

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ  
БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ**

**УКРАЇНСЬКИЙ  
ЖУРНАЛ  
БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ**

**НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ**

**№ 6 (012)**

**листопад – грудень 2022**

**Дніпро 2022**

## **РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:**

Головний редактор	Микола САВИЦЬКИЙ, д-р техн. наук, ПДАБА, Дніпро
Заступник головного редактора	Владислав ДАНИШЕВСЬКИЙ, д-р техн. наук, ПДАБА, Дніпро
Відповідальний секретар	Олена ТИМОШЕНКО, к-т техн. наук, ПДАБА, Дніпро
Випусковий редактор	Олена ТИМОШЕНКО, к-т техн. наук, ПДАБА, Дніпро

## **ЧЛЕНИ РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ:**

А. С. Беліков, д-р техн. наук, ПДАБА, Дніпро. М. М. Біляєв, д-р техн. наук, Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені Академіка В. Лазаряна, Дніпро. В. І. Большаков, д-р техн. наук, ПДАБА, Дніпро. В. М. Волчук, д-р техн. наук, ПДАБА, Дніпро. Д. Ф. Гончаренко, д-р техн. наук, Харківський національний університет будівництва та архітектури, Харків. С. І. Губенко, д-р техн. наук, ПДАБА, Дніпро. В. М. Дерев'яно, д-р техн. наук, ПДАБА, Дніпро. Ю. О. Кірічек, д-р техн. наук, ПДАБА, Дніпро. Т. С. Кравчуновська, д-р техн. наук, ПДАБА, Дніпро. Ю. І. Криворучко, д-р арх., Національний університет «Львівська політехніка», Львів. О. О. Лапшин, д-р техн. наук, Криворізький національний університет, Кривий Ріг. В. П. Мироненко, д-р арх., Харківський національний університет будівництва та архітектури, Харків. М. М. Налисько, д-р техн. наук, ПДАБА, Дніпро. Т. Д. Нікіфорова, д-р техн. наук, ПДАБА, Дніпро. В. І. Проскураков, д-р арх., Національний університет «Львівська політехніка», Львів. В. Л. Сєдін, д-р техн. наук, ПДАБА, Дніпро. В. В. Товбич, д-р арх., Київський національний університет будівництва та архітектури, Київ. О. В. Харлан, к-т арх., ПДАБА, Дніпро. С. В. Шатов, д-р техн. наук, ПДАБА, Дніпро. Едіт Барна, к-т техн. наук, Будапештський технічно-економічний університет, Будапешт (Угорщина). Анна Бач, д-р арх., Вроцлавський університет, Вроцлав (Польща). Александрс Корякінс, д-р техн. наук, Ризький технічний університет, Рига (Латвія). В. І. Куксенко, к-т техн. наук, Управління з атомної енергетики Великобританії, Оксфорд (Великобританія). Богуслав Подхалянський, д-р арх., Краківський політехнічний інститут імені Тадеуша Костюшка, Краків (Польща).

Науково-практичний журнал входить до Переліку наукових фахових видань України (категорія «Б»), в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата технічних наук та архітектури за спеціальностями 132, 191, 192, 194, 263 згідно з наказом Міністерства освіти і науки України від 09.02.2021 № 157 (Додаток 3).

Свідоцтво про Державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації – серія КВ № 24586-14526 ПР – видане Міністерством юстиції України 09 жовтня 2020 р.

Засновник та видавець Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» (код за ЄДРПОУ 02070772).

Виходить 6 разів на рік.

Рекомендовано до друку вченою радою академії, протокол № 5 від 27.12.2022 р.

Сайт видання <http://uaicea.pgasa.dp.ua>

Наукометричні бази та електронні бібліотеки, в яких зареєстрований науково-практичний журнал ISSN 2710-0367 (Print) 2710-0375 (Online) *Інформаційно-аналітичні системи:* InfoBase Index (IBI Factor = 3,96), Universal Impact Factor, Open Academic Journal Index, Directory, Indexing of International Research Journals (CiteFactor). *Електронні бібліотеки та пошукові системи:* Bielefeld Academic Search Engine (BASE), OCLC WorldCat, Open Journal Systems, Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського.

Художній і технічний редактор Сергій МОЇСЄНКО  
Перекладач Світлана ЦИГАНКОВА  
Редактор та коректор Валентина МАЛОВИК

**MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE**

**PRYDNIPROVSKA STATE ACADEMY  
OF CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE**

**UKRAINIAN JOURNAL  
OF CIVIL ENGINEERING  
AND ARCHITECTURE**

**SCIENTIFIC-PRACTICAL JOURNAL**

**№ 6 (012)**

**November – December 2022**

**Dnipro 2022**

## **EDITORIAL STAFF:**

<i>Chief Editor</i>	Mykola SAVYTSKYI, Doctor of Engineering Science, <i>PSACEA, Dnipro</i>
<i>Deputy Chief Editor</i>	Vladyslav DANISHEVSKYI, Doctor of Engineering Science, <i>PSACEA, Dnipro</i>
<i>Executive Secretary</i>	Olena TYMOSHENKO, Candidate of Engineering Science, <i>PSACEA, Dnipro</i>
<i>Executive Editor</i>	Olena TYMOSHENKO, Candidate of Engineering Science, <i>PSACEA, Dnipro</i>

## **MEMBERS OF EDITORIAL STAFF:**

A. S. Belikov, Doctor of Engineering Science, *Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture (PSACEA), Dnipro*. M. M. Biliaiev, Doctor of Engineering Science, *Dnipro National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Dnipro*. V. I. Bolshakov, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipro*. V. M. Volchuk, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipro*. D. F. Honcharenko, Doctor of Engineering Science, *Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture, Kharkiv*. S. I. Gubenko, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipro*. V. M. Derevianko, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipro*. Yu. O. Kirichuk, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipro*. T. S. Kravchunovska, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipro*. Yu. I. Kryvoruchko, Doctor of Architecture, *National University "Lviv Polytechnic", Lviv*. O. O. Lapshyn, Doctor of Engineering Science, *Kryvyi Rih National University, Kryvyi Rih*. V. P. Myronenko, Doctor of Architecture, *Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture, Kharkiv*. M. M. Nalysko, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipro*. T. D. Nikiforova, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipro*. V. I. Proskuriakov, Doctor of Architecture, *National University "Lviv Polytechnic", Lviv*. V. L. Siedin, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipro*. V. V. Tovbych, Doctor of Architecture, *Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture, Kyiv*. O. V. Kharlan, Candidate of Architecture, *PSACEA, Dnipro*. S. V. Shatov, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipro*. Edit Barna, PhD, *Budapest University of Technology and Economics, Budapest, Hungary*. Anna Bać, Doctor of Architecture, *Wroclaw University of Science and Technology, Wroclaw, Poland*. Aleksandrs Korjakins, Doctor of Engineering Science, *Riga Technical University, Riga, Latvia*. V. I. Kuksenko, PhD, Candidate of Engineering Science, *UK Atomic Energy Authority, Oxford, UK*. Boguslaw Podhalyanski, Doctor of Architecture, *Cracow University of Technology, Cracow (Poland)*.

Scientific-Practical Journal is included in	List of scientific professional publications of Ukraine (category "B"), where the results of dissertations for the degree of Doctor and Candidate of Engineering Sciences and Architecture (by specialty 132, 191, 192, 194, 263) can be published according to the Resolution of the Ministry of Science and Education of Ukraine No. 157 dated 09.02.2021 (Appendix no. 3).
Certificate of State Registration	of the Print Media – Series KB No. 24586-14526 IIP – issued by the Ministry of Justice of Ukraine dated October 09, 2020.
Founder & Publisher	State Higher Education Institution "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture".  Issued 6 times a year.
Recommended for publication by	Academic Board of the Academy, No. 5 from 27.12.2022
Journal website	<a href="http://uaicea.pgasa.dp.ua">http://uaicea.pgasa.dp.ua</a>
Placement of the scientific-practical journal in the international scientometric databases and e-libraries	Information and analytical systems: InfoBase Index (IBI Factor = 3.96), Universal Impact Factor, Open Academic Journal Index, Directory Indexing of International Research Journals (CiteFactor). <i>Electronic Libraries and search engines</i> : Bielefeld Academic Search Engine (BASE), OCLC WorldCat, Open Journal Systems, Vernadsky National Library of Ukraine.
ISSN	2710-0367 (Print) 2710-0375 (Online)

*Art & Technical Editor* Serhii MOISEIENKO  
*Translator* Svitlana TSYHANKOVA  
*Editor & Proofreader* Valentyna MALOVYK

## У ЦЬОМУ НОМЕРІ

Беликов А. С., Колесник І. О., Клименко Г. О., Железняков Є. О. <b>ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ КРИТИЧНИХ УМОВ МІКРОКЛІМАТУ В ПРИМІЩЕННЯХ У РАЗІ ПОРУШЕНЬ РОБОТИ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ.....</b>	7
Біляев М. М., Біляева В. В., Берлов О. В., Машихіна П.Б., Якубовська З. М. <b>РОЗРАХУНОК ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ У ВИПАДКУ РОЗЛИТТЯ ХІМІЧНО НЕБЕЗПЕЧНОЇ РЕЧОВИНИ.....</b>	14
Біляев М. М., Берлов О. В., Козачина В. А., Ночвай В. І., Русакова Т. І. <b>АНАЛІЗ ДИНАМІКИ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МЕТОДОМ ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ.....</b>	21
Воробйов В. В., Шило О. С. <b>АРХІТЕКТУРНО-МІСТОБУДІВНІ АСПЕКТИ МАНДАЛИ.....</b>	28
Євсєєва Г. П., Лисенко Г. І., Волкова С. П. <b>РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКА ВІЙНА 2022 РОКУ : ІСТОРИЧНІ ВИТОКИ ТРАГЕДІЇ ТА УРОКИ ДЛЯ НАСТУПНИХ ПОКОЛІНЬ УКРАЇНЦІВ.....</b>	45
Калда Г. С., Шевеля В. В., Рибалка К. А., Живець Я. <b>АНАЛІЗ РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ ТА ПОЛЬЩІ.....</b>	59
Косенко Л. В., Коваль О. О., Юрченко Є.Л., Тимошенко О. А. <b>ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ВИСОТНОГО КОРПУСУ ПДАБА.....</b>	66
Насонова С. С. <b>ОПТИМАЛЬНЕ ПРОЕКТУВАННЯ НАФТОВИХ РЕЗЕРВУАРІВ ЗА ЕКОНОМІЧНИМИ КРИТЕРІЯМИ З УРАХУВАННЯМ НАДІЙНОСТІ.....</b>	73
Прокоф'єва К. А., Решетілова О. М., Савченко С. В. <b>ЗАКОНОДАВЧО-НОРМАТИВНА БАЗА РЕГУЛЮВАННЯ КАДРОВИХ ПИТАНЬ У НАВЧАННІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 029 «ІНФОРМАЦІЙНА, БІБЛІОТЕЧНА ТА АРХІВНА СПРАВА».....</b>	82
Самородов О. В., Дитюк О. Є., Табачніков С. В. <b>НАТУРНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОЧАТКОВИХ ОСІДАНЬ ПАЛЬ, ЯКІ НЕ З'ЄДНАНІ З ПЛИТОЮ, У СКЛАДІ КОМБІНОВАНОГО ПЛИТНО-ПАЛЬОВОГО ФУНДАМЕНТУ.....</b>	90
Солод Л. В., Березюк Г. Г., Адегов О. В., Ткачова В. В. <b>СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ.....</b>	99
Успенський М. С., Нестеренко В. В. <b>ПОНЯТТЯ «АРХІТЕКТУРА» В КОНТЕКСТІ РОЗВИТКУ СУЧАСНОГО ВІРТУАЛЬНОГО МИСТЕЦТВА (НА ПРИКЛАДІ ВІДЕОГРИ).....</b>	106

## CONTENT

Belikov A.S., Kolesnyk I.O., Klymenko G.O., Zheleznyakov Yev.O. <b>TO THE DEFINITION OF CRITICAL MICROCLIMATE CONDITIONS IN PREMISES DURING DISRUPTIONS HEAT SUPPLY SYSTEMS.....</b>	7
Biliaiev M.M., Biliaieva V.V., Berlov O.V., Mashykhina P.B., Yakubovska Z.M. <b>CALCULATION OF ATMOSPHERIC AIR POLLUTION IN CASE OF CHEMICALLY DANGEROUS SUBSTANCE SPILL.....</b>	14
Biliaiev M.M., Berlov O.V., Kozachyna V.A., Nochvai V.I., Rusakova T.I. <b>ANALYSIS OF THE ATMOSPHERIC AIR POLLUTION DYNAMICS USING THE METHOD OF NUMERICAL SIMULATION.....</b>	21
Vorobiov V.V., Shylo O.S. <b>ARCHITECTURAL AND URBAN PLANNING ASPECTS OF THE MANDALA.....</b>	28
Yevsieieva H. P., Lysenko G. I., Volkova S.P. <b>RUSSIAN-UKRAINIAN WAR OF 2022 : HISTORICAL ORIGINS OF TRAGEDY AND LESSONS FOR NEXT GENERATIONS OF UKRAINIANS.....</b>	45
Kalda G.S., Shevelya V.V., Rybalka K.A., Żywiec J. <b>ANALYSIS OF RADIOACTIVE CONTAMINATION FOR THE REGIONS OF UKRAINE AND POLAND.....</b>	59
Kosenko L.V., Koval O.O., Yurchenko Y.L., Tymoshenko O.A. <b>ENERGY EFFICIENCY OF THE HEATING SYSTEM OF THE PSACEA HIGH-RISE BUILDING....</b>	66
Nasonova S.S. <b>OPTIMAL DESIGN OF OIL TANKS ACCORDING TO ECONOMIC CRITERIA WITH CONSIDERATION OF RELIABILITY.....</b>	73
Prokofieva K.A., Reshetilova O.M., Savchenko S.V. <b>LEGISLATIVE AND NORMATIVE FRAMEWORK FOR THE REGULATION OF PERSONNEL ISSUES IN THE EDUCATION OF FUTURE SPECIALISTS IN THE SPECIALTY 029 “INFORMATION, LIBRARY AND ARCHIVE AFFAIRS”.....</b>	82
Samorodov O.V., Dytiuk O.Yev., Tabachnikov S.V. <b>FIELD INVESTIGATION OF THE INITIAL SETTLEMENTS OF PILE NOT CONNECTED TO THE RAFT INA COMBINED RAFT-PILE FOUNDATION.....</b>	90
Solod L.V., Bereziuk H.H., Adehov O.V., Tkachova V.V. <b>THE SYSTEMATIC APPROACH TO SOLVING THE PROBLEMS OF INCREASING THE ENERGY EFFICIENCY OF HEAT SUPPLY SYSTEMS.....</b>	99
Uspenskyi M.S., Nesterenko V.V. <b>NOTION “ARCHITECTURE” IN THE CONTEXT OF CONTEMPORARY VIRTUAL ART DEVELOPMENT (ON EXAMPLE OF A VIDEO GAME).....</b>	106

УДК 628.87:658.3:697.1

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.271222.7.906

## ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ КРИТИЧНИХ УМОВ МІКРОКЛІМАТУ В ПРИМІЩЕННЯХ У РАЗІ ПОРУШЕНЬ РОБОТИ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

БЕЛІКОВ А. С.<sup>1\*</sup>, *докт. техн. наук, проф.*,  
КОЛЕСНИК І. О.<sup>2</sup>, *канд. техн. наук, доц.*,  
КЛИМЕНКО Г. О.<sup>3</sup>, *канд. техн. наук, доц.*,  
ЖЕЛЕЗНЯКОВ Є. О.<sup>4</sup>, *асп.*

<sup>1\*</sup> Кафедра безпеки життєдіяльності, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, e-mail: [belikov@pgasa.dp.ua](mailto:belikov@pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

<sup>2</sup> Кафедра опалення, вентиляції, кондиціонування та теплогазопостачання, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, e-mail: [kolesnik.inna@pgasa.dp.ua](mailto:kolesnik.inna@pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0002-5852-2392

<sup>3\*</sup> Кафедра безпеки життєдіяльності, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, e-mail: [klimenko.anna@pgasa.dp.ua](mailto:klimenko.anna@pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0002-6885-3144

<sup>4</sup> Кафедра безпеки життєдіяльності, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, e-mail: [e.zheleznyakov1996@gmail.com](mailto:e.zheleznyakov1996@gmail.com), ORCID ID: 0000-0001-6124-201X

**Анотація.** Одне з актуальних завдань в Україні сьогодні – підтримання необхідних умов мікроклімату в приміщеннях. У той же час, воєнний стан та екстремальні умови, пов'язані з аварійністю систем теплопостачання спричинюють виникнення критичних умов мікроклімату. Зовнішнє середовище впливає на мікроклімат у приміщенні через огорожувальні конструкції. До них належать стіни, вікна, інші закриті поверхні, покриття різних видів і підлоги, а також внутрішні конструкції, тобто перегородки і внутрішні несні стіни, підлоги, засновані на міжповерхових перекриттях, тощо. Вони впливають на розподіл і коливання температур в опалюваних приміщеннях. Цей вплив може залежати від розташування приміщення в периметрі будівлі, його розміру, тощо. Сучасні повнозбірні та блокові будівлі масової забудови, що споруджуються за типовими проектами, відрізняються від традиційних меншою масою стінових конструкцій і більшою площею скління зовнішніх огорожень, що знизило їх теплотривкість [1–3]. Тому визначення критичних умов мікроклімату в приміщенні у разі порушення роботи системи теплопостачання дуже актуальне. **Мета статті** – аналіз і обґрунтування рішень щодо забезпечення необхідного рівня надійності і ефективності елементів комплексу теплозабезпечення будівлі з позиції гарантованої підтримки необхідних внутрішніх теплових умов порушення роботи теплопостачання. **Висновки.** 1. З урахуванням відключення теплозабезпечення визначено критичні умови мікроклімату в житлових приміщеннях. 2. Моделювання зміни мікроклімату в приміщеннях, з урахуванням конструктивно-планувальних рішень та зміни температури залежно від пори року, дозволяє прогнозувати запобіжні заходи роботи устаткування в будівлях та зберегти інженерні комунікації в робочому стані [4–6].

**Ключові слова:** мікроклімат приміщення; теплопостачання; тепловий режим будівлі

## TO THE DEFINITION OF CRITICAL MICROCLIMATE CONDITIONS IN PREMISES DURING DISRUPTIONS HEAT SUPPLY SYSTEMS

BELIKOV A.S.<sup>1\*</sup>, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,  
KOLESNYK I.O.<sup>2</sup>, *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*,  
KLYMENKO G.O.<sup>3</sup>, *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*,  
ZHELEZNYAKOV Yev.O.<sup>4</sup>, *Postgrad. Stud.*

<sup>1\*</sup> Department of Life Safety, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, e-mail: [belikov@pgasa.dp.ua](mailto:belikov@pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

<sup>2</sup> Department of Heating, Ventilation, Air Conditioning and Heat and Gas Supply, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, e-mail: [kolesnik.inna@pgasa.dp.ua](mailto:kolesnik.inna@pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0002-5852-2392

<sup>3</sup> Department of Life Safety, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, e-mail: [klimenko.anna@pgasa.dp.ua](mailto:klimenko.anna@pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0002-6885-3144

<sup>4</sup> Department of Life Safety, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, e-mail: [e.zheleznyakov1996@gmail.com](mailto:e.zheleznyakov1996@gmail.com), ORCID ID: 0000-0001-6124-201X

**Abstract.** These days in Ukraine one of the relevant tasks is to maintain the microclimate conditions indoors. At the same time, the state of war and the extreme conditions emergence related to the failure of heat supply systems lead to occurrence of critical microclimate conditions. It is known that the enclosing structures of the building include external – walls, windows, other glazed surfaces, coverings of various types and floors, as well as – internal structures, that is, partitions and internal load-bearing walls, floors based on inter-floor ceilings, etc. These enclosing structures have their influence on the distribution and fluctuations of temperatures in heated rooms. This effect may depend on the room location in the building perimeter, the size of the room, etc. Modern prefab and block buildings of mass construction, built according to typical projects, differ from traditional ones in that they have a smaller mass of wall structures and a larger area of glazing of external enclosures, which has reduced their heat resistance [1–3]. Therefore, determining the critical conditions of the indoor microclimate during disruptions of the heat supply system is a relevant task. **The purpose of the article.** Analysis and substantiation of decisions to ensure the required level of reliability and efficiency for elements of the building's heat supply complex from the standpoint of guaranteed support for necessary internal thermal conditions during disruptions of the heat supply. **Conclusions.** 1. Considering the disconnection of the heat supply, the critical conditions for the microclimate in the residential premises are determined. 2. Modelling the indoor climate, taking into account constructive and planning decisions and changes in temperature depending on the season, allows to predict the adoption of precautionary measures for the equipment operation in buildings and to keep engineering communications in working condition [4–6].

**Keywords:** *microclimate of the room; heat supply; thermal mode of the building*

**Актуальність.** Одним з актуальних завдань в Україні сьогодні є підтримання необхідних умов мікроклімату в приміщеннях, який забезпечується огорожувальними конструкціями. У той же час, воєнний стан та виникнення екстремальних умов, пов'язаних з аварійністю систем теплопостачання спричиняють критичні умови мікроклімату.

Відомо, що до огорожувальних конструкцій будівлі належать: зовнішні – стіни, вікна, інші засклені поверхні, покриття різних видів і підлоги, а також внутрішні конструкції, тобто перегородки і несні стіни, підлоги, засновані на міжповерхових перекриттях, тощо.

Ці огорожувальні конструкції роблять свій вплив на розподіл і коливання температур в опалюваних приміщеннях. Значення цих факторів можуть залежати від розташування приміщення в периметрі будівлі, розміру приміщення, тощо.

