові спектри [19] відображають безлісовий відкритий ландшафт. Домінування рослинних угруповань пасовищного типу підтверджено високою часткою пилку злакових (*Poaceae*), полину (*Artemisia*), лободових (*Chenopodiaceae*) та інших трав'янистих рослин. Вологіші місця займали карликові чагарники тундри, де росли береза карликова (*Betula nana*), вільха зелена (*Alnus viridis*), осокові (*Cyperaceae*). Зафіксовані залишки цанікелії болотної (*Zannichellia palustris*) та жовтецю водного (*Batrachium sp.*) свідчать про мілководдя евтрофних водойм. Простежено очеретяне угруповання, рогіз (*Typha sp.*), ситник (*Juncus sp.*), а на вологіших або замулених тимчасово пересихаючих ділянках берегів виявлено рештки череди трироздільної (*Bidens tripartita*).

**Інтерстадіал *Moershoofd*.** Свердловина 22 – зразок 2 (глибина 5,35–4,60 м) (табл. 1). Помітне поширення сосни та берези передувало розповсюдженню карликової чагарникової тундри і відображає потепління. Спочатку відбулося збільшення вологості з подальшим підвищенням температури. Свідченням цього є поява серед водних угруповань рдесту ниткоподібного (*Potamogeton filiformis*), а також розвиток на вологих та торфових болотних ділянках тризубця морського (*Triglochin maritimum*), ситнягу болотного (*Eleocharis palustris*), ситнику (*Juncus sp.*) і численних видів осоки (*Carex*). Ймовірно, що період поліпшеного клімату тривав недовго, про що свідчить невелике збільшення частки пилку сосни та берези [19].

**Стадіальна фаза *Hasselo*.** Свердловина 22 – зразок 3 (глибина 4,40–4,10 м) (табл. 1). Похолодання з домінуванням степових угруповань виражено збільшенням злакових і ялівцю (*Juniperus*) й зниженням пилку сосни і берези, відображаючих існування арктичного клімату з континентальним впливом. Про це також свідчить зникнення водних рослин та збіднення рослинності на вологих ділянках як за кількістю, так і за видовим складом.

Цей рівень характеризується розвитком лісостепових угруповань, де переважають сосна звичайна (*Pinus sylvestris*) і ялиця (*Picea*). Степові угруповання домінували в ландшафті, що підтверджено появою трав й осок. Наявність пилку осокових й берези карликової свідчить про появу тундрових угруповань наступного стадіалу *Hunnelorg*.

**Інтерстадіал *Denecamp*.** Свердловина 28 – зразок 2 (глибина 5,90–1,90 м) (табл. 1) [15, 19]. Накопичення відкладів відбувалося в умовах відкритого ландшафту. Степові угруповання представлені травою, бур'янами типу полин, а також низкою трав'янистих: лободові, ефедри (*Ephedra fragilis* та *Ephedra distachya L.*). Ділянки підвищеної вологості зайняті залишковою рослинністю тундри, включаючи березу карликову та осокові. Деревна рослинність представлена деревами берези. Спостерігаємо незначне збільшення сосни звичайної. Така зміна рослинності була наслідком потепління та сухості клімату. Радіовуглецеві датування: 33,2; 34,0; 26,8 тис. р. [15].

**Інтерстадіал *Alleröd*.** Свердловина 4' – зразки 1–5 (глибина 5,05–2,75 м) (табл. 1) [19]. Потепління у річковій долині Великий Лукавець розпочинається зі зменшення відкритих ареалів степових та степово-тундрових угруповань. Поширення злакових та полину, а також представників родини айстрових (*Asteraceae*) і сонцесвіту звичайного (*Helianthemum nummularium*) стало характерним для угруповань й засвідчує наявність сухого, континентального клімату. Окрім того, відкритість ландшафту підтверджено наявністю ялівцю, ефедри (*Ephedra fragilis*, *E distachya*, *E strobilacea*) і обліпихи звичайної

(*Hippophae rhamnoides*). Тундрові угруповання залишалися на висотах рельєфу і представлені березою карликовою, осоковими разом із плаунком плауноподібним (*Selaginella selaginoides*) і плаунчиком швейцарським (*Selaginella helvetica*). Сосна та береза, ймовірно, утворювали бореальні ліси, у яких зустрічаємо й модрина та ялину. Частка останніх значно зросла у молодшій (верхній частині інтерстадіалу). Жовтець водний свідчить про водне походження відкладів, а також про теплі кліматичні умови в кінці аллереу. У воді росли рдест ниткоподібний і цанікелія болотна. На берегах були очеретяні угруповання, де також спостерігаємо осокові та ситняг.

Варто зауважити, що помітне поширення степово-тундрових рослинних угруповань спостерігаємо у зразку 4 (глибина 4,0–3,90 м), що пов'язано з наближенням Пізнього Дріасу. У розрізі свердловини 4, розташованої на відстані менше 2 м від свердловини 4', відклади відповідної глибини виступають показниками холодного клімату та заболочених місць, типових для Пізнього Дріасу. Радіовуглецева дата (12, 23 тис. р.) – зафіксована на глибині 3,5 м розрізу 4.

## Голоцен

**Похолодання Пізній Дріас (*Younger Dryas*).** Свердловина 4' – зразок 6 (глибина 2,70–2,35 м). Свердловина 22 – зразок 5 (глибина 3,40–1,5 м). Відслонення VL – 1, зразок 1 (глибина 1,52 – 1,84 м) [19]. Охолодження клімату призвело до поширення степових та степово-тундрових рослинних угруповань з домінуванням злакових, осокових, полину і лободових. Степовий характер засвідчують пирійник (*Elymus*), сонцесвіт звичайний і представники родини айстрових *Asteraeae* (пилкок амброзії *Ambrosia*, айстри *Aster*, ромену *Anthemis*), цикорієві (*Cichorioideae*). Поширеність берези карликової, верби трав'яної і трав'янистих рослин підтверджують наявність карликової чагарникової тундри. Деревний пилкок, ймовірно, транспортовано з дальших відстаней. Модрина (*Larix*), вільха зелена, сосна кедрова європейська (*Pinus cembra*), ялівець, обліпіха звичайна, чорноплідна жимолость (*Lonicera nigra*), ефедра двоколоса (*Ephedra distachya*) і (*Ephedra fragilis*) трапляються спорадично. У верхній частині розрізу частка сосни і ялівця зростає, що свідчить про незначне збільшення деревного покриву й покращення клімату, зокрема вологості. У мілкому водоймищі росте цанікелія болотна, жовтець, а також очерет, що домінує над рогозом.

**Пребореальний період (*Preboreal*).** Свердловина 4' – зразок 7 (глибина 2,25–1,75 м). Свердловина 22 – зразок 6 (глибина 1,30–0,50 м). Відслонення VL – 1, зразок 2 (глибина 1,84 – 1,25 м) [19]. Поліпшення клімату спричинило швидке поширення лісових угруповань із домінуванням сосни звичайної, ялини і модрини. Починають з'являтися термічно вимогливі дерева, такі як: в'яз (*Ulmus*), дуб (*Quercus*), липа дрібнолиста (*Tilia cordata*), вільха чорна (*Alnus glutinosa*) і ліщина звичайна (*Corylus*). Невелика частка пилку ялиці білої (*Abies alba*) свідчить про транспортування пилку з дальших відстаней. Такі рослинні таксони підтверджують початок лісових зон. Угруповання відкритої рослинності з травами, родиною лободових ще поширені, але супроводжуються збільшенням кількості гадючника (філіпендула *Filipendula*), птеридорфітів (*Filicales monoete*), а також осокових. Це указує на вологолюбні рослинні угруповання.



**Бореальний і Атлантичний період *Boreal and Atlantic*.** Свердловина 4' – зразок 9 (глибина 1,65–1,45 м). Відслонення VL – 1, зразок 3 (глибина 1,25–0,40 м) [19]. Домінування лісових угруповань з ліщиною звичайною і липою дрібнолистою указують на поліпшення клімату та подальшу стабілізацію рослинних зон. Зауважимо, у деревостанах передгірної зони виявлено чималу частку липи. В'яз, дуб і граб (*Carpinus*) свідчать про рідкісні змішані листяні ліси. Річкові долини зайняті рослинними угрупованнями, представленими вільхою чорною, гадючником, осоковими і багатоніжковими у підліссі. Нижню лісову зону представлено буком (*Fagus*) і ялицею, а верхню – ялиною. Відкриті рослинні угруповання низькопродуктивні, але присутні. Основні компоненти представлено злаковими і полином. Виявлено пилок зернових культур (культурних злаків), а саме: пшениці (*Triticum*) і жита (*Secale*).

**Суббореальний період *Subboreal*.** Свердловина 4' – зразок 5 (глибина 1,65–1,45 м). Відслонення VL – 1, зразок 4 (глибина 0,40–0,25 м) [19]. Ймовірно, що у цей період відбулося формування гірських лісових зон, які нагадують сучасні. У передгірській зоні домінують липа й граб, а також зустрічається ліщина звичайна, клен (*Acer*), ясен (*Faxinus*) і липа широколиста. У підліссі переважають бузина чорна (*Sambucus nigra*) і крушина ламка (*Fangula*). На вологих ділянках росте вільха. Виявлено тис (*Taxus*), вербу і ясен. Буково-ялицеві ліси утворювали нижню гірську зону, а хвойні дерева – верхню. Присутні сліди вирощування зернових культур. Радіовуглецеве датування –  $625 \pm 50$  років [15].

**Субатлантичний період *Subatlantic*.** Свердловина 28 – зразок 2 (глибина 5,90–1,90 м) [15]. Субатлантичний період характеризується відкритістю ландшафту, яка виражена збільшенням пилку трав'янистих рослин, зокрема полину, злакових культур, включаючи пшеницю, жито, гречку (*Fagopyrum*). Виявлено низку рослинних таксонів, пов'язаних із діяльністю людини, наприклад: подорожник ланцетолистий (*Plantago lanceolata*), подорожник великий (*Plantago maior*), подорожник середній (*Plantago lmedia*), спориш звичайний (*Polygonum aviculare*).

## **Порівняння результатів з іншими регіонами**

У південно-східній частині Польщі віслінські відклади не вивчені. У басейні річки Дністер (Галицький район) є декілька розрізів лесів і викопних ґрунтів, палеозоїв, вік яких охоплює інтервал від раннього віслінського до історичного часу (Komař, 2002) [13], (Boguckuj & Lanczont, 2002) [11]. У верхніх шарах Єзупільського розрізу зафіксовано зміни рослинності, які вказують на послідовність подій Weichselian Interpleniglacial у вигляді інтерстадіальних бурих ґрунтів. Результати палінологічних досліджень показують, що після періоду панування трав'янистих рослин, у тому числі ксерофітів і галофітів, у цьому регіоні розпочинається розвиток розрідженого соснового лісу з невеликим компонентом листяних дерев. Розріз відповідає ґрунтовому горизонту Дубно. Геоморфологічний аналіз Колодіївського розрізу (Boguckuj & Lanczont, 2002) [11] дав змогу описати детальну стратиграфію Interpleniglacial. Виокремлено два рівні субарктичних бурих ґрунтів, а саме: Дубно 2 – старіший, і Дубно 1 – молодший, який виник у міжстадіальних умовах. Виявлено також шар лесів, який їх відокремлював і розвивався

у стадіальних умовах. Окремі пласти басейну р. Дністра у Галицькому районі відповідають середині Weichselian Pleniglacial.

У розрізі з Жохова поблизу Мелека (Srodon, 1976) [18], де знайдено скелет мамонта (*Mammuthus trogontherii*), датованого 50 000 – 56 000 років до сучасності, лісостеп відповідає періоду Brörup Interstadial (Early Weichselian). У ландшафті переважають рідкісні соснові ліси, ялівець та угруповання трав'янистого степового типу з численними світлолюбними рослинами. У долині річки росли вільхи, сосни, ялини, берези і хміль звичайний (*Humulus Lupulus*).

Розріз села Бжезьниця (Brzeźnica, Польща) на р. Віслока (Wisłoka), яке розташоване у 15 км від Rzochów (Mamakowa & Staekel, 1974) [16], також представлено лісостеповим ландшафтом, а відклади датовано 35 965 ± 1000 років до сучасності – Hengelo Interstadial (Brzeznicza B) та 27 990 ± 1 415 років до сучасності – Denekamp Interstadial (Brzeznicza A). Серед домінуючих рослин – сосна кедрова європейська, модрина, ялівець, також виявлено ефедру двоколосу. Угруповання карликових тундрових чагарників з березою карликовою і вербою полярною (*Salix polaris*), а також злакові та полин відіграють значну роль. Як у Старуні, так і в Бжезьниці відклади голоцену лежать вище Віслінського періоду (Pleni – Weichselian). Стовбур граба датовано суббореальним періодом (3,380 ± 65 років до сучасності). У той час панували грабові ліси з дубом і буком, а в долині річки – вільхові ліси з липою і березами.

Низи відкладів с. Лазек (Łązek, Польща) поблизу Заклікува (Zaklików) на р. Санна (Sanna River) [19] датуються 25,580 (± 3 270–2 420) років до сучасності, що відповідає верхньому Віслінському періоду (upper Pleni – Weichselian). Пилкові дослідження вказують на наявність рослинного покриву паркового типу тундри з погано диференційованими ділянками сосново-модринового лісу. Розвиваються степові угруповання з великою кількістю трав'янистих і світлолюбних рослин, наприклад: полин, лободові, ладанникові (*Helianthemum oelandicum*), льон австрійський (*Linum austriacum*) і ефера двоколоса.

Вік підшви торф'яних відкладів з Jasło Bryły (Польща) [17] датовано 45 000 років до сучасності – Hengelo Interstadial, верхівка верхнього шару – 34 000 ± 1 000 років до сучасності та 35,300 ± 1,500 років до сучасності. На території Ясло у Віслінському періоді (Pleni – Weichselian) переважає тундра – парк із модриною, сосною кедровою європейською, ялівцем і подекуди вільхою зеленою, яка поступово перетворюється на відкритий ландшафт з домінуючими травами, осоками, світлолюбними рослинами, наприклад: ребро насінник гірський (*Pleurospermum austriacum*), сонцесвіт звичайний та ін. На вологіших ділянках зустрічається береза карликова, сосна кедрова європейська і модрина.

Найповніші палінологічні дані із с. Старуня мають аналоги у Бещадах. На територіях Вижня Тернава I і II (Tarnawa Wyzna, Польща) [19] представлено родинні угруповання раннього Дріасу (Older Dryas, Late Weichselian) субатлантичного періоду. У шарах Allerød переважають рідкісні соснові ліси з сосною кедровою європейською, модриною і ялівцем. Похолодання у Пізньому Дріасі призвело до панування відкритої рослинності з домінуванням трав. Серед продуктивних видів виявлено айстрові, а непродуктивних – сосна звичайна, сосна кедрова європейська, модрина і ялівець. Пребореальний

період охарактеризовано збільшенням частки сосни й зменшенням трав'янистих рослин. У лісах бореального періоду панують в'яз, береза і вільха. В атлантичний період росли ліщина звичайна, дуб і липа дрібнолиста. Бук домінує, починаючи з суббореального і до субатлантичного періоду, разом із грабом і ялицею. Інші ділянки Бещад (Ralska – Jasiewi – szowa, 1980) описують рослинну послідовність від атлантичного періоду – територія Смерек і Заколе (Smerek, Zakole, Польща), суббореального періоду – територія Смолник і Волосате (Smolnik, Wolosat, Польща), до субатлантичного періоду.

У пилкових розрізах с. Старуня виявлено відклади, які віднесені до бореального періоду, наприклад пилко ялиці. З одного боку, його низький відсоток (< 1%) свідчить про транспортування з дальших відстаней, але й місцеві насадження ялиці у цій частині Карпат не можна виключати. З іншого, поява такого пилку потребує детальнішого дослідження відкладів цього періоду на території України.

## Висновки

Екологічні дані щодо четвертинних відкладів у межах річкової долини Великий Лукавець свідчать про окремі відповідності з даними, отриманими під час досліджень польських Карпат. Незначні відмінності, перш за все це домінування відкритих рослинних угруповань, обумовлені географічним положенням, а також впливом більш континентальних кліматичних умов на рослинність досліджуваної ділянки.

Розвиток рослинних угруповань Віслінського періоду (Pleni – Weichselian) як у холодніші (стадіали), так і тепліші періоди (інтерстадіали) чітко репрезентують розвиток рослинних співтовариств відомих як тундростеп, а також їхнє домінування у річковій долині Великий Лукавець на той час. Безсумнівно, що й у масштабі всієї площі Українських Карпат переважає тундростеп. Такий рослинний покрив характерний і для ділянок, де були знайдені ссавці епохи плейстоцену.

Історія розвитку рослинності у період голоцену на території Західної України у порівнянні з Польщею виявилась динамічнішою, що пояснюється близькістю до Карпатських і Балканських рефугіумів. Поширення липи, ялиці і буку було швидким і відбувалося майже одночасно, однак на території Польщі ці дерева з'являються значно пізніше, а їхнє поширення триває у межах довшого часового інтервалу.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Адаменко О. М. Старуня: Парк Льодовикового періоду / О. М. Адаменко, О. М. Карпаш, Д. О. Зорін, М. Й. Котарба, І. В. Мосюк, І. І. Ковбанюк. – Івано-Франківськ: Голіней О. М., 2017. – 212 с.
2. Адаменко О. М. Парк Льодовикового періоду / О. М. Адаменко, О. М. Мандрик, М. І. Мосюк, Д. О. Зорін, І. І. Ковбанюк. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2019. – 162 с.
3. Белоус Н. Х. Чудо – Старуня / Н. Х. Белоус, В. М. Кляровский // Геологические памятники Украины. – К.: Наукова думка, – 1987. – С. 48–49.
4. Екологічна енциклопедія: у 3 томах. – К.: Центр екологічної освіти та інформації, 2007. – Т. 2: Є – Н. – 417 с.

5. Мацкевий Л. Г. Археологічні дослідження в Старуні: підсумки та перспективи / Л. Г. Мацкевий, Г. І. Панахид // Матеріали II Міжнародної наукової конференції до 100-річчя першої знахідки мамонта і волохатого носорога в Старуні у 1907 р. // В кн.: Викопа фауна і флора останнього зледеніння. – Краків: Akapit, 2007. – С. 25–28.
6. Матвіїшина Ж. М. Просторово-часова кореляція палеогеографічних умов четвертинного періоду на території України / Ж. М. Матвіїшина, Н. П. Герасименко, В. І. Передерій та ін. – Київ: Наукова думка, 2010. – 192 с.
7. Adamenko O. M. 2019. The Upper Pleistocene stratigraphy of the Starunya site as a «bridge» between the stratigraphical frameworks of Western Europe and the plain area of Ukraine. – *Jornal of Geology, Geography and Geoecology*, 28 (2): 213 – 220.
8. Alexandrowicz, S. W., 2004. Starunja and the Quarternary research in the tradifion and initiatives of the Polish Academy of Arts and Sciences. *Studia I materialy do dziejoe Polskej Akademii Umiejtnosci. Polish Academy of Arts and Sciences.* – Krakow, 3: 216 pp. (In Polish, English summary).
9. Bayger, J. A., Hoyer, H., Kiermik, E., Kulezynski, W., Zomnicki, M., Zomnicki, I., Mierzejewski, W., Niezabitowski, E., Raciborski, M., Szafer, W., Schille, F., 1914. *Wykopaliska Starunskie. Muzeumim Dzieduszyckich wo Lwowie*, 15: 386 pp. (In Polish only).
10. Behre, K. E., 1989. Riostatigraphy of the last glacial period in Europe. *Quaternary Science Review*. 8: 25 – 44.
11. Bogucki, A., Zanczont, M., 2002. Zoess stratigraphy in the Halič Prydnistrov'ja region. (In Polish, English summary): In: Madeyska, T. (ed.). *Loess and Palaeolithic of the Dnister River Basin Halič Region (Ukraine)*. *Studia Geologica Polonica*, 119: 315 – 328.
12. Chernobay, Y. M., Drygant, D. M., 2009. The Starunia collections in the Natural History Muzeum of the National Academy of Sciences of Ukraine in Lviv. *Geoturystyka*, nz 3 (18): 45 – 50.
13. Komar, M., 2002. Pollen analysis of the Upper Pleistocene loesses and paleosoils in the Yezupil and Halič sites. (In Polish, English summary). In: Madeyska, T. (ed.), *Loess and Palaeolithin of Dnister River basis Halič Region (Ukraine)*. *Studia Geologica Polonica*, 119: 245 – 251.
14. Kotarba, M. J. (ed), 2005. Polish and Ukrainian geological studies (2004–2005) at zhinoceroses. Polish Geological Institute and Society of Research on Environmental Changes «Geosphere», Warszawa – Krakow: 218 pp.
15. Kotarba, M. J. (ed), 2009. Interdisciplinary studies (2006–2009) at Starunia (Carpathian region Ukraine) – the area of discoveries of wooly zhinoceroses. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 79 (3). – 217–480.
16. Mamakowa, K., Starkel, I., 1974. Wew data about the profile of Quaternary deposits at Bzzeznicza on the Wisloka River the Carpathian Foreland. *Studia Geomorphologia Carpatho – Balanica*, 8: 47 – 53.
17. Mamakowa, K., Wojcik, A., 1987. Osady organiczne środkowego Vistulianu w Jasle – Brytach (dolina Wisloki). (In Polish). *Kwartalnik Geologiczni*, 31: 213 – 214.
18. Srodon, A., 1976. Late Pleistocene Flora and mammoth skeleton from Rzochow near Mielec (Poland). *Buletyn Peryglacialny*, 26: 299 – 309.
19. Stachowicz-Rybka, R., Granoszewski, W., Hrynowiecka-Czmielewska, A., 2009. Quaternary Environmental Changes at Starunia Palaeontological site and Vicinity (Carpathian region, Ukraine) based on Palaeobotanical studies. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 2009, vol. 79: 279 – 288.

*Стаття надійшла до редакції 23.09.2019 і прийнята до друку після рецензування 17.10.2019*

## REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Adamenko, O. M., Karpash, O. M., Zorin, D. O., Kotarba, M. I., Mosuk, I. V., & Kovbanuk, I. I. (2017). *Starunia: Park Ljodovikovogo Periodu*. Ivano-Frankivsk: Holiney O. M. (in Ukrainian).
2. Adamenko, O. M., Mandrik, O. M., Mosuk, I. V., Zorin, D. O., & Kovbanuk, I. I. (2019). *Park Ljodovikovogo Periodu*. Ivano-Frankivsk: Simphonia forte. (in Ukrainian).
3. Belous, N. C., & Kljarovskij, V. M. (1987). Chudo – Starunia. In *Geologicheskie pamjatniki Ukrainy* (pp. 48–49). Kyiv: Naukova Dumka. (in Russian).
4. Ekologicna encyklopedia u 3 tomah. (2007). K.: Centr ekologicnoi osviti ta informacii. (in Ukrainian).
5. Mackevij, L. G., & Panachid, G. I. (2007). Archeologicni doslidzennia u Staruni. Materiali II Mishnarodnoi naukoivoi konferencii do 100-richja perchoi znachidki mamonta i volohatogo nosoroga u Staruni 1907 r. (pp. 25–28). In: *Vikopna fauna I flora ostannjogo zledeninjja*. Krakiv: Akapit. (in Ukrainian).
6. Matviishina, I. M., Gerasimenko, N. P., Perederii, V. I. & other. (2010). *Prostorovochasova koreljacia paleogeographicnich umov chetverticnogo periodu na teritorii Ukraini*. Kyiv: Naukova Dumka. (in Ukrainian).
7. Adamenko, O. M. (2019). The Upper Pleistocene stratigraphy of the Starunya site as a «bridge» between the stratigraphical frameworks of Western Europe and the plain area of Ukraine. *Jornal of Geology, Geography and Geoecology*, 28(2), 213–220.
8. Alexandrowicz, S. W. (2004). Starunja and the Quarternary research in the tradifion and initiatives of the Polish Academy of Arts and Sciences. In *Studia I materialy do dziejoe Polskej Akademii Umiejtnosci*. (pp. 216). Krakow: Polish Academy of Arts and Sciences. (In Polish, English summary).
9. Bayger, J. A., Hoyer, H., Kiermik, E., Kulezynski, W., Zomnicki, M., Zomnicki, I., Mierzejewski, W., Niezabitowski, E., Raciborski, M., Szafer, W., & Schille, F. (1914). Wykopalska Starunskie. Muzeumim Dzieduszyckich wo Lwowie, 15: 386 pp. (In Polish only).
10. Behre, K. E. (1989). Riostatigraphy of the last glacial period in Europe. *Quaternary Science Review*, 8, 25–44.
11. Bogucki, A., & Zanczont, M. (2002). Zoess stratigraphy in the Halič Prydnistrov'ja region. In: Madeyska, T. (ed.). Loess and Palaeolithic of the Dnister River Basin Halič Region (Ukraine). *Studia Geologica Polonica*, 119, 315–328. (In Polish, English summary)
12. Chernobay, Y. M., & Drygant, D. M. (2009). The Starunia collections in the Natural History Muzeum of the National Academy of Sciences of Ukraine in Lviv. *Geoturystyka*, 18(3), 45–50.
13. Komar, M. (2002). Pollen analysis of the Upper Pleistocene loesses and paleosoils in the Yezupil and Halič sites. In: Madeyska, T. (ed.), Loess and Palaeolithin of Dnister River basis Halič Region (Ukraine). *Studia Geologica Polonica*, 119, 245–251. (In Polish, English summary).
14. Kotarba, M. J. (Ed). (2005). *Polish and Ukrainian geological studies (2004-2005) at zhinoceroses*. Warszawa – Krakow: Polish Geological Institute and Society of Research on Environmental Changes «Geosphere».
15. Kotarba, M. J. (Ed). (2009). Interdisciplinary studies (2006-2009) at Starunia (Carpathian region Ukraine) – the area of discoveries of wooly zhinoceroses. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 79 (3), 217–480.
16. Mamakowa, K., & Starkel, I. (1974). Wew data about the profile of Quaternary deposits at Bzzeznicza on the Wisloka River the Carpathian Foreland. *Studia Geomorphologia Carpatho – Balanica*, 8, 47–53.
17. Mamakowa, K., & Wojcik, A. (1987). Osady organiczne šrodkowego Vistulianu w Jasle – Brytach (dolina Wisloki). *Kwartalnik Geologiczni*, 31, 213–214. (In Polish).
18. Srodon, A. (1976). Late Pleistocene Flora and mammonth skeleton from Rzochow near Miclec (Poland). *Buletyn Peryglacialny*, 26, 299–309.

19. Stachowicz-Rybka, R., Granoszewski, W., & Hrynowiecka-Czmielewska, A. (2009). Quaternary Environmental Changes at Starunia Palaeontological site and Vicinity (Carpathian region, Ukraine) based on Palaeobotanical studies. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 79, 279–288.

*The article was received 23.09.2019 and was accepted after revision 17.10.2019*

**Адаменко Олег Максимович**

доктор геолого-мінералогічних наук, професор кафедри екології Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. Заслужений діяч науки і техніки України, Лауреат Державної премії СРСР

**Адреса робоча:** Україна, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15  
ORCID ID 0000-0003-0821-3011

**Стельмахович Галина Дмитрівна**

асистент кафедри екології Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу

**Адреса робоча:** Україна, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15  
**e-mail:** o.stelmahovich@ukr.net  
ORCID ID 0000-0003-3148-5402

**Мосюк Микола Іванович**

кандидат технічних наук, доцент кафедри екології Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу

**Адреса робоча:** Україна, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15  
**e-mail:** mosiuk@ukr.net  
ORCID ID 0000-0002-9828-7331

UDC 352.075:502.7 (477-924.52)

**Mykola P. Rybak**<sup>1</sup>, Director of Carpathian Biosphere Reserve, Honored Environmental Guard of Ukraine  
ORCID: orcid.org/0000-0003-3737-2433 *e-mail*: mykola.rakhiv@gmail.com

**Vitalina V. Lukianova**<sup>2</sup>, PhD, Associate professor of The Department of Ecology and Safety of Vital Functions  
ORCID: orcid.org/0000-0001-8964-3560 *e-mail*: vitalina\_lk@i.ua

**Victoriia O. Khrutba**<sup>2</sup>, Doctor of Technical Sciences, the Head of the Department of Ecology and Safety of Vital Functions  
ORCID: orcid.org/0000-0002-8121-2042 *e-mail*: Viktoriia.Khrutba@gmail.com

**Yevheniia S. Anpilova**<sup>3</sup>, PhD, Senior Research Scientist, Department of Natural Resources  
ORCID: orcid.org/0000-0002-4107-0617 *e-mail*: anpilova@ukr.net

<sup>1</sup> Carpathian Biosphere Reserve, Rakhiv, Ukraine

<sup>2</sup> National Transport University, Kyiv, Ukraine

<sup>3</sup> Institute of Telecommunications and Global Information Space of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

## **DEVELOPMENT OF MANAGEMENT MEASURES TO BRING THE TERRITORY OF CARPATHIAN BIOSPHERE RESERVE INTO ALIGNMENT WITH THE INTERNATIONAL REQUIREMENTS**

**Abstract.** *The modern ecological challenges of the territories with conservation status have impact not only at the national level, but also at the global. That is why the solution to address the administrative challenges of these territories located in our country and bringing them into alignment with the international requirements is becoming more relevant.*

*The purpose of the study is to develop measures aiming to create a transit zone of the Carpathian Biosphere Reserve in the context of the sustainable development. Research materials and methods of the study. From the traditional general scientific methods used: analysis and synthesis; comparison and analogy; generalization and abstraction; project management (planning and implementation of measures aiming to create a transit zone of the Carpathian Biosphere Reserve).*

*The relevance of this work is quite high. The conservation business in Ukraine is developing and improving every year. The process of increasing the conservation territories is relevant not only in Ukraine but also beyond its borders. Unfortunately, the legal framework of our state in the field of conservation does not fully ensure the proper use, reproduction and protection of the biosphere territories with conservation status.*

*The Carpathian Biosphere Reserve is one of the largest environmental, scientific, environmental and educational centers of the Carpathian region. Since 1993 it has been part of the World Network of Biosphere Reserves of the MAB-UNESCO.*

*The article gives an example of bringing the territory of a biosphere reserve to the international requirements for biosphere reserves; the main directions of activity aimed at collaboration of the administration of the Carpathian Biosphere Reserve with local communities and recommendations to implement the measures to ensure the creation of a transit zone of the biosphere reserve in Ukraine.*

*Some issues remained unresolved and some were only partially resolved, that is why the issue of improving the existing legal framework remains very relevant, taking into account the international commitments of Ukraine in the field of the sustainable development of reservation areas.*

**Keywords:** *sustainable development; natural reservation fund; biosphere reserve; transit zone*

## **Formulation of the challenge**

In 1974, the UNESCO Task Force on Man and Biosphere (MAB) has developed the main concept of biosphere reserves. The Biosphere Reserve Network began operating in 1976 and, as of 2016, the UNESCO MAB network included 669 reserves in 120 countries. Thus, biosphere reserves are referred to international structures [1] that are created under the MAB program. They include both the nature conservation areas and significant transitional areas or transition areas. This part of the Biosphere Reserve has no special conservation status and is created with the aim of implementing the concept of sustainable development here. The Carpathian Biosphere Reserve (CBR) belongs to the so-called old biosphere reserves, created before the appearance of the Seville Strategy and Statutory Framework (Regulation) of the World Network of Biosphere Reserves MAB UNESCO. At the time of its creation in 1993, it was a classic territory with conservation status and had a cluster structure [2]. At that time, the structure of the CBR was fully in line with the main goals of the biosphere reserves of that time to preserve the standards of the pristine natural complexes and to monitor them. However, in Ukrainian law [3] there is a disagreement between international and national categories of nature reserve fund (NRF). The NRF category of Ukraine – “Biosphere Preserve” was first introduced in 1992 when it passed the relevant Law [3], which distinguished biosphere preserves as a separate category of NRF, that is, they were created in Ukraine by Decree of the President rather than by UNESCO.

The Biosphere Reserve is a protected area that operates in accordance with the Law of Ukraine "On the Nature Reserve Fund of Ukraine" and which has rather severe restrictions on the use of nature in its territory. Instead, Biosphere Reserves are international structures created within the framework of the UNESCO Human and Biosphere Program [4]. The Carpathian Biosphere Reserve serves both the Biosphere Reserve and the Biosphere Preserve. The difference between these structures is very fundamental. Therefore, the development of management measures aimed to bring the territorial structures of Ukraine's biosphere preserves into alignment with the international requirements is urgent. This is necessary, first of all, because biosphere preserves (reserves), in accordance with UNESCO program documents, can play a significant role in the implementation of the Sustainable Development Strategy "Ukraine 2020", which was approved by the Decree of the President of Ukraine on January 12, 2015.

## **Analysis of recent research and publications**

The Carpathian Biosphere Reserve is one of the largest environmental, scientific, environmental and educational centers of the Carpathian region. There are numerous scientific laboratories in the CBR, a network of monitoring sites, phenological points, hydro- and meteo-posts which have been established. The reserve is a natural



laboratory for many domestic and foreign research institutions. There is a network of ecological-educational, scientific-cognition routes and information centers, the only museum of mountains ecology and history of the Carpathian Mountains which operates in Ukraine, its own video studio, the all-Ukrainian ecological-popular magazine "Green Carpathians"[5] on its territory.

The Carpathian Biosphere Reserve was established in 1968 in the Ivano-Frankivsk and Transcarpathian regions. Since 1993, the CBR has been part of the International Network of Biosphere Reserves of the MAB-UNESCO. Today it covers an area of 58,035.8 ha, of which 39,485.8 ha are in permanent use. Its territory consists of eight separate arrays (Fig. 1), which are located in the territories of Vynohradiv, Rakhiv, Tyachiv and Khust administrative districts of the Transcarpathian region. The Carpathian Biosphere Reserve is located within the altitudes of 180-2061 m. m. – from the Transcarpathian lowland to the alpine belt, and represents practically all vegetation and climatic zones that are characteristic of the southwestern mega-hills of the Ukrainian Carpathians.

At the end of 2013, the Carpathian Biosphere Reserve prepared and submitted a Periodic Review (Report) covering the activities of the Biosphere Reserve over a 10-year period. In June 2014, according to the expert review of the report, the International Coordination Board of the UNESCO Program for Human and Biosphere (MAB) adopted a decision regarding the CBR, which, in particular, concluded that the reserve did not fully meet the criteria set out in the Statute framework of the World Network of Biosphere Reserves. The discrepancy with the above criteria is the insufficient size of the transition (transit) zone, which is due to the cluster nature of the territorial structure, significant fragmentation of the territory and its low ecological integrity and connectivity [6]. To address the decision mentioned above, the administration of the reserve began intensive work on the formation of the transit territory of the Carpathian Biosphere Reserve [7] in spring 2016.

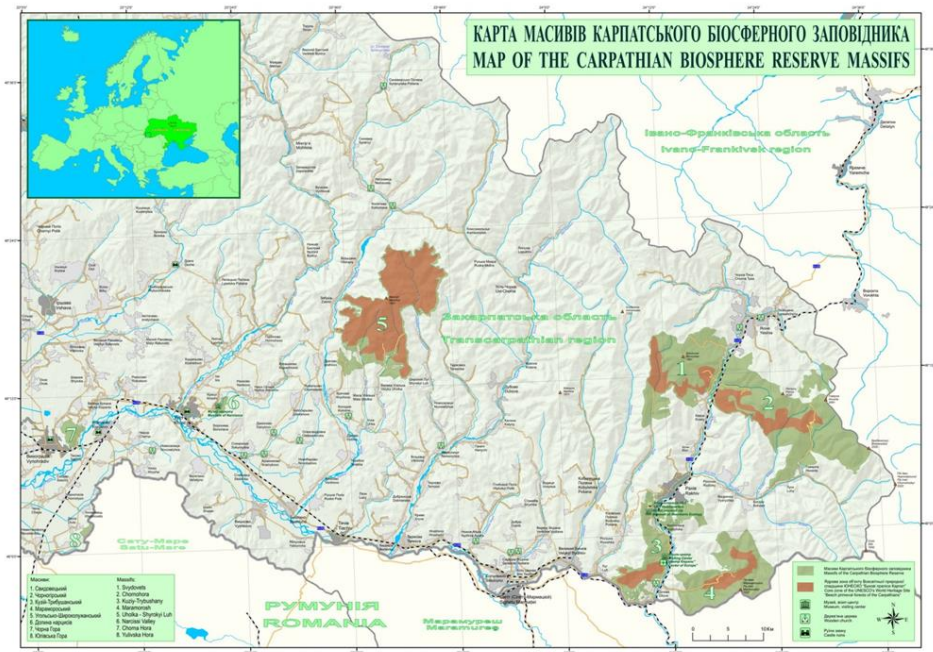


Figure 1 – Map of the Carpathian Biosphere Reserve arrays

The purpose of the study is to develop measures aimed at creating a transit zone of the Carpathian Biosphere Reserve in the context of sustainable development.