Сучасні повнозбірні та блокові будівлі масової забудови, що споруджуються за типовими проектами, відрізняються від традиційних меншою масою стінових конструкцій і більшою площею скління зовнішніх огорожень, що знизило їх теплотривкість [1–3]. Тому визначення критичних умов мікроклімату в приміщенні

у разі порушення роботи системи теплопостачання дуже актуальне.

**Постановка проблеми.** Для визначення виникнення критичних умов мікроклімату в житлових приміщеннях важлива оцінка зміни умов мікроклімату залежно від архітектурно-планувальних рішень і призначення приміщень. З практики експлуатації будівель відомо, що кутові приміщення та ті, які мають велику площу зовнішніх огорожень, відрізняються значними коливаннями температури внутрішнього повітря, як у літню пору року (за періодичного опромінення сонцем), так і в зимовий період (у разі коливань тепловіддачі опалювальних приладів).

Колівання температури внутрішнього повітря несприятливо впливає на самопочуття людей. Тому проведення досліджень та визначення коливань мікроклімату на поверхні стін і температури внутрішнього повітряного середовища стало проблемою сьогодення [1–3].

**Мета статті** – аналіз, дослідження і обґрунтування рішень щодо забезпечення необхідного рівня надійності й ефективності елементів комплексу теплозабезпечення будівлі з позиції гарантованої підтримки необхідного внутрішнього теплового режиму у разі порушення або відмови роботи системи теплопостачання.



## Результати досліджень.

Мікроклімат приміщень характеризується наступними параметрами: температура приміщення, відносна вологість та швидкість рухливості повітря. Вказані параметри впливають на продуктивність, якість відпочинку та сну, відчуття комфорту та здоров'я людини. Згідно з ДСТУ Б EN 15251:2011 «Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель стосовно до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики», високий рівень якості параметрів внутрішнього середовища приміщень значною мірою підвищує продуктивність виконання роботи, здатність до навчання та сприйняття інформації, що, відповідно, зменшує кількість лікарняних листів та пропусків занять. За відсутності відчуття комфорту людина починає вживати різноманітних заходів щодо поліпшення ситуації зі станом мікроклімату, що зазвичай веде до додаткових витрат енергії, іноді досить значних.

Виконання вимог щодо забезпечення таких умов мікроклімату напряду залежить від теплового режиму приміщень будівлі. В свою чергу, забезпечення теплового режиму приміщень будівлі гарантує забезпечення та підтримку певного теплового комфорту. Комфортний тепловий режим характеризується параметрами мікроклімату. Для забезпечення необхідних параметрів мікроклімату будівлі в період низьких температур зовнішнього повітря передбачається робота системи опалення.

Параметри мікроклімату в приміщеннях будівель визначаються не тільки роботою систем опалення та вентиляції, а й теплофізичними характеристиками огорожувальної конструкції. Важливу роль відіграють будівельні матеріали, а саме показники їх теплопровідності, термічного опору, паропроникнення, теплотривкості.

Задані параметри мікроклімату приміщень будівлі забезпечуються не тільки роботою систем опалення, вентиляції та кондиціонування, а й теплофізичними властивостями огорожуючих конструкцій.

Значну роль відіграє вибір будівельних матеріалів огорожень, а саме їх теплотехнічні показники – коефіцієнти теплопровідності, теплозасвоєння та паропроникнення та залежні від них загальний термічний опір і теплотривкість огорожень.

Під теплотривкістю приміщення розуміється його властивість зберігати відносну сталість температури за коливань зовнішніх теплових впливів або тепловіддачі опалювальних приладів [3]. Висока теплотривкість зовнішніх огорожень дає змогу зменшити динаміку температури внутрішнього повітря, що в свою чергу впливає на зниження навантаження на систему тепlopостачання будівлі.

Розглянемо варіант будівель, які мають функціонал тільки вдень. В цьому випадку зниження навантаження на систему опалення досягається за допомогою періодичної експлуатації. Переривчастий режим означає, що в робочий час підтримується проєктована нормована температура внутрішнього повітря, а в неробочий час система опалення частково або повністю відключається. Перед початком робочого дня приміщення необхідно прогріти, чим більше буде теплотривкість приміщень до внутрішніх теплових надходжень, – тим довший період прогрівання. З цього видно, що теплозбереження буде зменшуватися. Тому за такого типу системи опалення будівлі краще використовувати будівельні матеріали з низькою тепловою стійкістю до внутрішніх теплових впливів.

Теплопоглинання та теплозасвоєння – це показники теплотривкості приміщень при періодичному характері теплових впливів. Якщо теплові впливи неперіодичні, за такий показник приймають коефіцієнт теплової акумуляції будівлі. Цей показник визначають за натурними дослідженнями.

Внаслідок значного відхилення значень параметрів мікроклімату, що характеризують тепловий режим приміщень будівлі, може погіршитися самопочуття та стан здоров'я людей. Погіршення може бути

викликано як значним переохолодженням, так і перегрівом повітря приміщень. Існує поняття оптимальних і допустимих параметрів мікроклімату в приміщенні [3].

Під оптимальним тепловим станом розуміється такий стан організму, за якого тепловий баланс зберігається на постійному рівні без вираженого напруження фізіологічних механізмів терморегуляції [2; 3]. Коли людина перебуває в стані спокою, її фізична і розумова працездатності не знижуються. За таких умов більше 50 % теплового відчуття визначено як комфортне.

За допустимого теплового стану спостерігається помірне напруження механізмів терморегуляції, що супроводжується невеликими змінами низки параметрів теплового і загального функціонального стану. При цьому фізична і розумова працездатність не зазнають істотних змін, а тепловідчуття у понад 50 % людей – прохолодне.

В обслуговуваній зоні громадських приміщень у холодний період, оптимальні параметри мікроклімату досягаються за температури повітря 20–22 °С, відносної вологості 50–60 % та рухомості повітря не більше 0,3 м/с. При цьому допустиме добове коливання температури повітря до 1,5 °С.

На рисунку 1 видно, що мінімальне значення температури приміщення, яке забезпечує урівноваження теплопродукції і тепловіддачі за максимального утеплення домашнього одягу (близько 1,5 кло) в умовах звичайної домашньої роботи відповідає приблизно 14 °С.

Отже, це значення температури доцільно прийняти за мінімально допустиме. Вищевказаний комфортний температурний діапазон зазвичай відповідає одягу з тепловою ізоляцією 0,8...1,2 кло, а легкий одяг людини (0,4...0,5 кло) може без стресу підтримувати тепловий баланс тіла за кімнатної температури, що відповідає 23...24 °С, без включення системи терморегуляції.

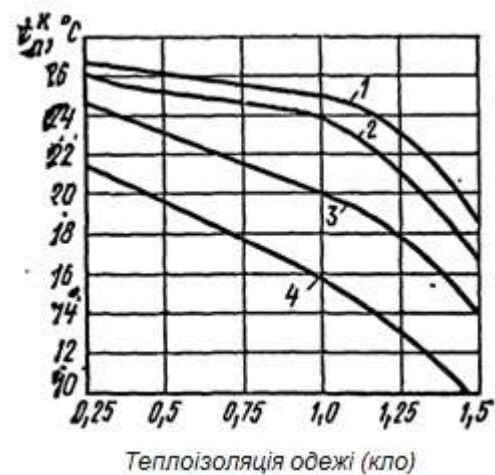


Рис. 1. Залежність комфортної температури приміщення  $t^k, ^\circ\text{C}$  від різних видів діяльності людини (теплопродукції,  $\text{Вт}/\text{м}^2$ ) та ступеня утеплення її одягу (за даними П. О. Фангера). 1 – стан покою (58); 2 – те саме, сидячи або стоячи (70); 3 – звичайна домашня робота (87); 4 – важка домашня робота (116)

Температурний режим приміщення є визначальним для його теплового комфорту при обмеженні інших мікрокліматичних параметрів – вологості і швидкості руху повітря. Відомо, що низькі значення відносної вологості внутрішнього повітря (20...25 %) можуть викликати простудні захворювання. Крім того, спостерігається підвищене утворення пилу через надмірне висихання предметів з натуральних матеріалів. Висока відносна вологість (70 %) також негативно впливає на самопочуття людини. Для приміщень, які опалюються, допустиме значення відносної вологості за температури 18...22 °С не більше 65 %, оптимальне значення – 50...60 % за 20...22 °С [2].

«При забезпеченні нормативного значення повітрообміну приміщень за рахунок зовнішнього повітря, в будівлях підтримуються такі значення вологості і рухливості внутрішнього повітря, які не змінюють визначального впливу температурних показників на теплові умови. Тому при розрахунках забезпеченості теплового режиму можна враховувати тільки температурний фактор мікроклімату» [3].

Для забезпечення необхідних умов мікроклімату приміщень будівель і споруд у зимовий період передбачена робота системи опалення. Фізична деградація підземних інженерних комунікацій призводить до невизначеності в роботі енергосистем, аварійних і аварійно-дефіцитних ситуацій і збоїв в її роботі.

Зниження теплового опору будівель різного призначення, а також їх охолодження в зимовий період року внаслідок аварій, дефіцитних ситуацій і неполадок в системах теплопостачання і газопостачання може призвести до досить несприятливих явищ, які порушують теплові умови і комфорт в приміщенні, а в деяких випадках це дуже шкідливо для здоров'я людини та для обслуговування систем забезпечення будівлі.

Згідно з дослідженнями на рисунку 2 наведено зони можливих змін температурного режиму в опалювальних приміщеннях протягом опалювального сезону. Для більшості людей комфортне відчуття тепла не змінюється при відносно невеликому діапазоні коливань температури повітря в приміщенні (рис. 2, зона I). Дослідження показали, що можна пред'являти значно менш жорсткі вимоги до теплового режиму приміщень у багатьох випадках. У той же час прийнятні теплові умови викликають деякі відхилення від відчуття теплового комфорту, але це виправдано фізіологією людини.

Отже, відхилення температури внутрішнього повітря за комфортні межі, визначені за величиною, тривалістю і частотою відхилень, допустимі і характеризують малу ступінь теплового комфорту внутрішнього середовища приміщення (рис. 2, зони II, II'). Вкрай рідко можуть допускатися більш суттєві відхилення температури внутрішнього повітря, відповідні допустимому тепловому стану людини, яка довго перебуває в приміщенні (рис. 2, зона III).

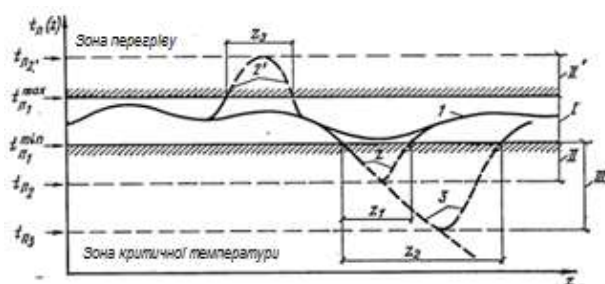


Рис. 2. Зони, що визначають задані температурні умови обігрівання: 1 – комфортна; 2, 2' – допустима при рідкісних відхиленнях протягом опалювального сезону; 3 – допустима при ймовірному відхиленні 1 раз у декілька років [2]

Слід також враховувати, що охолодження огорожень нижче температури точки роси може призвести до конденсації водяних парів на внутрішніх поверхнях та всередині конструкцій при аварійному вимкненні опалення або дефіцитному теплопостачанні. Підвищення вологості будівельних конструкцій є несприятливим фактором. В першу чергу погіршуються теплотехнічні та теплофізичні показники зовнішніх огорожень. Вологі конструкції є чудовим середовищем для розвитку цвілі, грибків і різних мікроорганізмів. Підвищення вологості будівельних матеріалів огорожувальних конструкцій погіршує умови збереження їх захисних властивостей. Волога також впливає на термін експлуатації зовнішніх огорожень. Відомо також, що з підвищенням їх вологості морозостійкість будівельних матеріалів знижується. Коли температура падає нижче за точку роси, водяна пара може конденсуватися на внутрішніх поверхнях і всередині огорожень. Найчастіше зона конденсації водяної пари утворюється в районі теплопровідних включень: зовнішні верхні кути приміщень, залізобетонні перемички, колони, металеві каркаси і т. д.

Вразі відсутності конденсації водяної пари на внутрішній поверхні огороження можливе виникнення внутрішньої зони конденсації. Водяна пара, яка має вміст в повітрі, проникає крізь пори будівельних матеріалів, що впливає на їх парціальний тиск у певних точках зовнішніх огорожень. Однак повітря може утримувати лише певну

кількість водяної пари, яка називається повністю насиченим станом. При певних теплодифузійних властивостях огорожень в окремих її місцях виникає такий стан повітря, при якому воно повністю насичене водяною парою. Подальше насичення водяною парою призводить до її конденсації, а за температури, нижчої  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , він перетворюється на твердий стан – лід.

При аварійному відключенні та тривалому простої обслуговування інженерних комунікацій обов'язкове. Встановлено, що технічні пристрої схильні до виходу з ладу за температури повітря в приміщенні  $8\text{ }^{\circ}\text{C}$  і нижче та можуть вимагати значних матеріальних витрат на їх відновлення в майбутньому.

На процеси охолодження елементів конструкції огорож впливає радіаційна активність сонячної енергії, а також вітрове навантаження. Встановлено, що взимку на кожний  $1\text{ м/с}$  збільшення швидкості вітру температура навколишнього середовища знижується на  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Навколишнє середовище має вплив на параметри мікроклімату через зовнішні огороження (рис. 3). Визначаючи значення параметрів мікроклімату, необхідно враховувати такі зовнішні умови, як температура зовнішнього повітря, напрям вітру, сонячну радіацію, опади та відносну вологість повітря. Ці фактори непередбачувані, особливо, якщо поєднуються один з одним.

Знаючи кліматичні характеристики району забудови і теплоаккумуляцію зовнішніх огорожень, «можна оптимізувати кількість і якість теплової енергії, необхідної для підтримки

оптимальних параметрів мікроклімату» [4–6].

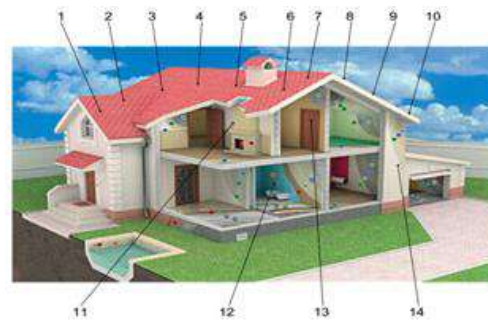


Рис. 3. Вплив зовнішніх факторів на мікроклімат приміщень у процесі взаємодії з внутрішнім середовищем робочих місць: 1 – роза вітрів; 2 – інсоляція вдень; 3 – нічний час; 4 – дощ і вологість; 5 – хмарність; 6 – температура зимова; 7 – температура річна; 8 – швидкість вітру; 9 – матеріал будівельних конструкцій; 10 – стан поверхні зовнішнього боку будівельних конструкцій; 11 – температура всередині приміщення; 12 – оптимальна вологість усередині; 13 – подається кількість тепла всередину приміщення; 14 – теплова активність будівельних конструкцій [2]

## Висновки

1. З урахуванням відключення теплозабезпечення, визначено критичні умови мікроклімату в житлових приміщеннях.

2. Моделювання зміни мікроклімату в приміщеннях, з урахуванням конструктивно-планувальних рішень та зміни температури залежно від пори року, дозволяє прогнозувати прийняття запобіжних заходів роботи устаткування в будівлях та зберегти інженерні комунікації в робочому стані [4–6].

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Данилов М. П., Григорьев Л. Н., Мерещук А. В. Теплостійкість та тепловий режим будівель, інженерних комунікацій та промислових об'єктів. Дніпропетровськ : РВВ ПДАБА, 2001. 122 с.
2. Данилов М. П., Ветвицький І. Л., Чесанов Л. Г., Колесник І. О. Теплостійкість будівель в екосистемі «довкілля – будівля – людина» (аварійно-дефіцитні теплові режими, геліо- та вітрові аспекти) : навч. посіб. Дніпропетровськ : Поліграфіст, 2005. 262 с.
3. Кононович Ю. В. Тепловой режим зданий массовой застройки. Москва : Стройиздат, 1986. 158 с.
4. Колесник І. О., Данилов М. П., Ветвицький І. Л. Особливості аварійних ситуацій у системах теплогазопостачання будівель. *Безпека життєдіяльності у XXI столітті : Матер. V Міжнар. симп.* Дніпропетровськ, 2005. С. 39–40.
5. Колесник І. О., Федоренко А. І., Полищук С. З., Долодаренко В. А. До питання оцінки надійності теплопостачання, що забезпечує санітарно-гігієнічні вимоги у житлових приміщеннях. *Екологічний інтелект –*

2012 : *Матер. доповідей VII Міжнар. та XVIII традиц. наук.-практ. конф.* (24–25 квітня 2012 р.). Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. Акад. В. Лазаряна; за ред. Л. О. Яришкіної, Н. Т. Арламової, М. Л. Сороки. Дніпропетровськ, 2012. С. 69–71.

6. Колесник І. О., Ветвицький І. Л., Каспійцева В. Ю. Вплив розташування приміщення в будівлі на тепловий режим приміщення при аварійно-дефіцитних ситуаціях в системах теплогазопостачання. *Інноваційні технології у будівництві, цивільній інженерії та архітектурі : тези XIX Міжнар. наук.-практ. конф.* (19–22 вересня 2021 р., м. Чернігів, Україна). 2021. С. 175–179.

## REFERENCES

1. Danilov M.P., Grigoriev L.N. and Mereshchuk A.V. *Teplostiykist' ta teplovyy rezhym budivel', inzhenernykh komunikatsiy ta promyslovykh ob'ektiv* [Heat resistance and thermal regime of buildings, engineering communications and industrial facilities]. Dnipropetrovsk : RED PSACEA, 2001, 122 p. (in Ukrainian).

2. Danilov M.P., Vetvytskyi I.L., Chesanov L.G. and Kolesnyk I.O. *Teplostiykist' budivel' v ekosystemi «dovkillya – budivlya – lyudyna» (avariyno-defitsytni teplovi rezhymy, helio- ta vitrovi aspekty)* [Thermal resistance of buildings in the ecosystem "environment – building – man" (emergency deficit thermal regimes, solar and wind aspects): academic. Manual]. Dnipropetrovsk : Polygraphist Publ., 2005, 262 p. (in Ukrainian).

3. Kononovych Yu.V. *Teplovoy rezhym zdaniy massovoy zastroyki* [Thermal regime of buildings of mass construction]. Moscow : Stroyizdat Publ., 1986, 158 p. (in Russian).

4. Kolesnyk I.O., Danilov M.P. and Vetvytskyi I.L. *Osoblyvosti avariynykh sytuatsiy u systemakh teplohapostachannya budivel'* [Peculiarities of emergency situations in heating and gas supply systems of buildings]. *Bezpeka zhyttyedyal'nosti u KHKHI stolitti : mater. V mizhnar. symp.* [Life Safety in the 21st Century: mater. V Intern. symp.]. Dnipropetrovsk, 2005, pp. 39–40. (in Ukrainian).

5. Kolesnyk I.O., Fedorenko A.I., Polishchuk S.Z. and Dolodarenko V.A. *Do pytannya otsinky nadiynosti teplopostachannya, shcho zabezpechuye sanitarno-hihiyenichni vymohy u zhytlovykh prymishchennyakh* [On the issue of assessing the reliability of heat supply, which ensures sanitary and hygienic requirements in residential premises]. *Ekolohichnyy intelekt – 2012 : mater. Dopovidey VII mizhnar. ta XVIII tradyts. nauk.-prakt. konf.* [Ecological Intelligence – 2012 : mater. reports of the VII Intern. and XVIII traditions. science and practice conf.]. April 24–25, 2012. Dnipropetrovsk National Railway University Transport named after Acad. V. Lazaryan; editorship by Yaryshkinoi L.O., Arlamova N.T. and Soroky M.L. Dnipropetrovsk, 2012, pp. 69–71. (in Ukrainian).

6. Kolesnyk I.O., Vetvytskyi I.L. and Kaspiytseva V.Yu. *Vplyv roztashuvannya prymishchennya v budivli na teplovyy rezhym prymishchennya pry avariyno-defitsytnykh sytuatsiyakh v systemakh teplohapostachannya* [The influence of the location of the room in the building on the thermal regime of the room in emergency-deficit situations in heat and gas supply systems]. *Innovatsiyni tekhnolohiyi u budivnytstvi, tsyvil'niy inzheneriyi ta arkhitekturi : tezy XIX mizhnar. nauk.-prakt. konf.* [Innovative Technologies in Construction, Civil Engineering and Architecture : abstracts of the XIX ISPC]. September 19–22, 2021, Chernihiv, Ukraine, pp. 175–179. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції : 01.11.2022.



УДК 519.6:504.3.054

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.271222.14.907

## РОЗРАХУНОК ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ У ВИПАДКУ РОЗЛИТТЯ ХІМІЧНО НЕБЕЗПЕЧНОЇ РЕЧОВИНИ

БІЛЯЄВ М. М.<sup>1</sup>, *докт. техн. наук, проф.*,  
БІЛЯЄВА В. В.<sup>2</sup>, *канд. техн. наук, доц.*,  
БЕРЛОВ О. В.<sup>3\*</sup>, *канд. техн. наук, доц.*,  
МАШИХІНА П. Б.<sup>4</sup>, *канд. техн. наук, доц.*,  
ЯКУБОВСЬКА З. М., *канд. техн. наук, доц.*

<sup>1</sup> Кафедра гідравліки та водопостачання, Український державний університет науки і технологій, вул. Лазаряна, 2, 49010, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 273-15-09, e-mail: [diit.hydro.eco@gmail.com](mailto:diit.hydro.eco@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-1531-7882

<sup>2</sup> Кафедра аерогідромеханіки та енергомасопереносу, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, пр. Гагаріна, 72, 49000, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 374-98-22, e-mail: [water.supply.treatment@gmail.com](mailto:water.supply.treatment@gmail.com), ORCID ID: 0000-0003-2399-3124

<sup>3\*</sup> Кафедра безпеки життєдіяльності, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 247-16-01, e-mail: [berlov.oleksandr@pdaba.edu.ua](mailto:berlov.oleksandr@pdaba.edu.ua), ORCID ID: 0000-0002-7442-0548

<sup>4</sup> Кафедра гідравліки та водопостачання, Український державний університет науки і технологій, вул. Лазаряна, 2, 49010, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 73-15-09, e-mail: [gidro\\_eko@ukr.net](mailto:gidro_eko@ukr.net), ORCID ID: 0000-0003-3057-9204

<sup>5</sup> Кафедра енергетики, Український державний хіміко-технологічний університет, пр. Гагаріна, 8, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 753-56-38, e-mail: [water.supply.treatment@gmail.com](mailto:water.supply.treatment@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-9893-3479

**Анотація.** *Постановка проблеми.* Розглядається задача прогнозування областей хімічного забруднення на промисловому майданчику при інверсії в атмосфері та випарюванні хімічно небезпечної речовини від зони розлиття. *Мета роботи* – розроблення методу розрахунку інтенсивності, форми областей забруднення в атмосфері, що формуються в умовах інверсії. *Методологія.* Для розрахунку поширення хімічно небезпечних речовин в атмосфері в умовах інверсії використовується тривимірне рівняння переносу домішки сумісно з підходом М. Берлянда, щодо визначення величини вертикального коефіцієнта дифузії для такої несприятливої метеоумови. Чисельне інтегрування рівняння переносу домішки здійснюється за допомогою двох скінченнорізницевих схем. Обидві схеми базуються на використанні методу розщеплення. *Результати.* Запропонований ефективний метод розрахунку областей забруднення атмосфери, що формуються при випарюванні хімічно небезпечної речовини від зони розлиття. Розроблена комп'ютерна програма, дає можливість швидко визначати ці зони забруднення атмосфери в умовах інверсії. Наведено результати обчислювального експерименту. *Наукова новизна.* Розроблено метод, що дозволяє оцінювати розміри та інтенсивність зон хімічного забруднення, які формуються в атмосфері при інверсії та випарюванні речовини від зони розлиття. *Практична цінність.* На базі розробленого методу створено програму для проведення обчислювального експерименту з оцінювання зон забруднення атмосфери на промислових майданчиках при аварійних розливах хімічно небезпечних речовин.

**Ключові слова:** аварійне розлиття; забруднення атмосфери; інверсія; математичне моделювання

## CALCULATION OF ATMOSPHERIC AIR POLLUTION IN CASE OF CHEMICALLY DANGEROUS SUBSTANCE SPILL

BILIAIEV M.M.<sup>1</sup>, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,  
BILIAIEVA V.V.<sup>2</sup>, *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*,  
BERLOV O.V.<sup>3\*</sup>, *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*,  
MASHYKHINA P.B.<sup>4</sup>, *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*,  
YAKUBOVSKA Z.M.<sup>5</sup>, *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*

<sup>1</sup> Department of Hydraulics and Water Supply, Ukrainian State University of Science and Technologies, 2, Lazaryana St., Dnipro, 49010, Ukraine, tel. +38 (056) 273-15-09, e-mail: [diit.hydro.eco@gmail.com](mailto:diit.hydro.eco@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-1531-7882

<sup>2</sup> Department of Aerohydrodynamics and Energy Mass-transfer, Oles Honchar Dnipro National University, 72, Haharina Ave., Dnipro, 49000, Ukraine, tel. +38 (056) 374 98 22, e-mail: [water.supply.treatment@gmail.com](mailto:water.supply.treatment@gmail.com), ORCID ID: 0000-0003-2399-3124

<sup>3\*</sup>Department of Life Safety, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (056) 756-34-57, e-mail: [berlov.oleksandr@pgasa.dp.ua](mailto:berlov.oleksandr@pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0002-7442-0548

<sup>4</sup>Department of Hydraulics and Water Supply, Ukrainian State University of Science and Technologies, 2, Lazaryana St., Dnipro, 49010, Ukraine, tel. +38 (0562) 73-15-09, e-mail: [gidro\\_eko@ukr.net](mailto:gidro_eko@ukr.net), ORCID ID: 0000-0003-3057-9204

<sup>5</sup>Department of Power Engineering, Ukrainian State University of Chemical Technology, 8, Haharina Ave., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (056) 753-56-38, e-mail: [water.supply.treatment@gmail.com](mailto:water.supply.treatment@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-9893-3479

**Abstract. Problem statement.** The task of forecasting for chemical pollution areas at the industrial site during atmospheric inversion and chemically hazardous substance evaporation from the spill zone is considered. The purpose of the work is to develop a method for calculating the intensity and shape of pollution areas in the atmosphere that are formed under inversion conditions. **Methodology.** The three-dimensional impurity transport equation is used to calculate the atmospheric spread of chemically hazardous substances under inversion conditions, together with the M. Berland's approach, to determine the vertical diffusion coefficient for this adverse meteorological condition. Numerical integration of the impurity transfer equation is realised using two finite-difference schemes. Both schemes are based on the splitting method. **Results.** An effective calculating method of atmospheric pollution areas formed during the evaporation of a chemically hazardous substance from the spill zone is proposed. A computer code to allow quick determination of these atmospheric pollution zones under inversion conditions is developed. The results of the computational experiment are presented. **Scientific novelty.** A method is developed to assess the size and intensity of chemical pollution zones formed in the atmosphere during inversion and evaporation of the substance from the spill area. **Practical value.** Based on the developed method, a code for a computational experiment to assess atmospheric pollution zones at industrial sites during emergency spills of chemically hazardous substances is generated.

**Keywords:** *emergency spill; atmospheric pollution; inversion; mathematical modelling*

**Вступ.** На підприємствах, де використовуються, зберігаються хімічно небезпечні речовини, виникає важлива задача – прогнозування зон аварійного забруднення атмосферного повітря у випадку екстремальної ситуації, що може трапитися під час транспортування речовин, аварійної емісії в сховищах тощо [1; 6; 9]. Використання для цієї мети моделі ОНД-86 [2] не зовсім доцільне, тому що вона розроблялася для умов організованих викидів на підприємствах. Крім того, ця модель не дозволяє зробити прогноз для аномальних метеоумов типу інверсія. Більш сучасним підходом до розв'язання задач прогнозування зон хімічного зараження в разі екстремальних ситуацій стало використання моделей Гаусса [8; 10–12].

Але моделі даного класу базуються на застосуванні ряду емпіричних параметрів, що були визначені для території США, Англії. Тому їх використання в інших регіонах потребує наукового обґрунтування. Отож, актуальним залишається створення швидко розрахункових математичних моделей, що дозволяють визначити зони хімічного зараження у випадках екстремальних ситуацій на хімічно небезпечних об'єктах.

**Мета дослідження** – розроблення розрахункового методу, що дозволяє

визначити форму, інтенсивність, розміри зон забруднення атмосфери в умовах інверсії у випадку випарювання хімічно небезпечної речовини від зони аварійного розлиття.

**Методологія.** Розглядається розробка математичної моделі для оцінювання зон хімічного зараження у випадку аварійного розлиття сірчаної кислоти на промисловому майданчику Придніпровської ТЕС. Прогнозування здійснюється для умов інверсії. Відомо, що ця кислота потрапляє в залізничних цистернах до Придніпровської ТЕС та використовується для регенерації фільтрів у системі водокористування. У випадку аварії на колії можливе масштабне забруднення ґрунту та внаслідок випарювання кислоти – забруднення атмосферного повітря на промисловому майданчику.

**Теоретична частина.** Аналіз інтенсивності забруднення атмосфери у разі випарювання хімічно небезпечної речовини від поверхні аварійного розлиття здійснюється на базі рівняння конвективно-дифузійного переносу домішки [2–4]:

$$\begin{aligned} & \frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial uC}{\partial x} + \frac{\partial vC}{\partial y} + \frac{\partial wC}{\partial z} = \\ & = \frac{\partial}{\partial x} \left( \mu_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \mu_y \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( \mu_z \frac{\partial C}{\partial z} \right) + \\ & + \sum Q_i \delta(x-x_i) \delta(y-y_i) \delta(z-z_i), \end{aligned} \quad (1)$$

де  $C$  – концентрація хімічно небезпечної речовини в повітрі, мг/м<sup>3</sup>;  $\mu_x, \mu_y, \mu_z$  – коефіцієнти атмосферної дифузії, м<sup>2</sup>/с;  $Q$  – інтенсивність випарювання хімічно небезпечної речовини від зони аварійного розлиття, мг/с;  $\delta(x-x_i), \delta(y-y_i), \delta(z-z_i)$  – дельта-функція Дірака;  $x_i, y_i, z_i$  – декартові координати джерела емісії, м;  $t$  – час, с.

Зауважимо, що конкретне значення коефіцієнтів дифузії відповідає різним метеоситуаціям (різним умовам стабільності атмосфери) [2]. Поверхня випарювання моделюється набором точкових джерел. Інтенсивність емісії парів кислоти від зони розлиття розраховується на базі емпіричної залежності [5]:

$$Q_w = (5,83 + 4,1V) P_H \sqrt{M}, \quad (2)$$

де  $Q_w$  – кількість кислоти, що випаровується (грам/м<sup>2</sup>/год.);  $V$  – локальна швидкість повітря біля вільної поверхні зони розлиття;  $P_H$  – тиск насиченої пари;  $M$  – молекулярна маса кислоти.

Постановка крайових умов для рівняння (1) розглядається в [3; 4].

Для моделювання процесу формування зони хімічного забруднення в умовах інверсії застосовується підхід проф. М. Е. Берлянда, згідно з яким використовується така формула для розрахунку вертикального коефіцієнта дифузії [2]:

$$\mu_z = \mu_1 \cdot \left(1 - \frac{z - z_i}{L_i}\right)^2, \quad (3)$$

де  $z_i$  – нижня межа інверсії;  $L_i$  – спеціальна функція, що враховує енергію турбулентності [2];  $z$  – поточне значення висоти над поверхнею землі. Таким чином, змінюючи значення параметра  $z_i$ , можна

моделювати забруднення атмосферного повітря за різних розмірів шару інверсії.

Для визначення величини інших коефіцієнтів дифузії використовуються такі формули [2; 4]:

$$\mu_x = ku, \quad \mu_y = kv,$$

де  $u, v$  – компоненти вектора швидкості вітру в проєкціях на вісь  $x, y$  відповідно;  $k$  – емпіричний параметр [3].

Зазначимо, що розв'язання поставленої крайової задачі можна отримати лише чисельним шляхом.

**Чисельна модель.** Для чисельного інтегрування рівняння (1) використовувалися дві скінченнорізницеві схеми. Перша схема будується для систем рівнянь наступного вигляду:

$$\begin{aligned} & \frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial uC}{\partial x} + \frac{\partial vC}{\partial y} + \frac{\partial wC}{\partial z} = 0; \\ & \frac{\partial C}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left( \mu_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \mu_y \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( \mu_z \frac{\partial C}{\partial z} \right); \\ & \frac{\partial C}{\partial t} = \sum Q_i \delta(x-x_i) \delta(y-y_i) \delta(z-z_i). \end{aligned}$$

Ці рівняння отримані шляхом фізичного розщеплення базового рівняння (1). Далі, для чисельного інтегрування першого рівняння цієї системи використовувалася така різницева схема розщеплення:

$$\text{– на першому кроці } (k = \frac{1}{2}) \text{ різницева}$$

рівняння має вигляд:

$$\begin{aligned} & \frac{C_{i,j,k}^k - C_{i,j,k}^n}{\Delta t} + L_x^+ C^k + \\ & + L_y^+ C^k + L_z^+ C^k = 0; \end{aligned}$$

– на другому кроці розщеплення різницева рівняння має вигляд:

$$\begin{aligned} & \frac{C_{i,j,k}^{n+1} - C_{i,j,k}^k}{\Delta t} + L_x^- C^{n+1} + \\ & + L_y^- C^{n+1} + L_z^- C^{n+1} = 0. \end{aligned}$$



Значення різницевих операторів  $L_x^+$ ,  $L_x^-$ ,  $L_y^+$ ... наведені в [3].

Невідоме значення концентрації домішки в кожному рівнянні визначається за формулою «рахунку, що біжить».

Для чисельного інтегрування другого рівняння системи використовується двоетапна різницева схема розщеплення [7]:

$$\begin{aligned} \frac{C_{i,j,k}^{n+\frac{1}{2}} - C_{i,j,k}^n}{\Delta t} &= \left[ \mu_x \frac{-C_{i,j,k}^{n+\frac{1}{2}} + C_{i-1,j,k}^{n+\frac{1}{2}}}{\Delta x^2} \right] + \\ &+ \left[ \mu_y \frac{-C_{i,j,k}^{n+\frac{1}{2}} + C_{i,j-1,k}^{n+\frac{1}{2}}}{\Delta y^2} \right] + \left[ \mu_z \frac{-C_{i,j,k}^{n+\frac{1}{2}} + C_{i,j,k-1}^{n+\frac{1}{2}}}{\Delta z^2} \right], \\ \frac{C_{i,j,k}^{n+1} - C_{i,j,k}^{n+\frac{1}{2}}}{\Delta t} &= \left[ \mu_x \frac{C_{i+1,j,k}^{n+\frac{1}{2}} - C_{i,j,k}^{n+\frac{1}{2}}}{\Delta x^2} \right] + \\ &+ \left[ \mu_y \frac{C_{i,j+1,k}^{n+\frac{1}{2}} - C_{i,j,k}^{n+\frac{1}{2}}}{\Delta y^2} \right] + \left[ \mu_z \frac{C_{i,j,k+1}^{n+\frac{1}{2}} - C_{i,j,k}^{n+\frac{1}{2}}}{\Delta z^2} \right]. \end{aligned}$$

Невідоме значення концентрації домішки визначається із цих залежностей за явною формулою.

Для чисельного інтегрування останнього рівняння системи застосовується метод Ейлера [7]. Розрахункова залежність має вигляд:

$$C_{ijk}^{n+1} = C_{ijk}^n + Vt \sum Q_i \delta(x - x_i) \delta(y - y_i) \delta(z - z_i).$$

Таким чином, для розрахунку концентраційних полів домішки послідовно розв'язуються наведені різницеві рівняння.

Друга різницева схема використовується для наступної системи рівнянь.

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial uC}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left( \mu_x \frac{\partial C}{\partial x} \right); \quad (4)$$

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial vC}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial y} \left( \mu_y \frac{\partial C}{\partial y} \right); \quad (5)$$

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial wC}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} \left( \mu_z \frac{\partial C}{\partial z} \right); \quad (6)$$

$$\frac{\partial C}{\partial t} = \sum_{i=1}^n Q_i(t) \delta(x - x_i) \delta(y - y_i) \delta(z - z_i).$$

Для чисельного розв'язання рівняння (4) цієї системи застосовується наступна двокрокова схема розщеплення:

– на першому кроці використовується залежність:

$$\begin{aligned} C_{i,j,k}^{n+\frac{1}{2}} &= C_{i,j,k}^n - \Delta t \frac{u_{i+1,j,k}^+ C_{i,j,k}^{n+\frac{1}{2}} - u_{i,j}^+ C_{i-1,j,k}^{n+\frac{1}{2}}}{\Delta x} + \\ &+ \Delta t \mu_x \frac{-C_{i,j,k}^{n+\frac{1}{2}} + C_{i-1,j,k}^{n+\frac{1}{2}}}{2\Delta x^2} + \\ &+ \Delta t \mu_x \frac{-C_{i,j,k}^n + C_{i+1,j,k}^n}{2\Delta x^2}, \end{aligned}$$

– на другому кроці використовується залежність:

$$\begin{aligned} C_{i,j,k}^{n+1} &= C_{i,j,k}^{n+\frac{1}{2}} - \Delta t \frac{u_{i+1,j,k}^- C_{i+1,j,k}^{n+1} - u_{i,j,k}^- C_{i,j,k}^{n+1}}{\Delta x} + \\ &+ \Delta t \mu_x \frac{-C_{i,j,k}^{n+\frac{1}{2}} + C_{i-1,j,k}^{n+\frac{1}{2}}}{2\Delta x^2} + \\ &+ \Delta t \mu_x \frac{-C_{i,j,k}^{n+1} + C_{i+1,j,k}^{n+1}}{2\Delta x^2}, \end{aligned}$$

$$\text{де } u^+ = \frac{u + |u|}{2}, u^- = \frac{u - |u|}{2}.$$

Для чисельного розв'язання рівняння (5) застосовується наступна двокрокова локально-одновимірна схема розщеплення:

– на першому кроці використовується залежність:

$$\begin{aligned} C_{i,j,k}^{n+\frac{1}{2}} &= C_{i,j,k}^n - \Delta t \frac{v_{i,j+1}^+ C_{i,j,k}^{n+\frac{1}{2}} - v_{i,j,k}^+ C_{i,j-1,k}^{n+\frac{1}{2}}}{\Delta y} + \\ &+ \Delta t \mu_y \frac{-C_{i,j,k}^{n+\frac{1}{2}} + C_{i,j-1,k}^{n+\frac{1}{2}}}{2\Delta y^2} + \\ &+ \Delta t \mu_y \frac{-C_{i,j,k}^n + C_{i,j+1,k}^n}{2\Delta y^2}, \end{aligned}$$

– на другому кроці використовується залежність:

$$C_{i,j,k}^{n+1} = C_{i,j,k}^{n+\frac{1}{2}} - \Delta t \frac{v_{i,j+1}^- C_{i,j+1,k}^{n+1} - v_{i,j}^- C_{i,j,k}^{n+1}}{\Delta y} +$$

$$+ \Delta t \mu_y \frac{-C_{i,j,k}^{n+\frac{1}{2}} + C_{i,j-1,k}^{n+\frac{1}{2}}}{2\Delta y^2} +$$

$$+ \Delta t \mu_y \frac{-C_{i,j,k}^{n+1} + C_{i,j+1,k}^{n+1}}{2\Delta y^2},$$

де  $v^+ = \frac{v+|v|}{2}, v^- = \frac{v-|v|}{2}$ .

Аналогічно будується локально-одновимірною різницевою схемою для рівняння (6). Для чисельного інтегрування останнього рівняння системи застосовується метод Ейлера [7].

Таким чином, для розрахунку концентраційних полів домішки послідовно розв'язуються наведені різницеві рівняння.

На базі розроблених чисельних моделей створено код «INVER-21» мовою програмування FORTRAN.

**Результати.** Нижче наведено результати розв'язання задачі з визначення рівня забруднення повітря на промисловому майданчику Придніпровської ТЕС при інверсії та у випадку аварійного розлиття сірчаної кислоти. Розглядається розлиття кислоти біля залізничної колії (рис. 1).



Рис. 1. Розрахункова область:  
1 – зона аварійного розливу (Google Image, 2022)

Дані для прогнозування: розміри розрахункової області  $1\,000 \times 550 \times 270$  м; швидкість вітру  $1,6$  м/с;  $z_i = 1,3$  м,  $L_i = 100$  м [2];  $\mu_1 = 0,03$  м/с,  $\mu_x = 1,1$  м<sup>2</sup>/с,  $\mu_y = 1,1$  м<sup>2</sup>/с; площа зони аварійного розлиття приймається  $700$  м<sup>2</sup>.

Проведений обчислювальний експеримент показав «стійкість» розроблених чисельних моделей при розрахунку процесу масопереносу в області складної геометричної форми. Час розрахунку складає  $15$  с.

Область хімічного забруднення промислового майданчика показана на рисунку 2 (рівень  $1,6$  м).



Рис. 2. Область хімічного забруднення на промисловому майданчику при інверсії, аварійне розлиття: 1 –  $C = 0,05$  мг/м<sup>3</sup>; 2 –  $C = 0,13$  мг/м<sup>3</sup>; 3 –  $C = 0,26$  мг/м<sup>3</sup>; (Google Image, 2022)

Як можна бачити з рисунка 2, область забруднення покриває значну частину промислового майданчика біля залізничної колії. Форма області забруднення має вигляд «еліпса», що витягується в напрямі вітру. Зміна концентрації домішки на висоті  $1,6$  м на різній довжині від області аварійного розлиття показана в таблиці.

Таблиця

**Зміна концентрації домішки на промисловому майданчику за штилю**

Довжина x, м	Концентрація домішки/перевищення ГДК
2	2,7 мг/м <sup>3</sup> /2,7
3	1,9 мг/м <sup>3</sup> /1,9
4	1,6 мг/м <sup>3</sup> /1,6

Як можна бачити з таблиці, має місце небезпечне забруднення промислового майданчика біля зони розлиття та перевищення концентрації домішки ГДК =  $1$  мг.

Зазначимо, що час розрахунку складає  $4$  с.

**Наукова новизна та практична цінність.** Розроблено метод прогнозування розмірів та інтенсивності зон хімічного зараження атмосфери в умовах інверсії при випарюванні хімічно небезпечної речовини від зони аварійного розлиття. Метод розрахунку базується на створенні чисельної моделі розповсюдження домішки від точкових джерел емісії.

Практичне застосування методу дозволяє швидко визначити зону забруднення, що цінно під час серійних розрахунків для створення бази даних щодо визначення можливих зон ризику на хімічно небезпечних об'єктах у разі аварійних розлиттів, які можуть мати місце в несприятливих метеоумовах.