To achieve this goal, the following tasks were addressed in this study:

- Analyze the main international requirements for biosphere reserves;
- Identify the main activities aimed at collaboration between the CBR's administration with the local communities;
- Develop recommendations for implementing measures to ensure the creation of a transit zone of the biosphere reserve in Ukraine.

## **Research materials and methods**

From the traditional general scientific methods used: analysis and synthesis; comparison and analogy; generalization and abstraction; project management (planning and implementation of measures to create a transit zone of the Carpathian Biosphere Reserve).

## **Results**

Biosphere Reserves (BRs) are land, coastal / marine territories, or a combination of these, which are recognized internationally under the UNESCO Human and Biosphere Program. Each BR must meet a set of criteria and a minimum number of conditions before being added to the Network. Each BR performs the following functions: conservation of genetic resources, species, ecosystems and landscapes; a function of development that will promote sustainable socio-economic development; and the logistics function to support demonstration projects, environmental education and training, as well as research and monitoring in the context of addressing local, national and global environmental and sustainable development issues. According to international requirements, BRs do not belong to nature conservation areas, because they do not belong to the categories of the International Union for Conservation of Nature, but are areas that are created to preserve biological diversity and ensure sustainable development and which should include the nature conservation area as an integral part. According to the Law of Ukraine [3], biosphere reserves have functional zoning, the central element of which is the protected territories.

In 1995, the UNESCO Conference adopted the Seville Strategy [8] and identified the main objectives for the development of biosphere reserves and the World Network of Biosphere Reserves as a whole:

Objective I. Use of Biosphere Reserves to Conserve Natural and Semi-Natural Diversity.

Task I.1. Improving conservation status of natural and semi-natural biodiversity through the Worldwide Network of Biosphere Reserves.

Task I.2. Integration of biosphere reserves into conservation planning.

Objective II. Using biosphere reserves as models of land management and approaches to sustainable development of regions

Task II.1. Providing support and involvement of the local population.

Task II.2. Provision of better harmonization and joint activity of subjects of different zones of biosphere reserves.

Task II.3. Integration of biosphere reserves into regional planning.

Objective III. Use of biosphere reserves for research, monitoring, education and training

Task III.1. Improvement of knowledge about human-biosphere interaction.

Task III.2. Improvement of monitoring activities.

Task III.3. Improvement of education, community awareness and local involvement.

Task III.4. Training of specialists and managers.

Objective IV. Incarnation of the idea of a biosphere reserve.

Task IV.1. Integration of biosphere reserve functions.

Task IV.2. Strengthening the World Network of Biosphere Reserves.

According to the above, a conclusion is that BRs are special territories created in accordance with UNESCO provisions, where the conservation of biological and landscape diversity is closely aligned with the sustainable development of the territory. Management of the biosphere reserve should be carried out in accordance with the provisions of the UNESCO Seville Biosphere Reserve Development Strategy, the establishment of a coordination council and the development of a specific action plan.

To address it, a series of actions have been undertaken to bring the territory of the CBR into alignment with the international requirements.

The priority agreement was reached with the Transcarpathian Regional Directorate of Forestry and Hunting to establish a transit zone of the Carpathian Biosphere Reserve (CBR) in the territories of individual state forestry enterprises in order to ensure the sustainable management of the forest in the region. The creation of a transit zone or a sustainable development territory is documented by a special Memorandum of Cooperation and signed by the heads of both institutions on April 14, 2016.

According to this Memorandum, the CBR transit zone (Fig. 2) is formed by state forestry enterprises located directly within the area of activity of the Carpathian Biosphere Reserve within the Rakhiv and Tyachiv Administrative Regions of the Transcarpathian Region, namely "Rakhiv research forestry", "Yasinaskе forestry" (Svidovetsky and Lopushansky forestries)," Velikobychekivka forestry" (except Verkhnyvodyansky forestry), "Brusturyansky forestry"(Hrunykivske forestry) and" Mokryanske forestry "(Tykhovetske, Krasnyanske, Ust-Chorna and Tarasovskaya forestries). Land plots of state forestry enterprises are included in the transit zone in order to introduce ideas of sustainable socio-economic development, in particular sustainable use of forest resources, increase their recreational attractiveness and to deepen cooperation in the conservation of valuable natural complexes. All of them, without exception, are certified under the international FSC scheme and meet all its criteria and principles.

The Memorandum also states that CBR administration and other forestry enterprises, as well as local communities located within the area of activity of the institution and nearby, should cooperate in the protection of natural and cultural complexes and objects for the socio-economic development of the Carpathian region. Priority areas for cooperation are: realization of the concept of sustainable use of forest resources, development of infrastructure, activation of recreational and tourism activities, reduction of environmental impact of economic activity, preparation of plans and programs for socio-economic development and implementation of relevant demonstration projects, search for funding and provision of appropriate resources, environmental education, training and skills development,

public awareness and local involvement spare, common shares and so on. The CBR is of particular importance for the preservation of the culture of the Ukrainian Highlanders – Hutsuls, Boykiv and Lemkos. Some elements of the local environmental management, such as alpine dairy sheep, trout farms and related crafts and traditions, are unique to Ukraine and Europe.

In addition to the aforementioned Memorandum, the CBR administration has signed and signed Declarations of Cooperation between the CBR and a number of settlement and village councils to include them in the transit zone or the CBR sustainable development territory. As of October 30, 2017, such Declarations were signed with the territorial communities of the settlements of Bogdan, Luga, Vidrychka, Roztok, Cherna Tysa, Lazyshchina, Yasinya, Kvasy, Bilin, Kostylyivka, Dilovo, Luh, Kosivska Polyana, and the cities of Rakhiv Rakhiv District and Coal, Wide Meadow and Big Coal of the Tyachiv district.

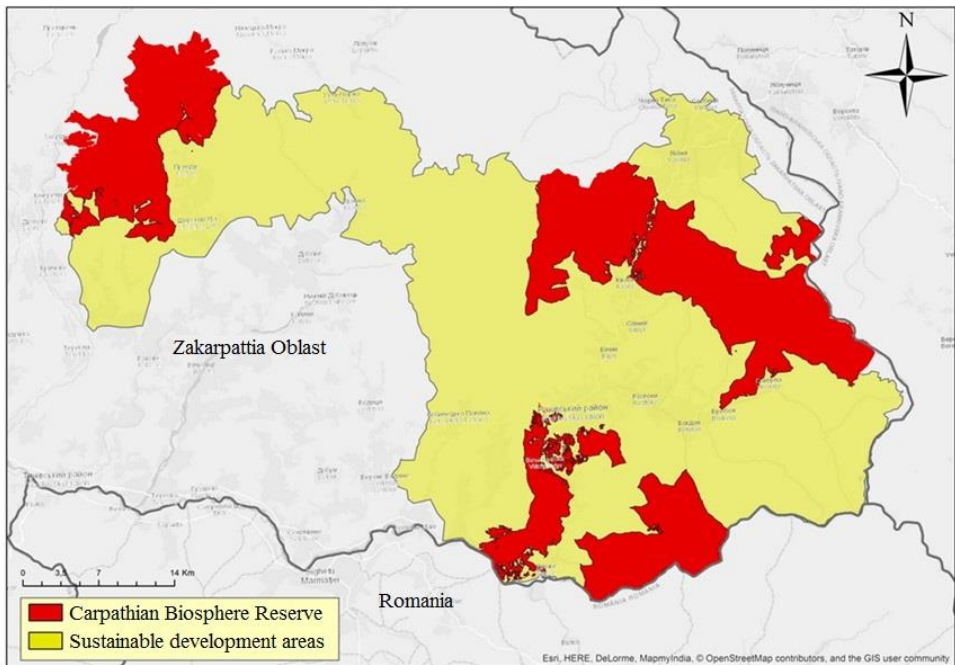


Figure 2 – Map diagram of the territory of the Carpathian Biosphere Reserve

The aforementioned state forestry enterprises and territorial communities form the territory of the transit zone with a total area of 124.3 thousand hectares. Thus, the total area of the reformed CBR territory is 181138.8 ha. The newly created CBR is a fragmented, holistic entity with high environmental connectivity and integrity, which provides, in particular, the viable populations of large carnivorous mammals: bear, wolf and lynx. It is important to note that the newly created territory of the transit zone includes a large part of the ecological network of the Transcarpathian region, including all the main latitudinal and meridional ecological corridors, which connect between them cluster sections of the biosphere reserve that have conservation status. All of these clusters have classical zoning, that is, include protected areas delimited by buffer zones from transit territory or the outer boundaries of the biosphere reserve. The CBR's new territorial structure and

corresponding zoning will be reflected in the CBR Organization Project, which is essentially a ten-year management plan and is already underway. A map of the CBR territory with the newly created transit zone is added (Fig. 2).

## Conclusions

Therefore, the administration of the CBR was able to solve one of the most relevant and important challenges in a short time by bringing its territorial structure and zoning accordingly to the requirements of the Statutory Framework criteria for the World Network of Biosphere Reserves, and thus maintaining the status of an institution of international importance in status of the Carpathian Biosphere Reserve.

## REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Categories, objectives and criteria for protected areas. (1978). Morges: IUCN.
2. Rybak, M. P., & Proc, M. D. (2014). Sushasnyj stan, problem ta shljaxi pokrashennja oxoroni teritorii Karpatskogo biosfernogo zapovednika. [Modern state, problems and ways of improvement of guard of territory of biosphere reserve of Carpathians]. In *Osnovy upravlinnia biosfernomy rezervatamy v Ukraini. Mizhnarodnyi naukovo-praktychnyi seminar «Rozvytok systemy biosfernnykh rezervativ v Ukraini» (1-3 zhovtnia 2014 roku, Uzghanskyi natsionalnyi pryrodnyi park, Zakarpatska oblast)* (pp. 258–261). Ujgorod: KP «Ujgorod city print». (in Ukrainian).
3. Zakon Ukraini «Pro prirodno-zapovidnij fond Ukraini». (1992). [Law of Ukraine «About the naturally protected fund of Ukraine»: on June, 16, 1992]. Kiev: Vidomosti Verhovnoi Radi Ukraini (in Ukrainian).
4. Didyx, Ja. P., Parchuk, G. V. (2014). Stan ta perspektivi rozvitku merezhi biosfernih rezervativ v Ukraini [The state and prospects of development of network of biosphere rezervativ are in Ukraine]. In *Osnovy upravlinnia biosfernomy rezervatamy v Ukraini. Mizhnarodnyi naukovo-praktychnyi seminar «Rozvytok systemy biosfernnykh rezervativ v Ukraini» (1-3 zhovtnia 2014 roku, Uzghanskyi natsionalnyi pryrodnyi park, Zakarpatska oblast)* (pp. 144–150). Ujgorod: KP «Ujgorod city print» (in Ukrainian).
5. Vidannja ta publikacii Karpats'kogo biosfernogo zapovidnika [Edition and publications of biosphere reserve of Carpathians]. (n.d.). Retrieved January 18, 2019, from [http://cbr.nature.org.ua/vydan\\_u.htm](http://cbr.nature.org.ua/vydan_u.htm)
6. Rekomendacii mizhnarodnogo naukovo-praktichnogo seminaru «Rozvytok sistemi biosfernih rezervativ v Ukraini». (2014). [Recommendations of international research and practice seminar are "Development of the system of biosphere rezervativ in Ukraine"]. In *Osnovy upravlinnia biosfernomy rezervatamy v Ukraini. Mizhnarodnyi naukovo-praktychnyi seminar «Rozvytok systemy biosfernnykh rezervativ v Ukraini» (1-3 zhovtnia 2014 roku, Uzghanskyi natsionalnyi pryrodnyi park, Zakarpatska oblast)*. Ujgorod: KP «Ujgorod city print». (in Ukrainian).
7. Rybak, M. P. (2016). Pro privedennja teritorial'noi strukturi Karpats'kogo biosfernogo rezervatu (Ukraina) u vidpovidnist' do kriteriiv Statutnih ramok (Polozhennja) Vsesvith'oï merezhi biosfernih rezervativ MAB JuNESKO [About bringing of territorial structure of biosphere rezervaty of (Ukraine) Carpathians to conformity with the criteria of the Regulation scopes (Position) of the World network of biosphere rezervativ of MAB of UNESCO]. *Green Carpathians*, (1-4), 6-9. (in Ukrainian).
8. Sevilian strategy: aim and task. (n.d.). Retrieved January 18, 2019, from <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/ecological-sciences/>.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Categories, objectives and criteria for protected areas. – Morges: IUCN, 1978, 25 p.
2. Рибак М.П., Проць М.Д. Сучасний стан, проблеми та шляхи покращення охорони території Карпатського біосферного заповідника // Основи управління біосферними резерватами в Україні. Міжнародний науково-практичний семінар «Розвиток системи біосферних резерватів в Україні» (1-3 жовтня 2014 року, Ужанський національний природний парк, Закарпатська область). – Ужгород: КП «Ужгородська міська друкарня», 2014. – С. 258-261.
3. Про природно-заповідний фонд України: Закон України 16 червня 1992 року // Відомості Верховної Ради України. – 1992. – № 34. – С. 502.
4. Дідух Я.П., Парчук Г.В. Стан та перспективи розвитку мережі біосферних резерватів в Україні // Основи управління біосферними резерватами в Україні. Міжнародний науково-практичний семінар «Розвиток системи біосферних резерватів в Україні» (1-3 жовтня 2014 року, Ужанський національний природний парк, Закарпатська область). – Ужгород: КП «Ужгородська міська друкарня», 2014. – С. 144-150.
5. Видання та публікації Карпатського біосферного заповідника – Режим доступу: [http://cbr.nature.org.ua/vydan\\_u.htm](http://cbr.nature.org.ua/vydan_u.htm)
6. Рекомендації міжнародного науково-практичного семінару «Розвиток системи біосферних резерватів в Україні» // Основи управління біосферними резерватами в Україні. Міжнародний науково-практичний семінар «Розвиток системи біосферних резерватів в Україні» (1-3 жовтня 2014 року, Ужанський національний природний парк, Закарпатська область). – Ужгород: КП «Ужгородська міська друкарня», 2014. – С. 12-19.
7. Рибак М.П. Про приведення територіальної структури Карпатського біосферного резервату (Україна) у відповідність до критеріїв Статутних рамок (Положення) Всесвітньої мережі біосферних резерватів МАБ ЮНЕСКО // Зелені Карпати. – 2016. – № 1–4. – С. 6-9.
8. Севільська стратегія: мета та завдання [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/ecological-sciences/>

*The article was received 03.10.2019 and was accepted after revision 01.11.2019*

### **М.П. Рибак, В.В. Лук'янова, В.О. Хрутьба, Є.С. Анпілова РОЗРОБКА УПРАВЛІНСЬКИХ ЗАХОДІВ ЩОДО ПРИВЕДЕННЯ ТЕРИТОРІЇ КАРПАТСЬКОГО БІОСФЕРНОГО ЗАПОВІДНИКА ДО МІЖНАРОДНИХ ВИМОГ**

**Анотація.** Сучасні екологічні проблеми заповідних територій мають не просто загальнодержавний, а й глобальний характер. А тому вирішення управлінських проблем цих територій нашої держави і приведення їх до міжнародних вимог стає дедалі актуальнішим.

Метою дослідження є розробка заходів, спрямованих на створення транзитної зони Карпатського біосферного резервату в контексті сталого розвитку.

Матеріали та методи дослідження. З традиційних загальнонаукових методів застосовувалися: аналіз і синтез; порівняння та аналогія; узагальнення та абстрагування; управління проектами (планування і здійснення заходів щодо створення транзитної зони Карпатського біосферного резервату).

Актуальність даної роботи є досить високою. Заповідна справа на Україні розвивається та удосконалюється з кожним роком. Процес збільшення природно-заповідних територій актуальний не тільки в Україні, але і за її межами. На жаль, правова база нашої держави у сфері заповідної справи не повністю забезпечує належне використання, відтворення та охорону територій біосферних заповідників.

Карпатський біосферний заповідник є одним з найбільших природоохоронних, наукових, еколого-освітніх центрів Карпатського регіону. Із 1993 року він входить до Міжнародної мережі біосферних резерватів МАБ-ЮНЕСКО.

У статті наведено приклад приведення території біосферного заповідника до міжнародних вимог, що висуваються до біосферних резерватів; визначено основні напрями діяльності, спрямовані на взаємодію адміністрації Карпатського біосферного заповідника із місцевими громадами та розроблено рекомендації щодо впровадження заходів забезпечення утворення транзитної зони біосферного резервату в Україні.

Окремі питання залишилися неврегульованими, а деякі вирішені лише частково, тому вкрай актуальним залишається питання удосконалення існуючої нормативно-правової бази з урахуванням відповідних міжнародних зобов'язань України у сфері подальшого розвитку заповідної справи.

**Ключові слова:** сталий розвиток; природно-заповідний фонд; біосферний резерват; транзитна зона

#### **Рибак Микола Петрович**

директор Карпатського біосферного заповідника, заслужений природоохоронець України

**Адреса робоча:** 90600, Україна, м. Рахів, вул. Красне Плесо, 77

**e-mail:** mykola.rakhiv@gmail.com

**ORCID:** orcid.org/0000-0003-3737-2433

#### **Лук'янова Віталіна Віталіївна**

кандидат хімічних наук, доцент кафедри екології та безпеки життєдіяльності Національного транспортного університету

**Адреса робоча:** 01010, Україна, м. Київ, вул. Омеляновича-Павленка 1, к. 312

**e-mail:** vitalina\_lk@i.ua

**ORCID:** orcid.org/0000-0001-8964-3560

#### **Хрутьба Вікторія Олександрівна**

доктор технічних наук, завідувач кафедри екології та безпеки життєдіяльності Національного транспортного університету

**Адреса робоча:** 01010, Україна, м. Київ, вул. Омеляновича-Павленка 1, к. 312

**e-mail:** viktorii.khrutba@gmail.com

**ORCID:** orcid.org/0000-0002-8121-2042

#### **Анпілова Євгенія Сергіївна**

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник відділу природних ресурсів Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України

**Адреса робоча:** 03186 Україна, м. Київ, Чоколівський бульвар, 13

**e-mail:** anpilova@ukr.net

**ORCID:** orcid.org/0000-0002-4107-0617

## ОСНОВИ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ NATURAL RESOURCES

УДК 622.25: 502

**Oleg A. Ulytsky**, D. S. (Geology), Associate Professor, laureate of the State Prize of Ukraine in Science and Technology, Director of the Institute for Environmental Safety and Management

*e-mail*: olegulytsky@gmail.com

**Victor M. Yermakov**, D. S. (Engineering), Associate Professor, laureate of the State Prize of Ukraine in Science and Technology, Head of the Center for Ecological and Resource Restoration of Donbass

*e-mail*: evn54@ukr.net

**Oksana V. Lunova**, PhD, Associate Professor

*e-mail*: lunovaov@ukr.net

**Katerina Y. Boiko**, research assistant

*e-mail*: boyko\_ekateruna@ukr.net

State Ecology Academy of postgraduate education and management, Kyiv, Ukraine

### TO THE ISSUE OF FORECAST ASSESSMENT APPLICABLE FOR HYDROGEOLOGICAL CONDITIONS OF TECHNO-ECOSYSTEM AT SELIDOVE MINE GROUP

***Annotation.** The current hydrogeological state of Selidove mine group (named after D.S. Korotchenka, Selidivs'ka, № 2 Novogrodivs'ka and № 1-3 Novogrodivs'ka) is characterized by damaged geological environment, which was derived from coal extraction. According to the geological zoning the Selidove mine group can be classified as Donetsk hard-coal basin within Chervonoarmiys'ka monocline damaged with tectonic framework.*

*In this study the estimation of hydrogeological situation around the mine № 1-3 Novogrodivs'ka was performed. In undertaken the evaluation the flooding of mining galleries of № 2 Novogrodivs'ka, Selidivs'ka and, mine named after D.S. Korotchenka was taken into account. In terms of surveyor observation data the filtration of mining water from mine № 2 Novogrodivs'ka toward mine № 1 Novogrodivs'ka is possible through the nordic and south blocks, which divide the mining activities processes. The speed of flooding level change at mine № 2 Novogrodivs'ka is about 0.12 meters per day. Bearing this in mind the required time to reach the ground surface (absolute height) +185 meters is about 532 days starting from September 2019. Keeping in mind the volume of extracted underground space and the flooding factor 0.4, the common forecasted water income is about 65-130 m<sup>3</sup> per year.*

© O.A. Ulytsky, V.M. Yermakov, O.V. Lunova, K.Y. Boiko, 2019



*In case there is a clear hydraulic connection between separate karst voids the common income of mining water from mining galleries of № 2 Novogradivs'ka toward mine № 1 Novogradivs'ka will be not more than 110-175 m<sup>3</sup> per year (taking into account the value of income through the weathering zone and aquifer karst clamp).*

*In order to maintain the safe working condition for employees and hydro safety at mine № 1-3 Novogradivs'ka, it is required to implement the engineering and technical measures to pump the extra mining water (175m<sup>3</sup>) per year), which corresponds to water income from № 2 Novogradivs'ka toward № 1 Novogradivs'ka. It is ensured in case there is a perfect hydraulic connection between the karsts.*

**Keywords:** *techno-ecosystem; underground working galleries; broken hydrogeological conditions; mine water income; underground water transfer; hydro-geological connection; hydraulic connection, mine seam*

**О.А. Улицький, В.М. Єрмаков, О.В. Луньова, К.Є. Бойко**

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління, м. Київ, Україна

## **ДО ПИТАННЯ ОЦІНКИ ПРОГНОЗУ ЗМІН ГІДРОГЕОЛОГІЧНИХ УМОВ ТЕХНОЕКОСИСТЕМИ СЕЛІДІВСЬКОЇ ГРУПИ ШАХТ**

**Анотація.** *Гідрогеологічний стан Селідівської групи шахт (ім. Д.С. Коротченка, «Селідівська», № 2 «Новгородівська» та № 1-3 «Новгородівська») характеризується умовами порушеного геологічного середовища, яке сформувалося внаслідок розробки вугільних пластів. За геологічним районуванням поля Селідівської групи шахт відносяться до Донецького кам'яновугільного басейну і розташовані в межах Красноармійської монокліналі, порушеної тектонічними структурами.*

*Проведена оцінка гідродинамічної ситуації навколо шахти № 1-3 «Новгородівська» на етапі, який сформований в умовах затоплення гірничих виробок шахти № 2 «Новгородівська», а також шахт «Селідівська» та ім. Д.С. Коротченка. На цьому етапі за геолого-маркшейдерськими матеріалами фільтрація шахтної води з шахти № 2 «Новгородівська» у шахту № 1 «Новгородівська» можлива тільки через південний і північний бар'єрні цілики, що відокремлюють гірничі роботи цих шахт між собою. Швидкість зміни рівня затоплення у межах гірничого простору шахти № 2 «Новгородівська» становить 0,12 м/добу. За таких темпів час досягнення рівня затоплення абсолютної позначки +185 м складе 532 доби, починаючи з вересня 2019 р. При існуючих об'ємах виробленого простору в інтервалі глибин +121,1÷+185 м, існуючій швидкості затоплення, а також коефіцієнті заповнення 0,4, загальний прогнозований водопріплив до шахти № 2 «Новгородівська» становитиме 65-130 м<sup>3</sup>/год.*

*При проявах досконалого гідравлічного зв'язку між окремими карстовими порожнинами загальна величина перетоку шахтної води із гірничих виробок шахти № 2 «Новгородівська» у гірничі виробки шахти № 1 «Новгородівська» складатиме не більше 110-175 м<sup>3</sup>/год (враховуючи неістотну величину перетікання через зону вивітрювання та водоносні палеоген-неогенові піски). Для підтримання безпечних умов праці шахтарів та гідробезпеки роботи шахти № 1-3 «Новгородівська» необхідно впровадити інженерно-технічні заходи для відкачування шахтної води в додатковому обсязі 175 м<sup>3</sup>/год, який відповідає водопріпливу із шахти № 2 «Новгородівська» до шахти № 1*

*«Новгородівська», що може сформуватися в умовах досконалого гідралічного зв'язку між карстовими порожнинами.*

**Ключові слова:** *техноекосистема; затоплення гірничих виробок; порушені гідрогеологічні умови; шахтний водоприплив; перетікання шахтних (підземних) вод; гідралічний зв'язок; вугільний пласт*

## **Вступ**

Гідрогеологічний стан техноекосистеми Селидівської групи шахт (ім. Д.С. Коротченка, «Селидівська», № 2 «Новгородівська» та № 1-3 «Новгородівська») характеризується умовами порушеного геологічного середовища, яке сформувалося внаслідок розробки вугільних пластів.

Для встановлення загальної картини формування гідрогеологічної обстановки техноекосистеми на полях Селидівської групи шахт були проаналізовані польові та розрахункові дані зазначених звітів, розраховані гідрогеологічні параметри, що відповідають сучасним умовам обводнення шахт. Результати розрахунків були співставлені із існуючими прогнозними оцінками з метою коригування геофільтраційних характеристик.

## **Мета дослідження**

Дана робота виконана авторами з метою надання науково обґрунтованої оцінки прогнозу зміни гідрогеологічних умов техноекосистеми після повної ліквідації шахти № 2 «Новгородівська», виконаного спеціалізованими підприємствами ТОВ ВГП «Артемівська гідрогеологічна партія» та ДРГП «Донецькгеологія» щодо розгляду гідрогеологічної ситуації техноекосистеми на полях Селидівської групи шахт (№ 2 «Новгородівська», ім. Д.С. Коротченка та «Селидівська»), що ліквідується та суміжної з ними діючої шахти № 1-3 «Новгородівська».

## **Загальні відомості та характеристика району розташування Селидівської групи шахт**

До техноекосистеми Селидівської групи шахт, що розглядаються, відносяться шахти № 2 «Новгородівська», ім. Д.С. Коротченка та «Селидівська», що ліквідується, та суміжна з ними діюча шахта № 1-3 «Новгородівська».

За адміністративним поділом техноекосистема, що розглядається, входить до Красноармійського (Покровського) вуглепромислового району Донецької області (рис. 1).

За геологічним районуванням техноекосистема Селидівської групи шахт відноситься до Донецького кам'яновугільного басейну і розташована в межах Красноармійської монокліналі, порушеної тектонічними структурами – гілками Новгородівського скиду та Селидівського насуву.

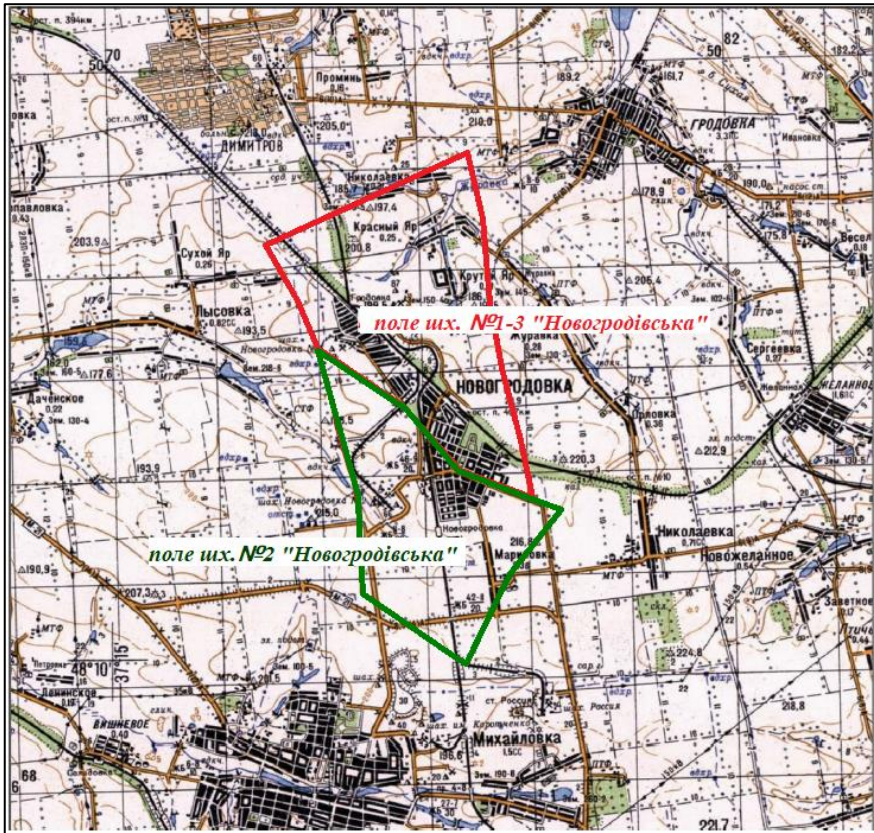


Рис. 1 – Оглядова схема розташування полів техноекосистеми шахт № 2, № 1-3 «Новгородівських»

### **Шахта № 2 «Новгородівська»**

Шахта здана в експлуатацію в 1951 році. До розробки були залучені вугільні пласти  $k_8$  та  $l_1$ . Шахта вертикальна, відособлена. Площа шахтного поля  $18 \text{ км}^2$ . Абсолютна відмітка земної поверхні в районі розміщення ствола шахти дорівнює плюс  $205,0$  м. Межами його на півночі є Новгородівський скид № 1, що відокремлює шахту № 2 «Новгородівська» від шахти № 1-3 «Новгородівська»; на заході – виходи пласта  $k_8$  під палеоген-неогенові відкладення; на сході – ізогіпса пласта  $k_8$  мінус  $350$  м. Максимальна глибина ведення гірничих робіт досягла позначки по вугільному пласту  $k_8$  та по вугільному пласту  $l_1$  –  $575$  метрів (абс. відм. мінус  $370,3$  м). Збійок із суміжними шахтами немає [1]. Середній водоприплив у шахту у період з 1999 по 2006 рр. склав  $280 \text{ м}^3/\text{год}$ .

### **Шахта ім. Д.С. Коротченка**

Шахта здана в експлуатацію в 1960 році. До розробки були залучені вугільні пласти  $k_8$ ,  $l_1$ ,  $l_2^2$ ,  $l_3$ ,  $l_{7н}$ ,  $l_8$ ,  $m_2$ ,  $m_3$ ,  $m_4^2$  в межах глибин  $60$ – $497$  м (нижня межа відпрацювання по пласту  $l_1$  – мінус  $312,5$  м). Шахта вертикальна, відособлена. Площа шахтного поля –  $13,5 \text{ км}^2$ . Абсолютна відмітка земної поверхні в районі розміщення стовбура шахти дорівнює  $+185,0$  м. Шахта ім. Д.С. Коротченка на півдні межує з ліквідованою шахтою «Селидівська», на півночі – з ліквідованою шахтою № 2 «Новгородівська». На сході кордоном шахтного

поля є Селидівський насув, у всячому крилі якого вугільні пласти відпрацьовуються шахтою «Котляревська» (колишня «Росія»). Збійок із суміжними шахтами немає [2]. Загальний водоприплив шахтної води під час експлуатації складає 619,0 м<sup>3</sup>/год.

#### ***Шахта «Селидівська»***

Шахта «Селидівська» здана в експлуатацію в 1962 році. До розробки були залучені вугільні пласти k<sub>6</sub>, k<sub>8</sub>, l<sub>1</sub>, l<sub>3</sub>, l<sub>7</sub>, l<sub>8</sub><sup>1</sup> в межах глибин 64–425 м. Площа шахтного поля 19 км<sup>2</sup>. У 1998 р. шахта була затоплена до позначки +/- 0 м.

З 01.04.99 водовідлив на шахті «Селидівська» був повністю припинений, а гірничі виробки були затоплені до абс. відм. + 154,0 м [3]. На даний момент рівень затоплення шахти невідомий. Загальний водоприплив в шахту перед затопленням складає 275 м<sup>3</sup>/год (приплив, який формувалася вище позначки +/- 0,0 м). Слід зазначити, що водоприплив шахтної води, який формується в гірничі виробки шахти «Селидівська», надходить в шахту ім. Д.С. Коротченка шляхом фільтрації через масив породи в зоні бар'єрних ціликів між виробками цих шахт.

#### ***Шахта № 1-3 «Новгородівська»***

Шахта № 1-3 «Новгородівська» здана в експлуатацію в 1948 році. До розробки були залучені вугільні пласти k<sub>8</sub> і l<sub>1</sub> (шахта № 1) і m<sub>3</sub><sup>1</sup>, l<sub>8</sub>, l<sub>7</sub> (шахта № 3). Поля шахт розташовані безпосередньо на північ від шахти № 2 «Новгородівська», відділяючись від неї тектонічною зоною (порушенням) Новгородівського скиду № 1. Абсолютна відмітка земної поверхні (стовбура) плюс 208,0 м, максимальна глибина ведення гірничих робіт досягла позначки 575 метрів (абс. відм. мінус 370,3 м) [4]. Загальний водоприплив шахтної води складає 423,0 м<sup>3</sup>/год.

### **Оцінка узагальнених визначень основних геофільтраційних параметрів**

Співставлення вихідних даних робіт АГГП (2006 р. та 2015 р. [5 ,6]), ДРГП «Донецькгеологія» (2018 р. [7]) та геологічної служби шахти № 1-3 «Новгородівська» показує, що станом на вересень 2019 року положення рівня затоплення гірничих виробок наступне (рис. 2):

- шахта № 2 «Новгородівська» затоплена до абс. відм. плюс 121,1 м (глибина від поверхні 83,6 м);
- шахта ім. Д.С. Коротченка затоплена до абс. відм. плюс 164,15 м (глибина від поверхні – 20,85 м);
- шахта «Селидівська» затоплена до абс. відм. плюс 156,0 м (глибина від поверхні 41,5 м).

Відкачування шахтної води на поверхню здійснюється чотирма водовідливними установками у загальному обсязі – 427 м<sup>3</sup>/год, у тому числі: головний водовідлив шахти № 1 складає 315 м<sup>3</sup>/год, по шахті № 3 – 112 м<sup>3</sup>/год. Слід зазначити, що з моменту відключення водовідливу на шахті № 2 «Новгородівська» величина водоприпливу по шахті № 3 «Новгородівська» не змінився. Збільшення загального водоприпливу на 135 м<sup>3</sup>/год після відключення водовідливу на шахті № 2 «Новгородівська» до системи гірничих виробок зафіксовано на шахті № 1 «Новгородівська».

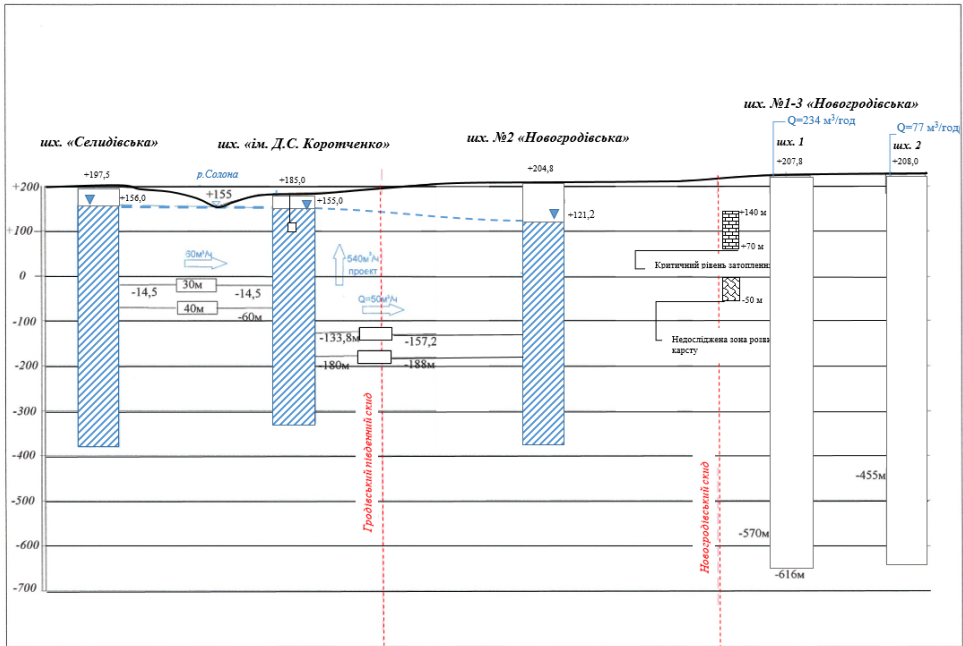


Рис. 2 – Схема гідравлічного зв'язку гірничих виробок техноекосистеми Селидівської групи шахт

Оцінка гідродинамічної ситуації навколо шахти № 1-3 «Новгородівська» здійснена на етапі, який сформований в умовах затоплення гірничих виробок шахти № 2 «Новгородівська», а також шахт «Селидівська» та ім. Д.С. Коротченка. На цьому етапі за геолого-маркшейдерськими матеріалами фільтрація шахтної води з шахти № 2 «Новгородівська» у шахту № 1 «Новгородівська» можлива тільки через південний і північний бар'єрні цілики, що відокремлюють гірничі роботи цих шахт між собою [5, 6].