**Висновки.** 1. Розроблено метод визначення розмірів, інтенсивності зон хімічного зараження при випарюванні хімічно небезпечної речовини від зони аварійного розлиття. Метод орієнтований на оцінювання зон забруднення, що формуються в умовах інверсії.

2. Розроблений метод прогнозу зон хімічного зараження враховує найбільш суттєві фізичні фактори, що впливають на поширення хімічно небезпечних речовин в атмосфері.

3. Запропонована чисельна модель може також бути корисна для оцінювання рівня небезпеки на території підприємств у випадку екстремальних ситуацій – аварійного розлиття хімічно небезпечної речовини тощо.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Басманов А. Е., Говаленков С. С. Оценка концентрации опасных химических веществ в воздухе при непрерывной активности источника. *Проблеми надзвичайних ситуацій*. 2010. Вип. 12. С. 21–27.
2. Берлянд М. Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. Ленинград : Гидрометеиздат, 1985. 273 с.
3. Згуровский М. З., Скопецкий В. В., Хрущ В. К., Беляев Н. Н. Численное моделирование распространения загрязнения в окружающей среде. Київ : Наукова думка, 1997. 368 с.
4. Марчук Г. И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды. Москва : Наука, 1982. 320 с.
5. Мацак В. Г., Хоцянов Л. Г. Гигиеническое значение скорости испарения и давления пара токсических веществ, применяемых в производстве. Москва : Медгиз, 1959. 231 с.
6. Пшинько А. Н., Беляев Н. Н., Машихина П. Б. Моделирование загрязнения атмосферы при техногенных авариях. Днепропетровск : Нова ідеологія, 2011. 166 с.
7. Самарский А. А. Теория разностных схем. Москва : Наука, 1983. 616 с.
8. Bashar M Al-Zghoul, Wa'il Y. Abu-El-Sha'r. New Gaussian Plume Equation for the Impacts of Dust Storms on Radionuclide Transport Aerosol and Air. *Quality Research*. 2020. Vol. 20. Pp 119–127.
9. Біляєв М. М., Біляєва В. В., Берлов О. В., Калашніков І. В. Математичне моделювання затікання токсичного газу у приміщення при аварії на промисловому майданчику. *Математичне моделювання*. 2018. № 2 (39). С. 95–101.
10. Ilic P., Ilic S., Stojanovic Bjelic L. Hazard modelling of accidental release chlorine gas using modern tool – ALOHA Software. *Quality of Life. Publication in Natural Sciences*. 2018. № 8 (2). Pp. 38–45.
11. Ondrej Zavila, Pavel Dobes, Jakub Dlavka, Jan Bitta. The analysis of the use of mathematical modeling for emergency planning purposes. *The Science for Population Protection*. 2015. Vol. 2. Pp. 1–8.
12. Tseng J. M., Su T. S., Kuo C. Y. Consequence evaluation of toxic chemical releases by ALOHA. *Procedia Engineering*. 2012. Vol. 45. Pp. 384–392.

## REFERENCES

1. Basmanov A. Ye. and Govalenkov S. S. *Otsenka kontsentratsii opasnykh khimicheskikh veshchestv v vozdukh pri nepreryvnoy aktivnosti istochnika* [Estimation of the concentration of hazardous chemicals in the air with continuous source activity]. *Problemi nadzvichaynykh situatsiy* [Problems of Emergency Situations]. 2010, no. 12, pp. 21–27. (in Russian).
2. Berlyand M. Ye. *Prognoz i regulirovanie zagryazneniya atmosfery* [Forecasting and regulation of atmospheric pollution]. Leningrad : Gidrometeoizdat Publ., 1985, 273 p. (in Russian).

3. Zgurovskii M.Z., Skopetskii V.V., Khrutch V.K. and Biliaiev M.M. (). *Chislennoe modelirovanie rasprostraneniya zagryazneniya v okruzhayushchey srede* [Numerical simulation of the spread of pollution in the environment]. Kyiv: Naukova Dumka Publ., 1997, 368 p. (in Russian).

4. Marchuk G.I. *Matematicheskoye modelirovaniye v probleme okruzhayushchey sredy* [Mathematical modeling in the problem of the environment]. Moscow : Nauka Publ., 1982, 320 p. (in Russian).

5. Matsak V.G. and Khotsyanov L.G. *Gigienicheskoe znachenie skorosti ispareniya i davleniya para toksicheskikh veshchestv, primenyaemykh v proizvodstve* [Hygienic significance of the evaporation rate and vapor pressure of toxic substances used in production]. Moscow : Medgiz Publ., 1959, 231 p. (in Russian).

6. Pshinko A.N., Belyayev N.N. and Mashihina P.B. *Modelirovanie zagryazneniya atmosfery pri tekhnogennykh avariayah* [Modeling of atmospheric pollution during technogenic accidents]. Dnipropetrovsk : Nova Ideologiya Publ., 2011, 166 p. (in Russian).

7. Samarskiy A.A. *Teoriya raznostnykh skhem* [The theory of difference schemes]. Moscow : Nauka Publ., 1983, 616 p. (in Russian).

8. Bashar M. Al-Zghoul and Wa'il Y. Abu-El-Sha'r. New Gaussian Plume Equation for the Impacts of Dust Storms on Radionuclide Transport Aerosol and Air. Quality Research. 2020, no. 20, pp. 119–127.

9. Biliaiev M.M., Biliaieva V.V., Berlov O.V. and Kalashnikov I. V. *Matematychni modelyuvannya zatikannya toksychnoho hazu u prymishchennya pry avariyi na promyslovomu maydanchyku* [Mathematical modeling of toxic gas leakage into the premises during an accident on an industrial site]. *Matematychni modelyuvannya* [Mathematical Modeling]. 2018, no. 2 (39), pp. 95–101. (in Ukrainian).

10. Danijela Ilić Komatina, Jovana Galjak and Svetlana Belošević. Simulation of chemical accidents with acetylene in “messer tehnogas” kraljevo plant by “aloha” software program. Publication in Natural Sciences. 2018, no. 8 (2), pp. 38–45. URL: <https://doi:10.5937/univtho8-18014>.

11. Ondrej Zavila, Pavel Dobes, Jakub Dlavka and Jan Bitta. The analysis of the use of mathematical modeling for emergency planning purposes. The Science for Population Protection. 2015, no. 2, pp. 1–8.

12. Tseng J.M., Su T.S. and Kuo C.Y. Consequence evaluation of toxic chemical releases by ALOHA. Procedia Engineering. 2012, no. 45, pp. 384–392.

Надійшла до редакції: 12.11.2022.

УДК 519.6:504.3.054

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.271222.21.908

## АНАЛІЗ ДИНАМІКИ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МЕТОДОМ ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

БІЛЯЄВ М. М.<sup>1</sup>, *докт. техн. наук, проф.*,  
БЕРЛОВ О. В.<sup>2\*</sup>, *канд. техн. наук, доц.*,  
КОЗАЧИНА В. А.<sup>3</sup>, *канд. техн. наук, доц.*,  
НОЧВАЙ В. І.<sup>4</sup>, *канд. техн. наук, доц.*,  
РУСАКОВА Т. І.<sup>5</sup>, *докт. техн. наук, проф.*

<sup>1</sup> Кафедра гідравліки та водопостачання, Український державний університет науки і технологій, вул. Лазаряна, 2, 49010, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 273-15-09, e-mail: [water.supply.treatment@gmail.com](mailto:water.supply.treatment@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-1531-7882

<sup>2\*</sup> Кафедра безпеки життєдіяльності, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 247-16-01, e-mail: [berlov.oleksandr@pdaba.edu.ua](mailto:berlov.oleksandr@pdaba.edu.ua), ORCID ID: 0000-0002-7442-0548

<sup>3</sup> Кафедра гідравліки та водопостачання, Український державний університет науки і технологій, вул. Лазаряна 2, 49010, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 273-15-09, e-mail: [water.supply.treatment@gmail.com](mailto:water.supply.treatment@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-6894-5532

<sup>4</sup> Центр інновацій, Київський академічний університет, бул. Вернадського, 36, 03142, Київ, Україна, тел. +38 (095) 010-45-94, e-mail: [nochvai@gmail.com](mailto:nochvai@gmail.com), ORCID ID: 0000-0003-0288-8675

<sup>5</sup> Кафедра безпеки життєдіяльності, Дніпровський національний університет ім. О. Гончара, пр. Гагаріна, 18, 49010, Дніпро, Україна, тел. +38 (066) 394-52-14, e-mail: [rusakovati1977@gmail.com](mailto:rusakovati1977@gmail.com), ORCID ID: 0000-0001-5526-3578

**Анотація.** *Постановка проблеми.* Розглядається задача оцінювання рівня хімічного забруднення атмосферного повітря при виникненні екстремальної ситуації, що приводить до розливу гептилу на території промислового об'єкту. Здійснено аналіз формування зон забруднення як на промислових майданчиках, так і в сельбищній зоні, що розташована поблизу промислового об'єкту. Для рішення такої задачі потрібно створення багатофакторних математичних моделей, які дозволяють оперативно визначати області забруднення, що формуються під час екстремальної ситуації. **Мета роботи:** створити комп'ютерну модель для оперативного аналізу областей забруднення, що формуються під час аварійної емісії в атмосферу хімічно небезпечних речовин. **Методика.** Комп'ютерну модель створено на базі чисельної моделі, що є різницевим аналогом багатофакторного кінематичного рівняння масопереносу домішки в атмосферному повітрі. Рівняння масопереносу враховує тривимірне поле швидкості вітру, атмосферну дифузію, інтенсивність викиду хімічно-небезпечної речовини в повітря. Для чисельного інтегрування тривимірного рівняння масопереносу використовується чотирикорова кінцево-різницева схема розщеплення. Визначення концентрації хімічно-небезпечної речовини на кожному кроці розщеплення реалізується за явною формулою. Для розрахунку інтенсивності емісії хімічно-небезпечної речовини від зони аварійного розливу використовується емпірична залежність. **Наукова новизна.** Розроблено чисельну модель та здійснено її програмну реалізацію для оперативного аналізу формування областей аварійного забруднення в атмосфері. Модель враховує комплекс факторів, що впливають на процес поширення домішки в атмосфері. **Практична значущість.** Розроблено програму для розрахунку динаміки забруднення атмосферного повітря на базі запропонованої чисельної моделі. Це дозволяє методом обчислювального експерименту аналізувати наслідки аварійних розливів на території хімічно-небезпечних об'єктів. **Висновки.** Створено ефективний інструмент для оперативного аналізу рівня забруднення атмосферного повітря внаслідок емісії хімічно небезпечних речовин. Представлені результати обчислювального експерименту.

**Ключові слова:** аварійне забруднення атмосфери; гептил; чисельне моделювання; аварійний розлив

## ANALYSIS OF THE ATMOSPHERIC AIR POLLUTION DYNAMICS USING THE METHOD OF NUMERICAL SIMULATION

BILIAIEV M.M.<sup>1</sup>, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,  
BERLOV O.V.<sup>2\*</sup>, *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*,  
KOZACHYNA V.A.<sup>3</sup>, *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*,  
NOCHVAI V.I.<sup>4</sup>, *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*,  
RUSAKOVA T.I.<sup>5</sup>, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*

<sup>1</sup> Department of Hydraulics and Water Supply, Ukrainian State University of Science and Technologies, 2, Lazaryana St., Dnipro, 49010, Ukraine, tel. +38 (056) 273-15-09, e-mail: [water.supply.treatment@gmail.com](mailto:water.supply.treatment@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-1531-7882

<sup>2\*</sup> Department of Life Safety, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Architect Oleh Petrov St. Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (056) 756-34-57, e-mail: [berlov.oleksandr@pdaba.edu.ua](mailto:berlov.oleksandr@pdaba.edu.ua), ORCID ID: 0000-0002-7442-0548

<sup>3</sup> Department of Hydraulics and Water Supply, Ukrainian State University of Science and Technologies, 2, Lazaryana St., Dnipro, 49010, Ukraine, tel. +38 (056) 273-15-09, e-mail: [water.supply.treatment@gmail.com](mailto:water.supply.treatment@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-6894-5532

<sup>4</sup> Innovation Center Kyiv Academic University, 36, Academician Vernadsky Boul., Kyiv, 03142, Ukraine, tel. +38 (095) 010-45-94, e-mail: [nochvai@gmail.com](mailto:nochvai@gmail.com), ORCID ID: 0000-0003-0288-8675

<sup>5</sup> Department of Life Safety, Oles Honchar Dnipro National University, 72, Haharina Ave., Dnipro, 49010, Ukraine, tel. +38 (066) 394-52-14, e-mail: [rusakovati1977@gmail.com](mailto:rusakovati1977@gmail.com), ORCID ID: 0000-0001-5526-3578

**Abstract. Problem statement.** The task of assessing the level of atmospheric air chemical pollution in the case of an extreme situation resulting in a heptyl spill on the territory of industrial facility is considered. An analysis of the pollution zones formation both at industrial sites and in the residential area located near the industrial facility is conducted. To solve such a problem, it is necessary to develop multifactor mathematical models that allow for the rapid determination of the pollution areas formed in an extreme situation. **The purpose of the article.** To develop a computer model for operational analysis of pollution areas formed during the emergency emission of chemically hazardous substances into the atmosphere. **Methodology.** The computer model was developed on the basis of a numerical model, which is a differential analogue of the multifactor kinematic equation for impurities mass transfer in atmospheric air. The mass transfer equation takes into account the three-dimensional field of wind speed, atmospheric diffusion, and the intensity of the chemically dangerous substance release into the air. A four-step finite-difference splitting scheme is used for numerical integration of the three-dimensional mass transfer equation. Determination of the chemically dangerous substance concentration at each cleavage step is implemented according to an explicit formula. An empirical dependence is used to calculate the emission intensity of a chemically hazardous substance from the emergency spill zone. **Scientific novelty.** A numerical model was developed and its software implementation was conducted for the operational analysis of the formation of accidental pollution areas in the atmosphere. The model takes into account a complex of factors affecting the process of impurity propagation in the atmosphere. **Practical value.** A program was developed for calculating the dynamics of atmospheric air pollution based on the proposed numerical model. This makes it possible to analyze the consequences of emergency spills on the territory of chemically hazardous objects by the method of a computational experiment. **Conclusions.** An effective tool for operational analysis of the atmospheric air pollution level due to the emission of chemically hazardous substances is created. The results of the computational experiment are presented.

**Keywords:** *emergency atmospheric pollution; heptyl; numerical modeling; emergency spill*

**Постановка проблеми.** На території України існує значна кількість підприємств, що використовують або зберігають на своїй території хімічно-небезпечні речовини в значних об'ємах (аміак, хлор, гептил тощо). Екстремальні ситуації на території таких об'єктів можуть привести до викиду, розливу цих речовин, що створює значну загрозу як робітникам на підприємстві, так і мешканцям прилеглих сельбищних зон [4; 6]. Тому, дуже важливою задачею є оцінювання масштабу такого забруднення з метою вирішення двох важливих задач – аналіз областей забруднення з точки зору рівня безпеки та використання подібних даних для розробки стратегії захисту людей від токсичного ураження.

**Аналіз останніх досліджень.** Основою для визначення зон хімічного забруднення в Україні є методика ОНД-86 [2]. Методика надає можливість швидко розрахувати області забруднення, але використовує

низку параметрів, що не мають фізичного сенсу. Тому на даний час враховується, що така методика не відповідає сучасним вимогам, щодо математичних моделей, які розробляються для аналізу зон хімічного зараження при аварійних ситуаціях. Більш «потужними» математичними моделями є аналітичні моделі та моделі Гаусса [1; 3; 7; 10; 12]. Дані моделі враховують основні фізичні фактори, що впливають на формування областей забруднення. Але дані моделі не дозволяють враховувати зміну швидкості повітря з висотою та цей вплив на формування областей забруднення. Сучасним напрямом є розробка чисельних моделей, що мають дуже широкий діапазон використання та які дозволяють отримати зони хімічного забруднення практично для будь-яких аварійних ситуацій [4; 6; 11; 13].

**Мета статті.** Створення тривимірної математичної моделі та комп'ютерного коду для оцінювання областей хімічного

забруднення атмосфери, що формуються при аварійних розливах.

**Опис об'єкту.** Розглядається аварійний розлив гептилу на заводі «Південмаш». У 2016 році на тимчасове зберігання Міноборони передало «Південмашу» 95 тон гептилу, у тому числі 37 тон – некондиційного. Строк експлуатації резервуарів, де зберігається гептил, вичерпано. За відсутності коштів умови зберігання погіршуються і вже не можуть надійно забезпечувати необхідний рівень безпеки працівників підприємства та громадян міста. Тому виникає важлива задача прогнозування наслідків можливого аварійного розливу цієї небезпечної речовини на території підприємства.

**Методика.** Для прогнозування динаміки забруднення атмосферного повітря у випадку екстремальної ситуації, що приводить до розливу хімічно небезпечних речовин, буде використовуватися рівняння конвективно-дифузійного переносу домішки, що виражає закон збереження маси для хімічно небезпечної речовини, що потрапила в атмосферу [3; 9]:

$$\begin{aligned} & \frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial uC}{\partial x} + \frac{\partial vC}{\partial y} + \frac{\partial wC}{\partial z} = \\ & = \frac{\partial}{\partial x} \left( \mu_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \mu_y \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \\ & + \frac{\partial}{\partial z} \left( \mu_z \frac{\partial C}{\partial z} \right) + \\ & + Q_i(t) \cdot \delta(x - x_i) \cdot \delta(y - y_i) \cdot \delta(z - z_i), \end{aligned} \quad (1)$$

де  $C$  – масова концентрація домішки в атмосфері;  $\mu_x, \mu_y, \mu_z$  – коефіцієнти турбулентної дифузії;  $u(x, y, z), v(x, y, z), w(x, y, z)$  – компоненти вектору швидкості повітряного потоку;  $Q$  – кількість домішки, що потрапляє в атмосферу з часом;  $\delta(x - x_i) \cdot \delta(y - y_i) \cdot \delta(z - z_i)$  – позначка дельта-функції Дірака;  $x_i, y_i, z_i$  – координати точкового джерела викиду домішки;  $t$  – час.

Рівняння (1) доповнюється такими граничними умовами [9]:

1.  $C = 0$  – границя, де потік «входить» в область дослідження.

$$2. \left. \frac{\partial C}{\partial n} \right|_{\Gamma_2} = 0,$$

на границі «виходу» потоку.

3. поверхня  $z = 0$  – є твердою; на цій границі реалізується умова непротікання. Умова  $C = 0$  реалізується на площині  $z = H$ , де  $H$  – висота розрахункової області.

Оскільки рівняння (1) включає час як параметр, ставиться така початкова умова:  $C = 0$  для  $t = 0$ .

Вплив атмосферної дифузії на поширення домішки виражається за допомогою коефіцієнтів  $\mu_x, \mu_y, \mu_z$ . Значення цих коефіцієнтів розраховується таким чином [2; 3]:

$$\mu_x \approx \mu_y,$$

$$\mu_y = k_0 \cdot u,$$

$$\mu_z = k_1 \left( \frac{z}{z_1} \right)^m,$$

де  $k_0 = 0,1 \div 1 \text{ м}$ ;  $k_1 = 0,1 \div 0,2 \text{ м}^2/\text{с}$ ,  $m \approx 1$  – параметр.

Зміна швидкості вітру з висотою у розраховується за формулою:

$$u = u_1 \cdot \left( y / y_1 \right)^n,$$

де  $u_1$  – швидкість вітру на висоті  $y_1$ ,  $n = 0,16$ .

Таким чином, для прогнозування рівня забруднення атмосферного повітря при екстремальній ситуації, що приводить до викиду хімічно-небезпечних речовин в атмосферу, потрібно розв'язати рівняння (1) з відповідними краєвими умовами та параметрами, що відповідають стану атмосфери.