З моменту припинення водовідливу на шахті № 2 «Новгородівська» (жовтень, 2017 рік) динаміка затоплення гірничого простору останньої (рис. 3) характеризується такими параметрами:

- тривалість затоплення ( $t$ )  $\approx 700$  діб з моменту припинення водовідливу (за період з жовтня 2017 р. по вересень 2019 р.);
- за зазначений період рівень води у шахтному стволі ( $\Delta H$ ) зріс на 90,6 м (з абс. позначки +30,6 м до абс. позначки +121,1 м);
- середня швидкість затоплення ( $V$ ) складає 0,12 м/добу.

У прогнозі, наведеному у звіті 2015 р. [6], було оцінено час досягнення рівня шахтних вод в процесі затоплення гірничих виробок № 2 «Новгородівська» від абс. відмітки +30,6 м до абс. відмітки +185 м після уявного одночасного припинення водовідливу на шахті ім. Д.С. Коротченка та № 2 «Новгородівська» (другий прогнозний варіант затоплення шахт). За даними розрахунків він склав 19,5 міс., або 585 діб.

Реальна динаміка (швидкість,  $V$ ) зміни рівня затоплення у межах гірничого простору шахти № 2 «Новгородівська» характеризується меншими темпами затоплення (0,12 м/добу), ніж прогнозовані у звіті [6] – 0,25 м/добу. При цьому, після досягнення рівня затоплення абсолютної відмітки +100 м, темпи (швидкість) затоплення зменшуються з 0,17 до 0,07 м/добу.

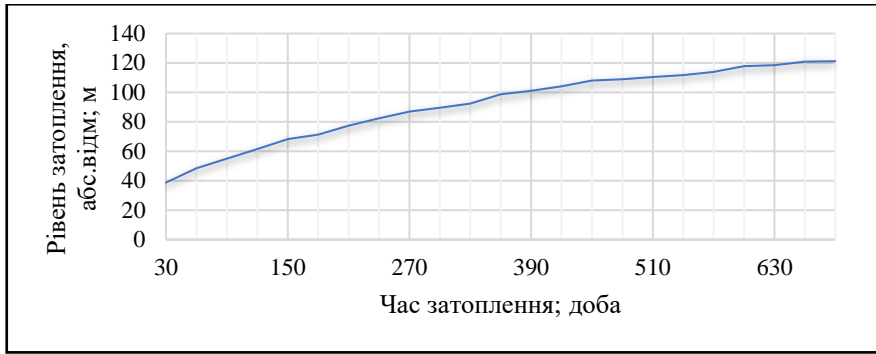


Рис. 3 – Динаміка зміни рівня затоплення гірничого простору шахти № 2 «Новгородівська» за період з 10.2017 по 09.2019 рр.

Використовуючи середню швидкість затоплення 0,12 м/добу, розрахуємо час затоплення гірничих виробок шахти № 2 «Новгородівська» до абс. відмітки +185 м за формулою:

$$t = \frac{\Delta H}{V} = \frac{185 - 121,1}{0,12} = 532 \text{ доби.}$$

Тобто, орієнтовний час досягнення абс. відмітки затоплення +185 м у межах гірничого простору шахти № 2 «Новгородівська» складе 532 доби, починаючи з вересня 2019 р., або абс. відмітки +121,1 м.

Розрахований час затоплення відповідає інтервалу затоплення гірничих виробок від абс. відм. +121,1 до абс. відм. +185 м. У межах вказаного інтервалу об'єм виробленого простору (V) у межах шахти № 2 «Новгородівська» складає (за даними звіту [2006 р.])  $\approx 2\,700\,000 \text{ м}^3$ . Використовуючи рівняння:

$$t = \frac{kV}{Q},$$

де t – час затоплення гірничого простору у межах зазначеного інтервалу глибин, діб;

k – коефіцієнт заповнення (приймається як 0,4 за даними [2006, 2015]);

V – об'єм виробленого простору у межах зазначеного інтервалу,  $\text{м}^3$ ;

Q – середня величина загального шахтного водоприпливу, що бере участь у затопленні вказаного інтервалу,  $\text{м}^3/\text{добу}$ .

Отже, отримуємо наступне значення:

$$Q = \frac{0,4 \times 2700000}{532} = 2030 \text{ м}^3/\text{добу} \text{ або } 85 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Загальний водоприплив у гірничі виробки шахти № 2 «Новгородівська» при її затопленні у межах інтервалів глибин від абс. відм. +121,1 м до абс. відм. +155 м буде формуватися із власного водоприпливу (Q) та перетоку (q) із шахти ім. Д.С. Коротченка. У межах встановлених інтервалів глибин, що відповідають сучасному рівню затоплення шахти ім. Д.С. Коротченка – абс. відм. +164,0 м – та сучасному рівню затоплення шахти № 2 «Новгородівська» –

абс. відм. +121,1 м, розрахована величина перетікання між даними шахтами по вугільних пластах складає 9 м<sup>3</sup>/год. Перетікання через кору вивітрювання карбону та палеоген-неогенові піски із шахти ім. Д.С. Коротченка у шахту № 2 «Новгородівська» складає 14,82 м<sup>3</sup>/год. Наближення виробок пласту I<sub>1</sub> шахт до зони Гродівського скиду створює додаткове збільшення водопритоку на 10–15 м<sup>3</sup>/год у гірничі виробки шахти № 2 «Новгородівська». Згідно із здійсненими розрахунками, загальна величина перетікання із шахти ім. Д.С. Коротченка у гірничі виробки шахти № 2 «Новгородівська» при наявних рівнях затоплення становить 30–40 м<sup>3</sup>/год.

Таким чином, загальний водоприток у гірничі виробки шахти № 2 «Новгородівська» складатиме 110–125 м<sup>3</sup>/год при затопленні в інтервалах +121,1÷+155,0 м. На етапі затоплення гірничих виробок в інтервалі +155÷+185 м (допускаючи, що на даному інтервалі перетікання шахтних вод із гірничих виробок шахти ім. Д.С. Коротченка у шахту № 2 «Новгородівська» буде відсутнє, а перетікання шахтних вод із гірничих виробок шахти № 2 «Новгородівська» до гірничих виробок шахти № 1-3 «Новгородівська» складе 45 м<sup>3</sup>/год), загальний середній водоприток до гірничих виробок шахти № 2 «Новгородівська» складе ≈ 85 м<sup>3</sup>/год.

Отриману середню величину загального водопритоку до гірничих виробок шахти № 2 «Новгородівська» при її затопленні в інтервалі глибин від абс. відм. +121,1 м до абс. відм. +185,0 м ( $Q = (125+85)/2 = 105$  м<sup>3</sup>/год) перевіримо за допомогою емпіричної залежності:

$$Q_{\text{пр}} = Q_{\text{ф}} \sqrt{\frac{H_{\text{пр}}}{H_{\text{ф}}}}$$

де  $Q_{\text{пр}}$  – прогнозний водоприток для глибини затоплення  $H_{\text{пр}}$ ,  $Q_{\text{ф}}$  та  $H_{\text{ф}}$  – фактичні водопритоки та глибина дзеркала затоплення на кінцевий період її роботи.

Середній багаторічний власний водоприток в гірничі виробки шахти № 2 «Новгородівська» до моменту відключення водовідливу (жовтень, 2017 рік) складає 285 м<sup>3</sup>/год. При цьому зафіксовано, що рівень затоплення гірничих виробок досяг абс. відм. + 30,6 м (клітьовий ствол).

Враховуючи цю ситуацію, можна стверджувати, що загальний водоприток у гірничі виробки шахти № 2 «Новгородівська» при існуючому положенні рівня затоплення становить 325 м<sup>3</sup>/год (285 м<sup>3</sup>/год + 45 м<sup>3</sup>/год – перетікання із шахти ім. Д.С. Коротченка).

Між виробками шахт ім. Д.С. Коротченка і № 2 «Новгородівська» гідралічний зв'язок може здійснюватися тільки в зоні бар'єрного цілика по пласту I<sub>1</sub>, тому що виробки цих шахт по пласту k<sub>8</sub> віддалені одна від одної на значні відстані, що виключають можливість взаємовпливу. Мінімальна відстань між виробками даних шахт по пласту I<sub>1</sub> має місце в районі 9 південної лави шахти № 2 «Новгородівська», де вентиляційний штрек цієї лави (абс. відм. мінус 157.2 м) віддалений від 5 північного конвеєрного штреку (абс. відм. мінус 133.8 м) шахти ім. Д.С. Коротченка на 33 м (23 м в плані і 22 м по вертикалі). За даними УкрНДМІ, фактична величина бар'єрного цілика складає 26–27 м.

Точне визначення величини додаткових надходжень води на шахту № 2 «Новгородівська» через бар'єрний цілик з боку шахти ім. Д.С. Коротченка не

уявляється можливим. Величина фільтрації може змінюватися – це залежить від положення рівня затоплення її гірничих виробок, в тому числі від динамічного режиму водоносних горизонтів, що беруть участь в обводнюванні виробок відпрацьованих пластів  $k_8$  і  $l_1$ .

Таким чином, при досягненні рівня затоплення гірничих виробок шахти № 2 «Новгородівська» абс. відмітки + 155 м її водопріплив становитиме:

$$Q = 325 \sqrt{\frac{205 - 155}{205 - 30.6}} = 174 \text{ м}^3/\text{год.}$$

При досягненні рівня затоплення гірничих виробок шахти № 2 «Новгородівська» абс. відмітки +185 м:

$$Q = 285 \sqrt{\frac{205 - 185}{205 - 30.6}} = 96 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Отже, середня величина загального водопріпливу (Q) до гірничих виробок шахти № 2 «Новгородівська» при її затопленні в інтервалі глибин від абс. відм. +121,1 м до абс. відм. +185,0 м згідно з розрахунками становитиме 135 м<sup>3</sup>/год.

Порівнюючи представлені розрахунки з даними Артемівської ГПП (2006 рік [5]), бачимо, що водопріплив до гірничих виробок шахти № 2 «Новгородівська» при їх затопленні до абс. відмітки +155 м становитиме 96 м<sup>3</sup>/год, а до відмітки +185 м – становитиме 57 м<sup>3</sup>/год. У таблиці 1 наведені величини водопріпливу, розраховані у звітах, що розглядаються, а також величини водопріпливу, розраховані авторами цього звіту.

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика водоприпливів у шахту № 2 «Новгородівська» за розрахунками авторів звітів

| Абс. відмітка затоплення, м | Величина водопріпливу Q м <sup>3</sup> /год за розрахунками АГПП (2006, 2015 рр. [1, 2]) | Величина водоприпливу Q м <sup>3</sup> /год за розрахунками ДРГП «Донецькгеологія» [3] | Величина водоприпливу Q м <sup>3</sup> /год за розрахунками авторів статті |
|-----------------------------|--|--|--|
| +155                        | 96   | 180  | 174  |
| +185                        | 57   | 66   | 96   |

Слід зазначити, що величина водопріпливу у гірничі виробки шахти № 2 «Новгородівська», розрахованого АГПП, є суттєво заниженою у порівнянні із іншими розрахунками. До того ж, прогнозний час затоплення, наведений у звіті АГПП, за фактом не виправдався.

Тому для відображення наближеної до реальної величини водопріпливу до гірничих виробок шахти № 2 «Новгородівська» приймаємо діапазон значень, отриманих у розрахунках, наведених у статті.

## Висновки

Шахта № 2 «Новгородівська» знаходиться в стані затоплення. Рівень затоплення становить +121,1 м. Сумарний водопріплив води в шахту № 1-3 «Новгородівська» становить 427 м<sup>3</sup>/год, з них на головний водозбірник



шахти № 1 потрапило 315 м<sup>3</sup>/год. Збільшення водопритоку в порівнянні з жовтнем 2017 року, перед відключенням ВВК № 2 «Новгородівська», становить +135 м<sup>3</sup>/год сумарно.

По мірі підвищення рівня затоплення техноекосистеми Селидівських шахт вище абс. відмітки +155 м відбуватиметься відновлення ємнісних запасів підземних вод у масиві гірських порід та відновлення напорів підземних вод відкладів карбону до абс. відмітки +185 м. При цьому, напрямок розвантаження підземних вод буде регулюватися сучасним ерозійним врізом території та наявними дренами – р. Соленою, струмком Соленим, б. Лозовою. Основна маса підземних вод, що буде розвантажуватись у гідрографічну мережу, складатиме 260 м<sup>3</sup>/год, у т.ч. 170 м<sup>3</sup>/год (65%) – у р. Солена. Для підтримання безпечних умов праці шахтарів та гідробезпеки роботи шахти № 1-3 «Новгородівська» було б доцільно впровадити інженерно-технічні заходи для відкачування шахтної води по мірі її підняття.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Богатыренко Н.П., Хабибулин И.С. Геологический отчет о результатах геологоразведочных работ на участке Селидовском Западном 1/1 (участок 33 Селидовский западный 1/1 и поле шахты «Селидовская» ПО «Селидовуголь»). ПГО «Донбассгеология», Артемовск, 1994.
2. Волкова Г.А., Лисянская Л.А. Отчет «Опробование угольных пластов и рудничных вод на шахтных полях на элементы, загрязняющие окружающую среду». ПГО «Донбассгеология», Артемовск, 1982.
3. Усенко В.В., Лисянская Л.А. Заключение о результатах работы «Разработка прогноза геофильтрации и управления подземными водами в горном массиве на поле шахты № 2 «Новгородовская» ГХК «Селидовуголь» и граничных шахт при её ликвидации». ППП «Артемовская гидропартия», Артемовск, 2000.
4. Усенко В.В. Заключение о результатах работы по оценке состояния и мер по реабилитации пруда в с. Шевченко Красноармейского района. ППП «Артемовская гидропартия», Артемовск, 2001.
5. Заключение «Прогноз изменения эколого-гидрогеологических условий в границах горных отводов шахты № 2 «Новгородовская», которая ликвидируется, ликвидированной шахты «Селидовская» и шахты им. Д.С. Коротченко, которая подлежит ликвидации, а также смежных с ними действующих шахт», Артемовская ГПП, 2006 г.
6. Заключение о результатах работы «Прогноз изменения экологогидрогеологических условий после полной ликвидации шахты № 2 «Новгородовская», Артёмовская ГПП, 2015 г.
7. Гідрогеологічний прогноз про можливий приток шахтних вод та загрозу прориву води до ВП «Шахта 1-3 «Новгородівська» ДП «Селидвугілля» з закритої шахти № 2 «Новгородівська», ДРГП «Донецькгеологія», 2018 р.

*Стаття надійшла до редакції 24.09.2019 і прийнята до друку після рецензування 10.10.2019*

## REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Bogatyrenko, N. P., & Habibulin, I. S. (1994). *Geologicheskij otchet o rezul'tatah geologorazvedochnyh rabot na uchastke Selidovskom Zapadnom 1/1 (uchastok 33 Selidovskij zapadnyj 1/1 i pole shahty «Selidovskaja» PO «Selidovugol'»)*. Artemovsk, Ukraine: PGO «Donbassgeologija». (in Russian).

2. Volkova, G .A., Lisjanskaja, L. A. (1982). *Otchet «Oprobovanie ugol'nyh plastov i rudnichnyh vod na shahtnyh poljah na jelementy, zagrzajznjajushhie okružhajushhuju sredu»*. Artemovsk, Ukraine: PGO «Donbassgeologija». (in Russian).
3. Usenko, V. V., Lisjanskaja, L. A. (2000). *Zaključenie o rezul'tatah raboty «Razrabotka prognoza geofil'tracii i upravlenija podzemnymi vodami v gornom massive na pole shahty № 2 «Novogrodovskaja» GHK «Selidovugol'» i granichnyh shaht pri ejo likvidacii»*. Artemovsk: PGP «Artemovskaja gidropartija». (in Russian).
4. Usenko, V. V. (2001). *Zaključenie o rezul'tatah raboty po ocenke sostojanija i mer po reabilitacii pruda v s. Shevchenko Krasnoarmejskogo rajona*. Artemovsk: PGP «Artemovskaja gidropartija». (in Russian).
5. Artjomovskaja GGP. (2006). *Zaključenie «Prognoz izmenenija jeologogidrogeologičeskikh uslovij v granicah gornyh otvodov shahty № 2 «Novogrodovskaja», kotoraja likvidiruetsja, likvidirovannoju shahty «Selidovskaja» i shahty im. D.S. Korotchenko, kotoraja podlezhit likvidacii, a takzhe smezhnyh s nimi dejstvujushhij shaht»*. (in Russian).
6. Artjomovskaja GGP. (2015). *Zaključenie o rezul'tatah raboty «Prognoz izmenenija jeologogidrogeologičeskikh uslovij posle polnoj likvidacii shahty № 2 «Novogrodovskaja»*.
7. DRGP «Donec'keologija». (2015). *Gidrogeologičnij prognoz pro možhlyvyj prytok shahtnyh vod ta zagrozu proryvu vody do VP «Shahta 1-3 «Novogrodivs'ka» DP «Selydvugillja» z zakrytoj' shahty № 2 «Novogrodivs'ka»*. (in Ukrainian).

*The article was received 24.09.2019 and was accepted after revision 10.10.2019*

#### **Улицький Олег Андрійович**

доктор геологічних наук, доцент, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, директор ННІ екологічної безпеки та управління Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління

**Адреса робоча:** 03035 Україна, м. Київ, вул. Митрополита Василя Липківського 35, корп. 2

**e-mail:** olegulytsky@gmail.com

#### **Єрмаков Віктор Миколайович**

доктор технічних наук, доцент, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, директор Центру еколого-ресурсного відновлення Донбасу Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління

**Адреса робоча:** 03035 Україна, м. Київ, вул. Митрополита Василя Липківського 35, корп. 2

**e-mail:** evn54@ukr.net

#### **Луньова Оксана Володимирівна**

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри екологічна безпека Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління

**Адреса робоча:** 03035 Україна, м. Київ, вул. Митрополита Василя Липківського 35, корп. 2

**e-mail:** lunovaov@ukr.net

#### **Бойко Катерина Євгенівна**

молодший науковий співробітник Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління

**Адреса робоча:** 03035, Україна, м. Київ, вул. Митрополита Василя Липківського, 35, корп. 2

**e-mail:** boyko\_ekateruna@ukr.net

UDC 504.05 ; 626/627

**Dmytro V. Stefanyshyn**<sup>1,2</sup>, D. S. (Engineering), Lead researcher, Professor of Department  
ORCID ID: 0000-0002-7620-1613 *e-mail*: d.v.stefanyshyn@nuwm.edu.ua

**Yurii S. Vlasiuk**<sup>2</sup>, Postgraduate student  
ORCID ID: 0000-0002-6359-733X *e-mail*: y.s.vlasiuk@nuwm.edu.ua

<sup>1</sup>Institute of Telecommunications and Global Information Space of NASU, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup>National University of Water and Environmental Engineering, Rivne, Ukraine

## **SOME CRITICAL COMMENTS ON THE QUALITY OF ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT REPORTS FOR SMALL HYDROPOWER PLANTS IN UKRAINE**

***Abstract.** Nowadays, small hydropower in Ukraine has a small share in the national energy balance. However, in Ukraine small hydropower has been still developing, but its development is largely spontaneous, not accompanied by scientific and technical researches of small rivers, as well as an appropriate analysis of the impact of small hydropower plants on the environment. As a result, there is an increasing resistance to the building of new hydropower plants in the country by environmentalists, activists and the public.*

*The issue of small hydropower in our country has become a new topical challenge in connection with the adoption in 2017 of the Act of Ukraine “On Environmental Impact Assessment”. According to this Act, all hydropower plants on rivers, regardless of their capacity, including small hydropower plants, are classified as planned activities and objects that can have a significant environmental impact and are subject to environmental impact assessment.*

*Since 2017, in accordance with the Act, a large number of environmental impact assessment reports have been submitted to the Unified Register concerning planned activities related to the construction of new small hydropower plants, which were prepared by various entities, including universities.*

*The main objective of the research was to analyze the reports presented in the Unified Register and the formulation of practical comments on the quality of their preparation, the accuracy and completeness of information on the environmental impacts of the planned small hydropower plants. The purpose of the article is to familiarize professionals in the various fields of knowledge relevant to the issue, in particular, hydraulic engineers, hydropower engineers, environmentalists, as well as potential investors in small hydropower, public activists and the general public with these remarks.*

*Totally, 16 of reports were analyzed in detail. The main shortcomings of the performed environmental impact assessments of the new small hydropower plants planned to build were noted, including the lack of proper analysis of alternatives and scientifically sound forecasts, the incompetence of experts in the issues related to the environmental impacts of hydraulic structures. Practical recommendations were formulated that can help improve the quality of the environmental impact assessment of small hydropower plants, with the aim of avoiding environmentally hazardous decisions, taking into account the various environmental and social risks associated with small hydropower facilities.*

***Keywords:** feasibility; hydrotechnical construction; environmental impact assessment report; small hydropower; small hydropower plants; planned activity*

Д.В. Стефанишин<sup>1,2</sup>, Ю.С. Власюк<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, м. Київ, Україна

<sup>2</sup>Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, Україна

## ДЕЯКІ КРИТИЧНІ ЗАУВАЖЕННЯ ЩОДО ЯКОСТІ ЗВІТІВ З ОЦІНКИ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ МАЛИХ ГІДРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ В УКРАЇНІ

***Анотація.** Наразі в Україні мала гідроенергетика має незначну долю в енергобалансі. Втім, її розвиток в Україні відбувається, але здебільшого стихійно, не супроводжуючись науковими та технічними дослідженнями малих річок, аналізом впливу малих гідроелектростанцій на довкілля. В результаті зростає спротив будівництву нових малих гідроелектростанцій в країні зі сторони екологів, активістів та громадськості.*

*Проблема малої гідроенергетики в країні набула нового звучання у зв'язку з прийняттям в 2017 р. Закону України «Про оцінку впливу на довкілля». Згідно з цим Законом всі гідроелектростанції на річках незалежно від їх потужності, включно і малі гідроелектростанції, віднесено до видів планованої діяльності та об'єктів, які можуть мати значний вплив на довкілля та підлягають оцінці впливу на довкілля.*

*З 2017 року, у відповідності з прийнятим Законом, в єдиний реєстр надійшла велика кількість звітів з оцінки впливу на довкілля, підготовлених різними суб'єктами господарювання, в тому числі і університетами, планованої діяльності, пов'язаної з будівництвом нових малих гідроелектростанцій.*

*Основною задачею проведених нами досліджень був аналіз представлених в єдиному реєстрі звітів з формулюванням практичних зауважень щодо якості їх підготовки на предмет достовірності та повноти інформації про впливи запланованих малих гідроелектростанцій на довкілля. Мета цієї статті полягає в ознайомленні фахівців з різних галузей знань, дотичних до проблеми, зокрема інженерів-гідротехніків, гідроенергетиків, екологів, а також і потенційних інвесторів у малу гідроенергетику, громадських активістів та широкої громадськості з цими зауваженнями.*

*Всього детально було проаналізовано 16 звітів. Відмічено основні недоліки виконаних оцінок впливу на довкілля планованих до будівництва нових малих гідроелектростанцій, серед яких відсутність належного аналізу альтернатив та науково обґрунтованих прогнозів, некомпетентність експертів в питаннях, що стосуються впливів гідротехнічних споруд на довкілля. Сформульовано практичні рекомендації, які можуть сприяти підвищенню якості оцінки впливу на довкілля малих гідроелектростанцій в країні, з метою недопущення екологічно та соціально небезпечних рішень, врахування різних екологічних та соціальних ризиків, пов'язаних з об'єктами малої гідроенергетики.*

***Ключові слова:** доцільність; гідротехнічне будівництво; звіт з оцінки впливу на довкілля; мала гідроенергетика; малі гідроелектростанції; планована діяльність*

### Вступ

Терміном «малі гідроелектростанції» (малі ГЕС, МГЕС) в світі прийнято називати гідроенергетичні установки потужністю до 10-30 МВт [1]. В Україні

до МГЕС відносять ГЕС потужністю до 10 МВт. Серед них МГЕС зі встановленою потужністю до 0,2 МВт відносять до категорії мікро ГЕС, до 1 МВт – міні ГЕС, від 1 до 10 МВт – власне малих ГЕС [1, 2].

Вітчизняна мала гідроенергетика має незначну частку в національному енергобалансі (близько 0,15% на 2015 р. [3]) і складну історію становлення, розвитку, занепаду та відновлення – завдяки впровадженню в середині 90-х років минулого століття «зеленого» тарифу [2]. На 2018 р. сумарна встановлена потужність МГЕС в країні склала лише 99 МВт [4], що значно менше сумарної встановленої потужності таких альтернативних джерел «малої» відновлюваної електроенергетики, як сонячні електростанції (СЕС) домогосподарств (157 МВт) та установки на біомасі і біогазі (103 МВт).

За дев'ять місяців 2019 р. ситуація зі введенням нових потужностей електрогенерації у відновлюваній «зеленій» енергетиці в країні ще більше змінилася не на користь малої гідроенергетики. Так, за повідомленням голови Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження України Сергія Савчука [5], за цей період у відновлюваній енергетиці, де діє «зелений» тариф, введено такі нові потужності: понад 2000 МВт – на СЕС; майже 400 МВт – на вітрових електростанціях (ВЕС); близько 120 МВт – на СЕС домогосподарств (і це лише за 6 місяців ц.р.); 24 МВт привнесли в об'єднану енергосистему (ОЕС) країни біогазові установки; 13 МВт – об'єкти малої гідроенергетики та 4 МВт – об'єкти на біомасі.

Загалом в структурі альтернативної відновлюваної енергетики в країні (без великої гідроенергетики) частка малої гідроенергетики знизилася з 43% в 2010 р. до 4,35% в 2018 р. і, скоріше за все, як показує і вітчизняна, і світова практика, й надалі продовжуватиме знижуватися. В розрізі сумарної встановленої потужності вітчизняної гідроенергетики на 2018 р. частка малої гідроенергетики склала близько 1,6% [4]. Очікується, що зі введенням нових потужностей на Дністровській ГАЕС, з модернізацією Дніпровського каскаду ГЕС та побудовою Каховської ГЕС-2 можливе подальше зниження частки, яку має мала гідроенергетика і у вітчизняній гідроенергетиці.

Незначний приріст встановленої потужності у вітчизняній малій гідроенергетиці в останні роки може пояснюватися і тим, що в Україні мала гідроенергетика викликає значний спротив подальшому розвитку з боку екологів, громадських активістів та місцевих громад [2, 6-8].

Звичайно, у вітчизняній малої гідроенергетики є не лише «противники», а й «прихильники». Серед прихильників малої гідрогенерації, наприклад, варто згадати новопризначеного міністра енергетики та захисту довкілля України Олексія Оржеля. В своїй статті в газеті «Економічна правда» від 16 жовтня 2015 р. [7] майбутній міністр виступив на захист вітчизняної гідроенергетики, в тому числі і малої гідроенергетики. Велику гідрогенерацію в статті було названо «найекологічнішою серед усіх інших форм традиційних способів енерговиробництва». В свою чергу щодо малої гідроенергетики було написано таке: «Сучасні турбіни, виготовлені відповідно до стандартів захисту навколишнього середовища, насичують воду киснем, що сприяє збереженню іхтіофауни, запобігають утворенню паводків, не допускають забруднення водойм завдяки фільтрам», «... нижче за течією очищена фільтрами і збагачена повітрям вода річки відтворює повноцінне русло», «на противагу великій мала гідроенергетика має переваги щодо екологічності».

В той же час особи й організації, що виступають проти будівництва нових МГЕС в країні, в статті [7] було звинувачено в маніпуляціях і чорному піарі. Наприклад, такі звинувачення стосувались «начебто експертів українського представництва Всесвітнього фонду дикої природи – WWF, які надають непрофесійні висновки для отримання грантових грошей та спотворюють інформацію, дискредитуючи WWF». Негативні оцінки в статті [7] дісталися і «зеленому туризму», як одній з можливих альтернатив розвитку малої гідроенергетики, – через «шкідливий вплив власне самого туристичного бізнесу на природу, про перетворення місць заповідної природи на галявини чи долини розваг для туристів або на промислові мисливські угіддя».

Для порівняння, офіційну позицію WWF щодо малої гідроенергетики в Україні, однієї з найбільш толерантних до малої гідроенергетики в країні організацій-опонентів, викладено в [8], де, зокрема, наголошується, що «масштабне неконтрольоване будівництво об'єктів МГЕС в Україні в останні роки призводить до зникнення унікальних видів риби та більшості водних організмів, погіршення якості води в річках, зміни гідроморфологічних режимів, осушення річок, в окремих регіонах створює соціальну напругу та може призвести до екологічної катастрофи».

Можливо, з 2015 р. [7] думка пана Оржеля щодо будівництва нових МГЕС в Україні дещо змінилася. Втім, навіть якщо вона залишилась і незмінною, то згідно з прийнятим в 2017 р. Законом України «Про оцінку впливу на довкілля» [9] (далі – Закон про ОВД) всі нові МГЕС підлягають оцінці впливу на довкілля як види планованої діяльності та об'єкти, «які можуть мати значний вплив на довкілля» (див. Статтю 3 Закону в частині 3, де серед об'єктів енергетичної промисловості, «які можуть мати значний вплив на довкілля та підлягають оцінці впливу на довкілля» вказано «гідроелектростанції на річках незалежно від потужності»). Тобто, за чинним Законом [9], навіть мікро ГЕС, потужністю до 0,2 МВт, визнано об'єктами, які можуть мати значний, в тому числі і негативний, вплив на довкілля.

### **Загальна постановка задачі досліджень та мета статті**

Як відомо, гідроенергетика використовує відновлюваний енергоресурс і, безумовно, сприяє енергозбереженню. Серед інших джерел електрогенерації, що натеper використовують відновлюваний енергоресурс (СЕС, ВЕС тощо), гідроенергетика характеризується ще й найвищим коефіцієнтом корисної дії устаткування (0,7...0,9 і вище) та високою маневреністю [2, 10], що наділяє її додатковими перевагами.

В свою чергу до важливих переваг МГЕС, в порівнянні з ГЕС більшої потужності, відносяться: порівняно невеликий об'єм інвестицій і більш короткий термін будівництва, що дозволяє прискорити отримання прибутку приватними інвесторами; можливість використовувати гідропотенціал численних малих рік та приток; близькість до індивідуального споживача, який водночас може бути і власником МГЕС; можливість забезпечення електропостачання віддалених від загальних електромереж поселень [1-3, 10].

Втім, гідрогенерація може мати значний негативний вплив на довкілля, водні екосистеми та екопослуги, як на локальному, так і на басейновому рівні, на чому, зокрема, наголошується і в Директивах Європейського Союзу (ЄС) (Директиви 2001/80/ЄС та 2010/75/EU), які мають за мету розвиток

енергозберігаючих технологій та використання відновлюваних джерел енергії і які зобов'язалась виконувати і Україна, приєднавшись в 2010 р. до Європейського Енергетичного співтовариства [11]. При цьому, на відміну від гідроресурсу (стік води, напір), що використовується для вироблення електроенергії на ГЕС, який можна розглядати як такий, що відновлюється, екосистемні ресурси річок, особливо малих і середніх, на яких переважно будуються й експлуатуються МГЕС, не відновлюються і є вичерпними. В Директивах ЄС вказується, що розвиток гідроенергетики, в тому числі і малої, як потенційно небезпечної для навколишнього середовища технології електрогенерації, має обмежуватися і відбуватися лише за умови вироблення прозорої і збалансованої державної політики, узгодженої з екологічним національним та міжнародним законодавством [12]. Таким чином, питання доцільності будівництва чи відновлення кожної конкретної МГЕС, як і розвитку малої гідроенергетики в країні в цілому, не може розглядатися лише в контексті економічного інтересу – чи то приватного, чи державного. Відповідно, Закон про ОВД [9] має сприяти вирішенню проблеми доцільності діяльності, пов'язаної з будівництвом і експлуатацією нових МГЕС.

Згідно з цим Законом оцінка впливу на довкілля (ОВД) – це процедура, що передбачає ряд дій, серед яких «підготовку суб'єктом господарювання звіту з оцінки впливу на довкілля» (далі, звіт з ОВД) [9].

Законом [9] регламентується склад матеріалів звіту з ОВД (всього в звіті передбачено 13 обов'язкових розділів), згідно з яким «Оцінка впливу на довкілля здійснюється з дотриманням вимог законодавства про охорону навколишнього природного середовища, з урахуванням стану довкілля в місці, де планується провадити плановану діяльність, екологічних ризиків і прогнозів, перспектив соціально-економічного розвитку регіону, потужності та видів сукупного впливу (прямого та опосередкованого) на довкілля, у тому числі з урахуванням впливу наявних об'єктів, планованої діяльності та об'єктів, щодо яких отримано рішення про провадження планованої діяльності або розглядається питання про прийняття таких рішень». У відповідності з Законом «Суб'єкт господарювання забезпечує підготовку звіту з оцінки впливу на довкілля і несе відповідальність за достовірність наведеної у звіті інформації згідно з законодавством».

Основною задачею проведених нами досліджень був аналіз матеріалів, представлених згідно з Законом [9] в Єдиному Реєстрі [13] звітів з ОВД, та формулювання найбільш типових зауважень щодо об'єктивності ОВД планів будівництва нових МГЕС в країні в контексті можливості обґрунтування доцільності відповідної планованої діяльності. Для аналізу було відібрано звіти, які готувалися різними суб'єктами господарювання, в тому числі університетами та представниками проектних організацій. Метою статті є ознайомлення інженерів-гідротехніків, гідроенергетиків, екологів, а також і потенційних інвесторів у малу гідроенергетику, активістів та широкої громадськості з результатами проведеного нами аналізу. Крім того, в статті формулюються і деякі практичні рекомендації, які можуть посприяти підвищенню якості виконання ОВД для нових МГЕС, що плануються до будівництва, з метою недопущення екологічно та соціально небезпечних рішень, врахування різних екологічних та соціальних ризиків, пов'язаних з об'єктами малої гідроенергетики.

## Матеріали для аналізу

Серед численних звітів з ОВД МГЕС, представлених в Єдиному реєстрі [13], які нами було розглянуто в дослідженні, виділимо наступні.

1). Звіт з ОВД будівництва мікро ГЕС «Липицька МГЕС» встановленою потужністю 200 кВт на р. Дністер в Миколаївському районі Львівської обл. (реєстраційний номер справи в реєстрі з ОВД №2018614992/2121). Звіт було підготовлено ТОВ «Вотерструм» (директор В.В. Крока). Після виявлення громадськістю грубих порушень Закону з ОВД звіт було відкликано.

2). Звіт з ОВД будівництва мікро ГЕС встановленою потужністю 85 кВт на р. Серет в с. Мишківчів, Тернопільського району Тернопільської обл. (справа в Реєстрі №20187251324). Звіт було підготовлено ПМП «Люкс» (директор Дерень Р.М.). За результатами громадського обговорення та розгляду звіту в Управлінні екології та природних ресурсів Тернопільської ОДА було відмовлено у видачі висновку з закриттям справи.

3). Два звіти з ОВД для ТОВ «Гідроресурс-Шопурка» (директор В.М. Сегедій) будівництва і експлуатації на р. Шопурка в смт Кобилецька Поляна, Рахівського району Закарпатської обл. двох МГЕС встановленою потужністю до 999 кВт кожна: в урочищі Підпорей (справа в Реєстрі №201853708) та в урочищі Квасний (справа в Реєстрі №201853709). Обидва звіти було підготовлено ТОВ «НП «Експертний Центр» (директор Л.П. Крадожон).

4). Звіт з ОВД будівництва Добротвірської МГЕС встановленою потужністю 1 МВт на р. Західний Буг в с. Старий Добротвір, Кам'янка-Бузького району Львівської обл. (справа в Реєстрі №2018613978). Звіт було підготовлено ТзОВ «Компанія «Центр ЛТД» (директор О.В. Бота) для ТзОВ «Акваресурсенерго». Планована діяльність має здійснюватися в межах діючих напірних споруд (земляної греблі) Добротвірського гідровузла, водосховище якого використовується Добротвірською ТЕС.