**Методика рішення.** Чисельне інтегрування рівняння (1) здійснюється за допомогою методу фізичного розщеплення та використання кінцево-різницевої схем. Має місце наступне рівняння [9]:

$$\left\{ \begin{aligned} & \frac{\partial \overset{1}{C}}{\partial t} + \frac{1}{2} \operatorname{div}(\vec{V}^+ \overset{1}{C}) + \frac{1}{4} \sigma \overset{1}{C} = \\ & = \frac{1}{4} \left( \frac{\partial}{\partial x} (\bar{\mu}_{1x} \frac{\partial \overset{1}{C}}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (\bar{\mu}_{1y} \frac{\partial \overset{1}{C}}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial z} (\bar{\mu}_{1z} \frac{\partial \overset{1}{C}}{\partial z}) \right); \\ & \frac{\partial \overset{2}{C}}{\partial t} + \frac{1}{2} \operatorname{div}(\vec{V}^- \overset{2}{C}) + \frac{1}{4} \sigma \overset{2}{C} = \\ & = \frac{1}{4} \left( \frac{\partial}{\partial x} (\bar{\mu}_{2x} \frac{\partial \overset{2}{C}}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (\bar{\mu}_{2y} \frac{\partial \overset{2}{C}}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial z} (\bar{\mu}_{2z} \frac{\partial \overset{2}{C}}{\partial z}) \right); \\ & \frac{\partial \overset{3}{C}}{\partial t} + \frac{1}{2} \operatorname{div}(\vec{V}^- \overset{3}{C}) + \frac{1}{4} \sigma \overset{3}{C} = \\ & = \frac{1}{4} \left( \frac{\partial}{\partial x} (\bar{\mu}_{2x} \frac{\partial \overset{3}{C}}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (\bar{\mu}_{2y} \frac{\partial \overset{3}{C}}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial z} (\bar{\mu}_{2z} \frac{\partial \overset{3}{C}}{\partial z}) \right) \\ & \frac{\partial \overset{4}{C}}{\partial t} + \frac{1}{2} \operatorname{div}(\vec{V}^+ \overset{4}{C}) + \frac{1}{4} \sigma \overset{4}{C} = \\ & = \frac{1}{4} \left( \frac{\partial}{\partial x} (\bar{\mu}_{1x} \frac{\partial \overset{4}{C}}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (\bar{\mu}_{1y} \frac{\partial \overset{4}{C}}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial z} (\bar{\mu}_{1z} \frac{\partial \overset{4}{C}}{\partial z}) \right); \\ & \frac{\partial \overset{5}{C}}{\partial t} = \sum_{i=1}^n Q_i(t) \delta(x-x_i) \delta(y-y_i) \delta(z-z_i). \end{aligned} \right. \quad (2)$$

В системі рівнянь (2) використовуються позначення:

$$\begin{aligned} \vec{V}^+ &= \{u^+, v^+, w^+\}, \quad \vec{V}^- = \{u^-, v^-, w^-\}, \\ u^+ &= \frac{u+|u|}{2}, \quad u^- = \frac{u-|u|}{2}, \quad v^+ = \frac{v+|v|}{2}, \\ v^- &= \frac{v-|v|}{2}, \quad w^+ = \frac{w+|w|}{2}, \quad w^- = \frac{w-|w|}{2}, \\ \bar{\mu}_{1x} &= \frac{\mu}{1 + \frac{u^+ \Delta x}{\mu}}, \quad \bar{\mu}_{1y} = \frac{\mu}{1 + \frac{v^+ \Delta y}{\mu}}, \\ \bar{\mu}_{1z} &= \frac{\mu}{1 + \frac{w^+ \Delta z}{\mu}}, \quad \bar{\mu}_{2x} = \frac{\mu}{1 - \frac{u^- \Delta x}{\mu}}, \\ \bar{\mu}_{2y} &= \frac{\mu}{1 - \frac{v^- \Delta y}{\mu}}, \quad \bar{\mu}_{2z} = \frac{\mu}{1 - \frac{w^- \Delta z}{\mu}}. \end{aligned}$$

Кожне рівняння системи (2) описує один напрямок переносу збурень через грані різничевої комірки. Різницевий аналог системи (2) записується таким чином [9]:

– перший крок:

$$\frac{\overset{1}{C}_{ijk}^{n+1} - \overset{1}{C}_{ijk}^n}{\Delta t} + (L_x^+ + L_y^+ + L_z^+) (\overset{1}{C}_{ijk}^{n+1} \xi + \overset{1}{C}_{ijk}^n (1-\xi)) + \dots, \quad (3)$$

$$+ \frac{\sigma}{4} \overset{1}{C}_{ijk}^{n+1/2} = \frac{1}{4} \left[ (M_{xx}^+ + M_{yy}^+ + M_{zz}^+) \overset{1}{C}_{ijk}^{n+1} + (M_{xx}^- + M_{yy}^- + M_{zz}^-) \overset{1}{C}_{ijk}^n \right].$$

де  $\xi \in [0, 1]$  – параметр

$$\overset{1}{C}_{ijk}^{n+1/2} = \frac{\overset{1}{C}_{ijk}^{n+1} + \overset{1}{C}_{ijk}^n}{2};$$

– другий крок:

$$\frac{\overset{2}{C}_{ijk}^{n+1} - \overset{2}{C}_{ijk}^n}{\Delta t} + (L_x^- + L_y^- + L_z^-) (\overset{2}{C}_{ijk}^{n+1} \xi + \overset{2}{C}_{ijk}^n (1-\xi)) + \dots \quad (4)$$

$$+ \frac{\sigma}{4} \overset{2}{C}_{ijk}^{n+1/2} = \frac{1}{4} \left[ (M_{xx}^- + M_{yy}^- + M_{zz}^-) \overset{2}{C}_{ijk}^{n+1} + (M_{xx}^+ + M_{yy}^+ + M_{zz}^+) \overset{2}{C}_{ijk}^n \right].$$

– третій крок – використовується різничеве рівняння (4);

– четвертий крок – застосовується диференційне рівняння (3);

– п'ятий крок записується як [8]:

$$\frac{\overset{5}{C}_{ijk}^{n+1} - \overset{5}{C}_{ijk}^n}{\Delta t} = \sum_{i=1}^n \frac{Q_i(t^{n+1/2}) \delta(x-x_i) \delta(y-y_i) \delta(z-z_i)}{\Delta x \Delta y \Delta z}. \quad (5)$$

В дискретному виді дельта-функція Дірака «розмазується» по об'єму різничевої комірки із збереженням сумарної кількості забруднення, дельта-функція дорівнює нулю скрізь, крім комірок, де розташоване  $i$ -те джерело забруднення.

В різницевих рівняннях використовуються такі оператори:

$$L_x^+ = \frac{u_{i+1,j,k}^+ C_{ijk} - u_{i,j,k}^+ C_{i-1,j,k}}{2\Delta x},$$

$$L_x^- = \frac{u_{i+1,j,k}^- C_{i+1,j,k} - u_{i,j,k}^- C_{i,j,k}}{2\Delta x},$$

$$L_y^+ = \frac{v_{i,j+1,k}^+ C_{ijk} - v_{i,j,k}^+ C_{i,j-1,k}}{2\Delta y},$$



$$L_y^- = \frac{v_{i,j+1,k}^- C_{i,j+1,k} - v_{i,j,k}^- C_{i,j,k}}{2\Delta y},$$

$$L_z^+ = \frac{w_{i,j,k+1}^+ C_{ijk} - w_{i,j,k}^+ C_{i,j,k-1}}{2\Delta x},$$

$$L_z^- = \frac{w_{i,j,k+1}^- C_{i,j,k+1} - w_{i,j,k}^- C_{i,j,k}}{2\Delta z}.$$

Якщо розглядається випарювання хімічно-небезпечної речовини від зони аварійного розливу, то для визначення кількості домішки, що випарюється, використовується емпірична формула [5]:

$$Q_w = (5,83 + 4,1V) P_H \sqrt{M},$$

де  $Q_w$  – кількість домішки, що потрапляє в атмосферу з часом,  $V$  – локальна швидкість повітря біля вільної поверхні зони розливу;  $P_H$  – тиск насиченої пари рідини;  $M$  – молекулярна маса рідини.

Здійснено програмну реалізацію розробленої чисельної моделі.

**Результати.** На базі розробленої чисельної моделі здійснено розрахунок зон аварійного забруднення атмосфери у випадку розливу гептилу на території заводу «Південмаш». Розглядалися модельні задачі: аварійний розлив гептилу біля промислової будівлі (рис.1). В першому сценарії, швидкість вітру складала  $u_1 = 8 \text{ м/с}$ , напрям вітру – східно-південний.



Рис. 1. Область дослідження: 1 – будівля, біля якої мав місце аварійний розлив

Розміри розрахункової області:  $L_x = 1 \text{ км}$ ,  $L_y = 0,6 \text{ км}$ . Зони хімічного забруднення показані далі на рисунках 2–4 (рівень  $z = 5 \text{ м}$ ) для різних моментів часу.



Рис. 2. Зона хімічного забруднення,  $t = 3,8 \text{ с}$   
 1 –  $C = 56 \text{ мг/м}^3$ ; 2 –  $C = 34 \text{ мг/м}^3$ ; 3 –  $C = 17 \text{ мг/м}^3$



Рис. 3. Зона хімічного забруднення,  $t = 58 \text{ с}$   
 1 –  $C = 51 \text{ мг/м}^3$ ; 2 –  $C = 29 \text{ мг/м}^3$ ; 3 –  $C = 15 \text{ мг/м}^3$



Рис. 4. Зона хімічного забруднення,  $t = 97 \text{ с}$   
 1 –  $C = 47 \text{ мг/м}^3$ ; 2 –  $C = 21 \text{ мг/м}^3$ ; 3 –  $C = 12 \text{ мг/м}^3$

В другому сценарії, швидкість вітру складала  $u_1 = 4 \text{ м/с}$ , напрям вітру – південно-північний. В даному сценарії аналізувалася динаміка формування областей забруднення в селбищній зоні, яка розташовується біля промислового об'єкту.

Розміри розрахункової області:  $L_x = 8 \text{ км}$ ,  $L_y = 4,5 \text{ км}$ . Зони хімічного забруднення показані далі на рисунках 5–8 (рівень  $z = 5 \text{ м}$ ) для різних моментів часу.

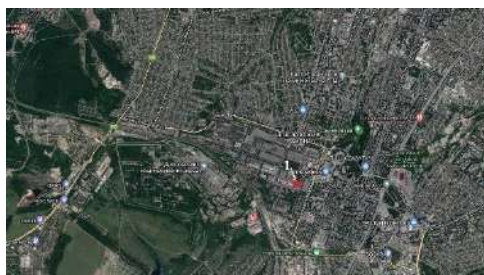


Рис. 5. Область дослідження: 1 – будівля, біля якої розглядається аварійний розлив



Рис. 6. Зона хімічного забруднення,  $t = 321$  с  
1 –  $C = 32$  мг/м<sup>3</sup>; 2 –  $C = 18$  мг/м<sup>3</sup>; 3 –  $C = 10$  мг/м<sup>3</sup>



Рис. 7. Зона хімічного забруднення,  $t = 854$  с  
1 –  $C = 29$  мг/м<sup>3</sup>; 2 –  $C = 16$  мг/м<sup>3</sup>; 3 –  $C = 9$  мг/м<sup>3</sup>



Рис. 8. Зона хімічного забруднення,  $t = 995$  с:  
1 –  $C = 24$  мг/м<sup>3</sup>; 2 –  $C = 13$  мг/м<sup>3</sup>; 3 –  $C = 6$  мг/м<sup>3</sup>

На рисунках 2–4 та 6–8 продемонстровано, яким чином розвивається область хімічного забруднення у випадку аварійного розливу небезпечної речовини. Чітко можна побачити, яким чином область забруднення «накриває» значну частину сельбищної зони та промислового майданчику, що створює очевидну загрозу токсичного ураження людей.

Відзначимо, що час розрахунку складає 5с.

**Наукова новизна та практична цінність.** Запропонована ефективна чисельна модель та комп'ютерна програма, що дозволяє визначати динаміку формування областей хімічного забруднення атмосфери під час аварійного розливу хімічно-небезпечних речовин. Чисельна модель враховує основні фізичні фактори, що обумовлюють поширення забруднюючих речовин в атмосфері. Ця модель може бути використана під час розроблення плану ліквідації аварійної ситуації на хімічно-небезпечному об'єкті.

#### Висновки.

1. За допомогою розробленої математичної моделі та створеного коду здійснено прогнозування процесу забруднення атмосфери у випадку аварійного розливу гептилу на території промислового об'єкту.

2. Результати розрахунку показали, що запропонована математична модель дозволяє на базі стандартної вхідної інформації отримати дані, що до визначення розмірів та інтенсивності областей хімічного забруднення, які формуються в атмосфері з часом.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Басманов А. Е., Говаленков С. С. Оценка концентрации опасных химических веществ в воздухе при непрерывной активности источника. *Проблеми надзвичайних ситуацій*. 2010. Вип. 12. С. 21–27.
2. Берлянд М. Е. *Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы*. Ленинград: Гидрометеиздат, 1985. 273 с.
3. Бруязкий Е. В. *Теория атмосферной диффузии радиоактивных выбросов*. Киев: Ин-т гидромеханики НАН Украины, 2000. 443 с.
4. Біляєв М. М., Біляєва В. В., Берлов О. В., Калашніков І. В. Математичне моделювання затікання токсичного газу у приміщення при аварії на промисловому майданчику. *Математичне моделювання*. 2018. № 2 (39). С. 95–101.



5. Мацак В. Г., Хоцянов Л. Г. Гигиеническое значение скорости испарения и давления пара токсических веществ, применяемых в производстве. Москва : Медгиз, 1959. 231 с.
6. Пшинько А. Н., Беляев Н. Н., Машихина П. Б. Моделирование загрязнения атмосферы при техногенных авариях. Днепропетровск : Нова ідеологія, 2011. 166 с.
7. Роуч П. Вычислительная гидродинамика. Москва : Мир, 1980. 412 с.
8. Самарский А. А. Теория разностных схем. Москва : Наука, 1983. 616 с.
9. Згуровский М. З., Скопецкий В. В., Хрущ В. К., Беляев Н. Н. Численное моделирование распространения загрязнения в окружающей среде. Киев : Наукова думка, 1997. 368 с.
10. Anthony Michael Barret. Mathematical Modeling and Decision Analysis for Terrorism Defense : Assessing Chlorine Truck Attack Consequence and Countermeasure Cost Effectivness : dissertation. Pittsburg, Pennsylvania, USA, 2009. 123 p.
11. Biliaiev M. "Numerical Simulation of Indoor Air Pollution and Atmosphere Pollution for Regions Having Complex Topography. *Air Pollution Modeling and its Application XXI (Springer)*. 2012. Pp. 87–91.
12. Ilic P., Ilic S., Stojanovic Bjelic L. Hazard modelling of accidental release chlorine gas using modern tool – ALOHA Software. *Quality of Life*. Vol. 9. 2018. Pp. 38–45.
13. Lacomme J.-M., Truchot D., Duplantier S. Application of an innovative risk dedicated procedure for both conventional and 3D atmospheric dispersion models evaluation. *18th International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes*. 2017. Pp. 1–5.

## REFERENCES

1. Basmanov A.Ye. and Govalenkov S.S. *Otsenka kontsentratsii opasnykh khimicheskikh veshchestv v vozdukh pri nepreryvnoy aktivnosti istochnika* [Estimation of the concentration of hazardous chemicals in the air with continuous source activity]. *Problemi nadzvichaynykh situatsiy* [Problems of Emergency Situations]. 2010, vol. 12, pp. 21–27. (in Russian).
2. Berlyand M.Ye. *Prognoz i regulirovanie zagryazneniya atmosfery* [Forecasting and regulation of atmospheric pollution]. Leningrad : Gidrometeoizdat Publ., 1985, 273 p. (in Russian).
3. Bruyaczkyj Ye.V. *Teoriya atmosfernoj diffuzii radioaktivnykh vubrosov* [Theory of atmospheric diffusion of radioactive emissions]. Kyiv : Institute of Hydromechanics of NAS of Ukraine, 2000, 443 p. (in Russian).
4. Biliaiev M.M., Biliaieva V.V., Berlov O.V. and Kalashnikov I.V. *Matematychni modelyuvannya zatikannya toksychnoho hazu u prymishchennya pry avariyi na promyslovomu maydanchyku* [Mathematical modeling of toxic gas leakage into the premises during an accident on an industrial site]. *Matematychni modelyuvannya* [Mathematical Modeling]. 2018, vol. 2 (39), pp. 95–101. (in Ukrainian).
5. Matsak V.G. and Khotsyanov L.G. *Gigienicheskoe znachenie skorosti isparennya i davleniya para toksicheskikh veshchestv, primenyemykh v proizvodstve* [Hygienic significance of the evaporation rate and vapor pressure of toxic substances used in production]. Moscow : Medgiz Publ., 1959, 231 p. (in Russian).
6. Pshinko A.N., Belyayev N.N. and Mashihina P.B. *Modelirovanie zagryazneniya atmosfery pri tekhnogennykh avariayah : monografiya* [Modeling of atmospheric pollution during technogenic accidents : monograph]. Dnipropetrovsk : Nova Ideologiya Publ., 2011, 166 p. (in Russian).
7. Roache P.J. *Vychislitel'naia gidrodinamika* [Computational Fluid Dynamics]. Moscow : Mir Publ., 1980, 412 p. (in Russian).
8. Samarskiy A.A. *Teoriya raznostnykh skhem* [The theory of difference schemes]. Moscow : Nauka Publ., 1983, 616 p. (in Russian).
9. Zgurovskii M.Z., Skopetskii V.V., Khrutch V.K. and Biliaiev M.M. *Chislennoe modelirovanie rasprostraneniya zagryazneniya v okruzhayushey srede* [Numerical simulation of the spread of pollution in the environment]. Kyiv : Naukova Dumka Publ., 1997, 368 p. (in Russian).
10. Anthony Michael Barret. Mathematical Modeling and Decision Analysis for Terrorism Defense : Assessing Chlorine Truck Attack Consequence and Countermeasure Cost Effectivness : dissertation. Pittsburg, Pennsylvania, USA, 2009, 123 p.
11. Biliaiev M. Numerical Simulation of Indoor Air Pollution and Atmosphere Pollution for Regions Having Complex Topography. *Air Pollution Modeling and its Application XXI (Springer)*. 2012, pp. 87–91.
12. Ilic P., Ilic S. and Stojanovic Bjelic L. Hazard modelling of accidental release chlorine gas using modern tool – ALOHA Software. *Quality of Life*. Vol. 9, 2018, pp. 38–45.
13. Lacomme J.M., Truchot D. and Duplantier S. Application of an innovative risk dedicated procedure for both conventional and 3D atmospheric dispersion models evaluation. *18th International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes*. 2017, pp. 1–5.

Надійшла до редакції: 20.11.2022.

УДК 711.4+72.01

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.271222.28.909

## АРХІТЕКТУРНО-МІСТОБУДІВНІ АСПЕКТИ МАНДАЛИ

ВОРОБІЙОВ В. В.<sup>1\*</sup>, канд. арх., доц.,  
ШИЛО О. С.<sup>2</sup>, ст. виклад.

<sup>1\*</sup> Кафедра архітектурного проектування та містобудування, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (068) 424-98-19, e-mail: [vivavo151151@gmail.com](mailto:vivavo151151@gmail.com), ORCID ID: 0000-0003-1539-3196

<sup>2</sup> Кафедра архітектурного проектування та містобудування, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (098) 212-48-80, e-mail: [olgashilo2016@gmail.com](mailto:olgashilo2016@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-9869-5474

**Анотація. Постановка проблеми.** В історії містобудування протягом недавніх 150–200 років зникла втрата наступності із досягненнями архітектурно-містобудівних знань, напрацьованих поколіннями архітекторів планети у минулі епохи. Будівлі та споруди стали створюватися як формально-«прагматичні» об'єкти, що протистоять об'єктивним законам астропланетарних обмінних зв'язків, просторово-часова матриця функціонування яких завжди була основою для будівництва різних об'єктів у культурі всіх без винятку народів та цивілізацій минулого. Енергоінформаційна поверхня материків виявилася зруйнованою. Під містами виник так званий «чорний шум» – провісник планетарних і регіональних природних катастроф, які з'являються в місцях руйнування силових ліній обмінних зв'язків між планетою Земля і Великою Космічною Сіткою – свого роду каркасом Всесвіту. Мережі міст ХХ століття обірвали ці лінії та відключили нашу планету від Світобудови. Чим це може завершитися далі – припустити не важко. Однак і сама планета Земля почала входити в нову область галактичного простору, неврахування зв'язків якого настільки ж небезпечні, як і руйнування сітчастих зв'язків між Землею і Космосом. У результаті насправді Світ землян опинився нині на порозі таких фізичних та енергетичних змін середовища, які за їх подальшого розвитку викличуть до трансформації континентів, народів, держав, економік, чисельності населення землян. Все це вимагає негайного пошуку виходу з низки небезпек, що насуваються. Як відомо, все нове – це добре забуте старе. Потрібно згадати стародавні вчення про архітектуру і містобудування, і адаптувати їх стосовно сучасних, до того ж умов, що продовжують змінюватися. Серед спадщини минулих епох, які потрібно відродити та переосмислити – вчення про Мандалу – унікальну багатовимірну структуру, основу на морфогенезі простору та часу Всесвіту, які й застосовувалися колись для створення будівель та населених місць. *Meta statmi* – розкрити архітектурно-містобудівні аспекти Мандал та показати, як вони можуть використовуватись у сучасних умовах.

**Ключові слова:** Мандала; архітектурно-містобудівні аспекти Мандали; багатовимірність Мандали; просторово-часові властивості Мандали; фрактальність Мандали; осірування Мандали; голограми Мандали; формоутворення архітектурно-містобудівних об'єктів на основі Мандали

## ARCHITECTURAL AND URBAN PLANNING ASPECTS OF THE MANDALA

VOROBIOV V.V.<sup>1\*</sup>, Cand. Sc. (Arch.), Assoc. Prof.,  
SHYLO O.S.<sup>2</sup>, Senior Lect.

<sup>1\*</sup> Department of Architectural Design and Urban Planning, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (068) 424-98-19, e-mail: [vivavo151151@gmail.com](mailto:vivavo151151@gmail.com), ORCID ID: 0000-0003-1539-3196

<sup>2</sup> Department of Architectural Design and Urban Planning, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (098) 212-48-80, e-mail: [olgashilo2016@gmail.com](mailto:olgashilo2016@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-9869-5474

**Abstract. Problem statement.** In the history of urban planning over the past 150–200 years, the historical continuity of the uniquely deep architectural and urban planning knowledge developed by generations of architects of the planet has disappeared. As a result, buildings and structures began to be created as formal-pragmatic objects opposing the objective laws of astroplanetary exchange connections, the spatio-temporal matrix of functioning has always been the basis for the construction of various objects in culture all peoples and civilizations of the past without exception. The energy-informational surface of the continents was destroyed. Under the cities, the so-called “black

noise” arose – a harbinger of planetary and regional natural disasters that appear in places of power lines destruction of exchange links between the planet Earth and the Great Cosmic Grid – a kind of Universe frame. The networks of the 20th century cities cut off these lines and disconnected our planet from the Universe. How this may end further is not difficult to guess. However, the planet Earth itself began to enter a new region of galactic space, the failure to take into account the properties of which are just as dangerous as the destruction of the reticulate links between the Earth and the Cosmos. As a result, in fact, the World of earthlings is now on the verge of such physical and energy changes in the environment, which, with their further development, will lead to the transformation of continents, peoples, states, economies, and the population of earthlings. All this requires an immediate search for a way out of a series of impending dangers. As you know, everything new is a well-forgotten old. It is necessary to remember the ancient teachings about architecture and urban planning, and adapt them in relation to modern conditions, which, moreover, continue to change. Among the legacy of past eras that need to be revived and rethought is the doctrine of Mandalas – unique multidimensional structures that were once used to create buildings and populated areas. **The purpose of the article** is to reveal the architectural and urban planning aspects of mandalas and show how they can be used in modern conditions.

**Keywords:** *Mandala; architectural and town-planning aspects of the Mandala; multidimensionality of the Mandala; spatio-temporal properties of the Mandala; the fractality of the Mandala; touching the Mandala; holograms of the Mandala; shaping of architectural and urban planning objects based on the Mandala*

*«Все, що б не придумала людина на Землі, вже давно вигадали наші предки. Причому зробили це набагато краще за нас».*

*«Все, що б не придумала людина, вже є у нашому Всесвіті.*

*І у багатьох варіантах. Навіть те, чого не може бути, якось теж може бути».*

*«Побачу – повірю, сказав чоловік. Повіриш – побачиш – сказав Всесвіт».*

*«У кожному з нас є атоми, які були частиною зірок, тих, що вибухнули мільярди років тому».*

*(З манускриптів Стародавньої Мудрості)*

*«Якщо ви хочете пізнати секрети Всесвіту – думайте її одиницями вимірювання енергії, частоти та вібрації».*

*(Микола Тесла – видатний сербсько-американський інженер та вчений-фізик, винахідник в галузі електротехніки та радіотехніки)*

**Постановка проблеми.** Мандала розкриває топологічну основу формування будь-яких енергетичних та інформаційних структур, що діють у безперервних нескінченних зв'язках Всесвіту. Зв'язкові вібрації, заповнюючи весь простір, мають характер багатовимірних голограм. Голограма сучасного континууму, в якому будь-який елементарний обсяг простору, включаючи простір усередині будівель чи населених місць, містить інформацію про весь простір нашого Всесвіту. Зчитування цієї інформації дозволить вписатися в події, що виникають спочатку у якихось вищих вимірах. Або, інакше, увійти до гармонійних резонансних зв'язків із Світами Причин. Тобто вбудуватися в режим Осірування Всіх вищих вимірювань, що йдуть за кількістю, Світів. Осірування – це входження у вісь

Всесвіт на основі резонансних налаштувань організму та його біополя – одна з базових технологій, вбудованих у Мандалу.

У вченні про Мандалу говориться, що носіями фізичних полів є не об'єкти, а сам Простір. А точніше, простори з різним числом вимірів, вкладені один в одного за особливими правилами. Із цими просторами пов'язують і Ноосферу. Але Ноосферу як форму Всесвітнього Розуму, що пронизує всі Світи та Реальності, всі простори з будь-яким числом вимірів. А не як Ноосферу в трактуванні В. І. Вернадського. Звідси випливає завдання: будь-яка будівля чи поселення повинні створюватися як об'єкти, властивості яких акумулюють ті чи інші аспекти енергоінформаційного поля Ноосфери, у тому числі через відповідну геометрію форм будівель і генерального

плану населеного місця в цілому, незалежно від його величини, матеріалів і локації на поверхні нашої планети [2–4].

**Аналіз публікацій**, у яких можна було б побачити вирішення цього завдання, показав: публікації хоч і є, але вони нечисленні, фрагментарні, вибіркові і не розкривають архітектурно-містобудівні та пов'язані з ними суміжні аспекти Мандали у необхідному обсязі та повноті.

Більше того, вони взагалі не показують особливості взаємозв'язку з мандалою як людини в цілому, так і особливості такої взаємодії у чоловіків і жінок, включаючи півкулі їх мозоку, де діє правило: в чоловічому мозоку домінують внутрішньо півкульні нейронні зв'язки; усередині мозоку жінки – міжпівкульні. Обидві моделі по-різному реагують на енергоінформаційні процеси, створювані мандалою.

Це – не технічна технологія входження людини у Єдине Знання, тобто Сполучене Знання. Вирвавшись з обмежень знань локальних, фрагментарних, які не мають холистичності. Людина виводиться з дискретного мислення, не стійкого і не надійного, в континуальне всеприсутнє мислення, не відокремлене від Єдиного Інформаційного поля всіх Світів і Реальностей, Простору всіх вимірів, число яких дуже велике. І в Ведах воно описане цілком чітко. У той час як сучасна наука поки що намагається зрозуміти, скільки вимірів просторів може бути в принципі.

Для входження до континуального (всеприсутнього) мислення в Мандалу вбудовані різні правила визначення внутрішньої поляризації простору, які потрібно налаштовувати на відповідні яруси (вимірювання та частотні діапазони) Всесвіту. У них виникають зони «згущення» (термін не коректний, але інших у лексиконі людини на даному етапі її Буття немає) Ноосферних енергоінформаційних структур, які виглядають у рамках стереометричного семикольорового зору людини як яйцеподібні та кулясті формації.

Це не відповідає їх істинним абрисам, оскільки в просторах різних вимірів одна і та ж форма виглядає не так, як у просторі з

меншим числом вимірів, і зовсім не так у просторі з більшим числом вимірів. У нашому світі кулясті та яйцеподібні обсяги «висять» у певних зонах простору приміщення. Вони входять до складу різних поляризаційних феноменів, індивідуальних для кожного різновиду геометричних форм кожної кімнати, кожної будівлі, кожного населеного місця. Енергія та інформація (у вигляді полів обертання) сюди надходить різними способами, які залежать від того, як будь-який простір з більшим, ніж наш, числом вимірів, транлює себе (проекує себе) в наш простір трьох вимірів. (Кількість вимірів у нашого простору у вченні про Мандала теж уявляється іншою, далекою від тривимірності).

Підкреслимо: всі зображення, що описуються в подібних випадках, багатовимірні і багаточасні (показані в минулому, теперішньому і майбутньому одночасно). Тут також все не так буквально і не так однозначно. Поняття «простір» та «час» дуже умовні. У Мандалі не про них йдеться взагалі. Але поки що ці поняття в Мандалі використовуються. Сучасна наука теж ставить під сумнів факт існування «простору» і «часу», про що у своїх наукових працях писали Ейнштейн, Ровеллі та інші. Для тих, хто вчення про Мандала освоїв у повному обсязі, Світи Причин та Наслідків через Мандалу розкриваються в особливій структурній організації, в інших кольоровостях (наприклад, у світлокольорі, тобто самосвітлому кольорі, а не відбитому семикольорі, відомому звичайним людям; у кольорах вищих октав буття, які людиною з дискретним типом мислення просто не спостерігаються за визначенням), в інші властивості.

Мандала – це техніка нетехнічного вектора еволюції. Людина тут не є споживачем інформації. Вона – учасник роботи Всесвітнього мозку. Через нього йдуть енергоінформаційні потоки такого рівня, в яких він повинен бути ланкою в процесі прийому, переробки та передачі інформації Світобудови.

У Мандалі структура біополя людини та просторових зв'язкових кристалів

вибудовується в систему, в якій дискретна інформація, тобто диференційована структура інформаційних відображень, у традиційному сучасному розумінні простих людей виключається. Вона тут інша [2–4]. Вона тут є безперервною семантикою безперервності сенсів. А не дискретною семантикою, хоча і це порівняння теж дуже умовне.

Згідно з навчанням про мандалу архітектурні конструкції будівель повинні розроблятися у системі «октант» (у системі восьмипроменевої Мандали). У цьому випадку вони морфологічно їй вторитимуть і, відповідно, входять у енергоінформаційний, у тому числі – морфічний, резонанс з «етажеркою» вкладених один в одного силових кристалів планети Земля, народжених кожним із попередніх періодів її космічної історії. Який, своєю чергою, народжує свою морфологію силового каркаса-кристала планети. І яка не повторюється у будь-якому попередньому та в кожному наступному періоді.

Строго кажучи, оскільки Мандала у певному сенсі (з великої кількості інших її смислів) є модель перетину основних багатовимірних космічних сил, властивих конкретному астропланетарному циклу, яких – тисячі, але не чотири, якими оперує сучасна академічна наука, то зрозуміло, що кількість сил при зміні циклів (при зміні зони локації руху планети Земля у складі Сонячної системи у просторі рукава Нашої Галактики) змінюватиметься. Вони ж, у свою чергу, перебудують фракталізацію простору та її внутрішні властивості, необхідні людям для зведення будівель та поселень як на Землі, так і на Місяці, на Марсі, на інших планетах Сонячної системи. Саме тому всі викладені в інтернеті без професійних пояснень види Мандали наразі виглядають інакше.

Кутові моменти в системі «октант» є для архітекторів акумуляторами комплексної інформації з Ноосфери. У стародавніх текстах вона має низку інших назв. У тому числі – Семіосфера, Хроніки Акаші та багато інших. Термінологічні

відмінності не слід вважати синонімами. Різні за редакцією терміни говорять про те, що кожен із них є системою роботи з якимось набором властивостей енергоінформаційного поля Землі в системі його вкладення в те чи інше інформаційне поле Сонячної системи, системи місцевого зоряного скупчення (включаючи систему Сіріуса, з яким пов'язане Сонце), і так далі – рівня Галактики, Метагалактики і вище. Де також існують кристалічні ґратки щільностей елементів, що заповнюють Всесвіт – насамперед – галактик. Зараз її називають Великою Космічною Сіткою, видимими елементами якої є галактичні нитки та увійди – порожнечі між ними. У давнину вона називалася Великою Сіткою Індри. Вона завжди проекційно фрактилізувала себе у структурі мозоку людини, що доведено сучасними дослідженнями.

Кристалоподібна структура нашого світу як вмістище Вселенського Розуму, за вченням про Мандалу, давно приваблювала мислителів усіх часів та народів. Аристотель, Платон, Кеплер і сонми інших геніїв Стародавності вирішили багато проблем ідеї оптимального компонування правильних геометричних тіл або фігур. Ці Великі Уми Історії зрозуміли, як потрібно заповнювати простір багатограничними тілами, включаючи будинки, міста з різноманітною забудовою. Адже вона теж кристалоподібна. (Але проблема в тому, що в наші дні формоутворення будівель та міст зовсім не збігається з правилами формоутворення та локації на місцевості з правилами входження до сіток сил). Можна вважати, що стародавні вчені проникли в Ієрархію Розумних багатовимірних просторів Світобудови. Підключилися до них на основі резонансу і стали їх частиною.

Зараз деякі напрями знань починають формувати сучасні версії заповнення простору на мікро-, мезо-, макро- та метарівнях. Приклад – сучасна теорія фулеренів для мікропросторів. Або теорія щільних упаковок та теорія багатовимірних фракталів. Перелік теорій оптимального

заповнення простору можна продовжувати. Але ця робота – лише у початковій фазі.

У Мандалі закладено багато морфологічних принципів та потенцій. Серед них – ідея природної зірчастої, багатопелюсткової (як у лугових чи лісових квітів), а також спіралеподібних (на основі різних математичних чисел) форм розвитку фізично проявлених об'єктів (будівель, споруд, міст). Мандала розкриває закони прояви (ніби вивалювання) фізичних форм із просторів поза нашого, умовно тривимірного світу.

Перелічені формоутворення є системами місць концентрацій і розрядок різних властивостей просторів із тим чи іншим числом вимірів. Ці форми найкраще резонують на зв'язкові явища в Галактиці та у Всесвіті, оскільки спираються на морфологію вихорів обертання – торсіони. Тут принцип фрактальності реалізується у найбільш коректному вигляді. Це полягає в початкових визначеннях поняття «культура». Культура сприймається як уявлення про спочатку задані сенси, за допомогою яких людство може побудувати систему універсально пов'язаних парадигм нових просторів, які мають культуру Майбутнього.

Культура є технологія проходження справжньої програми еволюції Світла. Тобто негентропійної програми. Тоді як поняття «цивілізація» – явище ентропійне. Бо будується на основі законів термодинаміки. Вся техніка та всі технології розробляються на основі такого підходу. І сучасна архітектура – теж. Один із законів термодинаміки (друге начало) вказує, що всяка матеріальна система, одного разу виникнувши, прагне свого самознищення. Парадокс у тому, що негентропійна Мандала з початку попередньої астропланетарної епохи почала застосовуватись як ентропійний шаблон з усіма наслідками для основних, у тому числі сучасних, цивілізацій на планеті Земля: європейської, православної, китайської, японської, індійської, ісламської, африканської та латиноамериканської.

В даний час зароджуються нові цивілізації, про які теж пишуть, але й вони поки що за своєю природою негентропійні. Іншими словами, настав час почати формувати сучасні уявлення про Мандалу як Велику Спадщину Минулого, адаптовану до нових космічних, а чи не до інших, умов. Потрібно вивести Мандалу з туману історичного забуття. Востаннє така спроба була за доби Європейського Ренесансу. Але не довгою. Після чого настала нова смуга забуття.

Мандала – Єдина Глобальна модель Всесвіту. Завдяки принципу та структурі Мандали, людина, як і весь «простір – час», відбивається в космічній безмежності в будь-якій точці Світобудови. Так працює вся Вселенська Мережа Індри [2–4].

Так само світобудова відбивається в будь-якій точці баріонної та енергоінформаційної анатомії людини. А також у всьому, що її оточує. Відбивається у всіх іпостасях, включаючи трансцендентну.

Про трансцендентну сутність 2 400 інваріантів Мандали розповідають стародавні трактати. Один з них належить до індо-тибетської гілки буддизму. Його сповідують і в жовтошапковому ламаїзмі. (Для довідки: у жовтошапкових лам з Тибету та інших регіонів, тобто у носіїв знань про Мандалу, в тому числі про її застосування в архітектурі та містобудуванні, на початку 90-х років ХХ століття В. В. Воробйов, один з авторів цієї статті, проходив трирічне навчання основ Мандали; хоча перші занурення у ці знання він отримав у 1977–1979 роках від буддистів Хакасії, що мешкали в улусах, загублених на сопках, порослих лісами, місцевих гірських кряжах, а також у невеликому містечку Ужур). Трактат називається «Ганджур». В інших прочитаннях – «Канджур», «Конжур», «Кангюр»). «Ганджур» – канонічне зібрання законів, складене із сутр і тантр, перекладених із санскриту тибетською мовою у VIII–XIII століттях. У відкритому друку в повному обсязі його немає.

Мандала структурується у всіх видах симетрій, у просторах із різним числом



вимірів. Вона містить зв'язок між різними перетвореннями, що відбуваються як у макрокосмосі, так і в мікрокосмосі. У процесах глобальних та мікроскопічних.

Мандала створена в дуже віддалені від нас часи. Вона виявляє найголовніші єдині зв'язки в Людині та Космосі – спектрально-променеві, вібраційно-звукові та інші, які структуруються і в людині, і в різних світах певної потенції творчого принципу. Тобто психічної діяльності у взаємозумовлених життєвих процесах еволюції [1; 5].

Усі розумові процеси у Людині та у Природі підпорядковуються єдиним законам Космосу. У кожній точці простору вони гартуються, структуруються, виробляють Великий Життєвий Обмін. Людина, як і все людство, віддзеркалює свою духовну (енергоінформаційну) сутність у всіх світах. Ось чому давні народи стверджували, що людина одночасно живе у багатьох світах, ці світи живуть у ній. За Єдиними Законами Природи, згідно з вченням про Мандалу, Людина є Відображенням світів [1; 5].

Найвищим рівнем розвитку духовної свідомості є поліфонічна уява, де кожному звуку відповідає своя система геометричних форм просторів із певним числом вимірів. Розвиток поліфонії, розкритої в Мандалі, на всіх енергетичних потоках мислення дає вільний вихід, політ, зв'язок із мисленням інших світів. Виникає те, що на Сході називають словом «саторі» – «осаяння»; або – «інсайт» – миттєве здобуття знань для вирішення потрібного питання.

За Вченням про Мандалу, Розум – це структура, що знаходиться поза головою людини, поза її мозоку. Мозок (з урахуванням впливу серця) диспетчеризує процеси налаштування на ті чи інші тематичні діапазони Розуму Світобудови. Парадокс у тому, що Розум у земному варіанті, у світі людей – ворог Духовності. Ворог Духу. Оскільки його ввели в інверсію – перевели з негентропії до ентропії.

В архітектурі та містобудуванні це проявляє себе по-різному. Але дуже наочно. Наприклад, мріючи про технократичні екополіси, людина створює в їх обличчі ще більш витонченого вбивцю природи.

Всесвітньо відомий еколог і філософ ХХ століття Ауреліо Паччеї сказав із цього приводу так: *«Сформулювавши загальну теорію матерії, людство так і не спромоглося зайнятися загальною теорією життя»*. І додав: *«Нерозумний прояв вільної волі у процесі перетворення біосфери став фатальним. Протиборство двох систем, що самоорганізуються – біосфери і техносфери, одна з яких пожирає іншу, пройшли точку неповернення»*. А між тим, людина – істота космічна, і її завдання безперервно пов'язані з перетворенням (переведенням) на більш високочастотний режим Буття планети і Космосу.

Людина, згідно з ученням про Мандалу, створена для того, щоб послідовно освоювати планету за планетою, переводячи їх у більш високочастотний статус відповідно до циклів еволюції умовно кільцеподібних «поясів – верств», що утворюються навколо Центру нашої Галактики та Центру нашого Всесвіту. Однак питання про центри – теж не просте; оскільки насправді центрів немає. Поняття «центр» – явище нашого зору та бінарної логіки – найнедосконалішої, як стверджують стародавні манускрипти. А не колонізувати планети механічно, за допомогою техніки та технологій. І переводити адекватно на більш високі частоти себе. Як свідчить одна давня східна мудрість, *«Людина із зірки народжується, людина на зірку перетворюється»*. Згідно з давніми вченнями, ми – 23-тє людство на планеті Земля; 16 людств, які піддали технократії ентропійного типу, самознищили себе. Інші, негентропійні, пішли шляхом переходу в високовібраційні діапазони Буття, пішовши з низькооктавних частот. Давно відомо, що справжню історію Землі треба оприлюднити. Але поки що цього не сталося [2–4].

Людина не прив'язана до конкретних планет. Прив'язки – згідно зі Східними системами поглядів – Велике Зло, яке відводить людей від їх духовно-космічної природи. Але прийнявши прив'язки, людство пішло шляхом війн і

взаємознищення – і народів, і планети в цілому.

Генетично Людина – істота, що подорожує континуальними потоками Світобудови, перетворюючи його. У подорожах вона перетворюється і сама. Тобто поступово переводить себе у все більш і більш високі частоти, поступово розщільнюючи тіло і переходячи у форми життя енергоінформаційні. Мандала – інструкція руху цим шляхом.

На відміну від Людини, Земля має у своїй структурі особливий прошарок космічного походження. Він призначений для зв'язку планети із Космосом. Виконує важливу роль у накопиченні інформації про перебіг еволюції в кожному тілі планети та взаємного відображення всіх процесів, що входять до тонкоматеріальних планів на фізичному плані. У зв'язку з цією властивістю, що відбиває, він називається дзеркалом.

Дзеркало розмежовує низхідні плани еволюції Землі з висхідними планами (Світами). Перші керують розвитком мінералів, рослин та тварин. Другі призначені для майбутнього еволюційного розвитку та виконують різноманітні творчі завдання за участю людини.

Мандала – інструмент, що пов'язує фізичний світ Землі, людей, з тонкими планами Світобудови, фізика яких інша. І закони інші, відмінні від законів фізичного світу.

Мандала – семагліф роботи свідомості. *«Таємниця еволюції свідомості полягає у його здатності збільшувати реальність у міру того, як вона зростає та трансформується» (Г. Сколимовський).* Необхідне поєднання з Єдиним Знанням, поєднання «своєї» свідомості з Єдиною Свідомістю Космосу. Доки людина роз'єднана з Єдиною Свідомістю, вона ще й не людина. Так стверджують стародавні тексти.

Мандала демонструє космічні рівні свідомості та місце свідомості людини у цих рівнях. Звідки показує коди виходу архітектуру Людини Сполученого Знання [2; 3].

Висновок зі сказаного: якщо людина має рівень «особистої» свідомості, що є частиною концептуальної структури Творця Космосу (назвемо його так), то, підвищуючи цей рівень свідомості, людина може досягти космічної свідомості, переводячи себе із фізичного тіла в напівфізичне – напівенергетичне, а потім – лише енергоінформаційне, зі збільшенням кількості органів чуття від п'яти сучасних до сотень, а потім – тисяч – у новій якості. У цьому полягає еволюція людини у її фізичному тілі. По суті Мандала – інструмент руйнування фізичного світу для переходу у світ енергетичний. І ідеальні міста епохи Відродження – не міста з високою естетикою і «правильним» суспільством, а міста для стрибка у вищі частоти. Скасувати чи змінити цей процес неможливо.

Єдиним способом досягнення цієї мети є переорієнтація людської спільноти на визначальний фактор життя – фактор людської свідомості, що визначає й екологічний стан планети, соціально-економічний розвиток суспільства. Людство не може жити і розвиватися, втративши розуміння істинної культури Єдності зі Світобудовою.

Місія Мандали – включення у зв'язок із Світобудовою. Включення через те, що в давнину вважалося Великою Порожнечою. Сама Мандала така ж давня, як і ця Пустота. Велика Пустота розглядалася як джерело всього сущого. Хоча насправді Пустотою вона ніколи не була.

Абсолютне Ніщо або Абсолютне Щось на Сході представлене дуже складною, глибинною теорією. Як і поняття «Абсолютна пустота». Поняття «Дещо» вивчається і сучасними вченими. У тому числі – у рамках теорії фізичного вакууму.