5). Два звіти з ОВД для ТОВ «Енергія Гір плюс» проектів будівництва двох МГЕС встановленою потужністю до 999 кВт кожна на р. Шопурка в Рахівському районі Закарпатської обл.: №1 в межах смт Великий Бичків (справа в Реєстрі №2018530883) та №2 за межами селища В. Бичків (справа №2018530884). Обидва звіти було підготовлено в Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу (ІФНТУНГ) за авторством д. т. н., проф. Я.О. Адаменка, д. т. н., проф. Л.М. Архипової, д. т. н., проф. О.М. Мандрика, а також за участі д. ф.-м. н., проф. С.С. Попа з Ужгородського національного університету (УжНУ).

6). Три звіти з ОВД для ТзОВ «Гідроресурс-Тересва» (директор В.М. Сегедій) будівництва каскаду з трьох малих ГЕС на р. Тересва в Тячівському районі Закарпатської обл. у складі: МГЕС-1 в с. Калини, встановленою потужністю до 3500 кВт (справа в Реєстрі №2018426677); МГЕС-2 в с. Калини, встановленою потужністю до 2400 кВт (справа в Реєстрі №2018426678); МГЕС в с. Бедевля встановленою потужністю до 5100 кВт (справа в Реєстрі №2018426679). Всі три звіти було підготовлено ТОВ «НП «Експертний Центр» (директор Л.П. Крадожон).

7). Звіт з ОВД для ТОВ «Альтернатив електрик» (директор Л.І. Гольштейн) будівництва і експлуатації міні ГЕС встановленою потужністю до 1 МВт на річці Шопурка в смт Великий Бичків, Рахівського району Закарпатської обл.



(справа в Реєстрі № 2018517802). Звіт було підготовлено ПБМП «Строитель-П» (технічний директор В.В. Галат).

8). Чотири звіти з ОВД для ТЗОВ «Свидовець Енерго» (директор О.М. Савицький) будівництва та експлуатації чотирьох міні ГЕС встановленою потужністю до 1 МВт кожна на р. Шопурка в смт Великий Бичків, Рахівського району Закарпатської обл.: МГЕС-4 (справа в Реєстрі №2018517801); МГЕС-3 (справа в Реєстрі №2018517800); МГЕС-2 (справа №2018517799); МГЕС-1 (справа в Реєстрі 2018517798). Всі чотири звіти було підготовлено ПБМП «Строитель-П» (технічний директор В.В. Галат).

9). Звіт з ОВД для ТОВ «БАЛФОРД Україна» (керівник В.В. Васильова, основний вид економічної діяльності ТОВ – оптова торгівля парфумними та косметичними товарами) будівництва малої гідроелектростанції потужністю до 2 МВт на річці Стрий біля с. Довге, Дрогобицького району Львівської обл. (справа в реєстрі №20181252331). Звіт було підготовлено інженером-проектувальником Ю.М. Сідляром.

Всі перераховані вище звіти було детально вивчено, за їх матеріалами було складено зауваження, які було направлено у відповідні уповноважені органи для ознайомлення в межах громадського обговорення.

### **Викладення основних положень статті та їх аналіз**

Проаналізовані звіти з ОВД (всього – 16) можна розділити на дві групи.

Перша група – це звіти, які відзначаються недбалим виконанням і значною мірою не відповідають формальним вимогам Закону про ОВД, зокрема, за складом матеріалів. Серед них – звіт з ОВД будівництва Липицької МГЕС на р. Дністер, звіт з ОВД будівництва МГЕС на р. Серет в с. Мишковичі та звіт з ОВД будівництва Добротвірської МГЕС на р. Західний Буг. Матеріали з різної проблематики впливу на довкілля планованої діяльності в цих звітах перемішано, в звітах мають місце постійні повторення та суперечності, які заважають ознайомленню зі звітами по суті.

Наприклад, в звіті з ОВД будівництва Липицької МГЕС на одній сторінці тексту вказується, що «Земельна ділянка, на якій планується проводити планову діяльність розташована на р. Дністер, на лівому березі»; на іншій сторінці – «Земельна ділянка, на якій планується проводити планову діяльність розташована на р. Дністер, на правому березі». Спочатку «Швидкість води на водозабірній споруді МГЕС не перевищує 0,8 м/с, що забезпечує можливість риби не потрапляти на гідроагрегати», далі по тексту – «Швидкість води на водозабірній споруді МГЕС не перевищує 0,6 м/с, що забезпечує можливість риби не потрапляти на гідроагрегати». В звіті наводилася також інформація, що жодним чином не стосується планованої діяльності на р. Дністер у заявленому створі, зокрема інформація, яка має відношення до басейнів інших річок (Західного Бугу, Сяну, Стиру).

В звіті з ОВД будівництва МГЕС на р. Серет в с. Мишковичі на титульній сторінці навіть не вказується, на якій річці і де саме має будуватися МГЕС. При цьому значна частина інформації, що подається в звіті, була запозичена зі звіту з ОВД будівництва Липицької МГЕС на Дністрі.

В звіті з ОВД будівництва Добротвірської МГЕС відсутній окремий розділ, в якому має бути викладено «стислий зміст програм моніторингу та контролю щодо впливу на довкілля під час провадження планованої діяльності, а також

(за потреби) планів післяпроектного моніторингу». Одним з серйозних недоліків ОВД для Добротвірської МГЕС є також відсутність в ньому результатів прогнозування потенційно можливої гідродинамічної аварії на існуючих напірних гідропорадах Добротвірського водосховища при будівництві МГЕС, з оцінкою ймовірності аварії за різними сценаріями її виникнення та ризику можливих наслідків за різними сценаріями її розвитку. Добротвірську МГЕС планується споруджувати у складі вже діючого гідровузла. Це, звичайно, слід розглядати як позитивний момент з точки зору раціоналізації природокористування. Однак, розміщення будівлі МГЕС в межах існуючої напірної гідропоруди (земляної греблі), що формує напірний фронт Добротвірського гідровузла, викликає певні занепокоєння. Відповідно до Закону України «Про об'єкти підвищеної небезпеки» [14] та Методики [15] Добротвірський гідровузол є потенційно небезпечним об'єктом. Проведення будівельних робіт, а в перспективі і експлуатація гідропоруди МГЕС, можуть спровокувати аварію на гідровузлі з проривом напірного фронту (гідродинамічну аварію), наслідки якої можуть бути катастрофічними для довкілля, а також і для роботи Добротвірської ТЕС, яка використовує водосховище. Слід також зазначити, що Західний Буг, на якому розміщуються гідропоруди Добротвірського гідровузла, є транскордонною річкою. Ці питання жодним чином не знайшли свого відображення в звіті.

Другу групу складають звіти, які за складом матеріалів переважно відповідають формальним вимогам Закону з ОВД. Втім, незважаючи на великий об'єм інформації в деяких з них (включно з додатками це сотні сторінок), в цих звітах також відсутні дані, які б дозволяли однозначно оцінити вплив планованої діяльності на довкілля та його наслідки.

Інформація про гідропоруди та довкілля в цих звітах, яка може вважатися об'єктивною, носить здебільшого оглядовий характер і стосується не стільки впливу планованої діяльності на довкілля та його наслідків, скільки характеристики природних (кліматичних, гідрологічних, інженерно-геологічних, гідрологічних тощо), екологічних та соціальних умов, які можуть вплинути на плановану діяльність, ускладнити її чи заважати її проведенню. При цьому автори звітів часто зловживають підміною понять та власними суб'єктивними оцінками доцільності планованої діяльності для довкілля і місцевого населення, оперуючи неповною, спірною, перекрученою інформацією, що стосується впливів малої гідроенергетики на довкілля. Інформація про вплив на довкілля об'єктів малої гідроенергетики, що подається в звітах, не завжди відповідає дійсності і може вводити в оману громадськість, підводячи людей, що не є фахівцями, до хибних висновків, що планована діяльність має обов'язково здійснюватися, щоб покращити стан довкілля, вирішити місцеві соціально-економічні проблеми тощо.

Так, наприклад, «значно нижчі питомі експлуатаційні витрати ... і більш тривалі терміни експлуатації ...» (звіти з ОВД будівництва двох МГЕС на р. Шопурка в смт Кобилецька Поляна від «НП «Експертний Центр») не можуть розглядатися як позитивні екологічні чинники, навіть опосередковано. Це економічні категорії, які можуть зацікавити лише інвестора. Недоречними в звітах є і посилання (своєрідне «переведення стрілок») на «більш актуальні і критичні» проблеми регіону, такі, наприклад, як «вирубування лісів» тощо. Порушення в одній сфері, одними особами, не можуть виправдовувати можливі порушення в іншій сфері, іншими особами.

В якості прикладу дещо упередженого висновку на користь планованої діяльності (будівництва ще двох МГЕС на р. Шопурка біля смт В. Бичків), може слугувати наступний висновок в звітах від ІФНТУНГ та УжНУ: «Таким чином, хоча на даному етапі проекту не всі екологічні наслідки планованої діяльності можуть бути оцінені, характер і масштаби цієї діяльності дозволяють констатувати, що негативні впливи на довкілля мають характер дуже обмежений у просторі і часі та не спричиняють наслідків на населення і природне середовище, які вимагають додаткового втручання чи реагування з метою їх пом'якшення чи усунення». Цей висновок було зроблено за матеріалами вже першого розділу поданих звітів з ОВД, де, згідно з Законом про ОВД, має даватися загальний опис планованої діяльності та основних її характеристик. Цим висновком, в принципі, заперечується необхідність подальшого дослідження можливих впливів планованої діяльності та їх наслідків, формулювання рекомендацій щодо їх пом'якшення чи усунення.

При цьому в жодному з проаналізованих нами звітів з ОВД відсутні зауваження «незалежних» «експертів», пов'язані з розглядом невластивих чи несуттєвих для проектів загроз, небезпек та масштабів негативних наслідків впливу будівництва та експлуатації тієї чи іншої МГЕС на довкілля, або ж ігнорування корисних ефектів, які виправдовують доцільність проектів. Тобто перебільшень негативних впливів, які б зашкодили іміджу планованої діяльності, в звітах з ОВД нема.

В той же час при ОВД об'єктів малої гідроенергетики «незалежні» «експерти», свідомо чи несвідомо, але не враховують вимоги, які записані в чинних будівельних нормах (див. ДБН В.2.4-3:2010. Гідротехнічні, енергетичні та меліоративні системи і споруди, підземні гірничі виробки. Гідротехнічні споруди. Основні положення [16]). Зауважимо, що ці норми «... поширюються на проектування, ..., гідротехнічних споруд усіх видів і класів», а їх вимоги «...обов'язкові до застосування проектно-вишукувальними, будівельними та експлуатаційними організаціями, організаціями управління, контролю і експертизи всіх рівнів». І, що головне, ці вимоги жодним чином не суперечать Закону з ОВД [9].

Зокрема, в ДБН В.2.4-3:2010 [16] (див. п. 1.2.8) вказується, що для вирішення природоохоронних питань при проектуванні, будівництві та експлуатації гідротехнічних споруд, в чому числі і МГЕС, розроблення природоохоронних заходів, необхідно робити оцінку і прогнозування:

– зміни геологічних і гідрогеологічних умов – рівневого режиму, умов живлення, забруднення підземних вод, особливо мінералізованих, засолення ґрунтів;

– фільтраційних втрат води з водоймищ через дно і береги;

– змін природного стану в результаті створення водоймищ; термічного і льодового режимів у б'єфах, у тому числі утворення протяжних полинів, посилення заторно-зажорних явищ;

– зміни ходу руслового процесу, трансформації русла нижніх б'єфів, замулення водоймищ і переробки берегів; ландшафту району будівництва і його відновлення;

– впливу змін руслового, гідравлічного, термічного і льодового режимів водотоків і водоймищ на умови нересту і відтворення риб, гніздування птахів, середовища перебування тварин тощо; впливу мікрокліматичних змін у районі створення водоймищ і нижнього б'єфу гідровузла – температурного режиму і

вологості повітря, кількості і режиму вітрів і опадів – на інженерно-геологічні процеси і властивості ґрунтів основ, а також на об'єкти інфраструктури і природне середовище.

У проаналізованих звітах з ОВД належні оцінки і прогнози цих змін та спровокованих ними явищ і процесів відсутні. Особливо актуальними в контексті тривалої експлуатації МГЕС (до 50 років) слід відзначити оцінку і прогнозування змін ходу руслового процесу, трансформації русла нижніх б'єфів, що повністю ігнорується при ОВД МГЕС. Саме зміни ходу руслового процесу, трансформація русел викликають гідроморфологічні зміни, зазвичай негативні і практично незворотні, русел річок, які, зрештою, і призводять до деградації екологічного статусу малих та середніх річок [17].

Якщо посилається на формальні вимоги Закону з ОВД [9], то в звітах з ОВД слід представити «опис і оцінку можливого впливу на довкілля планованої діяльності, зокрема величини та масштабів такого впливу (площа території та чисельність населення, які можуть зазнати впливу), характеру (за наявності – транскордонного), інтенсивності і складності, ймовірності, очікуваного початку, тривалості, частоти і невідворотності впливу (включаючи прямий і будь-який опосередкований, побічний, кумулятивний, транскордонний, короткостроковий, середньостроковий та довгостроковий, постійний і тимчасовий, позитивний і негативний вплив)...».

В проаналізованих нами звітах з ОВД МГЕС подібні оцінки і прогнози належним чином не виконувались.

Зокрема, оскільки тривалість експлуатації МГЕС передбачається до 50 років, то впливи планованої діяльності на довкілля та їх наслідки мали б аналізуватися й оцінюватися і з врахуванням змін в часі, тобто, при ОВД МГЕС мали б складатися як мінімум по три прогнози для різних факторів впливу: короткострокові (на перші кілька років експлуатації гідроспоруд), середньострокові (наприклад, через 10-20 років експлуатації гідроспоруд) та довгострокові (на кінець заявленого терміну експлуатації МГЕС).

При цьому громадськості для ознайомлення надаються звіти-кальки з ОВД МГЕС, які готувалися однією і тією ж організацією для різних об'єктів (наприклад, звіти для різних МГЕС на р. Шопурка). Подекуди ці звіти мають ще й надзвичайно великий об'єм (до 700 сторінок тексту, з додатками, як, наприклад, звіти з ОВД, підготовлені ПБМП «Строїтель-II»). В звіт з ОВД може включатись і інформація, яка взагалі не стосується об'єкта досліджень, як, наприклад, в звіті з ОВД будівництва МГЕС на р. Стрий біля с. Довге в Львівській обл. було наведено численні фотографії, якими ілюструється хід будівництва ГЕС за кордоном.

Вкрай незадовільно, на нашу думку, в звітах подається представлення та аналіз виправданих альтернатив планованої діяльності. Зокрема, в якості виправданих технічних альтернатив МГЕС розглядають будівництво ТЕС чи АЕС (чому, наприклад, не СЕС чи ВЕС?). Більш доцільно, в цьому випадку, в якості технічних альтернатив розглядати і варіанти заходів, спрямованих на запобігання, відвернення, уникнення, зменшення, усунення негативного впливу на довкілля (наприклад, різні схеми облаштування рибоходів), аніж способи підвищення ефективності господарчої діяльності інвестора (вибір гідроенергетичного обладнання з вищим ККД тощо).

Те ж саме стосується і територіальних альтернатив. Якщо вони й розглядаються, то при цьому переслідується лише мета отримання більшого

прибутку: «потреба у наявності перепадів висот та достатніх об'ємів річкового стоку для вироблення електроенергії з відновлюваних джерел; запропоноване розташування МГЕС має добре автомобільне сполучення, що є зручним для будівництва» (таке пояснення, наприклад, дається в звітах з ОВД, підготовлених в ІФНТУНГ для двох МГЕС на р. Шопурка). Територіальні альтернативи можуть і взагалі не розглядатися, як, наприклад, в звітах з ОВД для трьох МГЕС на р. Тересва.

В той же час, для об'єктивності ОВД представлення і опис виправданих альтернатив, як технічних, так і територіальних, є надзвичайно важливим. Зрештою, через альтернативи показується чи виважено забудовник-інвестор ставиться до охорони довкілля та раціонального природокористування. В свою чергу виконавець ОВД має зробити хоча б якусь їх оцінку (якісну, типу SWOT-аналізу, чи кількісну, як, наприклад, пропонується в [18]), задавшись критерієм оптимальності, визначивши цільову функцію й виконавши попарне порівняння альтернатив тощо. Це слід робити, щоб заявлені «вигоди» і «переваги» вибраної альтернативи не були голословними, та для формального підтвердження доцільності планованої діяльності. В будь-якому разі, для обґрунтування причин обрання запропонованого варіанта з врахуванням екологічних наслідків мають наводитися конкретні аргументи, які б засвідчували екологічність прийнятого варіанту в порівнянні з іншими варіантами, а не інформація загального характеру, подібна до передвибірчих лозунгів. Наведена в звітах інформація щодо «планованої діяльності як виправданої альтернативи» має стосуватися і цілком конкретних МГЕС, які планується побудувати в цілком конкретних створах і на конкретній річці, в порівнянні з конкретними альтернативами, з відповідними аргументами.

Наприклад, в звітах з ОВД щодо будівництва двох МГЕС на р. Шопурка, біля смт Великий Бичків (розроблених у ІФНТУНГ), в якості аргументу на користь вибраної альтернативи спочатку стверджується те, що «дериваційні ГЕС вважаються більш екологічно безпечними порівняно з русловими ГЕС», оскільки для цього не потрібно будувати великі водосховища, а потім, щоб продемонструвати позитиви «співіснування об'єктів гідроенергетики та природних угідь охоронюваного статусу», вже йде посилання на безумовну користь спорудження великих водосховищ, які «органічно вписуються в існуючі природні комплекси», «покращують умови водопостачання, рибного господарства, протиповеневого захисту, екологічні умови у межений період...». При цьому, для підтвердження таких висновків використовуються звіти з ОВД на цій же річці, які було розроблено іншою організацією (НП «Експертний Центр»), де, в свою чергу, в якості аргументу використовуються приклади закордонних об'єктів, які жодним чином, ні за природними умовами, ні функціонально, ні структурно, не можуть порівнюватися з планованими МГЕС на р. Шопурка.

В дискусійному порядку висловимо окрему думку щодо «екологічності» дериваційних ГЕС. Дериваційна схема за жодних умов, тобто, якими б не були при цьому тип чи конструкція дериваційного тракту, не працюватиме на побутовому стоці в екологічному розумінні проблеми. Дериваційна схема передбачає відбір води з природного русла в дериваційний канал (або тунель, трубу), що є штучними водотоками. Деривація не допускає жодної можливості для її використання гідробіотою в якості водного шляху між б'єфами. Це фактично мертве русло, навіть якщо це відкритий канал, який, звичайно,

виглядає більш естетично, ніж, наприклад, труба на опорах або природне русло практично без води (див. рис. 1). Особливістю дериваційних ГЕС є також розосередженість основних гідроспоруд в просторі. Не варто вводити громадськість в оману, наголошуючи на тому, що дериваційна схема – це завжди більш екологічна схема, ніж руслова чи пригребельна ГЕС.



а)



б)

Рис. 1 – Приклади виконання деривації на МГЕС, побудованих в Українських Карпатах: а) відкрита труба на опорах вздовж русла р. Чорний Черемош на Пробійнівській ГЕС-1 (Фото – WWF); б) осушене русло р. Ріка в нижньому б'єфі греблі Нижньобистрівської МГЕС при закритій деривації (заритій трубі) (Фото – О. Станкевич-Волосянчук)

Що стосується наведених в звітах прикладів успішного «співіснування об'єктів гідроенергетики та природних угідь охоронюваного статусу», більш доречно було б демонструвати це на вітчизняних прикладах. Щодо наведених прикладів з зарубіжного досвіду, то варто було б при цьому також зазначати, що більшість з них відносяться до випадків створення національних природних парків на базі вже існуючих водосховищ, тобто, що дуже важливо, не до будівництва гідровузлів, що мають у своєму складі гідроелектростанції, а вже після їх будівництва, тобто в період експлуатації.

Некоректно в звітах з ОВД для виправдання планованої діяльності, що стосується МГЕС, звинувачувати в існуючих екологічних проблемах місцеве населення та «неорганізовані туристичні групи». Наприклад, це зроблено в звітах, підготовлених в ІФНТУНГ та УжНУ: «Для річки Шопурки та місця планової діяльності найбільші загрози в цьому аспекті (тобто екологічному) створює населення с. Кобилецька Поляна та частково і смт В. Бичкова». Необґрунтованими є і твердження, що «погіршення основних соціально-побутових умов життєдіяльності населення внаслідок планової діяльності не очікується», оскільки «діяльність планового об'єкта сприятиме покращенню соціально-економічного стану регіону». Місцеве і регіональне – це не одне і теж, коли мова йде про гідроенергетику. Це ситуація, коли прибутком або вигодами може користуватися одна частина суспільства (у випадку МГЕС – це обмежена кількість осіб, що можуть проживати і на іншій території), а ризикувати – місцева громада, що, зрештою, і породжуватиме конфлікт. В світовій практиці були випадки, коли гідроенергетичні об'єкти безумовно сприяли соціально-економічному розвитку регіонів, навіть цілих країн, але при цьому завдавалась непоправна шкода життєдіяльності місцевого населення, усталеному способу життя місцевих жителів [19, 20].

Окремим питанням є подання в звітах з ОВД МГЕС гідрологічних даних та їх трактування. Якщо дослідити поточний екологічний стан довкілля можна і за порівняно короткий відрізок часу (протягом одного-двох років), то об'єктивно оцінити гідрологічні особливості річки без належних і тривалих гідрологічних спостережень практично неможливо. В той же час прорахунки в гідрологічному та водноенергетичному обґрунтуваннях гідроенергетичного проекту багато в чому визначають те, наскільки масштабним може виявитися вплив планованої діяльності на довкілля.

В більшості звітів з ОВД для МГЕС використовуються або недостатні, або застарілі дані гідрологічних спостережень. Так, наприклад, гідрологічні дані, що використовувалися при обґрунтуванні рішень щодо дев'яти МГЕС на р. Шопурка і, зокрема, при «оцінці поточного стану довкілля (базовий сценарій)», хоча і були визначені «за наявними даними гідропоста біля смт Кобилецька Поляна за багаторічний період ...», але цей період зафіксовано «... з 1954 р. по 1988 р.». Цілком вірогідно, що за останні тридцять років гідрологія р. Шопурка могла зазнати змін, в першу чергу в характеристиках екстремального (максимального та мінімального) стоку, і ці зміни мали б дослідитися. Це особливо актуально, якщо виходити з припущення, що на водність малих річок значний вплив має діяльність людини та кліматичні зміни. Відповідно, слід обґрунтовувати як правомірність використання при прогнозуванні гідрологічних характеристик відповідних законів розподілу ймовірності, так і власне самої математичної моделі гідрологічного явища, представленій у вигляді закону розподілу ймовірності.

У цьому зв'язку повною нісенітницею є криві розподілу ймовірності, які наводяться в деяких звітах (див. приклад на рис. 2).

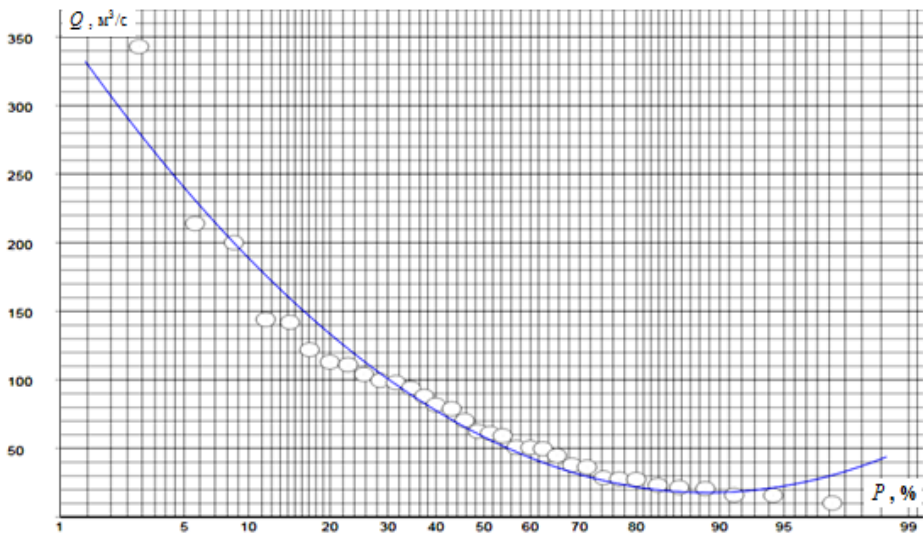


Рис. 2 – «Крива забезпеченості» максимальних витрат води паводків за холодний період р. Шопурка (с. Кобилецька Поляна) за версією НП «Експертний Центр» (директор Л.П. Крадожон)

Подібні картинки з дивними кривими забезпеченості витрат води, як та, яку в якості ілюстрації показано вище на рис. 2, наведено і в звіті з ОВД

будівництва МГЕС на р. Стрий біля с. Довге, у Львівській обл. Тим не менше, ці три звіти було прийнято до розгляду і на них було дано позитивні висновки щодо можливості провадження планованої діяльності з боку уповноважених органів, як центрального (відділ оцінки впливу на довкілля колишнього Мінприроди України), так і територіального (департамент екології та природних ресурсів Львівської ОДА), відповідно.

### **Деякі практичні пропозиції щодо підвищення якості ОВД для МГЕС**

Окрім висловлених вище в тексті статті критичних зауважень, зупинимось і на деяких практичних пропозиціях, реалізація яких могла б посприяти підвищенню якості проведення ОВД в малій гідроенергетиці.

Важливе значення для підвищення об'єктивності і якості ОВД може мати об'єм та форма представлення інформації. Зокрема, для зручності сприйняття й перевірки інформації, і для того щоб не виникало підозр в наданні громадськості «неправдивих чи неповних відомостей про вплив на довкілля планованої діяльності», в звітах з ОВД варто наводити наступні дані:

- карти затоплень територій в верхніх б'єфах гідроспоруд, в тому числі і вірогідних додаткових затоплень, спричинених підвищенням відміток дна внаслідок відкладання наносів, та ймовірних затоплень внаслідок заторно-зажорних явищ при проходженні паводків різної забезпеченості тощо;

- карти ймовірних затоплень при гідродинамічних аваріях, що, зокрема, можуть відбуватися не лише внаслідок «підриву ГЕС», а й в результаті руйнування будь-якої іншої напірної споруди у складі напірного фронту, наприклад, при проривах захисних дамб; при цьому на перебіг гідродинамічної аварії може впливати накладання природного і штучного паводків, проривний потік може міняти напрямок руху тощо;

- карти вірогідного підтоплення територій, абразійної переробки берегів, ймовірного поширення заторно-зажорних явищ та прогнозованих гідроморфологічних змін (донної та берегової ерозії, відкладення наносів та продуктів розмиву русла і берегів вниз за течією) тощо, з позначенням ділянок їх інтенсифікації, з розвитком в просторі та часі.

Такі карти наглядно продемонструють вищеперераховані впливи на довкілля від експлуатації МГЕС та їх наслідки, в тому числі і в часі (наприклад, для короткострокової, середньострокової та довгострокової перспективи, на початок та на кінець можливої інтенсифікації чи затухання негативних процесів). Причому в багатьох випадках тут мова йде про ті впливи на довкілля і їх наслідки, що можуть мати і безпосереднє значення для безпеки життєдіяльності місцевих жителів.

### **Висновки**

За результатами проведеного аналізу ряду звітів з ОВД, розроблених для об'єктів малої гідроенергетики різними суб'єктами господарювання, можна зробити наступні висновки.

Найбільш важливі для об'єктивної оцінки впливу планованої діяльності на довкілля розділи представляються в звітах з ОВД неналежним чином. Серед них: опис виправданих альтернатив (Розділ 2); опис поточного стану довкілля (базовий сценарій) та опис його ймовірної зміни без провадження планованої



діяльності (Розділ 3); опис факторів довкілля, які ймовірно зазнають впливу з боку планованої діяльності та її альтернативних варіантів (Розділ 4); опис і оцінка можливого впливу на довкілля планованої діяльності (Розділ 5) (в цьому розділі в звітах практично немає жодних прогнозів щодо негативних змін); опис методів прогнозування, що використовувалися для оцінки впливу на довкілля, та припущень, покладених в основу такого прогнозування, а також використовувані дані про стан довкілля (Розділ 6); опис передбачених заходів, спрямованих на запобігання, відвернення, уникнення, зменшення, усунення значного негативного впливу на довкілля (Розділ 7); опис очікуваного значного негативного впливу діяльності на довкілля (Розділ 8) (особливо в питаннях прогнозування аварійних та надзвичайних ситуацій, в тому числі і екологічно-конфліктних ситуацій).

За формальними ознаками звіт з ОВД може і відповідати Закону з ОВД. В звіті з ОВД можуть бути представлені (або згадані) всі необхідні розділи, щоб відповідати формальним вимогам Закону. Втім, за суттю цих розділів звіт не може вважатися прийнятним, якщо наведена в них інформація не дозволяє об'єктивно оцінити всі небезпеки проекту. Зрештою, процедура ОВД повинна мати за мету виявити і дослідити те, чим може зашкодити річці і місцевому населенню «планована діяльність», щоб мінімізувати цю шкоду, а не те, що може зашкодити проведенню «планованій діяльності».

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Мала гідроенергетика світу. URL: <https://msd.in.ua/mala-gidroenergetika-svitu/>.
2. Власюк Ю.С., Стефанишин Д.В. Про проблеми та перспективи малої гідроенергетики в Україні. *Математичне моделювання в економіці*. № 1 (10). 2018. С. 126-138.
3. Васько П.Ф., Васько В.П., Ібрагімова М.Р. Мала гідроенергетика в структурі електроенергетичної галузі України. *Відновлювана енергетика*. 2015. № 3. С. 53-61.
4. Інформація щодо потужності та обсягів виробництва електроенергії об'єктами відновлюваної електроенергетики, яким встановлено «зелений» тариф (станом на 30.09.2018). 4 с. URL: <http://saee.gov.ua/sites/default/files/VDE.pdf>.
5. З початку року в «зелену» енергетику інвестовано понад 2 мільярди євро. URL: <https://www.epravda.com.ua/news/2019/10/7/652329/>.
6. Стефанишин Д.В., Власюк Ю.С. До питання порівняльного аналізу водноенергетичних характеристик малих і великих гідроелектростанцій України у складі гідровузлів з водосховищами. *Математичне моделювання в економіці*. № 2. 2018. С. 71-83.
7. Оржель О. Малі ГЕС: зло чи благо? Великі монополії грають без правил проти представників передових технологій, які становлять для велетнів серйозну загрозу недоотримання надприбутків. 16 жовтня 2015. URL: [https://www.epravda.com.ua/columns/2015/10/16/563528/?fbclid=IwAR0M0qcj9ILo7-vQUUB6m0N\\_xSYFmky\\_xXObau96\\_Q2GqHYDV6926yvE498](https://www.epravda.com.ua/columns/2015/10/16/563528/?fbclid=IwAR0M0qcj9ILo7-vQUUB6m0N_xSYFmky_xXObau96_Q2GqHYDV6926yvE498).
8. Позиція Всесвітнього фонду природи WWF щодо розвитку малої гідроенергетики в Україні. 2018. URL : <http://wwf.ua/materials/official/?uNewsID=323990>.
9. Про оцінку впливу на довкілля: Закон України № 2059-VIII від 23.05.2017. *Офіційний вісник України*. 2017. №50. С. 5. Відомості Верховної Ради (ВВР), 2017, № 29, ст. 315. URL : <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19>.
10. Развитие теплоэнергетики та гідроенергетики / Є.Т. Базеєв, Б.Д. Білека, Є.П. Васильєв та ін.; Наук. ред. В.М. Клименко, Ю.О. Ландау, І.Я. Сігал. 2013. 399 с. URL: <http://energetika.in.ua/ua/books/book-3/part-2/section-2/2-8>.

11. До 2020 року в Україні 11% енергії вироблятиметься з відновлюваних джерел. URL:<http://ecotown.com.ua/news/Do-2020-roku-v-Ukrayini-11-enerhiyi-vyroblyatymetsya-z-vidnovlyuvanykh-dzherel/>.
12. Огляд ситуації щодо гідроенергетики в Україні. URL: [https://censor.net.ua/blogs/4415/oglyad\\_situats\\_schodo\\_gdroenegetiki\\_v\\_ukran](https://censor.net.ua/blogs/4415/oglyad_situats_schodo_gdroenegetiki_v_ukran).
13. Оцінка впливу на довкілля. Єдиний реєстр. URL: <http://eia.menr.gov.ua/search>.
14. Закон України «Про об'єкти підвищеної небезпеки». Відомості ВРУ. 2001. № 15. Ст. 73. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2245-14>.
15. Методика ідентифікації потенційно небезпечних об'єктів. Затверджена наказом МНС України від 23.02.2006 р. за № 98. Зареєстровано в Мініюстиції України від 20.03.2006 р. за № 286/12160. URL : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0286-06>.
16. ДБН В.2.4-3:2010. Гідротехнічні, енергетичні та меліоративні системи і споруди, підземні гірничі виробки. Гідротехнічні споруди. Основні положення. Київ : Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2010. 37 с.
17. Identification and Designation of Heavily Modified and Artificial Water Bodies. CIS Working Group 2.2. 10 December 2002. 11 p. URL : <http://www.wrrl-info.de/docs/HMWVpolicysummary101202.pdf>.
18. Стефанишин Д.В. Обґрунтування оптимального сценарію введення нових агрегатів на гідроакумулюючих електростанціях в Україні з врахуванням ризику. *Гідроенергетика України*. №3-4. 2018. С. 24-29.
19. Ivashintsov D.A., Stefaniushin D.V., Veksler A.B. Ecological and sociodemographic consequences of hydrotechnical construction (Problems of safety and risk). *Power Technology and Engineering (formerly Hydrotechnical Construction)*. 1993. Vol. 27. Num. 12. P. 685-691.
20. Environmental experience gained from reservoirs in operation. *Trans. of the 18-th Int. Cong. on Large Dams*. Vol. 2. Q.69. Durban-South Africa, 1994. 780 p.

Стаття надійшла до редакції 10.10.2019 і прийнята до друку після рецензування 06.11.2019

## REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Small hydropower of the world. Retrieved from <https://msd.in.ua/mala-gidroenergetika-svitu/>. (in Ukrainian).
2. Vlasyuk, Yu.S., Stefanyshyn, D.V. (2018). On problems and prospects of small hydropower engineering in Ukraine. *Mathematical Modeling in Economy*, №1, 2018, 126-138. (in Ukrainian).
3. Vasko, P.F., Vasko, V.P., Ibrahimova, M.R. (2015). Small hydropower in the structure of the electricity sector of Ukraine. *Renewable energy*, № 3, 53-61. (in Ukrainian).
4. Information on power and volumes of electricity produced by renewable energy objects, which have a “green” tariff (as of September 30, 2018). 4 p. Retrieved from <http://sae.gov.ua/sites/default/files/VDE.pdf>. (in Ukrainian).
5. Since the beginning of the year, over € 2 billion has been invested in green energy. URL: <https://www.epravda.com.ua/news/2019/10/7/652329/>.
6. Stefanyshyn, D.V., Vlasyuk, Yu.S. (2018). To the issue of comparative analysis of water-energy characteristics of small and large hydroelectric power plants of Ukraine being parts of waterworks with reservoirs. *Mathematical Modeling in Economy*, №2, 71-83. (in Ukrainian).
7. Orzel, O. (2015). Small HPSs: evil or good? Big monopolies play without rules against the representatives of advanced technology posing a serious threat to the giants which lose their over profits. October 16, 2015. Retrieved from [https://www.epravda.com.ua/columns/2015/10/16/563528/?fbclid=IwAR0M0qcj9ILo7-vQUUB6m0N\\_xSYFmky\\_xXO6au96\\_Q2GqHYDV6926yve498](https://www.epravda.com.ua/columns/2015/10/16/563528/?fbclid=IwAR0M0qcj9ILo7-vQUUB6m0N_xSYFmky_xXO6au96_Q2GqHYDV6926yve498). (in Ukrainian).

8. WWF's position on the development of small hydropower in Ukraine. (2018). Retrieved from <http://wwf.ua/materials/official/?uNewsID=323990>. (in Ukrainian).
9. On Environmental Impact Assessment: Law of Ukraine No. 2059-VIII of 23 May 2017 Official Bulletin of Ukraine. (2017). №50. P. 5. Verkhovna Rada (BBR) Bulletin, No. 29, Art. 315. Retrieved from <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19>. (in Ukrainian).
10. Development of heat power engineering and hydropower. (2013). Baseev, Ye. T., Bileka, B. D., Vasiliev, Ye. P., et al.; Science ed. Klymenko, V. M., Landau, Yu. O., Sigal, I. Ya. 399 p. Retrieved from <http://energetika.in.ua/ua/books/book-3/part-2/section-2/2-8>. (in Ukrainian).
11. By 2020, 11% of Ukraine's energy will be generated from renewable sources. Retrieved from <http://ecotown.com.ua/news/Do-2020-roku-v-Ukrayini-11-enerhiyi-vyroblyatymetsyaz-vidnovlyuvanykh-dzherel/>. (in Ukrainian).
12. Overview of the situation regarding hydropower in Ukraine. Retrieved from [https://censor.net.ua/blogs/4415/oglyad\\_situats\\_schodo\\_gdroenegetiki\\_v\\_ukran](https://censor.net.ua/blogs/4415/oglyad_situats_schodo_gdroenegetiki_v_ukran). (in Ukrainian).
13. Environmental Impact Assessment. Unified registry. Retrieved from <http://eia.menr.gov.ua/search>. (in Ukrainian).
14. Law of Ukraine "On Extremely Dangerous Objects". (2001). VRU information. № 15. Art. 73. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2245-14>. (in Ukrainian).
15. Methods for identifying potentially dangerous objects. (2006). Approved by the order of the Ministry of Emergencies of Ukraine dated 23.02.2006 at № 98. Registered with the Ministry of Justice of Ukraine on 20.03.2006 at № 286/12160. Retrieved from <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0286-06>. (in Ukrainian).
16. DBN B.2.4-3: 2010. Hydrotechnical, energy and reclamation systems and structures, underground mining. Waterworks. Substantive provisions. (2010). Kyiv: Ministry of Regional Development and Construction of Ukraine, 37 p. (in Ukrainian).
17. Identification and Designation of Heavily Modified and Artificial Water Bodies. (2002). CIS Working Group 2.2. 10 December 2002. 11 p. Retrieved from <http://www.wrrl-info.de/docs/HMWBPolicysummary101202.pdf>.
18. Stefanyshyn, D.V. (2018). Grounding the optimal scenario for the introduction of new aggregates at the hydroelectric power plants in Ukraine taking into account the risk. *Hydropower of Ukraine*, №3-4, 24-29. (in Ukrainian).
19. Ivashintsov, D.A., Stefanishin, D.V., Veksler, A.B. (1993). Ecological and sociodemographic consequences of hydrotechnical construction (Problems of safety and risk). *Power Technology and Engineering* (formerly *Hydrotechnical Construction*), Vol. 27, Num. 12, 685-691.
20. Environmental experience gained from reservoirs in operation. Trans. of the 18-th Int. Cong. on Large Dams. Vol. 2. Q.69. Durban-South Africa, 1994, 780 p.

*The article was received 10.10.2019 and was accepted after revision 06.11.2019*

### **Стефанишин Дмитро Володимирович**

доктор технічних наук, провідний науковий співробітник Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАНУ, професор кафедри гідротехнічного будівництва та гідравліки Національного університету водного господарства та природокористування

**Адреса робоча:** 33028 Україна, м. Рівне, вул. Соборна, 11

**e-mail:** d.v.stefanyshyn@nuwm.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7620-1613>

### **Власюк Юрій Степанович**

аспірант Національного університету водного господарства та природокористування

**Адреса робоча:** 33028 Україна, м. Рівне, вул. Соборна, 11

**e-mail:** y.s.vlasiuk@nuwm.edu.ua

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6359-733X>

УДК 626.13+627.7

**Vitalii V. Khomicky**, PhD, Associate professor of the Department of Applied Hydrodynamics of Institute of Hydromechanics of the NAS Ukraine  
ORCID ID: 0000-0003-0910-2233 *e-mail*: homicky@ukr.net

**Volodymyr A. Voskoboinick**, DSci, Associate professor of the Department of Hydrobionics and Boundary Layer Control of Institute of Hydromechanics of the NAS Ukraine  
ORCID ID: 0000-0003-2161-6923 *e-mail*: vlad.vsk@gmail.com

**Anatolii G. Kharchenko**, Senior engineer electrician of the Department of Applied Hydrodynamics of Institute of Hydromechanics of the NAS Ukraine  
ORCID ID: 0000-0002-5832-7714 *e-mail*: kharchenko62@gmail.com

**Oleksandr A. Voskoboinyk**, PhD, Associate professor of the Department of Technical Hydromechanics of Institute of Hydromechanics of the NAS Ukraine  
ORCID ID: 0000-0001-8114-4433 *e-mail*: alexandr.vsk@gmail.com

**Lidiia M. Tereshchenko**, PhD, Associate professor of the Department of Applied Hydrodynamics of Institute of Hydromechanics of the NAS Ukraine  
ORCID ID: 0000-0001-6068-7092 *e-mail*: litere70@gmail.com

**Andrey V. Voskoboinick**, PhD, Associate professor of the Department of Hydrobionics and Boundary Layer Control of Institute of Hydromechanics of the NAS Ukraine  
ORCID ID: 0000-0001-8045-8625 *e-mail*: andrew.vsk@gmail.com

**Ivan A. Nikitin**, Senior engineer of the Department of Applied Hydrodynamics of Institute of Hydromechanics of the NAS Ukraine  
ORCID ID: 0000-0001-5906-2538 *e-mail*: nia37@ukr.net

Institute of Hydromechanics of the NASU, Kyiv, Ukraine

## DEFENSE OF BEACH BY ACTIVE COAST-PROTECTING STRUCTURES

***Abstract.** The results of physical modeling of recreational beach protection by active protection methods are presented. The experiments were carried out in the wave pool on models of intermittent breakwaters with T-shaped and V-shaped traverses and dike dam systems. The use of active shore protection methods makes it possible to preserve natural and artificial beaches with the formation of a stable coastline. The geometrical parameters and hydrodynamic characteristics of the shore protection structures are established and recommendations for their operation are developed. Based on the research results, the dike dam system has been put into practice to protect the coastal strip of the "Urzuf" recreation complex on the shore of the Sea of Azov.*

***Key words:** recreation beach; coast-protecting structure; wave motion; dike dam; breakwater; wave pressure*

**В.В. Хомицький, В.А. Воскобійник, А.Г. Харченко, О.А. Воскобойник,  
Л.М. Терещенко, А.В. Воскобійник, І.А. Нікітін**

Інститут гідромеханіки НАН України, м. Київ, Україна

## **ЗАХИСТ ПЛЯЖУ АКТИВНИМИ БЕРЕГОЗАХИСНИМИ СПОРУДАМИ**

***Анотація.** Наведено результати фізичного моделювання захисту рекреаційного пляжу активними методами захисту. Експерименти проведено в хвильовому басейні на моделях переривчастих хвилеломів з T-подібними та V-подібними траверсами і системами бун. Використання активних методів берегозахисту дає можливість зберегти природні і штучні параметри і гідродинамічні характеристики берегозахисних споруд та розроблено рекомендації їх експлуатації. На підставі отриманих результатів досліджень впроваджена на практиці система бун для захисту прибережної смуги оздоровчого комплексу "Урзуф" на березі Азовського моря.*

***Ключові слова:** рекреаційний пляж; берегозахисна споруда; хвильовий рух; буна; хвилелом; хвильовий тиск*

### **Вступ**

Проблема захисту берегової лінії та зокрема пляжної полоси санаторно-курортної зони оздоровчого комплексу "Урзуф", який розташовано поблизу Білосарайської та Бердянської ділянок Північно-Азовського району Північної берегової області Азовського моря, виникла через дію хвильового навантаження на берег та вздовжберегових течій. До Білосарайської ділянки примикає акумулятивна форма коси Білосарайська та на східному фланзі кореневий берег абразійно-обвального та абразивно-зсувного типів. В геологічній будові берегів беруть участь лисовидні суглинки, пісок та глина. Тип розчленування берегів абразійно-бухтовий. Характерним є порівняльно велика кількість (від 2 до 33%) пляжебудуючого матеріалу (діаметр більше або близько 0,1 мм). Пляж та підводний береговий схил викладені добре сортованим середньозернистим піском. На урізі води матеріал укрупнюється в результаті накопичення вапняних кульок гравія та ракуші. Ухил дна до ізобати 2 м складає 0,017-0,029 [1].

Відомо [1–3], що головним чинником руйнування берегової зони є хвилева абразія, активація якої спричинена підвищенням рівня моря, збільшенням повторюваності та інтенсивності штормів, безсистемним і необґрунтованим будівництвом берегозахисних і берегоукріплювальних споруд та іншими чинниками. Заходи з будівництва берегозахисних споруд належать до природоохоронних і направлені на відвернення (призупинення) небезпечних геологічних процесів, з метою запобігання руйнуванню берега, втраті цінних лікувальних та земельних ресурсів рекреаційної зони. Під час проектування та будівництва берегозахисних споруд треба дотримуватися норм і вимог щодо водоохоронних зон, а також охорони природних комплексів та об'єктів національних природних парків, щодо охорони морського середовища та прибережної захисної смуги [3, 4].

Берегозахисні споруди повинні зменшувати дію хвиль на береговий схил та пляжну полосу, а також регулювати переміщення наносів у прибережній зоні

моря з метою збереження та відновлення пляжу, як основного елемента захисту берегів. Берегозахисні заходи повинні зберігати та покращувати екологічну обстановку у прибережній зоні моря та на прилеглий частині суші. Берегозахисне будівництво в умовах існування вздовжберегового переносу наносів повинно проводитися назустріч їх потоку з обов'язковим захистом від розмиву низових ділянок берега [2–4].

За способами захисту берегів споруди діляться на дві групи: пасивні або активні берегозахисні споруди [5, 6]. Пасивні берегозахисні споруди сприймають на себе дію хвиль та зменшують їх енергію завдяки своїй конструкції. Споруди пасивного способу дії безпосередньо захищають береговий укіс від впливу хвилювання та течії. Вони здійснюють таким чином тільки завдання збереження ділянки берега, який існував до їх зведення. Сюди відносяться поздовжні берегоукріплювальні стінки і споруди укісного, напівукісного і ступеневого типів, штучні пляжі, хвилегасячі берми, а також берегові дамби.

Активні берегозахисні споруди зберігають пляжі або створюють умови для формування пляжів, зменшуючи енергію, висоту та період штормових хвиль. В значній мірі енергія хвиль гаситься на підході до берега. Берег зміцнюється спорудами, що затримують наноси, в результаті чого перед цією ділянкою берега утворюється захисна смуга пляжу [7, 8]. До числа активних способів захисту відносять поперечні буни, надводні і підводні хвилеломи, банкетти, підводні рівчаки, штучні миси, поздовжні берегоукріплювальні хвилерізи та інше.

Для захисту берегової лінії в акваторіях портів застосовують споруди пасивного методу захисту. На відкритому морському узбережжі найчастіше застосовується активний метод захисту або споруди комбінованого типу. В останні десятиліття все більше поширення в практиці штучного пляжеутворення знаходять пляжі бухтового контуру берега із штучними мисами під захистом бунних конструкцій. Світовий досвід показує [3, 7, 8], що найбільш ефективним способом берегозахисту є утворення штучних пляжів. Такі пляжі можуть застосовуватися як на природному березі, так і в штучних бухтових берегових формах, де утворюється оборотна циркуляція наносів з використанням вздовжберегового і глибинного байпасінгу. Штучні бухти з мисами можуть бути різної конфігурації.

Буни представляють собою штучні споруди, розташовані перпендикулярно або під кутом до берега і підносяться над поверхнею води, або занурюються під воду. Призначення бун – перепинити шлях руху вздовж берегових наносів і сприяти таким чином розширенню пляжу [9, 10]. Крім того, при наявності вздовжберегових течій, що підмивають береги, буни відхиляють їх. На затінених від хвилювання ділянках міжбунних проміжків ширина пляжу мінімальна. За наявності вздовжберегового потоку наносів, наноси заповнюватимуть кут, обернутий назустріч течії [11].

За конструкцією хвилеломи [12] мало відрізняються від кореневих ділянок захисних споруд. Гребінь незатопленого берегозахисного хвилелому може значно підніматися над рівнем моря. Для зменшення хвильової дії на споруду, виключення утворення відбитих хвиль з їх небезпечною дією з розмивання ґрунту, накопичення наносів в захвильовому просторі і скорочення вартості споруди подібні конструкції будують із затопленим гребнем і звичайно називають підводними хвилеломами [13, 14]. На них відбувається гасіння

хвиль на 50%, решта хвильової енергії гаситься природним або штучним відсипаним пляжем. Для запобігання утворенню між хвилеломом і берегом вздовжберегових течій, що спричиняють переміщення наносів, підводний хвилелом сполучають з берегом траверсами [13, 15].

**Мета роботи** – визначення за допомогою фізичного моделювання найбільш ефективних берегозахисних споруд активного способу захисту, які використовуються в умовах дефіциту наносів хвильового поля, характерних для Білосарайської та Бердянської ділянок Північно-Азовського району Північної берегової області Азовського моря.

### Експериментальний стенд, програма та методика досліджень

У хвильовому басейні на полігоні Інституту гідромеханіки НАНУ були проведені експериментальні дослідження різної компоновки берегоукріплювальних споруд для вибору оптимального варіанту захисту берегової полоси для попередження розмиву рекреаційного пляжу. Полігон знаходиться на березі Дніпра у Київській області [14]. На полігоні хвильові



а)

б)

Рис. 1 – Великий (а) та малий (б) хвильові басейни на полігоні Інституту гідромеханіки НАН України

басейни в плані представляють собою прямокутники зі сторонами  $67 \times 43$  м та  $43 \times 27$  м і висотою огорожувальних стінок 2 м; глибина наповнення басейну водою складає 0,9 м. Фотографія хвильових басейнів наведена на рис. 1. Басейни обладнані щитовими хвилеутворювачами, які породжували хвилі регульованої та контрольованої висоти від 0,02 м до 0,4 м та періоду від 0,5 с до 2 с. Крім того, в басейнах знаходяться відповідні засоби реєстрації та контролю параметрів хвиль, швидкостей течії, хвильових тисків та навантажень, системи візуалізації дослідів. Вони обладнані приладами обробки та аналізу експериментальних результатів, відео- і фотоапаратурою та допоміжними засобами.

Прийнята для фізичного моделювання довжина берега в натурі поблизу оздоровчого комплексу “Урзуф” складала 1,8 км. Оскільки це дуже велика довжина, то навіть в масштабі для фізичного моделювання брались окремі фрагменти систем бун з відповідною підготовкою природного рельєфу. В усіх дослідях вертикальний та горизонтальний масштаби моделі складали відповідно 1:20 та 1:90.

Під час моделювання задачі хвильового руху рідини дотримувались умов автономності за числом Рейнольдса [16], яке розраховувалося за залежністю

$$Re = \frac{V_x H}{\nu} \quad (1)$$

де  $V_x$  - усереднене значення горизонтальної складової орбітальної швидкості по глибині потоку  $H$  та за період хвилі,

$$V_x = \frac{h\lambda}{\pi\tau H} + \frac{sh^2 ch \frac{2\pi H}{\lambda}}{A\tau H sh^3 \frac{2\pi H}{\lambda}} \quad (2)$$

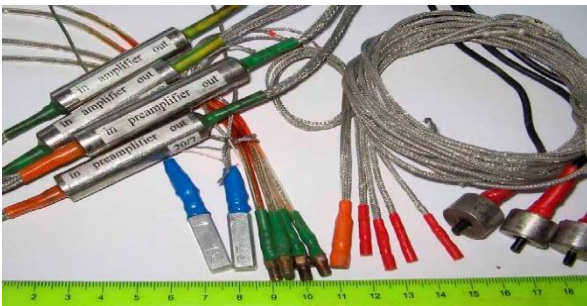
Проведені розрахунки за залежностями (1) та (2) показують, що в наших експериментах значення числа Рейнольдса складає  $Re = (1...10) \cdot 10^6$ , що більше критичного значення у відповідності до рекомендацій [14, 16]. Таким чином, розрахункові залежності, отримані за дослідними даними, можуть бути використані для натурних умов.

Для даних дослідів брались: розрахункові параметри хвиль формуються з крутизною, що характерна для фази розвитку шторму ( $\lambda_0 \approx 12$ ).

Приймаючи до уваги клас захисних споруд, забезпеченість розрахункового шторму прийнята  $p = 4\%$ ; забезпеченість висот хвиль в системі відповідно  $p = 1\%$  та  $p = 5\%$  при дослідженні розмиву підводного берегового схилу. В дослідях на фізичній моделі розглядалась дія штормового хвилювання від ПдЗ ( $\theta = 42^\circ$ ).

Осереднені значення параметрів хвиль ( $p = 1\%$ ) при косому (ПдЗ) підході хвиль рівні:  $h_{1\%} = 2,0$  м;  $\bar{\lambda} = 21$  м;  $\bar{\tau} = 3,67$  с. З урахуванням масштабу моделювання на моделі параметри хвиль були наступними:  $h_m = 0,10$  м;  $\bar{\lambda}_m = 1,05$  м;  $\bar{\tau}_m = 0,82$  с.

Вимірювання параметрів хвиль і їх контроль здійснювалися за допомогою датчиків статичного і динамічного тиску та пульсацій тиску. Датчики були виготовлені на базі п'єзорезистивних і п'єзокерамічних чутливих елементів [17, 18]. Датчики було встановлено в кореляційні блоки по декілька датчиків у кожному та змонтовано у рівень з обтічною поверхнею досліджуваних об'єктів. На рис. 2 наведені фотографії датчиків та їх розташування



а)



б)

Рис. 2 – П'єзорезистивні та п'єзокерамічні датчики тиску (а) і кореляційний блок датчиків повного тиску (б)



у кореляційних блоках. Висота хвиль та хвильовий тиск по глибині хвильового потоку реєструвалися кореляційним блоком у вигляді переносної вертикалі датчиків. Так, на рис. 2б представлено кореляційний блок з чотирма п'єзорезистивними датчиками повного тиску. Довжина хвиль вимірювалася двома кореляційними блоками, які розташовувалися на заданій відстані у напрямку руху хвилі. Висота і період хвиль визначалися з осцилограм тиску хвильового руху, а також із спектральних густин потужності пульсацій хвильового тиску.

Електричні сигнали датчиків після відповідного підсилення та фільтрування потрапляли на 8-канальні або 16-канальні аналогово-цифрові перетворювачі (АЦП), які було встановлено у персональні комп'ютери. У досліджах використовувалися перетворювачі фірми "National Instruments" (16-бітовий АЦП РСІ-6031Е) і фірми "L-Card" (12-бітовий АЦП L-154 та 14-бітовий АЦП E-14-440). Цифрові сигнали оброблялися і аналізувалися на комп'ютерах за відповідними програмами та алгоритмами з використанням апарату теорії ймовірності та математичної статистики.

Для дослідження хвильового руху та його дії на моделі берегозахисних споруд і пляжні зони використовувалися статистичні методи аналізу експериментальних даних [19, 20]. Так, статистичний опис характеризує розподіл вірогідності параметрів хвиль, хвильових навантажень і реакцій споруди на дію хвиль. Він базується на застосуванні методів математичної статистики і теорії ймовірності до обробки та аналізу даних, одержаних під час спостережень за хвилюванням в лабораторних умовах [19]. На основі статистичного аналізу можна передбачити характеристики хвиль, які можуть з'явитися із заданою вірогідністю, або вірогідність перевищення реакцій споруд заданого рівня.

Суть статистичного аналізу, який є найсучаснішим методом математичної фізики та прикладної математики, полягає в представленні реального тривимірного хвилювання у вигляді набору гармонійних хвиль, різних за амплітудою, по-різному зсунутих за фазою і які розповсюджуються у різних напрямках. Для кожної складової приймаються справедливі закономірності, встановлені в гідродинамічній теорії, а розподіл енергії між окремими частотами і напрямками визначається енергетичним спектром – найважливішою характеристикою хвиль в спектральному описі. Під час знаходження енергетичного спектру використовують результати статистичної обробки даних лабораторних або натурних спостережень.

Основною характеристикою в спектральному описі хвилювання є енергетичний спектр, або функція спектральної густини потужності хвильового тиску,  $P(\omega)$ , яка встановлює розподіл енергії хвильового тиску по частотах хвиль [19, 21]. Спектральна густина потужності пульсацій хвильового тиску розраховувалася за залежністю:

$$P(\omega) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} R_{p_1 p_2}(\tau) \exp(-i\omega\tau) d\tau, \quad (3)$$

де  $R_{p_1 p_2}(\tau)$  – автокореляційна функція пульсацій хвильового тиску, які виміряно з затримкою у часі ( $\tau = t_2 - t_1$ ). Автокореляційну функцію розраховували за залежністю:

$$R_{p_1 p_2} = \langle p_1(\vec{x}, t) p_2(\vec{x}, t + \tau) \rangle \quad (4)$$

де дужки  $\langle \rangle$  вказують на усереднення пульсацій хвильового тиску за ансамблем.

Якщо ж енергетичний спектр відомий, то, навпаки, по ньому можуть бути одержані статистичні характеристики, зокрема середньоквадратичні значення висоти та періоду хвиль, які вираховуються за наступними залежностями:

$$\bar{h} = \left[ 2\pi \int_0^\infty P(\omega) d\omega \right]^{1/2} \quad (5)$$

$$\bar{\tau} = 2\pi \left[ \frac{\int_0^\infty P(\omega) d\omega}{\int_0^\infty P(\omega) \omega^2 d\omega} \right]^{1/2} \quad (6)$$

Згідно із залежностями (5) і (6) були отримані інтегральні характеристики вихрового руху у вигляді середньоквадратичних значень висот хвиль та їх періоду, а також спектральні густини потужності пульсацій хвильового тиску, які розраховувалися за залежністю (3) з урахуванням залежності (4).

Похибка вимірювань усереднених та інтегральних величин висот хвиль і тисків не перевищувала 5% (надійність 95%). Похибка вимірювань спектральних характеристик поля пульсацій хвильового тиску не більше 2 дБ для спектральних густин потужності пульсацій тиску в діапазоні частот від 0 Гц до 1,25 кГц. Вимірювання кореляційних характеристик полів тиску та параметрів хвиль мали похибку не більше 8% з довірчою ймовірністю 0.95 або  $2\sigma$ .

## Результати досліджень

Згідно з розробленою програмою та методикою досліджень було розроблено і створено декілька варіантів моделей фрагментів берегозахисних споруд і проведено ряд дослідів, серед яких можна виокремити наступні, які є характерними для досліджуваних конструкцій. Однією з конструкцій берегозахисних споруд, які захищали моделі пляжів, були буні, установлені перпендикулярно до берегової лінії. В лабораторних умовах модель пляжу було зроблено з піщаних наносів, де ефективний діаметр піщинок складав  $\bar{d} = 0,35$  мм. З метою вироблення і закріплення рельєфу природного прототипу ділянки захисту дослід проводився на позначці середньобагаторічного рівня води при тривалості дії хвиль 25 тис., після чого модель досягала стану динамічної рівноваги. Надалі на модель продукувався попуск в 3,5 тис. хвиль на нагінному (+0,035 м чи +0,7 м в натурі) рівні. Загальна довжина ділянки на моделі 16 м (1,45 км в натурі). Розміри та відмітки моделі бун складали (0,56-0,87) м; міжбунні відстані – (1,15...1,78) м, що відповідало натурним розмірам: (50-80) м та (100-160) м, відповідно. Хвильовий режим на глибокій воді ( $h = 0,096$  м;  $\bar{\tau} = 0,82$  с) відповідав в натурі ( $h = 2,0$  м;  $\bar{\tau} = 3,67$  с).

Вихідні висоти хвиль до руйнування на критичних глибинах змінювались по фронту моделі від 0,08...0,09 м (1,6...1,8 м в натурі); в районі підводного валу висоти зруйнованих хвиль змінювались від 0,06...0,065 м (1,2...1,3 м

в натурі); на лінії голів бун перед набіганням на відкис висоти хвиль складали 0,045...0,055 м (0,9...1,1 м в натурі). Відмілість берега визначала виражену рефракцію хвиль, в результаті чого до урізу води хвилі накочувалися під кутом 10...15°, що є близьким до фронтального підходу хвиль.

Загальний вигляд моделі до, під час та після досліду показано на рис. 3. Установлено, що під дією хвильового руху, який було спрямовано під кутом 42 градуси до моделі берегозахисної споруди, відбувається розмив пляжу біля навітряних сторін бун і намив ґрунту біля підвітряних сторін бун. Поблизу голів бун зареєстровано значний розмив ґрунту. В ході експерименту поверхня берегового схилу піддавалася деформації. Спочатку вирівняна поверхня моделі пляжу до кінця досліду набула криволінійних обрисів, ускладнених наявністю улоговини та валу (див., рис. 3в).



а)



б)



в)

Рис. 3 – Загальний вигляд моделі берега з бунами до (а), під час (б) та після (в) проведення досліджень

На рис. 4 наведено результати вимірювань висоти та періоду хвиль у вигляді осцилограми хвильового тиску та спектральної густини потужності пульсацій хвильового тиску, які виміряні в умовах глибокої води перед моделлю берегозахисної споруди. Результати досліджень показують, що хвильовий режим руху рідини, який генерує щитовий хвилеутворювач, має достатньо однорідний коливальний характер. Амплітуда хвильового тиску змінюється близько 1 кПа, що відповідає висоті хвилі 0,097 м (або близько 2 м у натурі), як показано на рис. 4а. Період модельної хвилі складає 0,82 с, що узгоджується з періодом натурної хвилі  $\bar{\tau} = 3,67$  с. У спектрі пульсацій хвильового тиску спостерігаються три тональні гармоніки, які відповідають частотам 1,22 Гц, 2,44 Гц та 3,66 Гц. Перша частота – це основна частота хвильового руху періодом 0,82 с, а інші – це друга та третя гармоніки основної

частоти. Спектральні рівні пульсацій хвильового тиску зі збільшенням частоти поступово зменшуються (див. рис. 4б).

Осцилограми хвильового руху та спектри пульсацій хвильового тиску поблизу моделі берегозахисної споруди показані на рис. 5. Так, на рис. 5а наведені результати досліджень хвиль до їх руйнування на критичних глибинах, на рис. 5б наведені результати досліджень поблизу області обвалення хвиль, а на рис. 5в – на лінії голів бун перед набіганням хвиль на відкис модельного пляжу. Згідно з наведеними результатами досліджень з наближенням хвильового руху до моделей берегозахисних споруд та відкосів пляжів спостерігається зменшення висоти хвиль, а їх період залишається незмінним. Поблизу критичних глибин виявлено руйнування верхньої частини хвиль, яке збільшується з наближенням до берега. В області обвалення хвиль та на рівні голів бун поблизу відкосу модельного пляжу виявлено руйнування підосви хвиль, що більш наглядно спостерігається на рис. 5в.

У спектрах пульсацій хвильового тиску з наближенням до берегової лінії має місце зменшення спектральних рівнів пульсацій хвильового тиску в області низьких частот, а особливо на тональних складових коливального процесу. Разом з цим спостерігається підвищення спектральних складових пульсацій хвильового тиску в області високих частот, що обумовлено генерацією дрібномасштабних вихрових структур і струменевих течій через руйнування хвиль у прибережній зоні.

Таким чином, результати досліджень параметрів хвильового процесу та дії хвиль на модель фрагменту ділянки бунного захисту піщаного пляжу показали, що з наближенням до берегової лінії спостерігається трансформація хвильового руху. В першу чергу зменшуються висоти хвиль з незмінним їх періодом, відбувається руйнування хвиль і генерація дрібномасштабних структур, що викликає зменшення низькочастотних складових спектру пульсацій хвильового тиску та збільшення високочастотних складових спектру.

На основі результатів досліджень моделі ділянки берегозахисної споруди у вигляді системи бун встановлено, що в міжбунному просторі існуючі висотні відмітки та ширина природного пляжу не достатні для збереження рекреаційної поверхні пляжу під час дії хвиль на нагонному рівні.

Наступною моделлю берегозахисних споруд досліджувалися Т-подібні хвилеломи з бунами у вигляді траверс. В цьому випадку до бун, результатів досліджень з якими було наведено раніше, додавалися перпендикулярно розташовані хвилеломи довжиною 0,5 м (45 м у натурі). Довжини бун та міжбунних проміжків залишилися незмінними. У міжбунних областях піщану берму було зроблено аналогічно попередньому досліді. Загальний вигляд моделі берегозахисної споруди до, під час та після досліді показано на рис. 6. Дослідження показали, що створення бухт дозволило зберегти площу рекреаційного пляжу, в тому числі і під дією хвиль на нагонному рівні. Практично близько 80% початкового об'єму берми не перероблялося хвилями. Обсяг розмиву берми в окремих створах складав (15-20)%. Глибина воронки розмиву поблизу траверс досягала (0,04-0,06) м або у натурі (0,8-1,2) м.

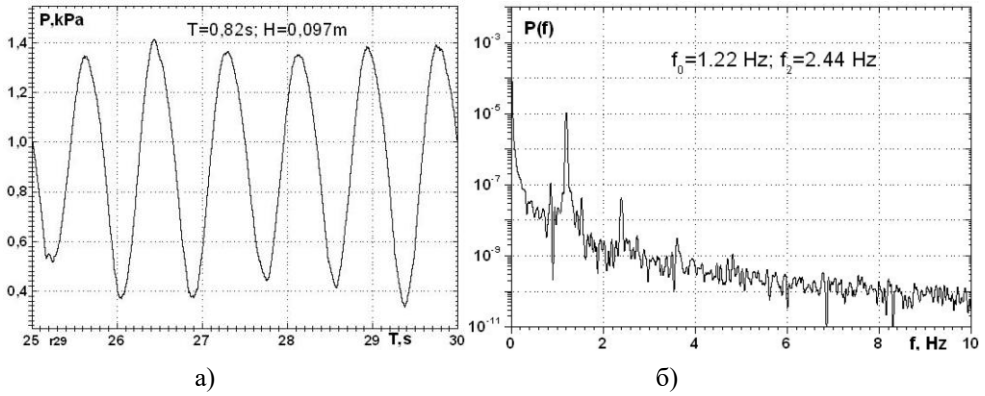


Рис. 4 – Осцилограма хвильового руху (а) та спектральна густина потужності пульсацій хвильового тиску (б) на глибокій воді

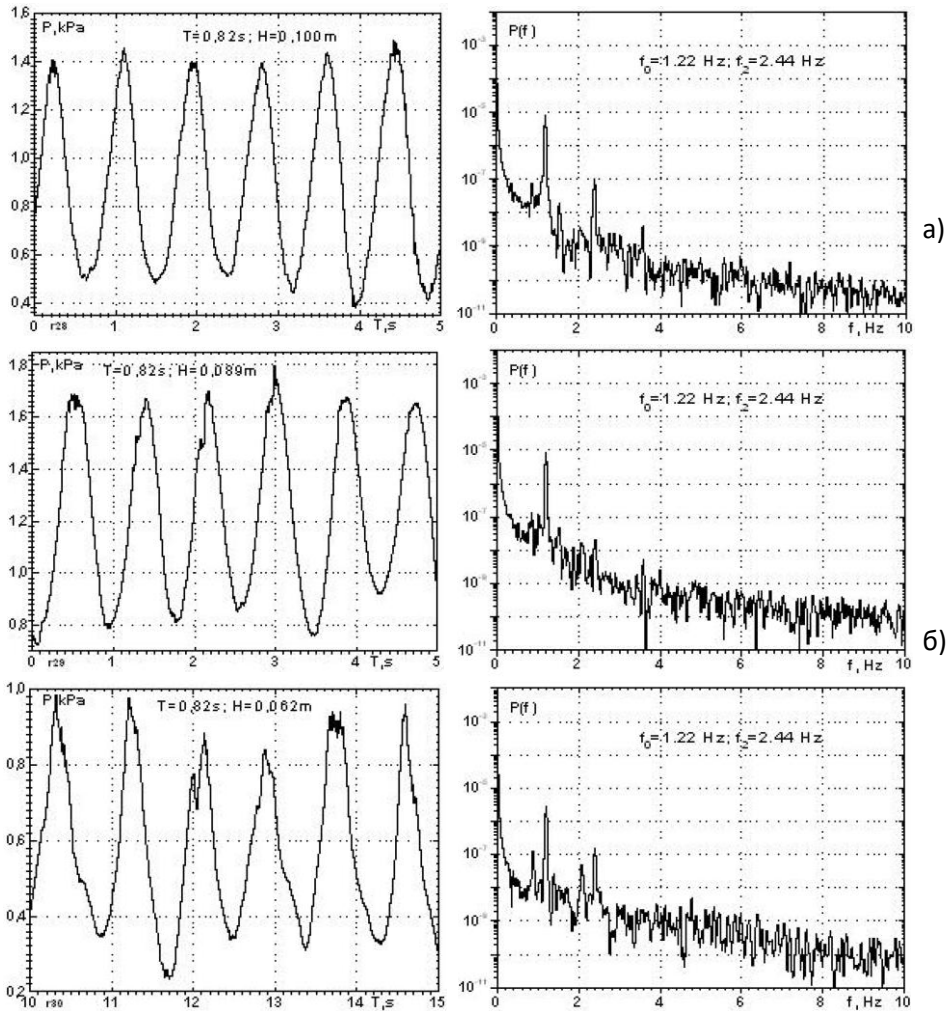


Рис. 5 – Параметри хвиль та хвильового тиску до руйнування хвиль (а), в області обвалення хвиль (б) та на рівні голів бун (в)

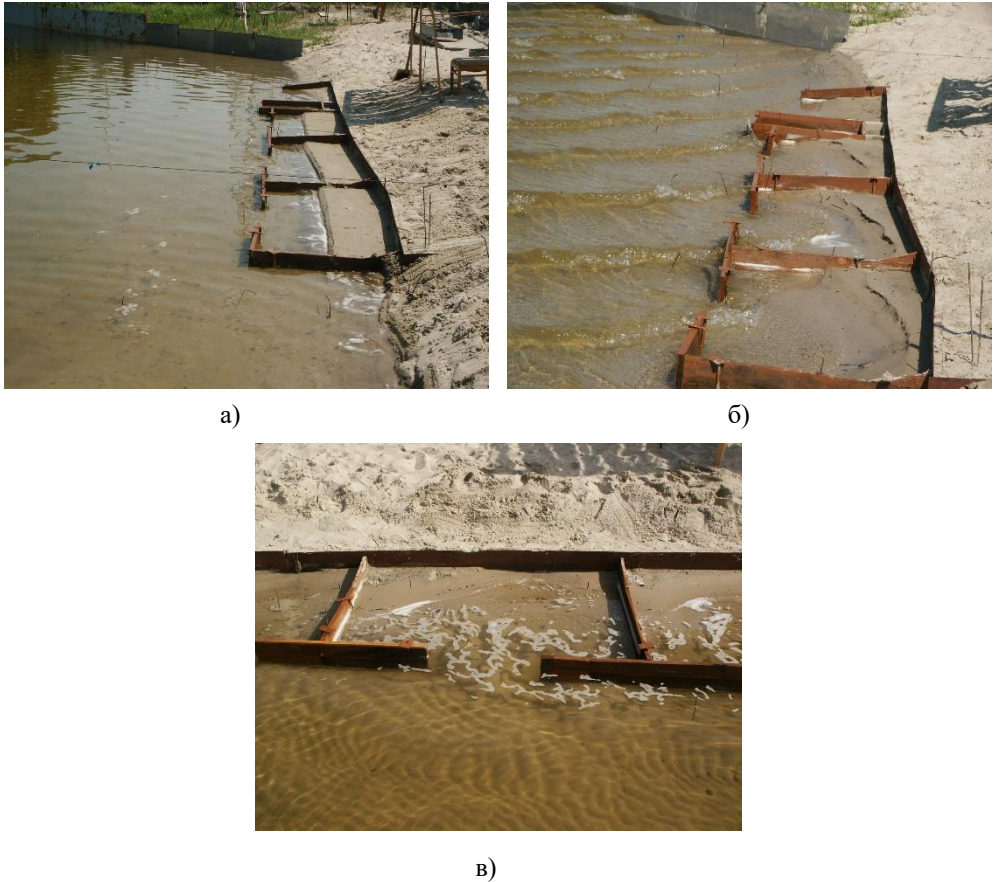


Рис. 6 – Загальний вигляд моделі берега з Т-подібними хвилеломами до (а), під час (б) та після (в) проведення досліджень

У той же час техніко-економічні порівняння показують, що створення бухт за допомогою траверс призводить до збільшення фронту захисту в 1,3 раза (130%). Крім того, відбивання хвиль від стінки траверса призводить до формування нерівномірного хвильового режиму в формі биття і неповної стоячої хвилі, що ускладнює вхід в ворота бухти плавзасобів.

Дослідження хвильового руху та спектральних складових пульсацій хвильового тиску показали, що суттєвих змін у характері поведінки хвильового руху не спостерігалось. На рівні критичних глибин порушувалася форма гребнів хвиль, а в області обвалення хвиль і поблизу відкосу модельного пляжу хвилі руйнувалися. Поблизу поверхонь хвилеломів спостерігалось значне руйнування та збільшення висоти хвиль, які були на (30-50)% вищі, ніж посередині міжбунних акваторій на рівні площини хвилеломів.