Ця теорія стверджує, що у навчанні про Мандалу було відомо навіть не тисячі, сотні тисяч років і більше (якщо врахувати, що знання про неї перейшли від попередніх людств). Наприклад, те, що таке первинні інформаційні поля. У цій статті термінологія адаптована до нашого часу; в давнину ці поняття мали інші терміни, включаючи

східні, від Стародавніх Людств, що технологічно перевершують наше сучасне людство багаторазово, на порядки. Наприклад, вони створювали форми керованим викривленням простору або його ущільненням, а також з'єднанням просторів із різним числом вимірів; про це говорять тибетські та інші манускрипти. Вже тоді було відомо, що первинні поля обертання (торсіони) переносять інформацію без перенесення енергії. Яка у цьому процесі заважає. При цьому вони поширюються зі швидкостями, що перевищують швидкість світла. Саме тому вони використовуються в молитовних та медитативних практиках усіх відомих в історії релігій та філософських навчань минулого.

Суворо кажучи, ці та інші давні уявлення про наш світ зараз за багатьма позиціями підтверджуються вченими. Наприклад, на тлі війни в Україні залишився абсолютно непоміченим той факт, що Нобелівську премію за 2022 рік присудили дослідникам, які довели, що нашого світу не існує.

Саме ця властивість полів обертання дозволила перейти на проектування поселень як особливих, багатоплоскових, багатодіапазонних приймально-передавальних антен, зв'язок якими із заданими адресатами здійснюється миттєво.

Використання теоретичних знань про первинні та вторинні поля обертання дозволяє створювати нові високоефективні технології, у тому числі – в архітектурі, містобудуванні та територіальному плануванні регіонів і континентів загалом. Знаючи це, секретні служби всіх економічно розвинених країн Світу в ХХ столітті намагалися проникнути в таємні сховища знань Колишніх Людств та здобути технологічні секрети Мандал, а також інших не менш різючих систем. Доступ до яких і зараз або неможливий, або реальний тільки для людей з особливими якостями, що визначається далеко до підходів до сховищ. Визначається часто за тисячі кілометрів до місця знань.

«Мисливці за давніми секретами» від спецслужб (таємні місії) намагалися

отримати технології миттєвого зв'язку незалежно від відстаней, намагалися отримати секрети створення суперречовин із властивостями, що не піддаються поясненням із позиції так званого здорового глузду дуальної, дискретної логіки, і ще безліч досягнень, володіння якими дозволило б здобути владу над світом. Але на Сході з цього приводу існує такий мудрий вислів: *«Пізнання речей не повинно випереджати пізнання космічної сутності людини»*. А в храмі в Дельфах над входом вибита схожа, але іншими словами сказана фраза: *«Пізнай себе, і ти пізнаєш Світ»*.

Альтернативні вчені намагаються дещо з таких знань розкрити та описати мовою сучасної науки. Наприклад, 1988 року Г. І. Шипов завершив наукову програму під загальною назвою «Програма Загальної відносності та теорія фізичного вакууму». В рамках цієї програми встановлено новий фізичний принцип – принцип Загальної відносності і знайдено вакуумні рівняння, що є сукупністю геометризованих рівнянь Гайзенберга, геометризованих спінорних рівнянь Ейнштейна, геометризованих спінорних рівнянь Янга – Міллса, які отримали міжнародне визнання і названі ім'ям автора. По суті – це одне з підтверджено інформацію, закладену в Стародавній Мандалі.

Графічний варіант Мандали для архітектурно-містобудівних цілей досить «простий» з позиції його двовимірності: коло, в яке вписаний квадрат, з вершинами по сторонах світу; та між протилежними вершинами – діагоналі.

От і все. Але! Далі все впирається у системи спеціальних практик роботи з цим семагліфом. Опис практик – настільки специфічна тема, що розгледіти її в цій статті неможливо. Так само як і опис попередніх перенастроїв людини в контексті її фізичної та біополевої анатомії. На це часом витрачаються роки. Якщо цей курс спробує розповісти пізнане тому, хто не проходив підготовку, передачі знань не відбудеться. Спрацюють спеціальні механізми, що виключають таку можливість. Повний курс підготовки займає

20 років щоденних занять за спеціальною програмою.

Іншими словами, незважаючи на простоту, підтекст вище згаданого семагліфа містить гіпервеличезний масив інформації. Семагліф, орієнтований по сторонах світу, розбитий на чотири основні сектори, у складі яких велика кількість малих підсекторів із вкладеними ортосітками. У результаті кожен сектор, його градус дуги, осередок ортоматриці, кожен пояс, що виділяється щодо центру Мандали (Центру Осірування Світів), а також багато інших ділянок, виділення яких робиться за допомогою спеціальних графічних побудов, розкривають певні вібрації, пов'язані: з групою крові людини; резонансною геометрією архітектурної форми (на основі тієї чи іншої геометрії – Рімана, Лобачевського, Декарта та багатьох інших); адекватною формою, кольором; звуком музичного інструмента (духового, струнного, ударного та інших); запахом; видом діяльності; психотипом людини; типом її мислення; типом симетрії матеріальних об'єктів; типом геометрії «простору – часу» у структурі доби, тижня, місяця, сезону року та історії в цілому; стихією; астрознаком; півкулею мозку; розміром геометричних форм; типом духовних світів (у вищих частотних діапазонах від рентгенівського і далі) – для входження в резонанс; з типами хвороб; з оптимальним положенням тіла під час сну щодо сторін світу; з особливостями компонентів крові, з великою кількістю інших властивостей видимого та невидимого світів у нашому Всесвіті. У колишній Мандалі таких властивостей близько 2 400.

Вище зазначалося, що космічні умови, які проектують себе на Землю, змінюються. Змінюється і положення магнітного і північного полюсів – з давно описаних у науці причин. У результаті структура Мандали зараз теж змінюється. Знання законів, за якими можна побудувати її зміни та галузі та діапазони застосування – теж окрема тема. Поки що лише зазначимо, що вона існує. Строго кажучи, у зв'язку зі

сказаним, необхідно організувати у країні НДІ Мандали нового типу. Для сучасних та майбутніх напрямків використання її інформації.

Мандала дає зв'язок: між видами енергії, у тому числі – магнітною та електричною; стиском і розтягненням простору та вкладених у нього геометричних форм; розкриває особливості використання великих та малих за розміром геометричних форм, а також мініатюрних та малих форм у будинках та спорудах; дає технологію показу місць актуалізації будівель конкретного функціонального призначення, а також генеральних планів населених місць із конкретним видом симетрій, асиметрій та їх комбінаторик; демонструє космічні види рахунку, математики (заснованих не так на абстрактних числах дуальної логіки, але в сутнісній логіці Вселенського Буття, де немає поняття «складання», «віднімання» тощо, але є дії входження у системи безперервних зв'язків, і навіть інші явища у Всесвіті); демонструє зв'язок між особливостями сприйняття архітектурно-містобудівних форм і датами (моделями матриць життя, зумовленими конкретною ритмозадавальною комбінаторикою векторів сил від космічних джерел на момент його народження); дає зв'язок психотипу людини з рівнями підсвідомості, свідомості, надсвідомості, надсвідомості та космічної свідомості (у тому числі – з позиції рефлексійного споживання архітектурно-містобудівних просторів у будинках та населених місцях).

Мандала показує зв'язок усіх її якостей відносно геометричних абрисів орографічної структури місцевості як за вертикальними відмітками рельєфу, так і в рамках їх умовно двовимірного «прочитання» топографічної карти; у тому числі – у контексті еніороботи величин ухилів рельєфу та їх здатністю генерувати відповідні діапазони первинних та вторинних інформаційних потоків, що пронизують усі вібраційно-енергетичні діапазони Всесвіту миттєво.

Мандала, маючи особливі якості всіх елементів свого внутрішнього поляриза-

ційного підтексту, дає зв'язок між здоров'ям людини, видом захворювань та метрикою простору у геометричних обсягах будівель, споруд, населених місць.

До однієї з внутрішніх поляризацій Мандали – секторної, спроектованої на кожну опуклу форму рельєфу, в ідеалі – на кожен пагорб незалежно від його величини та ступеня наближеності до циркульності у плані, додається хроматична поляризація простору за принципом генерації енергоінформаційних багатопелюсткових та багатоярусних «квітів» у зовнішньому та внутрішньому своєму просторі – свого роду діаграм спрямованості власних та прийнятих випромінювань. Тобто працюючи за принципом все тієї ж приймально-передавальної антени, контури якої в кожному конкретному випадку свої, і вони не повторюються в інших місцях.

Мандала дає зв'язок між геометричним абрисом будівель та споруд та швидкістю ходу часу всередині об'єкта та навколо нього. Вони різні.

Людина, що перебуває в поясі (кільці) відповідної кольоровості та інших вище перерахованих якостей середовища, отримує активізацію адекватного за вібраціями «шару» свого біополя. Хоча насправді в ньому не «шари», а системи одномоментного вкладення різних частот, для чого потрібно мати картограму особистої енергоінформаційної анатомії людини. Вона завжди індивідуальна, як відбитки пальців. Людина прагнучим виконувати те, що максимально когерентне цим частотам. Те саме виникає в людині при попаданні в геометричну форму будівлі та поселення, створену як симбіоморфо-резонансний елемент у системі прямих та зворотних зв'язків між даним місцем та світами Всесвіту різних частот.

Сучасні Мандали, як говорилося вище, відрізняються від стародавніх прототипів, які можна знайти в інтернеті, але без розкриття їх архітектурно-містобудівних якостей. Більше того, ці прототипи подаються в режимі «жовтої» преси, як забави для залучення грошей, успіху, егоцентричного (прив'язного) кохання,

здоров'я, але все це – звичайне обдурювання і технологія приховування справжніх властивостей цього унікального досягнення древніх мудреців. Це зроблено також спеціально, щоб ідея Мандали була збережена в товщі темних століть втрати справжніх будівель давнини. Щоб у призначений час воскреснути для світу, як воскресає міфологічний птах Фенікс – символ метеорита Бен-Бен із сузір'я Оріона.

Досягнення Стародавніх Носіїв Знань потрібно помітно коригувати у міру входження нашої планети та всієї Сонячної системи у нову астропланетарну епоху. Такі епохи відраховуються від базових космічних центрів, які у Всесвіті визначають матриці сходження просторових векторів сил. Одним із таких джерел, щодо якого коригуються сучасні версії Стародавньої Мандали, є Потрійний Сіріус, система із трьох зірок у сузір'ї Великого Пса. Існують Мандали на основі розрахунків від джерела в сузір'ї Дракона, сузір'ї Оріона, сузір'я Тельця (Плеяди), а також ряд інших.

Всі такі мандали створювалися у відповідні астропланетарні епохи. І всі вони включають вібрації рукава Оріона – Лебедя у структурі Нашої Галактики, званої зараз як галактика Чумацький Шлях, що не коректно. Оскільки Чумацький Шлях, який ми зараз уночі бачимо в небі – це і є той самий рукав Оріона – Лебедя, але не сама галактика як така. Її справжнього вигляду із Землі не видно.

І тут з'являється вихід ще на одну таємницю Мандали – таємницю її прив'язки до космічних джерел силових векторів, що визнають Життя Землі. Те, що ми бачимо в небі – це дуже далеке минуле, яке віддаляє нас на тисячі, сотні тисяч і більше років залежно від відстані до конкретної зірки. А прив'язки Мандали потрібно робити в режимі «зараз-на-зараз».

Як визначити справжнє положення джерела ритмозадавальних циклів, теж можна з'ясувати за допомогою Мандали. Астрофізика наших днів підбирається до цього питання, але дуже повільно. Яскравий приклад – досліді академіка Н. А. Козирева, мета яких – пошук сучасних уявлень про

час. У тому числі – для створення зіркових карток у режимі «зараз - на - зараз».

Про необхідність корекції мандали в інтернеті, природно, не повідомляється нічого. Не розкриваються і розрахункові технології до виконання корекцій. Не згадується і те, що технології архітектурно-містобудівного застосування Мандал стосовно заданих географічних довготи і широти місцевості можуть мати багато варіантів. Правила вибору «швидкості ходу» окремого часу – також окрема тема.

В узагальненому вигляді це чи надсистемні, навіть надматеріальні технології; або технології на основі обліку прив'язки Мандали до конкретної точки географічного простору. За надсистемного використання за допомогою Мандал у просторі різних частот формуються різні довжини хвиль електромагнітного спектра, невидимі звичайним зором людини. Утворюються особливі багатовимірні формації, що створюють нові риси впливу простору на людину. Їх число регулюється. Образно кажучи, це «ніби» різні мережі, що світяться, різної кольоровості, в осередках яких виникають нові планетарні умови. Відбувається переклад фізичного світу, який поки що існує в режимі частот попереднього астропланетарного циклу, в режим більш високих частот астропланетарного циклу.

Насправді вид таких морфоструктур – не мережевий (у розумінні стереометричного зору людей). Ці форми – форми світів із великою кількістю вимірів у світі із «нашим» числом вимірів. Для пояснення такої проекції потрібна система геометричних побудов, які слід викладати у спеціальному курсі.

Зазначимо: рання спроба пояснити концепцію додаткових вимірів з'явилася в 1884 році з публікацією роману про плоску землю Едвіна А. Еббота «Флатландія: романтика безлічі вимірів». Дія в романі розгортається в плоскому світі, званому «Флатландія», а оповідь ведеться від імені мешканця цього світу – квадрата. Якось уві сні квадрат опиняється в одновимірному світі – Лайнландії, мешканці якої (трикутники та інші двовимірні об'єкти)

представлені у вигляді ліній, та намагається пояснити правителю цього світу існування 2-го виміру, однак діходить висновку, що його неможливо змусити вийти за рамки мислення та подання лише прямих ліній.

Читач може сам пошукати продовження цієї теми у науковій літературі, ми ж зазначимо, що зараз фахівці намагаються створити уявлення про багатовимірні простори через різні прийоми. У тому числі через гіперкуб. Гіперкуб – це узагальнювальна назва куба у похідній кількості вимірів. Прийнято, що всього є десять вимірів, плюс точка (нульовий вимір).

Відповідно, існує одинадцять видів гіперкуба. Далі йдуть кроки щодо побудови тесеракта – гіперкуба четвертого виміру. А потім йдуть у бік наступних вимірів, що йдуть вище.

Ще одна теоретична область сучасної математики – теорія суперструн. Математика, що використовується в теорії суперструн, вимагає не менше 10 вимірів. Тобто для рівнянь, які описують теорію суперструн та для того, щоб пов'язати загальну теорію відносності з квантовою механікою, для пояснення природи частинок, для об'єднання сил і т. д. необхідно використовувати додаткові вимірювання. Ці виміри, на думку теоретиків струн, загорнуті у згорнутий простір, спочатку описаний Калуцей і Кляйном.

Проте все це – лише етапи руху до інформації про багатовимірність, закладені в Мандалі. У стародавніх ведичних джерелах, пов'язаних з ученням про Мандали, зазначаються простори з дуже великою кількістю вимірів. Наприклад, у цих текстах стверджується, що насправді є простори, кількість вимірів яких – мільярди.

Сучасна академічна наука такі числа не готова обговорювати. Ні підтвердити це, ні спростувати вона поки що не може через відсутність необхідних знань.

Настала необхідність розпочати підготовку фахівців з архітектурно-містобудівних аспектів використання технологій, закладених у Мандалі.

Одним словом, Мандала за своїм змістом є надгеніальною. Мандала – такий собі пристрій, який вимірює все, що тільки може уявити собі людина. У цьому – її місія. І робить це вона не за допомогою технологій датчиків із різними чутливими елементами різного типу, а за допомогою нетехнічних технологій – особливих графічних схем, що дешифрують все і вся. Це багатовимірні нетехнічні технології, що поєднують усі знання про людину, соціум, планету та Світобудову в Єдину Систему.

Щоб отримати такий ефект у сучасних умовах, потрібно об'єднати зусилля великої кількості галузевих НДІ та витратити на цю роботу тисячі років, оскільки перевірюваність багатьох процесів вимагає саме такого часу. Тому створювалися Мандали не шляхом спостережень та експериментів у земному просторі, а шляхом виходу на багатовимірні енергоінформаційні ресурси розумного Всесвіту, тобто шляхом виходу з тривимірності до простору з великою кількістю вимірів. Звідки «видно все як на долоні, навіть процеси, які у нашому вимірі тривають мільйони чи мільярди років; там вони як процеси завдовжки кілька хвилин. У їх системі координат». Але для прикладного застосування знань у «тривимірності Землі» це адаптувалося для архітектури, містобудування, медицини, природокористування, матеріалознавства, творчості, державного будівництва та всіх інших векторів діяльності людей.

Про розумність Всесвіту все частіше говорять на найвищих міжнародних наукових форумах.

Мандала – це пристрій без електроніки, механіки, хімічних чи інших процесів. Це пристрій енергоінформаційний, таємниця і суть якого в тому, що закладена в Мандалу конфігурація семагліфа є якась антена і концентратор розумної субстанції простору. Субстанція «згущується» всередині Мандали. Мандала стає тілом «розумної хмаринки», невидимої, але реальної. Мандали, згідно з ученням про них, – особливий вид живих і розумних сутностей іномірного виду. За допомогою Мандали

люди, утримуючи частинку Розуму, зберігали її у стані абсолютної сполученості з Розумом Світобудови. Люди знали, що розумність Всесвіту можна «згущувати» за допомогою одних геометричних форм, і «розряджати» – за допомогою інших.

Мандала – це пристрій для ущільнення або згущення розумних субстанцій простору Всесвіту. Або, інакше – фракталів якостей Світів із вищим числом вимірювань у світі тривимірному, земному. Фрактали проектують себе лише у форми з адекватними, резонансними властивостями.

Мандала – це конструкція для зв'язку безлічі фізик різних реальностей у щось ціле. Вона, як графема-семагліф, викликає певні ментальні стани синхронізації з енергоінформаційним полем і Землі, і Галактики та Світобудови загалом.

У Китаї, Тибеті та Японії зараз використовують два види Мандал, що символізують різні аспекти буття: «гарбха – дхату» («утробний світ»), світ інволюції, в якому розвиток походить від Єдиного до Множинного; звідси і саме слово «розвиток» – розвиток Цілого на частини, як на окремі нитки, розвивають канат, або жіночу косу; і «ваджра-дхату» («алмазний світ»), світ еволюції, «сплітання» множини в Єдине.

Якщо перекладати різні аспекти Мандал давнини в глосарії сучасних наукових тезаурусів, це вимагатиме «адаптувальників» спеціальної підготовки у багатьох сучасних галузях знань. У тому числі – у галузі квантової механіки, загальної теорії відносності, теорії петльової гравітації та багатьох інших. Але й їх не вистачить, оскільки в Мандалі є сфери інформації, про які сучасна поки що нічого не знає. Або тільки починає вивчати.

Наприклад, при проектуванні Палацу Космічної Свідомості нової астропланетарної ери, який на початку 90-х років ХХ століття передбачалося створити на острові Хортиця, що на Дніпрі (м. Запоріжжя; архітектор В. В. Воробйов), було використано правила обліку фінслерової геометрії – одного з узагальнень риманівської геометрії. У фінслеровій

геометрії розглядаються різноманіття просторів з фінслерової метрикою, що дозволяє наблизитися до ідеї Осірування Світів – однієї з ключових технологій, вбудованих у Мандалу всіх типів.

Під час розроблення цього проекту проводилися експерименти щодо виявлення архітектурного потенціалу простору Бервальда – Моора. Це знадобилося у зв'язку з тим, що нині робляться спроби створення фізичної теорії, альтернативної класичної релятивістської фізики, у якій замість простору Мінковського використовується простір Бервальда – Моора. Це може визначити підходи до багатомірної архітектури та містобудування. Тобто показати один із варіантів шляхів створення *трансконвертаційної триалектичної космоекологічної архітектури та містобудування* (терміни введені В. В. Воробйовим у 2018 році). На жаль, з об'єктивних причин проект виявився нереалізованим, але робота над ним стала важливим етапом на шляху розроблення принципів трансконвертаційної триалектики [2; 4].

У 2400 варіантах архітектурно-містобудівних Мандал важливе місце посідає «Васту Пуруша Мандала». Вона не одна серед інших унікальних Мандал, але вона в числі особливих. Це «простий» геометричний малюнок, що містить квадрат або квадрати. Він вміщує в собі й інші геометричні фігури. Найпоширеніша композиція такої Мандали складається з 64 ( $8 \times 8$ ) або 81 ( $9 \times 9$ ) квадратів, у яких центральна зона недоторканна, оскільки через неї реалізується принцип фрактальної проекції Вищих Світів (просторів з великою кількістю вимірів) до нашої видимої людиною як семикольоровий, фізичний світ.

Колись цей малюнок служив моделлю стародавніх міст, створених на основі кристалографічних принципів організації морфоструктури простору забудови. Сітчастоподібна (на основі кристалографії) сітка вулиць та будівель взаємодіяла з морфоструктурою регулярних геобіологічних мереж (енергоінформаційних каналів

нашої планети) – силового каркасу Землі, що зв'язує її з кристалоподібною Великою Сіткою Всесвіту. Тобто Васту Пуруша Мандала – це певна діаграма, що в основі своїй являє собою відбиток упорядкованого світу (хоча питання про моделі упорядкованості і сам факт «існування» упорядкованості – питання окреме) і набуває форми, що розкривається Вселенським Пурушем у виявленому світі.