Зміна конструкції хвилеломів у вигляді розтрубів (кут розкриття (120-130) градусів), які утворено двома відрізками (див., рис. 7), призвела до зміни хвильового руху у прибережній зоні та вплинула на поведінку рекреаційного пляжу. Застосування V-подібних хвилеломів з бунними траверсами привело до зменшення хвильового навантаження на модель піщаного пляжу, особливо в зонах, які прилягають до берегозахисних конструкцій. V-подібні хвилеломи суттєво захистили бухти від дії косоного

хвильового руху. При цьому напрямок хвиль на вході у бухти став більше фронтальним, а висоти хвиль значно зменшилися та стали більше хаотичними. По суті справи кормові частини хвилеломів у вигляді розтрубів спрямували основний хвильовий потік назовні з бухти у відкрите море, руйнуючи хвилі. Взаємодія хвиль з конструкціями хвилеломів призвела до значних розмивів ґрунту поблизу хвилеломів і на вході до створених бухт, що показано на рис. 7в.

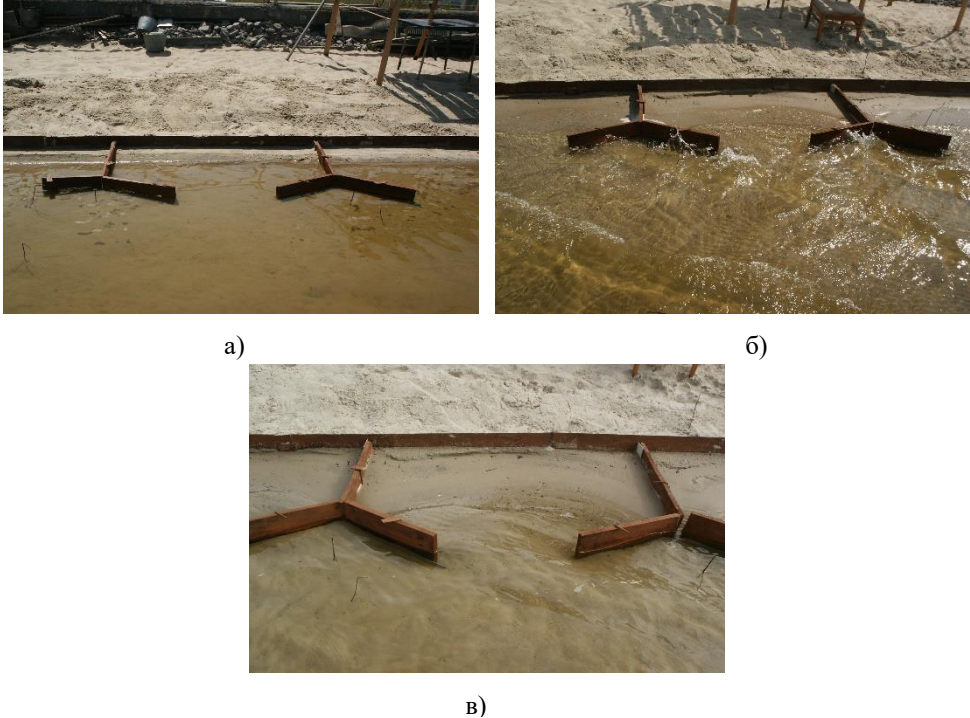


Рис. 7 – Загальний вигляд моделі берега з V-подібними хвилеломами з траверсами до (а), під час (б) та після (в) проведення досліджень

Спектральні складові хвильового тиску поблизу хвилеломів і вхідної частини бухт значно збільшилися в області високих частот і зменшилися в області низьких частот, особливо на основній частоті хвильового руху та на її вищих гармоніках.

Трансформація хвиль і розподіл швидкостей вздовж берегової лінії з використанням досліджених моделей берегозахисних споруд наведені схематично на рис. 8. На цьому рисунку колами наведені місця заміру висот хвиль та їх значення, а трикутниками – місця заміру та значення швидкостей течії. У верхній частині рис. 8 стрілочкою показаний напрямок косоного підходу хвильового руху в штормових умовах до берегозахисних споруд. Треба зазначити, що застосування бун, як берегозахисних споруд, викликає значне зменшення швидкості течії вздовж захищеного берега (див., рис. 8а) і висот хвиль як поблизу головних частин бун, так і на вхідних ділянках створених бухт. Хвилеломи з траверсами значно збільшують швидкість бічної течії мористіше від цих споруд та зменшують дію хвильового руху на захищені піщані пляжі.

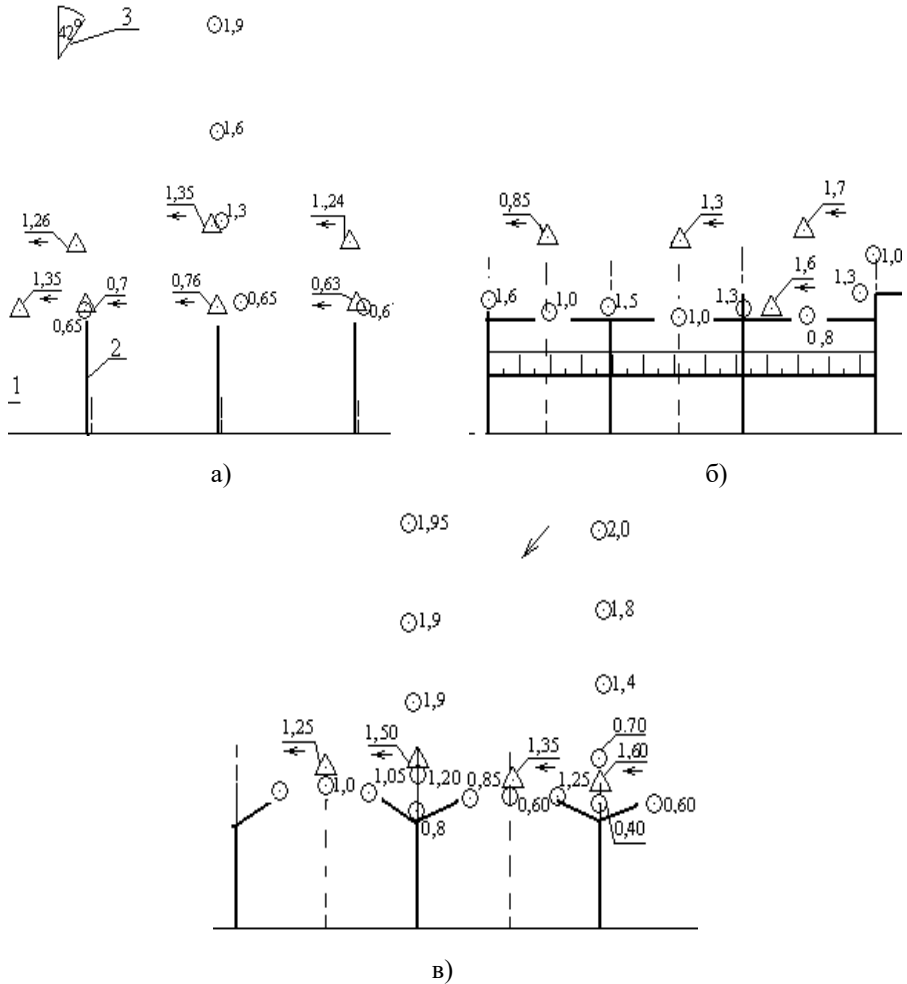


Рис. 8 – Схема поля висот хвиль (м) і швидкостей течій (м/с) на моделях захисту пляжів бунами (а), Т-подібними (б) та V-подібними (в) хвилеломами з траверсами під дією хвиль розрахункового шторму з косим підходом до берега

Враховуючи результати проведених досліджень і рекомендації, які надано проектувальникам і будівельникам берегозахисних споруд, поблизу оздоровчого комплексу “Урзуф” були зведені системи бун, які представлено на рис. 9. Ці споруди було використано на практиці в першу чергу через те, що буни, з точки зору економічної доцільності та тривалості будівництва, були найбільш ефективні. Хвилеломми, маючи відповідні переваги з точки зору гідродинаміки, не знайшли застосування в цьому проекті.

### Висновки

1. Установлено, що ефективними берегозахисними спорудами активного способу захисту, які можуть бути використані в умовах дефіциту наносів хвильового поля в області Азовського моря, є буни, хвилеломми та хвилеломми з траверсами. Застосування переривчастих хвилеломів чи створення бухтового



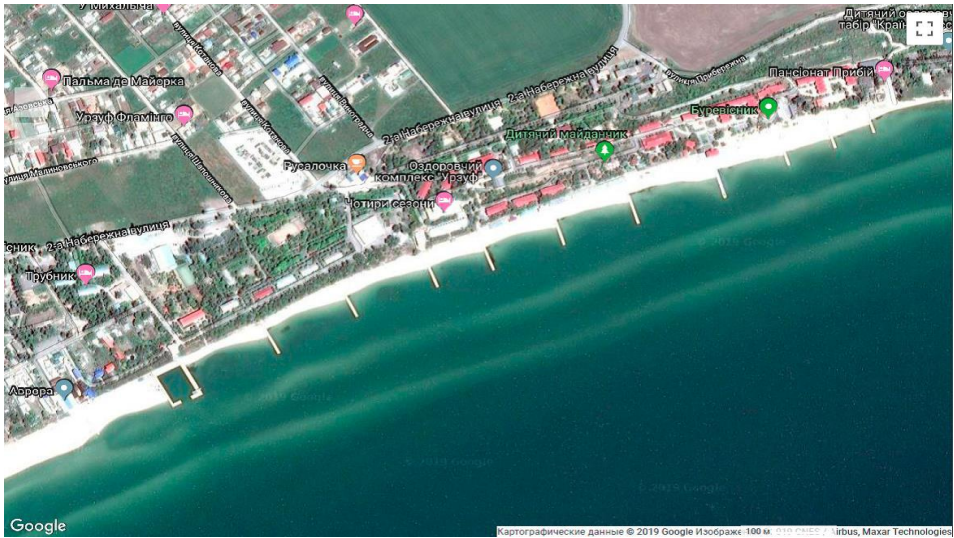


Рис. 9 – Розташування системи бун з захисту рекреаційного пляжу оздоровчого комплексу “Урзуф” на березі Азовського моря

берега з використанням бун з траверсами чи бун з V-подібними раструбами призводить до консервації природного та штучного пляжів з утворенням стійкої берегової лінії. Але застосування хвилеломів з траверсами потребує великих одноразових грошових вкладень і значних будівельних зусиль. Тому ефективними берегозахисними спорудами активного способу дії поблизу оздоровчого комплексу “Урзуф” запропоновано та створено систему бун в комбінації з штучною пляжною відсіпкою.

2. Рекомендовано розташовувати голови бун приблизно на глибині 1,5 м нижче відмітки середньобогаторічного рівня моря, але не мористіше підводного вала. На перехідних ділянках берегозахисту використовувати укорочені буни. Починаючи з другої буни, зробити горизонтальну піщану берму на відмітці +1,5 (шириною 20 м) до восьмої буни. З восьмої по дев'яту буну ширина берми 15 м та до кінця ділянки ширина берми 25 м. Напірний відкіс берми сполучити з існуючим пляжем ухилом 0,2.

3. Під час експлуатації даної системи бун: а) наявність берми рекомендованої ширини забезпечить нормальну експлуатацію споруд та збереження надводної частини пляжу при дії розрахункових штормів від можливих хвиленебезпечних напрямків; б) для випадку ймовірного накладення дії розрахункових штормів від різних напрямків для стійкості підводної частини пляжу треба зробити додаткову відсіпку берми шириною 35 м. Якщо організація такого об'єму відсіпки недоцільна з економічних міркувань, тоді потрібно робити ремонтні досипки. Об'єм та періодичність досипок визначати природними умовами та контролем за переміщенням лінії урізу води.

4. Визначено, що обрані методи берегозахисних споруд забезпечують захист берегів від руйнування з одночасним відновленням (утворенням) пляжів, які активно можуть бути використані в рекреаційних цілях у національних природних парках і санаторно-курортних зонах прибережної полоси Азовського і Чорного морів.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Хомицкий В.В. Природо-охранные аспекты береговой гидротехники / В.В. Хомицкий. – К.: Наукова думка, 1983. – 276 с.
2. Рекомендации по проектированию берегоукрепительных сооружений на водохранилищах. – К.: Минводхоз УССР, 1987. – 83 с.
3. ДБН В.1.1-25:2009 Захист від небезпечних геологічних процесів. Основні положення проектування. – К.: Міністерство з питань житлово-комунального господарства України, 2008. – 91 с.
4. Шуйский Ю.Д. Особенности природных комплексов в береговой зоне морей / Ю.Д. Шуйский // Вісник Одеського національного університету. Географічні та геологічні науки. – 2015. – Том 20. – Вип. 1 (24). – С. 97-113.
5. Михайличенко С.Ю. Трансформация поверхностных гравитационных волн при взаимодействии с берегозащитными сооружениями в прибрежной зоне с реальным рельефом дна / С.Ю. Михайличенко, Д.Ю. Куранов // Экология. Экономика. Информатика. – 2018. – Т.1, №3. – С. 65-70.
6. Гайворонская И.В. Пляжная зона как объект интегрированного рекреационного использования / И.В. Гайворонская // Механізм регулювання економіки. – 2010. – Т.2, №3. – С. 209-215.
7. Макаров К.Н. Современные методы повышения устойчивости рекреационных пляжей / К.Н. Макаров, В.А. Приходько, Е.В. Радченко // Курортно-рекреационный комплекс в системе регионального развития: Инновационные подходы. – 2016. – №1. – С. 255-258.
8. Anton I.-A. Wave simulation with different type of coast protection structure – A comparative approach / I.-A. Anton, D. Dinu // International Journal of Environmental Science. – 2017. – Vol. 2. – P. 171-176.
9. Леонтьев И.О. Изменения контура берега, вызванные поперечным сооружением в береговой зоне моря / И.О. Леонтьев // Геоморфология. – 2018. – №3. – С. 32-39.
10. Dutta D. Performances of straight head and T-head groynes as river training structures / D. Dutta, H. M. Kalita // IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. – 2019. – Vol. 491. – P. 012013-1-5.
11. Choufu L. Investigation of flow, erosion, and sedimentation pattern around varied groynes under different hydraulic and geometric conditions: A numerical study / L. Choufu, S. Abbasi, H. Pourshahbaz, P. Taghvaei [et al.] // Water. – 2019. – №11. – P. 235-1-18.
12. Martinelli L. Experimental investigation on non-breaking wave forces and overtopping at the recurved parapets of vertical breakwaters / L. Martinelli, P. Ruol, M. Volpato, C. Favaretto [et al.] // Coastal engineering. – 2018. – Vol. 141. – P. 52-67.
13. Тучковенко Ю.С. Моделирование трансформации ветровых волн в прибрежной зоне моря при различных вариантах реконструкции волнолома / Ю.С. Тучковенко, О.И. Сахненко // Український гідрометеорологічний ж. – 2017. – №2. – С. 175-185.
14. Khomicky V. Physical and mathematical modeling of permeable breakwaters / V. Khomicky, L. Tereshchenko, L. Abramova, I. Tereshchenko [et al.] // In: Hu Z., Petoukhov S., Dychka I., He M. (eds) Advances in Computer Science for Engineering and Education. ICCSEEA 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 754. Springer, Cham. – 2019. – P. 3-12.
15. Di Lauro E. Stability analysis of a non-conventional breakwater for wave energy conversion / E. Di Lauro, J.L. Lara, M. Maza, I.J. Losada [et al.] // Coastal engineering. – 2019. – Vol. 145. – P. 36-52.
16. Лаппо Д.Д. Условия автомодельности в исследованиях волнового движения жидкости / Д.Д. Лаппо, А.М. Жуковец, С.С. Мищенко // Изв. ВИНТИИ им. Веденеева. – 1979. – Т. 132. – С. 59-65.
17. Voskoboinick V. Study of near wall coherent flow structures on dimpled surfaces using unsteady pressure measurements / V. Voskoboinick, N. Kornev, J. Turnow // Flow Turbulence Combust. – 2013. – Vol. 90, №4. – P. 709-722.

18. Voskoboinick V.A. Pressure fluctuations on the scour surface before prismatic pier / V.A. Voskoboinick, A.V. Voskoboinick, O.O. Areshkovych, O.A. Voskoboinyk // Proc. 8<sup>th</sup> International Conference on Scour and Erosion (ICSE 2016) 12-15 September 2016. – Oxford, UK, 2016. – P. 905-910.
19. Бендат Дж. Измерение и анализ случайных процессов : Пер. с англ. / Дж. Бендат, А. Пирсол. – М. : Мир, 1974. – 464 с.
20. Tereshchenko L. Statistical analysis of jet flow noise across bileaflet heart valve / L. Tereshchenko, V. Voskoboinick, I. Kudybin, A. Voskoboinick [et al.] // Abstract AMMODIT-2019. – Kyiv, Ukraine, 2019. – P. 52-53.
21. Vinogradnyi G.P. Spectral and correlation characteristics of the turbulent boundary layer on an extended flexible cylinder / G.P. Vinogradnyi, V.A. Voskoboinick, V.T. Grinchenko, A.P. Makarenkov // J. Fluid Dyn. – 1989. – Vol. 24, № 5. – P. 695-700.

Стаття надійшла до редакції 05.11.2019 і прийнята до друку після рецензування 27.11.2019

## REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Khomicky, V. V. (1983). *Pryrodo-okhrannye aspekty beregovoy gidrotekhniki*. Kyiv: Naukova dumka. (in Russian).
2. Minvodkhoz USSR. Rekomendacii po proektirovaniyu beregoukrepitel'nykh sooruzheniy na vodokhranilischakh. (1987). Kyiv. (in Russian).
3. DBN B.1.1-25:2009. (2008). Zakhyst vid nebezpechnykh geologichnykh processiv. Osnovni polozhennya proektuvannya. Kyiv: Ministerstvo z pytan' zhytlovo-komunal'nogo gospodarstva Ukraine. (in Ukrainian).
4. Schuisky, Yu. D. (2015). Osobennosti prirodnykh kompleksov v beregovoï zone morey. *Visnyk Odes'kogo nacional'nogo universytetu. Geografichni ta geologichni nauky*, 20(24), 97-113. (in Russian).
5. Mykhailichenko, S. Yu. (2018). Transformaciya poverkhnostnykh gravitacionnykh voln pri vzaimodeystvii s beregozashchitnymi sooruzheniyami v pribreznoy zone s real'nyim rel'efom dna. *Ekology. Economics. Informations*, 1(3), 65-70. (in Russian).
6. Gaivoronskaya, I. V. (2010). Plyaznaya zona kak ob'ekt integrirovannogo rekreacionnogo ispol'zovaniya. *Mekhanizm regulyuvannya ekonomiky*, 2(3), 209-215. (in Russian).
7. Makarov, K. N., Prikhod'ko, V. A., & Radchenko, E. V. (2016). Sovremennye metody povysheniya ustoichivosti rekreacionnykh plyazhey. *Kurortno-rekreacionnyi kompleks v sisteme regional'nogo razvitiya: Innovacionnye podkhody*, 1, 255-258. (in Russian).
8. Anton, I.-A. (2017). Wave simulation with different type of coast protection structure – A comparative approach. *International Journal of Environmental Science*, 2, 171–176.
9. Leont'ev, I. O. (2018). Izmeneniya kontyra berega, vyzvannye poperechnym sooruzheniem v beregovoï zone morya. *Geomorfologiya*, (3), 32–39. (in Russian).
10. Dutta, D., & Kalita, H. M. (2019). Performances of straight head and T-head groynes as river training structures. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.*, 491, 012013-1-5.
11. Choufu, L., Abbasi, S., Pourshahbaz, H., Taghvaei, P. [et al.]. (2019). Investigation of flow, erosion, and sedimentation pattern around varied groynes under different hydraulic and geometric conditions: A numerical study. *Water*, (11), 235-1-18.
12. Martinelli, L., Ruol, P., Volpato, M., Favaretto, C. [et al.]. (2018). Experimental investigation on non-breaking wave forces and overtopping at the recurved parapets of vertical breakwaters. *Coastal engineering*, 141, 52-67.
13. Tuchkovenko, Yu. S., & Sakhnenko, O. I. (2017). Modelirovanie transformacii vetrovykh voln v pribrezhnoy zone morya pri razlichnykh variantakh rekonstrukcii volnoloma. *Ukrainskii gidrometeorologicheskii j.*, (2), 175-185. (in Russian).

14. Khomicky, V., Tereshchenko, L., Abramova, L., Tereshchenko, I., [et al.]. (2019). Physical and mathematical modeling of permeable breakwaters. In: Hu Z., Petoukhov S., Dychka I., He M. (eds) *Advances in Computer Science for Engineering and Education. ICCSEEA 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing, 754*, 3-12.
15. Di Lauro, E., Lara, J. L., Maza, M., Losada, I. J. [et al.]. (2019). Stability analysis of a non-conventional breakwater for wave energy conversion. *Coastal engineering, 145*, 36-52.
16. Lappo, D. D., Zhukovec, A. M., Mishchenko, S. S. (1979). Usloviya avtomodel'nosti v issledovaniyakh volnovogo dvizheniya zhidkosti. *Izv. VINITI im. Vedeneeva, 132*, 59-65. (in Russian).
17. Voskoboinick, V., Kornev, N., Turnow, J. (2013). Study of near wall coherent flow structures on dimpled surfaces using unsteady pressure measurements. *Flow Turbulence Combust, 90(4)*, 709-722.
18. Voskoboinick, V. A., Voskoboinick, A. V., Areshkovych, O. O., & Voskoboinyck, O. A. (2016). Pressure fluctuations on the scour surface before prismatic pier. In *Proc. 8th International Conference on Scour and Erosion (ICSE 2016) 12-15 September 2016* (pp. 905–910). Oxford.
19. Bendat, J., & Pirsol, A. (1974). *Izmerenie I analiz sluchainykh processov*. Moscow: Mir. (in Russian).
20. Tereshchenko, L., Voskoboinick, V., Kudybin, I., & Voskoboinick, A. (2019). Statistical analysis of jet flow noise across bileaflet heart valve. In *Abstract AMMODIT-2019* (pp. 52–53). Kyiv, Ukraine.
21. Vinogradnyi, G. P., Voskoboinick, V. A., Grinchenko, V. T., & Makarenkov, A. P. (1989). Spectral and correlation characteristics of the turbulent boundary layer on an extended flexible cylinder. *J. Fluid Dyn., 24(5)*, 695-700.

*The article was received 05.11.2019 and was accepted after revision 27.11.2019*

#### **Хомицький Віталій Володимирович**

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник відділу Прикладної гідродинаміки Інституту гідромеханіки НАН України

**Адреса робоча:** 03057, Україна, Київ, вул. Марії Капніст, 8/4

**ORCID ID:** 0000-0003-0910-2233 **e-mail:** homicky@ukr.net

#### **Воскобійник Володимир Анатолійович**

доктор технічних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник відділу Гідробіоніки та керування примезовим шаром Інституту гідромеханіки НАН України

**Адреса робоча:** 03057, Україна, Київ, вул. Марії Капніст, 8/4

**ORCID ID:** 0000-0003-2161-6923 **e-mail:** vlad.vsk@gmail.com

#### **Харченко Анатолій Григорович**

головний інженер-електрик відділу Прикладної гідродинаміки Інституту гідромеханіки НАН України

**Адреса робоча:** 03057, Україна, Київ, вул. Марії Капніст, 8/4

**ORCID ID:** 0000-0002-5832-7714 **e-mail:** kharchenko62@gmail.com

#### **Воскобойник Олександр Анатолійович**

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник відділу Технічної гідромеханіки Інституту гідромеханіки НАН України

**Адреса робоча:** 03057, Україна, Київ, вул. Марії Капніст, 8/4

**ORCID ID:** 0000-0001-8114-4433 **e-mail:** alexandr.vsk@gmail.com

**Терещенко Лідія Миколаївна**

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, старший науковий співробітник відділу Прикладної гідродинаміки Інституту гідромеханіки НАН України

**Адреса робоча:** 03057, Україна, Київ, вул. Марії Капніст, 8/4

**ORCID ID:** 0000-0001-6068-7092 **e-mail:** litere70@gmail.com

**Воскобійник Андрій Володимирович**

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, старший науковий співробітник відділу Гідробіоніки та керування примежовим шаром Інституту гідромеханіки НАН України

**Адреса робоча:** 03057, Україна, Київ, вул. Марії Капніст, 8/4

**ORCID ID:** 0000-0001-8045-8625 **e-mail:** andrew.vsk@gmail.com

**Нікітін Іван Анатолійович**

провідний інженер відділу Прикладної гідродинаміки Інституту гідромеханіки НАН України

**Адреса робоча:** 03057, Україна, Київ, вул. Марії Капніст, 8/4

**ORCID ID:** 0000-0001-5906-2538 **e-mail:** nia37@ukr.net

## ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ ТА СИСТЕМИ INFORMATION RESOURCES AND SYSTEMS

УДК 049.3:574.4:581.526

**Sergii I. Azarov**<sup>1</sup>, D. S. (Engineering), Senior research associate  
ORCID ID 0000-0002-9951-8867 *e-mail*: azarov@kinr.kiev.ua

**Oleksii S. Zadunaj**<sup>2</sup>, PhD, Head of the center  
ORCID ID 0000-0001-8589-1604 *e-mail*: a.zadunaj@gmail.com

<sup>1</sup>Institute for Nuclear Research of NASU, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup>State Research Institute of Cybersecurity Technologies and Information Protection, Kyiv, Ukraine

### ANALYSIS OF NATURAL DISASTERS AND THEIR IMPACT ON THE ENVIRONMENT

***Summary.** Millions of lives could be saved if states did more to prevent and reduce the risks of natural disasters. Protecting people from all sorts of disasters and accidents – one of the priorities in many countries. The disasters that have occurred show that natural disasters have no boundaries and do not choose the people. Especially in recent years, the challenge of natural disasters, accompanied by climate change, floods, mudslides, earthquakes, droughts and fires, is increasing. The quantity and total damage of the natural disasters has increased in recent years. Global changes in the environment and climate, increasing levels of seismic activity of the Earth's crust, increasing the size and power of technical systems used, progressive human intervention in nature increase the risks of large-scale natural, environmental and man-made disasters. The rate of growth of economic losses from catastrophes is reaching the indicators of economic development of most developed countries and poses a global threat to the population, nature and the world economy. The article performs analysis of the natural disasters occurred in the world and their impact on environment. Knowledge of the causes, dynamics and nature of natural disasters can reduce the threat to life and health of people, prevent or reduce material and economic losses in business, effectively carry out a complex of preventive, rescue and emergency work associated with natural disasters.*

*Analyzed the specific situation of occurrence of natural disasters. Particular attention is paid to assessing economic and social losses from natural disasters.*

***Keywords:** natural disasters; consequences of natural disasters; loss; climate destabilization; gross national product*

С.І. Азаров<sup>1</sup>, О.С. Задунай<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Інститут ядерних досліджень НАН України, м. Київ, Україна

<sup>2</sup>Державний науково-дослідний інститут технологій кібербезпеки та захисту інформації, м. Київ, Україна

## АНАЛІЗ ПРИРОДНИХ КАТАСТРОФ ТА ЇХ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ

***Анотація.** Мільйони життів можна було б врятувати, якби держави більше робили для попередження і скорочення ризиків стихійних лих. Захист населення від всіляких лих і катастроф – один з найбільш пріоритетних напрямків діяльності багатьох держав світу. Катастрофи, які сталися, показують, що стихійні лиха не мають кордонів і не вибирають народ. Особливо в останні роки посилюлися виклики природних катаклізмів, що супроводжуються кліматичними змінами, повеннями, селевими потоками, землетрусами, засухами і пожежами. Кількість природних катастроф зростає і до того ж вони стають все масштабніше за розмірами завданої шкоди. Глобальні зміни природного середовища і клімату, підвищення рівня сейсмічної активності земної кори, збільшення розмірів і потужності використовуваних технічних систем, прогресуюче втручання людини в природу підсилюють ризики великомасштабних природних, екологічних і техногенних катастроф. Темпи зростання економічних збитків від катастроф досягають показників економічного розвитку більшості розвинених країн і представляють глобальну загрозу для населення, природи і світової економіки. В статті розглянуто задачу аналізу природних катастроф, які відбулися в світі, та їх вплив на навколишнє середовище. Знання причин виникнення, динаміки розвитку та характеру вражаючих факторів природних катастроф дозволяє зменшити загрозу життю і здоров'ю людей, запобігти або зменшити матеріальні та економічні збитки у підприємницькій діяльності, ефективно проводити комплекс попереджувальних, рятувальних та аварійних робіт, пов'язаних з природними катастрофами.*

*В роботі аналізуються конкретні ситуації виникнення природних катастроф. Особливу увагу приділено оцінці економічних і соціальних втрат від стихійних лих.*

***Ключові слова:** природні катастрофи; наслідки стихійних лих; збиток; дестабілізація клімату; валовий національний продукт*

### Вступ

Людство з найдавніших часів відчуває фатальний страх перед природною стихією. Здавалося б, з розвитком наукових знань про природні катастрофи і технологій захисту загроза людству в разі виникнення катастроф повинна зменшуватись. Однак статистика стверджує зворотнє: число постраждалих від катастроф збільшується щорічно приблизно на 6%. Це пояснюється швидким зростанням кількості населення і високою концентрацією людей в містах, деградацією навколишнього середовища, що сприяє інтенсифікації небезпечних природних процесів, комунікаційним і технологічним роз'єднанням багатьох країн світу. Природні катастрофи, в їх широкому спектрі прояву, практично у всіх сферах нашого життя в усі часи вселяли і вселяють людству містичний страх перед їх фатальною неминучістю і фатальною непередбачуваністю. Кількість природних катастроф останнім

часом зросла і до того ж вони стають все масштабнішими за розмірами завданої шкоди. Глобальні зміни природного середовища і клімату, підвищення рівня сейсмічної активності земної кори, збільшення розмірів і потужності використовуваних технічних систем, прогресуюче втручання людини в природу підсилюють ризики великомасштабних природних, екологічних і техногенних катастроф. Темпи зростання економічних збитків від катастроф досягають показників економічного розвитку більшості розвинених країн і представляють глобальну загрозу для населення, природи і світової економіки.

Природна катастрофа – це різка швидкоплинна зміна стану навколишнього середовища з великою кількістю жертв і значним матеріальним збитком. Природна катастрофа – це надзвичайна ситуація (НС), що виникає в результаті стихійних лих, внаслідок чого створюється несприятлива обстановка на певній території, що може спричинити людські жертви, завдати шкоди здоров'ю людей і навколишньому середовищу, значних матеріальних втрат і призвести до порушення життєдіяльності населення. У багатьох країнах проводяться дослідження зі складання бази даних природних катастроф, вивчення їх поширення на різних територіях земної кулі. Знання динаміки кількості природних катастроф в світі дозволяє виробити політику щодо захисту населення і економіки від великих втрат і збитків при виникненні стихійних лих.

Однак в ході вивчення історії природних катастроф, що відбулися, і їх екологічних наслідків, розширення бази знань про них, на перший план виходить необхідність проведення подальших досліджень з:

- розвитку і вдосконалення стратегії взаємодії людини і природи для забезпечення сталого розвитку;
- аналізу знань передісторії стихійних лих і пошуку шляхів використання цих знань для оцінок майбутніх тенденцій в подальшому розвитку цивілізації, що дозволяють виявляти граничні навантаження на природу;
- усвідомлення ролі і місця існування людства в екологічно безпечному стані.

Особливо важливим завданням є передбачення екологічних наслідків природних катастроф, які можуть проявлятися, поступово зростаючи, через десятиліття у вигляді зниження продуктивності екосистем, зміни структури водного балансу території та порушення життєво важливих параметрів навколишнього середовища. На жаль, комплексних методів аналізу природних катастроф, які відбулися в світі, та їх впливу на довкілля в повній мірі поки що немає. Тому наукові розробки в цьому напрямку є дуже актуальними.

## **Класифікація природних катастроф**

Природна катастрофа являє собою стихійне лихо, що призводить до загибелі людей і значних економічних збитків. Такі наслідки часто спричиняють землетруси, зсуви, снігові лавини, обвали, сходи льодовиків, повені, виверження вулканів, лісові пожежі, грози, торнадо, шторми, спека, урагани та інше.

Поняття природної катастрофи у багатьох авторів [1] асоціюється з поняттям екологічної безпеки, яке з'явилося в зв'язку з необхідністю оцінки небезпеки для населення якоїсь території з точки зору отримання збитку для здоров'я, споруд або майна в результаті змін параметрів навколишнього середовища. Ці зміни можуть бути викликані як природними, так і



антропогенними причинами. У першому випадку небезпека виникає за рахунок флуктуацій в природних процесах, пов'язаних зі зміною синоптичної обстановки, виникненням епідемії або за рахунок стихійного лиха. У другому випадку небезпека з'являється як реакція природи на дії людини. Природні катастрофи небезпечні своєю несподіваністю, за короткий проміжок часу вони спустошують територію, знищують житло, майно, комунікації. За однією катастрофою, немов лавина, ідуть інші: голод, інфекції, хвороби.

Усі природні катастрофи підпорядковуються деяким загальним закономірностям [2].

По-перше, для кожного виду природної катастрофи характерна певна просторова приуроченість. По-друге, чим більше інтенсивність (потужність) небезпечного природного явища, тим рідше воно трапляється. По-третє, кожному стихійному лиху природного характеру передують деякі специфічні ознаки (передвісники). По-четверте, при всій несподіванці тієї чи іншої природної катастрофи її прояв може бути передбачений. Нарешті, по-п'яте, у багатьох випадках можуть бути передбачені пасивні та активні захисні заходи від природних небезпек.

Як уже зазначалося, природні катастрофи призводять до загибелі людей та великих економічних збитків. Різноманіття причин, що призводять до виникнення цих стихійних природних явищ, створює певні труднощі в їх прогнозуванні, тим самим спроможність запобігання великим втратам поки залишається вельми низькою.

Природні катастрофи діляться на:

1. Геологічні: землетруси, виверження вулканів, зсуви, карст;
2. Метеорологічні: ураган, буря, смерч, шквал, злива, град, сильний снігопад, ожеледь, сильний мороз, сніжна лавина, сильна спека, посуха, пилова буря, природна пожежа;
3. Гідрологічні: повені, сель, ранній льодостав, ранній лісосплав;
4. Морські стихійні лиха: тропічний циклон (тайфун), цунамі (моретрясіння), сильний шторм, складна льодова обстановка;
5. Геліофізичні: біомагнітні бурі, підвищена сонячна активність, порушення умов розповсюдження радіохвиль (магнітні бурі);
6. Біологічні (біологосоціальні): епідемії – масові захворювання людей, епізоотії – масові захворювання тварин, епіфітотії – масові захворювання рослин;
7. Природні пожежі: лісові, торф'яні, степові;
8. Космічні: астероїди, комети, випромінювання, міжпланетна гравітація.

Вивчення умов виникнення екстремальних природних явищ дозволяє виявити і сформулювати закономірності взаємодії біологічних і фізичних підсистем навколишнього середовища, забезпечивши тим самим можливість хоча б статистичного прогнозу небезпечних природних явищ.

Найбільш визнаною класифікацією природних катастроф за типами і видами є така класифікація:

- 1) Катастрофи тренду, до яких відносяться несприятливі зміни клімату, вікові зміни рівня моря і абразія берегів.
- 2) Катастрофи екстремуму, що включають посухи, заморозки і повені.
- 3) Катастрофи зриву, що охоплюють повені, тропічні шторми, землетруси, виверження вулканів, шторми, торнадо, зсуви, цунамі, пожежі, снігові лавини й селі.

Кожна з цих категорій обумовлена сукупністю процесів у навколишньому середовищі, ранжування яких за потужністю і виділення з них найбільш небезпечних вимагає створення таких систем моніторингу навколишнього середовища, які б з високою імовірністю виділяли чинники розвитку конкретної природної катастрофи. Хоча механізми і динаміка зародження природних катастроф відрізняються, проте існують загальні принципи виявлення ознак різкої зміни характеристик навколишнього середовища.

Дані, наведені в табл. 1, характеризують різноманітність небезпечних природних процесів і дають стислий опис механізмів їх зародження і розвитку.

Таблиця 1 – Класифікація небезпечних природних процесів [2]

| Тип небезпечного природного процесу                    | Стисла характеристика   |
|--|---|
| 1  | 2   |
| Космогенні небезпечні процеси                          | Найбільш яскравим проявом космогенних процесів є магнітні бурі. Це сильні зміни магнітного поля Землі, які викликаються дією посиленних потоків сонячної плазми (сонячного вітру) на магнітосферу Землі. Відбувається порушення біологічної ритміки, що призводить до збільшення серцево-судинних захворювань.      |
| Комети, астероїди, метеорити та метеорний пил          | Залежно від розмірів космічного тіла, яке увійшло в атмосферу Землі, можуть виникати небезпеки для населення при їх падінні на сушу або може відбуватися забруднення атмосфери метеорним пилом з наслідками для клімату планети. Реальну глобальну небезпеку становлять астероїди розміром понад 1 км.              |
| Озонові діри   | Невеликі зміни кількості озону в атмосфері можуть призвести до серйозних змін інтенсивності ультрафіолетового опромінення земної поверхні з непередбачуваними наслідками для населення.   |
| Торнадо, смерчі, урагани                               | Основним вражаючим чинником рухомих повітряних мас є вітрові впливи, потужність яких прийнято оцінювати за 12-бальною шкалою Бофорта. Найбільш руйнівного впливу вітер починає завдавати при швидкості вище 23 м/с. Для градациї швидкості вітру при торнадо використовується 6-бальна шкала, починаючи від 20 м/с. |
| Дощі, грози  | Ці гідрометеорологічні явища зазвичай супроводжують урагани і бурі, посилюючи руйнування. Випадання рідких атмосферних опадів протягом декількох діб створюють повені, ерозію, селі і зсуви в горах. Грози призводять до загибелі людей та пошкоджень електромереж, а також викликають лісові пожежі.               |
| Небезпечні природні явища в атмосфері зимового періоду | Сильний снігопад, хуртовина, ожеледь, мороз, льодові явища: ожеледь, ожеледиця, зледеніння. Ці явища можуть порушувати функціонування транспортних магістралей і систем життєзабезпечення, руйнувати споруди і знижувати ефективність економічних структур.   |
| Небезпечні природні явища в атмосфері літнього періоду | Спека, посухи, суховії. Сильна тривала спека призводить до зниження врожаю в сільському господарстві, підвищує ризик виникнення багатьох захворювань і лісових пожеж, чинить виснажливий вплив на запаси води і знижує родючість ґрунтів.   |

Продовження табл. 1

| 1   | 2  |
|---|--|
| Метеогенно-біогенні небезпечні природні явища               | Природні пожежі (степові, лісові, підземні) призводять до знищення лісових масивів, загибелі тварин і рослин, забруднення атмосфери, порушення теплового балансу, ерозії ґрунту. У ряді випадків природні пожежі є причиною загибелі людей.  |
| Гідрологічні та гідрогеологічні небезпечні природні процеси | Повені (водопілля та паводки), зажори, затори, полої, підземні льоди, термокарст, ранні прибережні льоди, суцільний крижаний покрив в портах, обледеніння суден та портових споруд, морські та гірські льоди, тайфуни, сильні хвилювання на морі, вітрові нагони, хвилюва абразія берегів морів і океанів, коливання рівня ґрунтових вод, коливання рівня вод закритих водойм, карст, суфозія.   |
| Геологічні небезпечні природні процеси                      | Тектонічні (тривалі коливання рівня Світового океану, виверження вулканів, землетруси, гірські удари, розрідження ґрунту); геофізичні (геопатогенні, радіогенні) і геохімічні (ореоли родовищ); схилі процеси (обвали, камнепади, осипи, куруми, зсуви, селі, лавини, пульсуючі льодовики, площинні схилі змиви, кріп, солифлюкція, дефлюкція, просадка лесових порід, ерозія схилів, ерозія річкових берегів); завальні і льодовикові повені; вітрова ерозія ґрунтів (пилові бурі). |

Стихійні лиха – це небезпечні природні явища геофізичного, геологічного, атмосферного або біосферного походження, які характеризуються раптовим порушенням життєдіяльності населення, руйнуваннями, знищенням матеріальних цінностей, травмами і жертвами серед людей.

Стихійне лихо – руйнівне природне явище або процес значного масштабу, в результаті якого може виникнути або виникла загроза життю і здоров'ю людей, статися руйнування чи знищення матеріальних цінностей і компонентів навколишнього природного середовища. В результаті стихійних лих страждає економіка країни, так як при цьому руйнуються виробничі підприємства, знищуються матеріальні цінності, гинуть люди. Крім того, стихійні лиха створюють несприятливі умови для життя населення, що може бути причиною спалахів масових інфекційних захворювань. Кількість постраждалих від стихійних лих людей може бути досить значною, а характер уражень дуже різноманітним. Найбільш руйнівними з існуючих видів небезпечних природних явищ є повені, підтоплення, ерозія, землетруси, зсуви, селі, карсти, суфозії, гірські удари, снігові лавини, урагани, штормові вітри, смерчі і ін. З усіх природних процесів і явищ найбільший економічний збитокносять повені, тропічні шторми, посухи і землетруси, вони ж є найбільш небезпечними для життя і здоров'я людей. Аналіз розвитку природних небезпек сьогодні дозволяє зробити висновок про те, що, незважаючи на науково-технічний прогрес, захищеність людей і матеріальної сфери від грізних явищ і процесів природи не підвищується. Щорічний приріст числа загиблих від природних катастроф у світі становить 4,3%, постраждалих – 8,6%, а величини матеріального збитку – 10,4%. В цілому на землі від природних катастроф гине кожна сотисячна людина, а за останні сто років – 16 тис. щорічно.

## Аналіз динаміки природних катастроф

Природні катастрофи в загальноприйнятому їх розумінні завжди були одним з елементів глобальної екодинаміки. Стихійні лиха і різні природні катаклізми в минулому відбувалися відповідно до розвитку природних трендів, а починаючи з XIX століття на їх динаміку почали впливати антропогенні фактори. В цілому поряд з процесами дестабілізації клімату спостерігається зростання числа катастрофічних явищ. Рис. 1–4 дають певне уявлення про динаміку кількості природних катастроф і пов'язаних з ними лих [3–9].

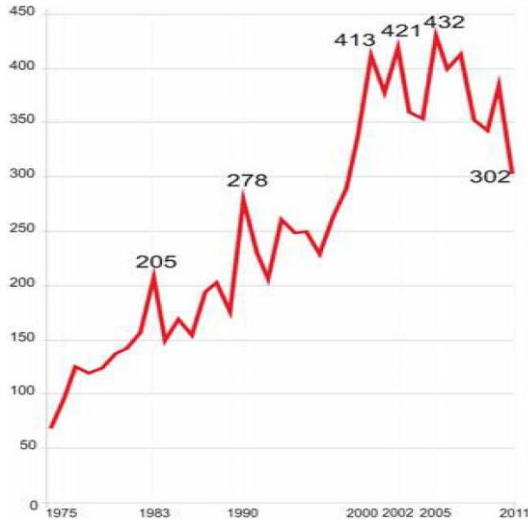


Рис. 1 – Динаміка природних катастроф, що відбулися в світі

На рис. 2 відображена динаміка найбільших природних катастроф.

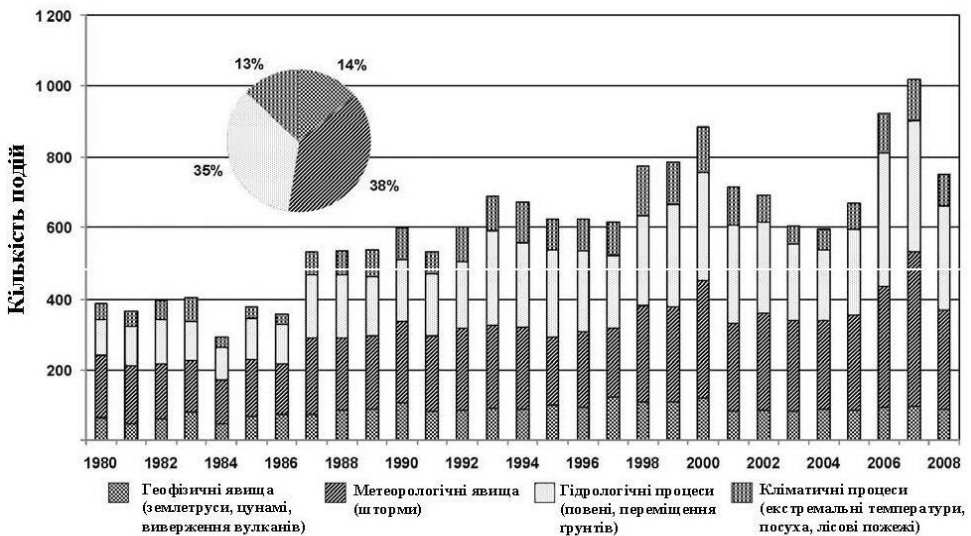


Рис. 2 – Динаміка найбільших природних катастроф

На рис. 3 наведено загальну кількість стихійних лих, що сталися, за типами.

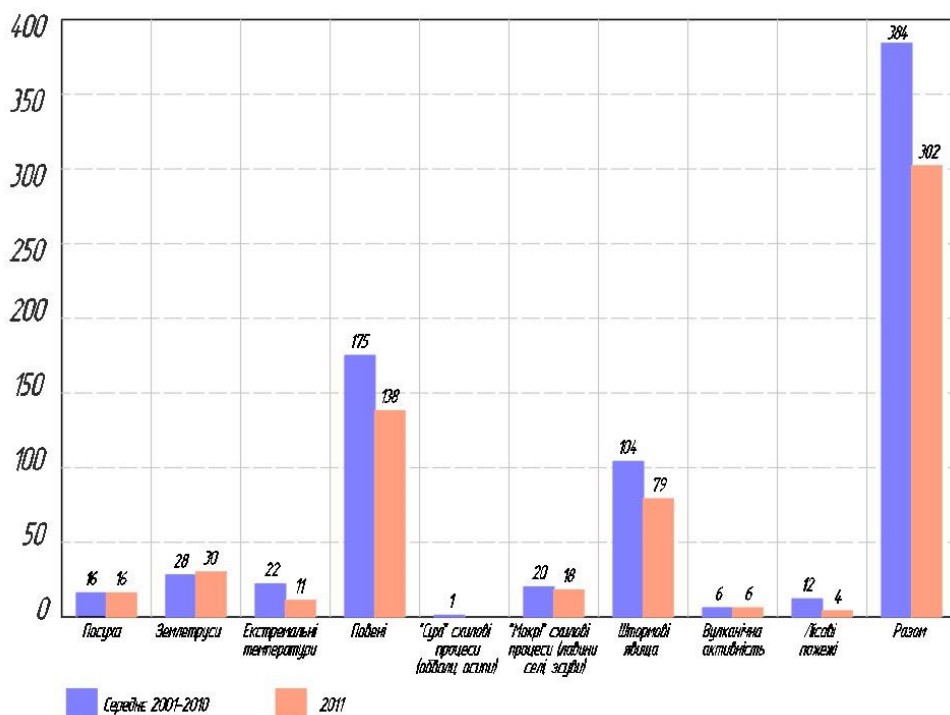


Рис. 3 – Загальна кількість стихійних лих, що сталися, за типами

У табл. 2 наведено розподіл числа жертв за типами природних катастроф за період з 2000 по 2011 рр. [10–14].

Таблиця 2 – Розподіл числа жертв за типами природних катастроф

| Вид природної катастрофи | Кількість загиблих |
|--------------------------|--------------------|
| Цунамі                   | 227 262            |
| Землетрус                | 224 016            |
| Тропічні циклони         | 158 241            |
| Екстремальні температури | 88 062             |
| Епідемії                 | 47 281             |
| Повені                   | 46 978             |
| Лавини, зсуви            | 6 699              |
| Місцеві бурі             | 3 141              |
| Шторми                   | 2 496              |
| Посуха                   | 1 541              |
| Лісові пожежі            | 359                |
| Виверження вулканів      | 221                |

Наведені в табл. 2 дані дозволяють ранжувати кількість жертв і прогнозувати соціальні і економічні втрати від природних катастроф. За кількістю постраждалих перше місце утримує Азія, де налічується 87% всіх постраждалих від природних катастроф. Тут люди сильніше страждають від

посухи, хоча на відміну від Африки смертельних випадків в результаті посухи в Азії значно менше. З повенями пов'язано близько 40% всіх постраждалих на азіатському континенті. Відношення числа постраждалих до населення в Азії в 2 рази більше, ніж в Африці, в 6 разів більше, ніж в Америці, в 10 разів більше, ніж в Океанії, і в 40 разів більше, ніж в Європі.

Швидкими темпами зростають економічні втрати від цунамі, землетрусів і тропічних циклонів. На їх частку в 1990–2011 рр. припадає до 85% прямих економічних втрат в світі. В цілому за три останніх десятиліття економічні втрати від цих лих потроїлися: в 70-х роках вони становили 40 млрд дол., у 80-х – 70 млрд дол., а в 90-х – 190 млрд дол. У 2000–2010 рр. збитки перевищили 170 млрд дол. Статистичний аналіз тренду показує: якщо не вжити термінових заходів, сумарна величина економічних втрат від природних катастроф у 2020-ті роки досягне 300 млрд дол. За останні десятиліття намітилось неухильне зростання кількості катастроф і шкоди від них, різноманітність і характер протікання цих явищ постійно змінюється і ускладнюється [15–18].

Кількість постраждалих і загиблих в результаті стихійних лих за 2011 р. в порівнянні із середніми значеннями за останнє десятиліття наведено на рис. 4.

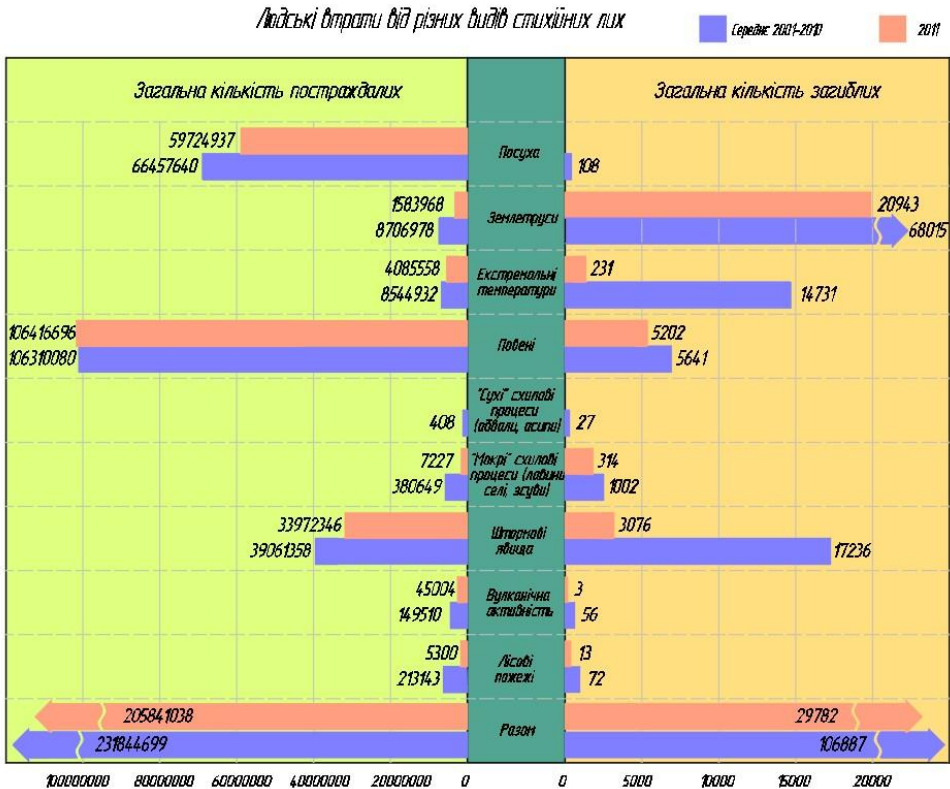


Рис. 4 – Кількість постраждалих і загиблих в результаті стихійних лих за 2011 р. в порівнянні із середніми значеннями за останнє десятиліття

Щорічно на Земній кулі серед безлічі природних катастроф виділяються найбільш значущі, як за людськими жертвами, так і за економічним збитком. На рис. 5 і 6 відображені збитки, завдані природними катастрофами за період 1980–2008 рр., та показана їх структура [19–22].

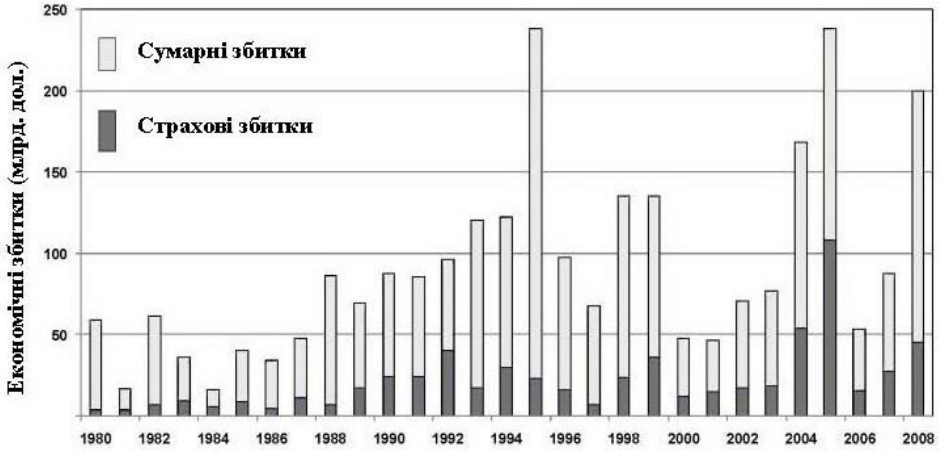


Рис. 5 – Середній збиток (млрд доларів), заподіяний природними катастрофами

Розподіл збитків, заподіяних природними катастрофами, наведений на рис. 6 [22, 23].

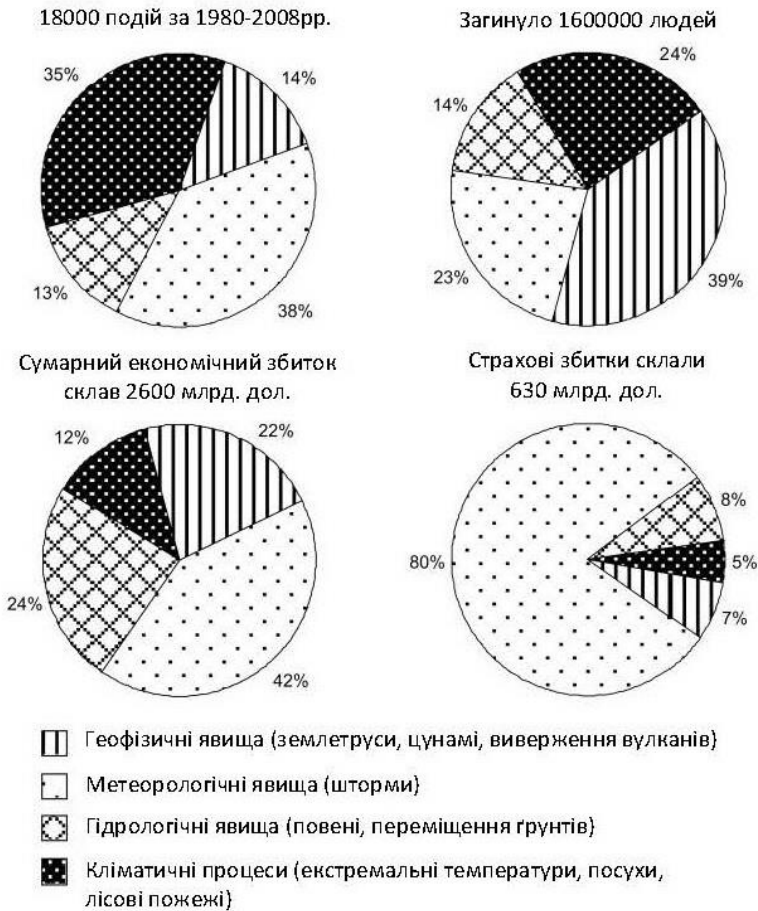


Рис. 6 – Розподіл збитків, заподіяних природними катастрофами

З даних, наведених на рис. 5 і 6, видно, що витрати страхових компаній, пов'язані з природними катастрофами значно збільшилися. Частка застрахованих збитків становить не більше 40% від загального економічного збитку. У ряді країн, що розвиваються, економічні збитки від природних катастроф перевищують величину валового національного продукту, в результаті чого економіка цих країн переходить в критичний стан.

Якщо в 2015 році збитки світової економіки внаслідок природних катастроф були оцінені в 220 млрд доларів США, що в три рази більше ніж у 2010 році, то на початку 2018 року вони вже перевищили суму збитків 2015 року майже в 2 рази [24].

Це обумовлено комплексом різних природних загроз та викликів. Існує тісний взаємозв'язок між кількістю загиблих і потерпілих від катастроф і середнім рівнем життя [25–27]. При зменшенні вартості валового національного продукту на одного жителя з 10 тис. дол. до 200–300 дол. на рік, число катастроф, яким піддавався кожен житель в 1990–2010 рр., зростає від 0.006 до 6 – в 1000 разів (рис. 7) [28].

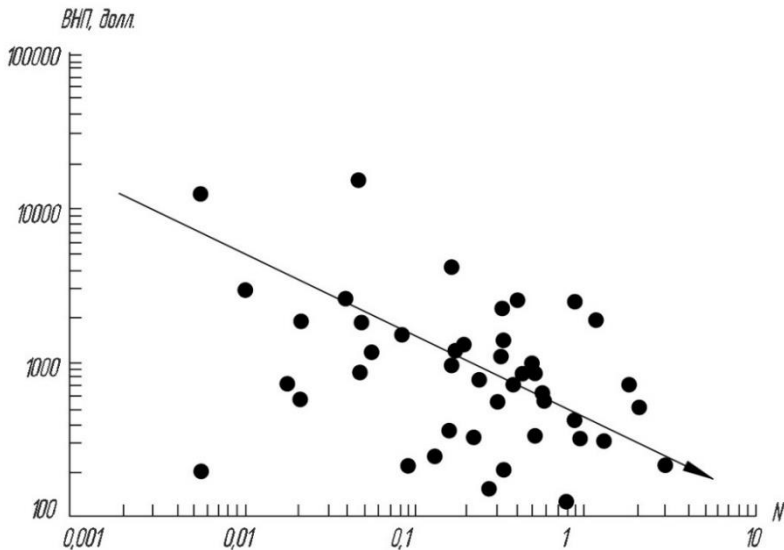


Рис. 7 – Залежність між величиною валового національного продукту, розрахованого на одного жителя країни, і числом природних катастроф (N), яким піддавався кожен її житель

## Висновки

З аналізу наведених у даній роботі міркувань щодо динаміки природних катастроф, соціальних і економічних збитків від них можна зробити висновки, головні з яких такі.

1. За останні десятиліття намітилось неухильне зростання кількості природних катастроф і шкоди від них, різноманітність і характер протікання цих явищ постійно змінюється і ускладнюється.

2. Виникнення природних катастроф – це системне явище, тобто вони відбуваються під впливом багатьох чинників.



3. Природні катастрофи можуть мати масштаби від локального до глобального, і їх різновиди безперервно збільшуються.

4. Кількість природних катастроф, людських жертв і економічних збитків у світі з кожним роком різко зростає.

5. Виникла необхідність розробки нової стратегії, єдиної теорії і практичних методів забезпечення безпеки, які передбачають комплексний підхід до катастрофічних стихійних явищ.

6. Для практичної реалізації нової стратегії необхідно націлити науково-технологічний потенціал сучасного світу на створення методів і засобів прогнозування та попередження і, перш за все, на оцінку ризику, розробку превентивних заходів, попередження та забезпечення готовності до природних катастроф і стихійних лих.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С. (2000) Экологический вызов и устойчивое развитие. М.: Прогресс-традиция. 416 с.
2. Мазур И.И., Иванов О.П. (2004) Опасные природные процессы. – М.: Экономика. – 702 с.
3. Осипов В.И. (2001) Природные катастрофы на рубеже XXI века // Наука и общество. № 4. – С. 291-302.
4. Abrahamson D.E. (1989) Challenge of Global Warming. Island Press, Washington, 376 pp.
5. Beven II J.L., Avila L.A., Blake E.S., Brown D.P., Franklin J.L., Knabb R.D., Pasch R.J., Rhome F.R. and Stewart S.R. (2008) Annual Summary: Atlantic Hurricane Season of 2005 // Monthly Weather Review (American Meteorological Society). V. 136(3). P. 1131–1141.
6. Blowers A. and Hinchliffe S. (2003) Environmental Responses. Wiley, London, 312 pp.
7. Bohle H. (2001) Vulnerability and criticality: perspectives from social geography // IHDP Update, 2, pp. 231-239.
8. Bras R.L. (1990) Hydrology. New York: Addison-Wesley. 643 pp.
9. Delgado J.P. (1998) Encyclopedia of underwater and maritime archaeology. New Haven, London, 135 pp.
10. Enz R. (2006). Natural catastrophes and man-made disasters 2005 // Sigma. No. 2. P. 1-40.
11. Enz R., Karl K., Mehlhorn J., and Schwarz S. (2008) Natural catastrophes and man-made disasters: High losses in Europe // Sigma. No. 1. P. 1-48.
12. Field C.B. and Raupach M.R. (eds) (2004) Global Carbon Cycle: Integrating Humans, Climate, and the Natural World. Washington: Island Press. 584 p.
13. Field J.G., Hempel G., and Summerhayer C.P. (eds) (2002) Oceans 2020: Science Trends and the Challenge of Sustainability. Washington: Island Press. 296 p.
14. Flood J. (1995) Indicators for the implementation and monitoring of Agenda // Habitat, vol. 1, No. 5, p. 13.
15. Gardner J.S. (2002) Natural hazards risk in the Kullu District, Himachal Pradesh, India // The Geographical Review, vol. 92, pp. 172-177.
16. Gutberlet J. (2003) Cities, consumption and the generation of waste // Aviso, No. 11, pp. 12-19.
17. Hardy J.T. (2003) Climate Change. Washington: Wiley. 260 p.
18. Lanchester F.W. (1917) Aircraft in warfare, the dawn of the Fourth Arm. London: Constable and company limited. P. 30-41.
19. McNulty S.G. (2002) Hurricane impacts on US forest carbon sequestration // Environmental Pollution, vol. 116, P. 17-24.

20. Milne A. (2004) *Doomsday: The Science of Catastrophic Events*. Westport: Praeger Publisher. 194 p.
21. Morris J. (1997) Introduction: Climate change – prevention or adaptation? // *IEA Stud. Educ.*, No. 10, pp. 13-37.
22. Notron R. (2002). Early Eighteenth-Century Newspaper Reports: A Sourcebook "Natural Catastrophes", <http://www.infopt.demon.co.uk/grub/catastro.htm>
23. Posner R.A. (2004) *Catastrophe: Risk and Response*. Oxford Univ. Press, Oxford, 332 p.
24. Richter C.F. (1969) Earthquakes // *Natural History*. V. 78. P. 37-45.
25. Schneider D. (1995) Global warming is still a hot topic // *Scientific American*. V. 272(2). P. 13-14.
26. Vogel C. and O'Brien K. (2004) Vulnerability and global environmental change: rhetoric and reality // *Aviso (An International Bulletin on Global Environmental Change and Human Security)*, no. 13, pp. 1-8.
27. Walker G. (2003) *Snowball Earth: The Story of the Great Global Catastrophe that Spawned Life as We Know It*. Crown Publishers, New York, 269 pp.
28. WI (2009) *State of the World 2009: Into a warming World*. Washington: World watch Institute. 262 p.
29. Zanetti A., Schwarz S., and Lindemuth S. (2007) Natural catastrophes and man-made disasters in 2006: Low insured losses // *Sigma*. No. 2. P. 1-40.
30. Zimmerli P. (2003) *Natural catastrophes and reinsurance*. Zurich (Switzerland): Swiss Reinsurance Company. 48 p.

Стаття надійшла до редакції 03.10.2019 і прийнята до друку після рецензування 28.10.2019

## REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Danilov-Danil'yan, V. I., & Losev, K. S. (2000). *Ekologicheskii vyzov i ustoychivoye razvitiye*. Moscow: Progress-traditsiya. (in Russian).
2. Mazur, I. I., & Ivanov, O. P. (2004). *Opasnye prirodnyye protsessy*. Moscow: Ekonomika. (in Russian).
3. Osipov, V. I. (2001). Prirodnyye katastrofy na rubezhe XXI veka. *Nauka i obshchestvo*, (4), 291-302. (in Russian).
4. Abrahamson, D. E. (1989). *Challenge of Global Warming*. Washington: Island Press.
5. Beven II, J. L., Avila, L. A., Blake, E. S., Brown, D. P., Franklin, J. L., Knabb, R. D., Pasch, R. J., Rhome, F. R. & Stewart, S. R. (2008). Annual Summary: Atlantic Hurricane Season of 2005. *Monthly Weather Review (American Meteorological Society)*, 136(3), 1131–1141.
6. Blowers, A., & Hinchliffe, S. (2003). *Environmental Responses*. Wiley, London.
7. Bohle, H. (2001). Vulnerability and criticality: perspectives from social geography. *IHDP Update*, (2), 231-239.
8. Bras, R. L. (1990). *Hydrology*. New York: Addison-Wesley.
9. Delgado, J. P. (1998). *Encyclopedia of underwater and maritime archaeology*. New Haven, London.
10. Enz, R. (2006). Natural catastrophes and man-made disasters 2005. *Sigma*, (2), 1-40.
11. Enz, R., Karl, K., Mehlhorn, J., & Schwarz, S. (2008). Natural catastrophes and man-made disasters: High losses in Europe. *Sigma*, (1), 1-48.
12. Field, C. B., & Raupach, M. R. (Eds.). (2004). *Global Carbon Cycle: Integrating Humans, Climate, and the Natural World*. Washington: Island Press.
13. Field, J. G., Hempel, G., & Summerhayer, C. P. (Eds.). (2002). *Oceans 2020: Science Trends and the Challenge of Sustainability*. Washington: Island Press.
14. Flood, J. (1995). Indicators for the implementation and monitoring of Agenda. *Habitat*, 1(5), 13.

15. Gardner, J. S. (2002). Natural hazards risk in the Kullu District, Himachal Pradesh, India. *The Geographical Review*, 92, 172-177.
16. Gutberlet, J. (2003). Cities, consumption and the generation of waste. *Aviso*, (11), 12-19.
17. Hardy, J. T. (2003). *Climate Change*. Washington: Wiley.
18. Lanchester, F. W. (1917). *Aircraft in warfare, the dawn of the Fourth Arm*. London: Constable and company limited.
19. McNulty, S. G. (2002). Hurricane impacts on US forest carbon sequestration. *Environmental Pollution*, 116, S17-S24.
20. Milne, A. (2004). *Doomsday: The Science of Catastrophic Events*. Westport: Praeger Publisher.
21. Morris, J. (1997). Introduction: Climate change – prevention or adaptation. *IEA Stud. Educ.*, (10) 13-37.
22. Notron, R. (2002). *Early Eighteenth-Century Newspaper Reports: A Sourcebook "Natural Catastrophes"*, Retrieved from <http://www.infort.demon.co.uk/grub/catastro.htm>
23. Posner, R. A. (2004). *Catastrophe: Risk and Response*. Oxford: Oxford Univ. Press.
24. Richter, C. F. (1969). Earthquakes. *Natural History*, (78), 37-45.
25. Schneider, D. (1995). Global warming is still a hot topic. *Scientific American*, 272(2), 13-14.
26. Vogel, C., & O'Brien K. (2004). Vulnerability and global environmental change: rhetoric and reality. *Aviso (An International Bulletin on Global Environmental Change and Human Security)*, (13), 1-8.
27. Walker, G. (2003). *Snowball Earth: The Story of the Great Global Catastrophe that Spawned Life as We Know It*. New York: Crown Publishers.
28. WI (2009). *State of the World 2009: Into a warming World*. Washington: World watch Institute.
29. Zanetti, A., Schwarz, S., & Lindemuth, S. (2007). Natural catastrophes and man-made disasters in 2006: Low insured losses. *Sigma*, (2), 1-40.
30. Zimmerli, P. (2003). *Natural catastrophes and reinsurance*. Zurich (Switzerland): Swiss Reinsurance Company.

*The article was received 03.10.2019 and was accepted after revision 28.10.2019*

#### **Азаров Сергій Іванович**

доктор технічних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник Інституту ядерних досліджень НАН України

**Адреса робоча:** 03680 Україна, м. Київ, пр-т Науки, 47

**e-mail:** azarov@kinr.kiev.ua

ORCID ID 0000-0002-9951-8867

#### **Задунай Олексій Сергійович**

кандидат технічних наук, начальник центру Державного науково-дослідного інституту технологій кібербезпеки та захисту інформації

**Адреса робоча:** 03142 Україна, м. Київ, вул. М. Залізняка, 6

**e-mail:** a.zadunaj@gmail.com

ORCID ID 0000-0001-8589-1604

UDC 504.064.2:712.25

**Margaryta M. Radomska**, PhD, Associate Professor  
ORCID ID 0000-0002-8096-0313 *e-mail*: m.m.radomskaya@gmail.com

**Mykhailo V. Yurkiv**, Postgraduate  
ORCID ID 0000-0001-8589-1604 *e-mail*: mikmad95@gmail.com

**Alina V. Husieva**, student  
ORCID ID 0000-0001-7638-3691 *e-mail*: waydele99@gmail.com

National Aviation University, Kyiv, Ukraine

## THE ASSESSMENT OF VISUAL ENVIRONMENT QUALITY AT SOLOMYANSKY DISTRICT, KYIV CITY

**Abstract.** *The visual pollution is among the environmental problems of modern urban ecosystems. Thus, visual environment quality is considered an important element of the quality of life for residents of cities. The formation of the visual pollution concept has been showed, indicating the lack of uniform formulation. The differentiation of elements of visual pollution as well as the properties of visual fields has been performed. The analysis of methods for visual pollution assessment has demonstrated mostly descriptive character of corresponding research works. Some works have been performed using complicated instruments, but their results are eventually interpreted in descriptive forms as well. The special method of visual environment quality evaluation has been developed, accounting such parameters as degree of aggressiveness and homogeneity, pollution with advertisements and retail outlets, transport and population loading, area and location of green zones, shading level and presence of landfills. Each parameter included in the assessment is provided with rating scale and weighting index, which reflects its contribution to the scenery formed. The method has been applied to the assessment of the visual environment at the Solomyansky district of the Kyiv City has been performed. The results demonstrate the high level of visual pollution along the major highways and streets, namely Borschagivska Street, Vadyma Getmana Street, Kosmonavta Komarova Avenue, Chokolivsky Boulevard and Povitroflotsky Avenue. The minor streets, in particular Levanovskogo Street, Nizhynska Street and Valeria Lobanovskogo Avenue, with predominantly residential buildings demonstrate predictably lower intensity of pollution, but increased area of low quality visual fields. The most common element of visual pollution is garbage accumulations, traffic jams, unregulated retailing and lack of green plantations. The recommendations on the improvement of visual environment quality have been formulated, including the need for development of the city's visual environment standard.*

**Keywords:** *visual pollution; grading assessment; human health effects; quality of life*

### Problem formulation

The current state of the environment has undergone a significant transformation and changes due to large and diverse number of factors that have an impact on all components of nature. The visual environment, its colour gamma, structure, dimensions and shapes of the surrounding space have also changed. Still it is obvious

that people living in urban environment are equally affected by chemical, physical and aesthetic (visual) factors [1]. The potential effects of visual environment pollution has started to be a research area since the publication of classic works by Lynch and followed by a range of research works in modern times [2-5]. Considering the potential growth of urban areas, making cities safe, resilient and sustainable is a major challenge.

The urban environment is basically formed of natural abiotic and biotic components and introduced artificial structures. The combination of all these elements, perceived by human eye is a visual environment. In other words, it is the all its diversity and manifestations of material objects around humans – forests, seafloor, mountains, buildings, structures, interior of residential and industrial premises, transport infrastructure, skies, etc. [6].

Consequently, human visual environment can be divided into natural and artificial types. It is quite understandable and obvious that the natural visual environment fully corresponds to the physiological standards of human vision, since a person is an integral component of nature and for the dominant time share of our existence we have lived under natural conditions [7]. With time passing the artificial environment created by people according to peculiarities and specifics of their living activity under urban conditions becomes more and more different from the natural. Such manmade environment includes various visual elements, which damage the aesthetic quality of the scenery, are called clutter, eyesore or visual pollution objects. Sightings of garbage at open dumping, curbside wastes, beach trash, badly maintained or abandon buildings, graffiti, billboards, street banners, advertisement signs, electronic signs and public LED screens, cables and wires, damaged vehicles and buildings, smog/ haze and smoke are all considered an eyesore to the viewer in cities, raising the topic of visual pollution to the level of individual research field, which is seen in the fundamental works by V. V. Filin and S. Sivaramanan [10, 11].

The new visual elements are not typical for the nature and lead to a range of adverse effects on humans, including short-sightedness, psychological disorders (prolonged depression, stress), aggressiveness and fatigue, which have been proved by a range of research [7, 8, 9]. Furthermore, living in the surroundings filled with visual pollution objects hinders normal perception of nature, as they stay in such condition since their childhood [9, 17]. Given this it is very hard to develop frugal and protective attitude to nature among city dwellers, which worsens this and other environmental problems.

An important issue of visual pollution is increased accident probability due to distraction [12] and vice versa – lost ability to grasp information and detect objects within the visually polluted environment. The latter issue is widely discussed by scientists, in terms of health effects and provision of information comprehension under strong visual pressure, as it is seen in the works by Asher et al., Henderson J. M. et al., Neider M. B. and Zelinsky G. J., Bravo M. J. and Farid H. [13-16].

The intensity of this problem is different from city to city, but in order to give objective comparative analysis of the pollution level it is necessary to develop strict evaluation procedure and choose representative criteria.

The aim of the given research is to formulate the visual pollution assessment approach and apply it for the analysis of visual environment quality in one of the Kyiv city districts.

## Methods and materials

The presence of one such object may be a sign of a time or undergo some more kind of management, but when these objects are concentrated on a constant basis and overwhelm citizens – this is a question of visual pollution. In other words the number of visual pollution elements determines the intensity of visual pollution [18, 20].

The diversity of visual pollution objects and their properties, the subjectivity of observers, the scale of urban space and lack of measurable parameters are the key challenges for visual pollution assessment [19]. In most research works there are two directions of the analysis – some of them concentrate on the methods of visual clutter detection and characterizing, while the others search for approaches to measure the reaction of people to this environmental problem. Consequently the methods of visual pollution assessment could be differentiated into subjective, objective and intermediate or transitional. The first group is based on some specific equipment usage for detection of visual pollution objects or human reaction to them. It is mostly based on the measuring the work of human visual system: the pattern of saccade formation [10], or the rate of the target objects detection by human eye within the intensive cluttering of visual field [7, 14, 15].

The intermediate methods involve technical analysis of landscape components and their numerical representation. They may be based on application of GIS methods and other geospatial tools [19, 20], photometry instruments [21], and architectural methods with further numerical evaluation [22].

The subjective methods are based on questioning residents and specialists and statistical processing of their feedbacks [19, 23]. These methods are easiest to perform, but in order to reach acceptable level of reliability they have to be based on vast statistical sample.

Thus, it can be argued that depending on the specific task of the study, any of the above methods can be applied. However, the assessment of visual pollution will always include some subjectivity of the approach, since the evaluation is finally based on people's opinions.

Despite the method applied it is possible to find a range of research works related to visual pollution of various cities around the world since the publication of the first assessment of that kind in relation to the city of Jacksonville in 1985 [9, 11, 12, 17, 19-22]. As for city of Kyiv and other Ukrainian cities the range of research works are quite narrow. One can find mostly the analysis of landscape attributes of such cities as Kharkiv, Dnipro, Vinnytsya, Ivano-Frankivsk and Kyiv, while the component of visual pollution is covered in the mentioned works only partially [24-29]. So, there is a need for detailed analysis of Kyiv city with application of uniform approach.

Since the object of our research is the territory of the urban ecosystem, the factors to be accounted in the evaluation of visual environment pollution should include the elements of eyesore and the quality of visual fields. Eyesore elements included into the further analysis are transport, crowding, solid domestic wastes accumulation, and advertising and information materials. There are several factors that worsen the visual quality of the city: homogeneous and aggressive fields, excess of straight lines, sharp edges, large planes, reduced area of green plantations and open spaces. Thus, the quality of visual fields should be evaluated based on the ratio and repentance of uniform and monotonous elements, presence of attractive elements suitable for efficient saccade formation.

For the purpose of the given research the special procedure of visual pollution level assessment was developed (Table 1). The method involves the rating of the above mentioned parameters in points, each of which is provided with the weighting index, according to its relative importance in the formation of visual environment.

The parameters analyzed could be roughly divided into two groups the first group describes visual fields character, including:

- degree of the visual environment aggressiveness (W1);
- degree of the visual environment homogeneity (W2);
- availability of green zones (W8);
- green belts in front of residential buildings and along the roads (W9).

The second group characterizes of visual pollutants:

- degree of pollution with advertisements (W3);
- degree of transport loading (W4);
- degree of population loading (W5);
- degree of bus stops loading by public transport (W6);
- retail outlets density (W7);
- presence of spontaneous and controlled landfills (W10);
- shading level (W11).

Table 1 – Rating of visual environment quality parameters

| Parameter  | Meaning  | Rating value  | Weighting index |
|--|--|---|-----------------|
| 1  | 2  | 3   | 4               |
| W1 (the degree of the visual environment aggressiveness) | The area of aggressive field visible from one point                            | < 100 m <sup>2</sup> ; 100-500 m <sup>2</sup> ; 500-1000 m <sup>2</sup> ; > 1000 m <sup>2</sup> | 0,2             |
| W2 (the degree of the visual environment homogeneity)    | The area of homogeneous field visible from one point                           | < 100 m <sup>2</sup> ; 100-500 m <sup>2</sup> ; 500-1000 m <sup>2</sup> ; > 1000 m <sup>2</sup> | 0,2             |
| W3 (the degree of pollution with advertisements)         | The number of advertisements elements visible from one point                   | 1-5; 6-10; 11-20; > 20  | 0,1             |
| W4 (the degree of transport loading)                     | The level of transport intensity   | the intensity is < 100 cars/h; 100-300 cars/h; 300-500 cars/h; > 500 cars/h;                    | 0,05            |
| W5 (the degree of population loading)                    | The number of people visible from one point                                    | < 100; 100-500; 500-100; >1000;   | 0,05            |
| W6 (the degree of station loading with public transport) | The number of public transport vehicles simultaneously arriving at the station | < 1; 2-5; 6-10; > 10  | 0,025           |
| W7 (the retail outlets density)                          | The number of retail outlets visible from one point                            | 1-5; 6-10; 11-20; > 20  | 0,05            |

Continuation Table 1

| 1  | 2   | 3  | 4     |
|--|---|--|-------|
| W8 (the availability of green zones)                       | The number of green zones visible from one point                            | > 3; 2; 1; 0;  | 0,1   |
| W9 (the presence or absence of green areas)                | The number of green areas in front of residential buildings and along roads | green zones are in front of residential buildings and roads; only in front of buildings and roads; green zones are absent; | 0,15  |
| W10 (the presence of spontaneous and controlled landfills) | The number of spontaneous and controlled landfills visible from one point   | 0; one controlled; two and more controlled; spontaneous landfills  | 0,05  |
| W11 (the shading level)                                    | The duration of shading   | All areas are uniformly lit; periodically shaded for several hours; area is lit up only during half of day                 | 0,025 |

### Study object description

The Kyiv city general plan clearly implies further expansion of residential areas, which will lead to gradual reduction of suburban natural green zones by turning into metropolitan area. Moreover, the new residential blocks are densely built up with no regard to shading effect, and provided with poor green infrastructure. All these issues are well displayed in the quality of visual environment, which lacks natural elements of greenery, while homogenous and aggressive fields are overwhelming.

The Solomyansky district of Kyiv is located at the right bank of the Dnieper. Total area of the district is 40 km<sup>2</sup> with the total number of about 370 thousands. The district has a diversified industrial complex, 54 research and design institutes, 6 higher educational establishments and numerous residential areas. According to the statistical data published at Solomyansky district passport dated by 01.01.2019 the total number of streets at district is 365.

In the frame of experimental work performance it was decided to analyze the visual quality of the main streets of Solomyansky district and some minor streets with dense residential districts. The list of streets investigated include: Borschagivska street, Vadyma Hetmana street, Levanovsky street, Mykoly Golego street, Nizhynska street, Garmatna street, Kosmonavta Komarova avenue, Povitroflotsky avenue, Valeriya Lobanovskogo avenue, Chokolivsky boulevard.

### Results and discussions

The general overview of the visual environment Solomyansky district shows that it is not comfortable and imposes risks to the residents.

Borshchagivska Street is located in Shevchenkivskiy and Solomyansky districts of the Kyiv and its visual environment is predominantly formed of multistory residential buildings, built with aggressive interior and coloristic style. The biggest visual problems of the Borschagivska street is concentration of aggressive visual



fields, number of vehicles, the level of ads pollution (total number of advertisements reached by human sight from one point of view equals up to 15 elements).

The visual environment at the Vadyma Getmana Street is also significantly polluted with huge amount of people moving and significant concentration of public and private vehicles. High concentration of retail facilities, aggressive and homogeneous fields (due to new residential buildings construction), among all other studied pollution parameters are typical for this street. Ads are generally located along the street and very often get into human eyes 25-50 objects, visible from 1 point.

The Levanovsky Street belongs to small streets: its total length is 550 meters. The most degrading parameters in visual aspect are absence of green zones in front of the buildings and considerable amount of waste accumulation points. Beneficial to visual environment at Levanovskogo street is rare points of advertising elements (not more than 8).

Currently the territory of the Mykoly Golego Street is actively being built up, which in turn leads to the increasing of aggressive and homogeneous fields, appearance of shaded areas and garbage storing places formation. Moreover, the visual environment of the investigated street is also deteriorated by the presence of retail and ads objects. As for the number of ads elements, advertizing objects are of medium size and their highest density is observed at the crossroad with the major streets (19-20 on average). Generally, the state of the street visual environment is satisfactory, but it is expected to be less comfortable, due to tendency of new facilities construction along the street.

The Nizhynska Street visual environment quality is moderate. The modern feature is numerous aggressive and homogeneous fields in the visual field, but here they are mitigated by green plantations. The tall multistoried bindings are not dominant, thus in most cases the street territory is uniformly lighted. Intensity of ads elements along the street is also not very high – not more than 9.

Analysis of visual environment quality of the Garmatna street shows significant contribution of numerous degrading factors: high density of retail objects and other small architectural form; significant level of shading and number of vehicles and people circulating. Aggressive fields dominate over homogeneous. Ads elements are located at streets cross-section as in previous cases, very often on the houses in the quantity of 12-15 objects.

The Kosmonavta Komarova Avenue is equally affected by aggressive and homogeneous fields. Significant impact at visual environment quality is formed by the transport system functioning and people accumulation. The advertising impact is moderate – less than 10 objects. Due to the presence of tall residential buildings, which facades are done in aggressive style, some areas are continuously shaded.

The Povitroflotsky Avenue has plenty of aggressive fields, transport and people accumulation. Components of visual pollution also include lots of small retail objects. The impact of advertising objects is also significant: there are ads of different size from small to big at the investigated territory. The density of ads element is from 13 to 35 objects.

The Lobanovsky Avenue study reveals that the most damaging parameters are the impact of aggressive fields and intensive transport loading. However, the pollution caused by ads at the Lobanovsky Avenue is considerable (up to 20).

The Chokolivsky Boulevard most significant visual environment pollution elements are aggressive fields, transportation system pressure, retail objects distribution and significant number of advertising – up to 22.

Generally, all the studied streets are characterized with poor green infrastructure, when there are only narrow green belts along the highways. Significant environmental problem lies in the absence of green parks in the view, which also contribute to visual disturbances in the street environment, because vegetation is very efficient visual and aesthetic pollution mitigation factor.

Another typical problem is accumulation of solid domestic waste. During investigation several controlled garbage bins, which in most cases are overfilled, and zones, where garbage was spontaneously accumulated, were also found. The aggressive and homogenous visual fields are also a common problem of all areas.

The grading of the visual environment quality based on the offered method shows that the Levanovsko Street, Nizhynska Street and Valeria Lobanovskogo Avenue are the less polluted among all the rest investigated areas. The highest level of visual pollution is set for the Borschagivska Street, Vadyma Getmana Street, Kosmonavta Komarova Avenue, Chokolivsky Boulevard and Povitroflotsky Avenue (Fig. 1).

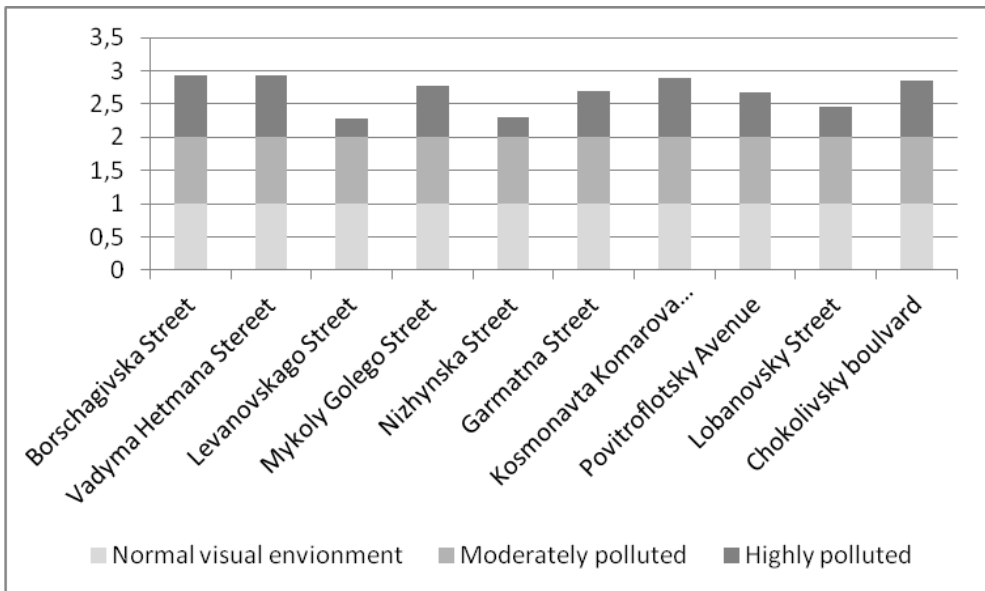


Fig. 1 – Comparative analysis of the total visual pollution levels defined at the investigated are

### Conclusions and Recommendations

In order to reduce the negative impact of visual pollution at Solomyansky district of Kyiv it is possible to implement specific projects of urban settlements planning meeting the requirements of comfortable visual environment. There are many such types of projects along the Globe. The most efficient project in term of ads problem solving is Sao Paulo Clean City law.

A range of applied solutions has been developed for the study area:

- Optimization of design solutions for residential buildings and facilities;
- Implementation of streets greening program;
- Optimization of the transport system;
- Improvement of domestic waste management system;
- Reconstruction of aggressive and homogeneous fields in Environmentally acceptable way;
- Limitation of advertising intensity.

The primary concern for the Solomyansky district, as well as for all other modern urban districts, is the facades of building, which are the first to be perceived by human eye. Most of the investigated sites have a problem of aggressive elements concentration sourced by residential buildings and industrial facilities. Thus, the organization of the visual environment in terms of the design decisions should use a variety of forms and sizes of visible elements and primarily it is applicable to windows, balconies and loggias. Appropriate implementation of coloristic solutions at the Solomyansky district is very important too as it will reduce the area of homogeneous fields. Especially it is true for the Vadym Getman and Borshchagivska streets. Large planes in architecture of the district are the dominant problem. Such situation can be managed by separation of such huge areas of facades at more single elements as a portico, columns, bay windows, decoration.

As for the problem with SDW accumulation, in particular, unauthorized points, this is the question of ecological culture and education, which should be managed in appropriate way by the state programs. The authorities may have the positive impact on the situation by improving the system of waste management in terms of collection and removal.

In relation to pollution with advertisements it is also the question of legal regulation. The “visual standard of the city of Kyiv” should be developed, specifying acceptable location, area, quantity, color and style of ads.

Among the top solutions for the problem the improvement of green infrastructure is one of the best. Vegetation helps to link the diverse elements stylistically into a single urban planning ensemble as well as mitigate the impact of aggressive and homogenous fields, traffic and crowding – as they are inevitable elements of a big city. Buildings greening procedure by vertical and horizontal greening, decoration of roof by plants and other similar procedures are necessary to be implemented. Landscaping of roofs at the Solomyansky district is very important: district includes buildings of different height and for many people roof is a dominant element of visual environment; in this regard roofs’ greening is very efficient tool for negative impact reduction.

All these measures for visual pollution decreasing should be supported by appropriate legislative documents [30-33]. It is necessary to create specific legislation dealing with the visual pollution; especially it is important for the development of standard methods of assessment and acceptable levels of the visual pollution. Thus, there is a need for detailed analysis of visual pollution components and intensity in order to develop efficient regulations in this field of environmental safety.

## REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Urbanization and Development Emerging Futures. (2016). Nairobi: UN Habitat.
2. Lynch, K. (1960). *The Image of the City*. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology.
3. Dandis, D. (2009). *The Principles of Visual Literacy*. Translated by M. Sepehr. Tehran: Soroush Publication.
4. Carmona, M. (2010). *Public Places and Urban Spaces*. London: Routledge.
5. Tibaldez, F. (2004). *Citizen-Oriented Urban Development, Modernization of Public Areas in Cities and Urban Environments*. Isfahan: Khak Publication.
6. Bondarchuk, O., Petruk, V., & Tsvenko, O. (2016). Ecological safety of visual perception of natural and artificial environment. *Ecological Sciences*, 1/2 (12-13), 58-64.
7. Asher, M. F., Tolhurst, D. J., Troscianko, T., & Gilchrist, I. D. (2013). Regional effects of clutter on human target detection performance. *Journal of Vision*, 13.5:25, 1-15. doi: 10.1167/13.5.25
8. Banerjee, S. (2017). A study of visual pollution and its effect on mental health. *Scholarly research journal for interdisciplinary research*, 4/30. 4768-4771.
9. Jana, M.K., & De, T. (2015) Visual pollution can have a deep degrading effect on urban and suburban community: a study in few places of Bengal, India, with special reference to unorganized billboards. *European Scientific Journal*, Special edition, 1, 1-14.
10. Filin V. (1998). *Videoecology*. Moscow: MC "Videoecology".
11. Sivaramanan, S. (2016). *Visual Pollution*. Sri Lanka: Central Environmental Authority
12. Hasan, A. (2015). Hazardous attraction: External-to-vehicle distraction caused by billboard advertisements in Lahore. *Global Media Journal: Pakistan Edition*, 8 (2), 1–9.
13. Asher, M., Gilchrist, I., Troscianko, T., & Tolhurst, D. (2012). Predicting performance in natural scene searches. *Journal of Vision*, 12(9), 266-278. doi:10.1167/12.9.266.
14. Henderson, J. M., Chanceaux, M., & Smith, T. J. (2009). The influence of clutter on real-world scene search: Evidence from search efficiency and eye movements. *Journal of Vision*, 9 (1): 32, 1–8, doi:10.1167/9.1.32.
15. Neider, M. B., & Zelinsky, G. J. (2011). Cutting through the clutter: Searching for targets in evolving complex scenes. *Journal of Vision*, 11 (14): 7, 1–16, doi:10.1167/11.14.7.
16. Bravo, M. J., & Farid, H. (2006). Object recognition in dense clutter. *Perception & Psychophysics*, 68, 911-918.
17. Portella, A. A. (2007). *Evaluating Commercial Signs in Historic Streetscapes: the Effects of the Control of Advertising and Signage on User's Sense of Environmental Quality*. Oxford Brookes University.
18. Chmielewski, S., Samulowska, M., Lupa, M., Lee, D., & Zagajewski, B. (2018). Citizen science and WebGIS for outdoor advertisement visual pollution assessment. *Computers, Environment and Urban Systems*, (67), 97–109. doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2017.09.001
19. Wakil, K., Naeem, M. A., Anjum, G. A., Waheed, A., uddin Thaheem, M. T., & ul Hussnain, M. Q. (2019). The Assessment and Mapping of Urban Visual Pollution through an Assembly of Open Source Geospatial Tools. *In Proceedings of 24th International Conference on Urban Planning and Regional Development in the Information Society, Tagungsband, 2-4 April 2019*, 723-730.
20. Nami, P., Jahanbakhsh, P. & Fathalipour, A. (2016). The Role and Heterogeneity of Visual Pollution on the Quality of Urban Landscape Using GIS; Case Study: Historical Garden in City of Maraqeh. *Open Journal of Geology*, 6, 20-29. doi: 10.4236/ojg.2016.61003.
21. Aydin, C. C., & Nianci, R. (2008). Environmental harmony and evaluation of advertisement billboards with digital photogrammetry technique and GIS capabilities: A case study in the city of Ankara. *Sensors*, 8 (5), 3271–3286. doi.org/10.3390/s8053271
22. Karimipour, H., Mojtahedi, M., & Dehkordi, F. A. (2015). Introduction to a quantitative method for assessment of visual impacts of Tehran Towers. *Journal of Soil Science and Environmental Management*, 6 (6), 132–139. <https://doi.org/10.5897/JSSEM12.046>

23. Chmielewski, S., Lee, D., Tompalski, P., Chmielewski, T., & Wezyk, P. (2016). Measuring visual pollution by outdoor advertisements in an urban street using intervisibility analysis and public surveys. *International Journal of Geographical Information Science*, 30, 801-818. 10.1080/13658816.2015.1104316.
24. Necos, A. N., & Miroshnichenko, V. V. (2013). Aesthetic aspect of urbogeosystems (review of researches). *Odesa National University herald. Geography and Geographical sciences*, 18 (2), 118-126. (In Ukrainian)
25. Miroshnichenko, V. (2012). Comfortable environment urbogeosystem of Kharkov (videoecological aspect). *Man and environment. Issues of neoecology*, (1-2), 92-99. (In Ukrainian)
26. Romanchuk, S. P., & Savitskaya, O. V. (2008). The Experience of assessment of Kyiv landscapes for environmental conservation and optimization. *Physical geography and geomorphology*, 54, 209-226. (In Ukrainian)
27. Zelenskaya, L., & Curikova, Yu. (2009). Cartographic estimation of attractiveness of city landscapes (on example of Dnipropetrovs'k). *Problemy bezperervnoyi heohrafichnoyi osvity ta kartohrafiyi*, 10, 85-90. (In Ukrainian)
28. Bondarchuk, O., & Petruk, V. (2016). Ecological safety of visual environmental and videoecological perception (VEP) of Vinnitsia. *Environmental problems*, 1 (1), 35-39.
29. Kundelska, T. V. (2017). Review of methods of assessment of visual impacts within the urban system and proposal for such assessment at the territory of Ivano-Frankivsk. *Ecological safety and balanced use of resources*, 16 (2), 86-91. (In Ukrainian)
30. Kamicaityte-Virbasiene, J., & Samuchovi, O. (2013). Free Standing Billboards in a Road Landscape: Their Visual Impact and Its Regulation Possibilities (Lithuanian Case) Jūrate Kamicaitytė-Virbasienė, Ona Samuchovienė. *Environmental Research Engineering and Management*, 4 (4), 66-78.
31. Wakil, K., Hussnain, M. Q., Waheed, A., & Naeem, A. M. (2016). Contextual Review of Outdoor Advertisements: Impacts and Regulatory Practices. *Science International*, 1 (1), 531-535.
32. Ogunbodede, E. F., & Sunmola, R. (2014). Posters, Banners and Billboards Visual Pollution in Nigerian Urban Environment: Challenges to Urban Managers. *IOSR Journal of Humanities and Social Science*, 19 (6), 56-64.

## REFERENCES

1. Urbanization and Development Emerging Futures. (2016). Nairobi: UN Habitat.
2. Lynch, K. (1960). *The Image of the City*. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology.
3. Dandis, D. (2009). *The Principles of Visual Literacy*. Translated by M. Sepehr. Tehran: Soroush Publication.
4. Carmona, M. (2010). *Public Places and Urban Spaces*. London: Routledge.
5. Tibaldez, F. (2004). *Citizen-Oriented Urban Development, Modernization of Public Areas in Cities and Urban Environments*. Isfahan: Khak Publication.
6. Bondarchuk, O., Petruk, V., & Tsvenko, O. (2016). Ecological safety of visual perception of natural and artificial environment. *Ecological Sciences*, 1/2, (12-13), 58-64.
7. Asher, M. F., Tolhurst, D. J., Troscianko, T., & Gilchrist, I. D. (2013). Regional effects of clutter on human target detection performance. *Journal of Vision*, 13.5:25, 1–15. doi: 10.1167/13.5.25
8. Banerjee, S. (2017). A study of visual pollution and its effect on mental health. *Scholarly research journal for interdisciplinary research*, 4/30. 4768-4771.
9. Jana, M. K., & De, T. (2015) Visual pollution can have a deep degrading effect on urban and suburban community: a study in few places of Bengal, India, with special reference to unorganized billboards. *European Scientific Journal. Special edition*, Vol. 1, 1-14.
10. Filin V. (1998). *Videoecology*. Moscow: MC "Videoecology".

11. Sivaramanan, S. (2016). Visual Pollution. Sri Lanka: Central Environmental Authority.
12. Hasan, A. (2015). Hazardous attraction: External-to-vehicle distraction caused by billboard advertisements in Lahore. *Global Media Journal: Pakistan Edition*, 8(2), 1–9.
13. Asher, M., Gilchrist, I., Troscianko, T., & Tolhurst, D. (2012). Predicting performance in natural scene searches. *Journal of Vision*, 12(9), 266-278. doi:10.1167/12.9.266.
14. Henderson, J. M., Chanceaux, M., & Smith, T. J. (2009). The influence of clutter on real-world scene search: Evidence from search efficiency and eye movements. *Journal of Vision*, 9 (1): 32, 1–8, doi:10.1167/9.1.32.
15. Neider, M. B., & Zelinsky, G. J. (2011). Cutting through the clutter: Searching for targets in evolving complex scenes. *Journal of Vision*, 11 (14): 7, 1–16, doi:10.1167/11.14.7.
16. Bravo, M. J., & Farid, H. (2006). Object recognition in dense clutter. *Perception & Psychophysics*, 68, 911-918.
17. Portella, A. A. (2007). Evaluating Commercial Signs in Historic Streetscapes: the Effects of the Control of Advertising and Signage on User's Sense of Environmental Quality. Oxford Brookes University.
18. Chmielewski, S., Samulowska, M., Lupa, M., Lee, D., & Zagajewski, B. (2018). Citizen science and WebGIS for outdoor advertisement visual pollution assessment. *Computers, Environment and Urban Systems*, 67, 97–109. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2017.09.001>
19. Wakil, K., Naeem, M. A., Anjum, G. A., Waheed, A., uddin Thaheem, M. T., & ul Hussain, M. Q. (2019). The Assessment and Mapping of Urban Visual Pollution through an Assembly of Open Source Geospatial Tools, Proceedings of 24th International Conference on Urban Planning and Regional Development in the Information Society, Tagungsband, 2-4 April 2019, 723-730.
20. Nami, P., Jahanbakhsh, P. & Fathalipour, A. (2016). The Role and Heterogeneity of Visual Pollution on the Quality of Urban Landscape Using GIS; Case Study: Historical Garden in City of Maraqeh. *Open Journal of Geology*, 6, 20-29. doi: 10.4236/ojg.2016.61003.
21. Aydin, C. C., & Nianci, R. (2008). Environmental harmony and evaluation of advertisement billboards with digital photogrammetry technique and GIS capabilities: A case study in the city of Ankara. *Sensors*, 8(5), 3271–3286. <https://doi.org/10.3390/s8053271>
22. Karimipour, H., Mojtahedi, M., & Dehkordi, F. A. (2015). Introduction to a quantitative method for assessment of visual impacts of Tehran Towers. *Journal of Soil Science and Environmental Management*, 6(6), 132–139. <https://doi.org/10.5897/JSSEM12.046>
23. Chmielewski, S., Lee, D., Tompalski, P., Chmielewski, T., & Wezyk, P. (2016). Measuring visual pollution by outdoor advertisements in an urban street using intervisibility analysis and public surveys. *International Journal of Geographical Information Science*, 30, 801-818. 10.1080/13658816.2015.1104316.
24. Некос А. Н. Эстетика урбогеосистем (огляд досліджень) / А. Н. Некос, В. В. Мірошніченко // Вісник Одеського національного університету. Серія : Географічні та геологічні науки. – 2013. – Т. 18, вип. 2. – С. 118-126.
25. Мірошніченко В. В. Комфортність навколишнього середовища урбогеосистем міста Харкова (відеоєкологічний аспект) / В. В. Мірошніченко // Людина та довкілля. Проблеми неоекології. – 2012. – № 1-2. – С. 92-99.
26. Романчук С. П. Досвід оцінки ландшафтів Києва для збереження та оптимізації середовища / С. П. Романчук, О. В. Савицька // Фіз. географія і геоморфологія. – 2008. – Вип. 54. – С. 209-226.
27. Зеленська Л.І. Картографічна оцінка привабливості міських ландшафтів (на прикладі м. Дніпропетровськ) / Л. І. Зеленська, Ю. В. Цурікова // Проблеми безперервної географічної освіти і картографії. – 2009. – Вип. 10. – С. 85-90.
28. Bondarchuk O. Ecological safety of visual environmental and videoeological perception (VEP) of Vinnitsia / O. Bondarchuk, V. Petruk / *Environmental problems*. – 2016. – Vol. 1, № 1. – p. 35-39.

29. Кундельська Т. В. Огляд методик оцінки візуальних впливів в межах урбосистеми та пропозиції щодо проведення такої оцінки на території м. Івано-Франківська / Т. В. Кундельська. Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористання, 2017. – № 2 (16). – С. 86-91.
30. Kamicaityte-Virbasiene, J., & Samuchovi, O. (2013). Free Standing Billboards in a Road Landscape: Their Visual Impact and Its Regulation Possibilities (Lithuanian Case) *Júrate Kamicaityté-Virbasienė, Ona Samuchovienė. Environmental Research Engineering and Management*, 4(4), 66–78.
31. Wakil, K., Hussnain, M. Q., Waheed, A., & Naeem, A. M. (2016). Contextual Review of Outdoor Advertisements: Impacts and Regulatory Practices. *Science International*, 1(1), 531–535.
32. Ogunbodede, E. F., & Sunmola, R. (2014). Posters, Banners and Billboards Visual Pollution in Nigerian Urban Environment: Challenges to Urban Managers. *IOSR Journal of Humanities and Social Science*, 19(6), 56–64.

*The article was received 16.08.2019 and was accepted after revision 12.09.2019*

**М.М. Радомська, М.В. Юрків, А.В. Гусєва**

## **ОЦІНКА ВІЗУАЛЬНОЇ ЯКОСТІ ДОВКІЛЛЯ СОЛОМ'ЯНСЬКОГО РАЙОНУ МІСТА КИЄВА**

**Анотація.** Візуальне забруднення входить до числа екологічних проблем сучасних міських екосистем. Так, якість візуального середовища вважається важливим елементом якості життя жителів міст. У роботі показано процес формулювання концепції візуального забруднення, що свідчить про відсутність однозначного визначення. Проведено диференціацію елементів візуального забруднення, а також властивостей візуальних полів. Аналіз методів оцінки візуального забруднення продемонстрував здебільшого описовий характер відповідних дослідницьких робіт. У ряді випадків для оцінки застосовуються складні інструментальні методи, результати яких інтерпретують знову в описовій формі. Розроблено спеціальний метод оцінювання якості візуального середовища, який враховує такі параметри, як ступінь агресивності та однорідності, забруднення рекламою та торговими точками, транспорт та навантаження населення, площа та розташування зелених зон, рівень затінення та наявність скупчень сміття. Кожен параметр, що входить до оцінки, забезпечений рейтинговою шкалою та ваговим індексом, що відображає його внесок у формування візуального ландшафту. Для апробації методу проведено оцінку візуального середовища у Солом'янському районі міста Києва. Результати демонструють високий рівень візуального забруднення вздовж основних автомобільних доріг та вулиць, а саме вулиці Борщівська, вулиці Вадима Гетьмана, проспекту Космонавта Комарова, Чоколівського бульвару та Повітрофлотського проспекту. Малі вулиці, зокрема вулиця Левановського, вулиця Ніжинська та проспект Валерія Лобановського, з переважно житловою забудовою, демонструють передбачувано нижчу інтенсивність забруднення, але збільшують площу низьких якісних полів зору. Найпоширеніший елемент візуального забруднення – це скупчення сміття, транспортні затори, нерегульована роздрібна торгівля та відсутність зелених насаджень. Розроблено рекомендації щодо покращення якості візуального середовища, включаючи необхідність розробки міського стандарту візуального середовища.

**Ключові слова:** візуальне забруднення; бальна оцінка; наслідки для здоров'я людини; якість життя

**Радомська Маргарита Мирославівна**

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри екології Національного авіаційного університету

**Адреса робоча:** м. Київ, просп. Космонавта Комарова, 1

**e-mail:** m.m.radomska@gmail.com

ORCID ID 0000-0002-8096-0313

**Юрків Михайло Васильович**

аспірант кафедри екології Національного авіаційного університету

**Адреса робоча:** м. Київ, просп. Космонавта Комарова, 1

**e-mail:** mikmad95@gmail.com

ORCID ID 0000-0001-8589-1604

**Гусєва Аліна Віталіївна**

студент кафедри екології Національного авіаційного університету

**Адреса робоча:** м. Київ, просп. Космонавта Комарова, 1

**e-mail:** waydele99@gmail.com

ORCID ID 0000-0001-7638-3691



© Авторські і суміжні права належать авторам окремих публікацій, Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, Київському національному університету будівництва і архітектури.

© Авторские и смежные права принадлежат авторам отдельных публикаций, Институту телекоммуникаций и глобального информационного пространства НАН Украины, Киевскому национальному университету строительства и архитектуры.

Copyring © authors of publications, Institute of Telecommunications and Global Information Space of NAS of Ukraine, Kyiv National University of Construction and Architecture. All rights reserved.

## ДО УВАГИ АВТОРІВ ЗБІРНИКА

Зміст матеріалів, що направляються до редакції, повинен відповідати профілю та науково-технічному рівню збірника.

Кожна наукова стаття повинна мати вступ, розділи основної частини та висновки, а також анотацію і ключові слова (не менше п'яти) трьома мовами (українською, російською та англійською).

Підготовка статті здійснюється в текстовому редакторі MS WORD for WINDOWS, з використанням шрифту Times New Roman, Суг, кегль 11, одинарний інтервал, полями 2,0 см з кожного боку, заданим розміром сторінок 17x26 см.

Усі формули мають бути набрані в редакторі MathType.

Люстрації повинні обов'язково нумеруватися, мати книжкову орієнтацію і не можуть перевищувати за розміром задану сторінку (параметри сторінки 17x26 см з полями 2,0 см). Перелік літературних джерел перекладається англійською мовою (або транслітерується в романському алфавіті) і подається відповідно до міжнародного стандарту оформлення наукових публікацій **APA (American Psychological Association) style** загальним списком у кінці статті за чергою посилань у тексті.

Наприкінці статті наводиться коротка довідка про авторів, де вказуються прізвище, повне ім'я та по батькові авторів, науковий ступінь, вчене звання, посада, назва підрозділу (кафедри) та організації, особисті дані кожного з авторів (адреса, місто, країна, контактний телефон, e-mail), ORCID ID.

Обов'язково слід надати електронну версію статті в редакторі Microsoft Word.

Усі представлені в редакцію рукописи проходять ретельне багатоланкове рецензування відповідними фахівцями за профілем статті. Якщо сумарна оцінка рецензентів менша за встановлений поріг, рукописи відхиляються.

Зміст статті та якість написання або перекладу (українською або англійською мовами) переглядаються коректорами збірника, проте відповідальність за зміст та якість статті несуть автори матеріалу. До статті можуть бути внесені зміни редакційного характеру без згоди автора.

Розділ збірника, до якого буде віднесена стаття, визначається редакцією, узгоджується – головним редактором або його заступником. Остаточний висновок щодо публікації матеріалів схвалює редакційна колегія збірника.

Електронна версія збірника, правила оформлення та вимоги до статей містяться в Інтернеті на сайті <http://www.es-journal.in.ua>, який систематично оновлюється.

Збірник наукових праць також представлений на сайті Національної бібліотеки України ім. В.І. Вернадського, на сайті Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України <http://itgip.org/> у розділі «Видавнича діяльність» та на сайті бібліотеки Київського національного університету будівництва і архітектури <http://library.knuba.edu.ua/node/883>.

*Виконавчий редактор – В.П. Берчун*

---

Надруковано в ТОВ «Видавництво «Юстон»  
01034, м. Київ, вул. О. Гончара, 36а.  
Тел.: (044) 360-22-66  
[www.yuston.com.ua](http://www.yuston.com.ua)

**Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру  
видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції  
серія дк № 497 від 09.09.2015 р.**

---

Підписано і здано до друку 26.12.2019. Формат 70x108/16. Папір офсетний.  
Офсетний друк. Умовн. друк. арк. 9.28  
Обл.-вид. арк. 11.5  
Замовлення № \_\_\_\_\_

Тираж 300 примірників