Сітка Васту сполучає генеральний план поселення та план окремої будівлі з кристалоподібною структурою Всесвіту, вводячи обидві системи у резонансні відносини. Робить їх співналаштованими одна на одну. Васту Пуруша Мандала – енергоінформаційна система. У ній виходять із того, що **простір не має форми**. Але коли частина простору відокремлюється і виявляються його межі, він набуває форми, характеру і вібрації. У просторі виникають якісь незримі явища чи процеси, зумовлені геометричними абрисами його форми та її положенням у просторі географічного ландшафту. При цьому важливу роль відіграє й орієнтація цієї форми у просторі регіону щодо напрямів «північ – південь» та «схід – захід».

У системі Васту горизонтальні, вертикальні та діагональні лінії в Мандалі є меридіанами, через які функціонують космічні енергопотоки. І Мандала стає живою. Точки чи вузли, де у всіх напрямках утворюються хрести, називаються мамрами. Вони подібні до точок акупунктури людини.

У попередню астропланетарну епоху, що розпочалася 18 лютого 3102 р. до н. е., люди в спорудженні будинків та поселень почали відходити від принципів резонансної настройки на космопланетарні цикли, вкладені в епоху. І щоб це не завдало населенню великої шкоди, були розроблені компромісні системи: Васту-Піраміда; архітектурно-містобудівні янтри; Меру-Чакра (тривимірний аналог Шрі Янтри); інші.

Знаменитий давньоримський архітектор, механік і вчений енциклопедист Вітрувій (Марк Вітрувій Полліон, бл. 80–70 рр. до н. е. – після 13 р. до н. е.), по суті, просто



скопіював вчення Васту, представивши його під своїм ім'ям і назвавши цю «працю» «De re architectura». Насправді цей текст – слово в слово повторення розділу з «Манасара» – класичної книги Васту. Плагіат тут очевидний.

Інший відомий архітектор Стародавнього Світу, Андреа Палладіо (справжнє ім'я Андреа ді П'єтро да Падова (Andrea di Pietro da Padova, Andrea di Pietro della Gondola) (30 листопада 1508, Падуя – 19 серпня 1580, Віченца) – італійський архітектор пізнього Відродження венеціанської школи), який, разом із Вітрувієм, увійшов до всіх підручників з історії архітектури і представлений там до теперішнього часу, теж використав архітектурно-містобудівне вчення Васту, створивши всесвітньо відомий архітектурний стиль, названий палладіанським.

У загальноприйнятій теорії архітектури та містобудування туманно повідомляється, що палладіанство – це оригінальна течія в архітектурі європейського класицизму, заснованого на переосмисленні античних традицій. І – жодного слова про те, що і тут – безцеремонне копіювання різних властивостей Мандали. Палладіо будував церковні та світські споруди. Його теоретичний трактат «Чотири книги про архітектуру» (1570) приніс йому загальне визнання, а видатні будівлі викликали безліч наслідувань у різних країнах Європи та Америки. Але таємницю Мандали цей автор навмисне не згадує. Адже ідеї Палладіо закріпилися в Західноєвропейському Ренесансі назавжди, і він шанується як великий архітектор цієї епохи. Зодчий, який ретельно приховав космічний генезис формоутворення будівель та міст, зображення яких доступні за книгами.

Не менш історично одіозні тамплієри, які створили готичну архітектуру Західної Європи. Створили виключно на основі застосування одного з унікальних інструментів, вкладених у Мандалу в контексті ефекту осування Світів у рамках ефектів, що антенують. Таємні вібраційні вигини чоловічого хребта (у жінки вони

інші), що виникають у потоці опускання та підйому у ньому космічних енергій – важлива частина задумки. Хребет людини, разом із черепом, у цій схемі – найважливіша антенуюча структура людини.

Важливими елементами готичної архітектури, призначеними до виконання цієї місії, є пінаклі і фіали, що встановлюються зверху контрфорсів і утворюють дискретну периметральну енергоінформаційну приймально-передавальну багатовимірну антену. Свою роль в ефекті антенування відіграють аркбутани (хоча не завжди їх створювали), контрфорси біля стін, і навіть нервюри склепінь готичних храмів. Усі вони метрично розраховані з урахуванням певних математичних побудов. Коли під час чергової меси у готичному храмі запускається механізм антенування, стіни сакральної будівлі фізично вібрують так сильно, що це видно неозброєним поглядом. Стіни «ходять ходуном», вигинаються у зовнішній та у внутрішній простір. Як мембранна коробка приладу. Приклад – собор Нотр-Даам-де-Парі (фр. Notre-Dame de Paris) – католицький храм у центрі Парижа, один із символів французької столиці. До пожежі, яка почалася 15 квітня 2019 року, цей ефект стін був унікальним.

У всіх цих прикладах Осірування має свій образ: Древо Світу. Образ Древа Світу – один із найважливіших у Стародавності. Його суть – фрактал Древа у біопольовій анатомії людини, вбудований у фрактал Древа Світу в осі Мандали, що входить у резонанс із Деревом Світобудови. У Мандалі й у людині фрактали Древа Світу «ростуть» корінням із неба, а чи не із Землі.

Інструкції про правила активізації внутрішнього, біопольового Древа Світу кожної людини протягом століть нашої ери створювалися на фасадах будинків. Включно з Катеринославським періодом історії міста Дніпро. Ці інструкції – у вигляді орнаментів, що нагадують дерево або навіть гілляста квітка з вертикально-осьовою симетрією, що нагадує про яруси світів із великою кількістю вимірів, який у

цю астропланетарну епоху треба виконувати налаштування психофізіології людського організму.

Приклад – образ Древа Світу на фасадах готелю «Україна» у Дніпрі.

У барельєфах на фасадах Древо Світу росте ніби із Землі, а не з неба. Але суперечності тут немає. Є незнання правил, як читати ці зображення. Включаючи правила перевероту зображення в кожному з вищих Світів. Тобто таємниця переверотів – у тому, що вважати початком відліку. А воно може бути відмінним один від одного. По всій Європі такі символи Древа Світу на будинках – тотальні. Що говорить про збереження цих технологій тими, на кого покладена історична місія.

Васту Шастра має більш давню назву – «Стхапаття – Веда Махаріші». Це ведичне (від слова «відати», «знати») вчення про архітектуру та містобудування, це найбільш давня та вища система планування країн (творення, образно кажучи, генеральних планів відразу цілих держав), міст і сіл відповідно до планетарно-космічних законів, а не забаганка так званої «економічної зумовленості». Яка і знищила давні підходи до створення правильних поселень та окремих будівель. Вчення Васту Шастра – це окремий випадок вчення про прикладні Мандали, що використовуються не взагалі, а в умовах окремих астропланетарних епох та їх внутрішніх циклів різної тривалості. Підкреслимо: за умов окремих циклів.

Вони виявляють себе в Нашій Галактиці як частини Нашого Всесвіту. Проте у структурі Мандали закладено знання як про Наш Всесвіт, так і про інші всесвіти у складі Мультивсесвіту (у складі Всесвіту). У ведичних текстах говориться, що їх (всесвітів у Всесвіті) – 622 трильйони. Інші всесвіти мають інші геометричні форми, структури та інші властивості.

Іншими словами, справжня історія архітектури – це історія формотвірних систем та правил їх прив'язки до місцевості на основі духовних (енергоінформаційних) потоків та адекватних кожному з них навчань. Ніколи і ніде не з'являлися

архітектурно-містобудівні напрямки, включаючи напрямки нашого часу, за якими у прихованій формі, з тим чи іншим ступенем чистоти чи спотворень, не стояла б якась космогонічна та космологічна парадигма.

Колись на території сучасної України, за часів трипільської культури, у соціальній та більш ранні періоди, поселення створювалися як фрактали народження, життя і смерті Всесвіту – за Ю. А. Шиловим – найвідомішим археологом нашої країни. Через кожні 60 років (цикл Сіріуса) усі жителі виходили з поселення та підпалювали його. І дивилися, стоячи осторонь, як гине ще один Всесвіт. А потім переходили в Новий, який щойно народився, Всесвіт (нове поселення). Але вони не просто дивилися. Це була особлива технологія налаштування на Світи Всесвіту. Термін «мешканець» тоді розглядався інакше. Це той, хто лише йде до стану людини. Але він ще не людина! Не людина Всесвіту!

Сліди Стародавніх Мандал на фасадах старовинних будівель Дніпра (будівель XVIII – початку XX століття) дуже поширені. І якби такі будівлі активно не руйнували, колекція архітектурних Мандал була б унікальною. Наприклад, у Дніпрі ще зустрічаються солярні Мандали різних типів, Мандали Східного типу – чотиричастинні, особливо поширені на кованих декорах козирків над входами до прибуткових домів часів Катеринослава, інші. Всі ці форми є або проєкціями реальних процесів та об'єктів Космосу на Землю, або моделями-фракталами самих об'єктів, що належать не до нашого світу. А що стосується світів із великою кількістю вимірів, спроектованих за тими чи іншими правилами в наш простір, резюмуємо.

1. Стародавні Творці (назвемо їх умовно так) Мандал для архітектурно-містобудівних цілей володіли знаннями призначення геометричних абрисів будівлі або населеного місця як просторів для «наповнення» розумною субстанцією просторів із тим чи іншим числом вимірів, що йде вище.

2. Простір Всесвіту розглядався ними як розумна структура.

3. Утворивши геометричну форму певної геометричної конфігурації, Творці залучали до неї за законом «подібне притягається до подібного» (у той час як у дуальному фізичному світі одна до одної притягуються протилежності, доповнюючи одна одну), «частину» такої субстанції.

4. «Частина» задавала рівень налаштування біополевої структури людини на певний космічний розум, або на певну планету іншої зірки, звідки прибули на Землю предки тих, хто в той чи інший момент історії проживав у конкретному географічному місці.

5. Налаштування відбувалися лише за дотримання людьми певних принципів життя. Тобто за певних вібрацій трьох структур: Духу, душі та тіла; окремо – серця, правої півкулі мозку та лівої півкулі; хребта, черепа та шишкоподібної залози.

6. Антенуючим пристроєм для налаштування на відповідний ієрархічний рівень Космічного Розуму було те, що називається внутрішнім «рослинним» тілом (внутрішнім Деревом) людини, головними частинами якого були енергоканали сушумна, іда та пінгала, пов'язані з фізичною та енергетичною шишкоподібною залозою і далі – з енергоінформаційними вузлами налаштувань на Вісь Світобудови, що йде поза тілом людини.

7. Вищою формою архітектури та містобудування була архітектура не матеріальна, зрима фізично. А архітектура тонкополева, незрима, енергоінформаційна, створювана шляхом застосування мірності простору енергоінформаційною силою конкретної людини. Мандалні технології дозволяли застосовувати архітектуру простору та часу.

### Висновки

1. Архітектурно-містобудівні аспекти Мандали, адаптовані до умов нового астропланетарного циклу, дозволять перейти на принципово нове розуміння антропогенного заповнення простору регіонів та локальних територій, засноване на поверненні стародавніх знань про схеми взаємодії Землі, людини, та споруд зі структурою Космосу на основі резонансно-осьового підходу.

2. В результаті поетапного переведення населених місць на принципи, закладені в Мандалі, у вигляді космологічних, космогонічних та астрофізичних принципів, людство поверне планеті Земля можливість включення у Велику Сітку Світобудови, а собі – статус космічної Сутності – частини розумного Всесвіту.

3. У ході повернення справді космічного статусу планеті [6] і собі люди почнуть переводити себе і середовище в більш високі частоти, що і закладено в об'єктивних законах Буття.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Археoaстрономія : астрономічний енциклопедичний словник. За заг. ред. І. А. Климишина та А. О. Корсунь. Львів : Голов. астроном. обсерваторія НАН України, Львів. нац. ун-т ім. Івана Франка, 2003. 27 с.
2. Воробйов В. В. Екополіс – світ зоряного майбутнього. Книжка XXI століття. Дніпро : Журфонд, 2020. 812 с.
3. Воробйов В. В. Енергоінформаційні проблеми тераформування планет. До основ фізичної взаємодії. *Вихідні положення нової наукової парадигми інноваційних технологій охорони здоров'я, освіти та філософії системного мислення планетарної цивілізації планети Земля : матер. XII Міжнар. наук.-практ. конф. Міжнар. академії біоенерготехнологій (22–23 жовтня 2021 р.)*. За наук. ред. д. е. н., проф. В. А. Ткаченка. Дніпро, 2021. С. 129–138.
4. Воробйов В. В. Еніологічні аспекти екополісів. До основ фізичної взаємодії. *Від атома до двоядерно-фізичних субстанцій та живих хвиль: матер. VIII Міжнар. наук.-практ. конф. Міжнар. академії біоенерготехнологій (04–06 жовтня 2013 р.)*. Наукові праці дійсних членів та членів-кореспондентів. За наук. ред. В. А. Ткаченка. Дніпропетровськ, 2013. С. 259–275.
5. Полякова О. О. Типы астрономических планировок в археологических памятниках (методологические аспекты). Челябинск : АТОКСО, 2003. 25 с.

6. Шило О. С. Початки планувальної ритмодинаміки регіональних архітектурно-ландшафтних систем. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. 2003. № 3. С. 53–57.

## REFERENCES

1. *Arkheoastronomiia : astronomichni entsyklopedychni slovnyk* [Archaeoastronomy : Encyclopaedic Dictionary of Astronomy]. Under the general editorship of Klymyshyn I.A. and Korsun A.O. Lviv: Main Astronomical Observatory of NAS of Ukraine, Ivan Franko National University of Lviv, 2003, 27 p. (in Ukrainian).

2. Vorobiov V.V. *Ekopolis – svit zorianoho maibutnoho. Knyzhka XXI stolittia* [Ecopolis is the world of the stellar future. Book of the 21st century]. Dnipro : Zhurfond Publ., 2020, 812 p. (in Ukrainian).

3. Vorobiov V.V. *Enerhoinformatsiini problemy teraformuvannia planet. Do osnov fizychnoi vzaiemodii* [Energy information issues of terraforming planets. Fundamentals of physical interaction]. *Vykhidni polozhennia novoi naukovoï paradyhmy innovatsiinykh tekhnolohii okhorony zdorovia, osvity ta filosofii systemnoho myslennia planetarnoi tsyvilizatsii planety Zemlia : materialy XII mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii mizhnarodnoi akademii bioenerhotekhnolohii* [Fundamentals of the New Scientific Paradigm of Innovative Technologies for Health Care, Education and Philosophy of Systems Thinking of the Planetary Civilization on Planet Earth Science : materials of the XII International Scientific and Practical Conference of the International Academy of Bioenergy Technologies]. 22–23 October, 2021. Edit. by Dr. Sc. (Econ.), prof. Tkachenko V.A. Dnipro, 2021, pp. 129–138. (in Ukrainian).

4. Vorobiov V.V. *Eniologichni aspekty ekopolisiv. Do osnov fizychnoi vzaiemodii* [Eniological aspects of ecocities. Fundamentals of physical interaction]. *Vid atoma do dvoiaderno-fizychnykh substansii ta zhyvykh khvyl : materialy VIII mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii mizhnarodnoi akademii bioenerhotekhnolohii* [From the Atom to Dinuclear Physical Substances and Living Waves : materials VIII of the International Scientific and Practical Conference of the International Academy of Bioenergy Technologies]. 04-06 October, 2013, scientific works of active members and corresponding members, scient. edited by Tkachenko V.A. Dnipropetrovsk, 2013, pp. 259–275. (in Ukrainian).

5. Poliakova O.O. *Typy astronomicheskikh planirovok v arkheologicheskikh pamiatnikakh (metodologicheskie aspekty)* [Types of astronomical layouts in archaeological sites (methodological aspects)]. Cheliabinsk : ATOKSO, 2003, 25 p. (in Russian).

6. Shylo O.S. *Pochatky planuvalnoi rytmodynamiky rehionalnykh arkhitekturno-landshaftnykh system* [The elements of rhythm and dynamics in landscape architectural systems]. *Visnyk Prydniprovskoi derzhavnoi akademii budivnytstva ta arkhitektury* [Bulletin of Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture]. 2003, no. 3, pp. 53–57. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції : 12.11.2022.

УДК 172.4(477)

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.271222.45.910

## РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКА ВІЙНА 2022 РОКУ : ІСТОРИЧНІ ВИТОКИ ТРАГЕДІЇ ТА УРОКИ ДЛЯ НАСТУПНИХ ПОКОЛІНЬ УКРАЇНЦІВ

ЄВСЄЄВА Г. П.<sup>1</sup>, *докт. наук держ. упр., проф.*,

ЛИСЕНКО Г. І.<sup>2\*</sup>, *канд. іст. наук, доц.*,

ВОЛКОВА С. П.<sup>3</sup>, *ст. виклад.*

<sup>1</sup> Кафедра українознавства, документознавства та інформаційної діяльності, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 46-94-98, e-mail: [yevsieieva.halyna@pgasa.dp.ua](mailto:yevsieieva.halyna@pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0001-9207-6333

<sup>2\*</sup> Кафедра українознавства, документознавства та інформаційної діяльності, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 46-94-98, e-mail: [lysenko.halyna@pgasa.dp.ua](mailto:lysenko.halyna@pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0002-6216-5025

<sup>3</sup> Кафедра українознавства, документознавства та інформаційної діяльності, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 46-94-98, e-mail: [svitlana.volkova@pgasa.dp.ua](mailto:svitlana.volkova@pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0003-0829-5627

**Анотація.** *Постановка проблеми.* Для багатьох наших співвітчизників широкомасштабний наступ російських військ на суверенну Україну 24 лютого 2022 року став цілковитою несподіванкою, неочікуваним проявом агресії з боку так званого «братнього народу». Російська Федерація розпочала повномасштабне вторгнення по всій довжині спільного кордону, а також із території Білорусі й тимчасово окупованого Криму, завдала ракетні удари по об'єктах військової та критичної цивільної інфраструктури в регіонах України й продовжує вести воєнні дії, знищуючи міста, села та цивільне населення, в т. ч. дітей, влаштовуючи геноцид українського народу. Але, якщо ретельно проаналізувати українсько-російські відносини впродовж багатьох століть нашого недобросусідства, тоді відкрито вороже ставлення сучасної російської владної верхівки й тієї частини російського суспільства, яка її підтримує, не викликає подиву. **Мета статті** – провести історичний аналіз витоків російської агресії проти українського народу, нації, держави, культури, українства в цілому впродовж Х–ХХІ століть та окреслити історичні перспективи взаємовідносин із російською державою заради збереження і стабільного розвитку наступних поколінь українців. **Висновки.** Майбутнє російської держави цілком залежить від позиції цивілізованого світу. На думку провідних істориків, з якими ми цілком погоджуємось, руйнація сучасної Російської імперії може зумовити розвиток таких постімперських етносів як західносибірський, далекосхідний, козацький, Передкавказзя тощо. Водночас, можна погодитися із думкою британського прем'єр-міністра Бориса Джонсона щодо доцільності утворення коаліції найбільш зацікавлених у російському обеззброєнні країн, до якої можуть увійти Британія, Україна, Польща, Литва, Латвія, Естонія і, можливо, Туреччина. Такий альянс міг би стати могутнім важелем у протистоянні намірам відродити СРСР, який був «тюрмою народів» і наразі частково відродився, щоб примусити усі цивілізовані країни (особливо ті, що межують із Росією та Білоруссю), замислитися над подальшими кроками.

Отже, пам'ятаймо і постійно нагадуймо нашим дітям, що політика керівництва СРСР щодо України була окупаційною, так само, як і політика Російської імперії в ХІХ ст. та Російської Федерації зараз. Вона полягала в цілеспрямованих діях на знищення України та українського народу як носія національної самосвідомості, історії, культури та мови з метою навічного закріплення території України під владою Москви. Сьогодні Україна змушена збройно захищати свій цивілізаційний європейський вибір і державний суверенітет від РФ. Необхідно пам'ятати і не допустити тих помилок та прорахунків, що спричинили поразку Української революції 1917–1921 років, головним з яких стали внутрішні незгоди в умовах зовнішньої агресії, що призвели до окупації території. Сьогодні ми маємо шанс завершити цю війну за суверенітет своєї держави, за життя людей в ній і остаточно поховати імперію зла.

**Ключові слова:** *російська агресія; повномасштабне вторгнення; геноцид; Україна; українська нація; історичний аналіз; національна свідомість; «тюрма народів»; наступні покоління українців*

## RUSSIAN-UKRAINIAN WAR OF 2022 : HISTORICAL ORIGINS OF TRAGEDY AND LESSONS FOR NEXT GENERATIONS OF UKRAINIANS

YEVSIEIEVA H.P.<sup>1</sup>, *Dr. Sc. (Publ. Administr.), Prof.*,  
LYSENKO G.I.<sup>2\*</sup>, *Cand. Sc. (Hist.), Assoc. Prof.*,  
VOLKOVA S.P.<sup>3</sup>, *Senior Teacher*

<sup>1</sup> Department of Ukrainian Studies, Documentation and Information Activity, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (0562) 46-94-98, e-mail: [evseeva@i.ua](mailto:evseeva@i.ua), ORCID ID: 0000-0001-9207-6333

<sup>2\*</sup> Department of Ukrainian Studies, Documentation and Information Activity, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (0562) 46-94-98, e-mail: [lysenko.halyna@pgasa.dp.ua](mailto:lysenko.halyna@pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0002-6216-5025

<sup>3</sup> Department of Ukrainian Studies, Documentation and Information Activity, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (0562) 46-94-98, e-mail: [lysenko.halyna@pgasa.dp.ua](mailto:lysenko.halyna@pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0003-0829-5627

**Abstract. Problem statement.** For many of our compatriots, the large-scale invasion of sovereign Ukraine by Russian troops on 24 February 2022 came as a complete suddenness, an extreme aggression by the so-called “brotherly people”. The Russian Federation has launched a full-scale invasion along the entire length of the common border, as well as from the territory of Belarus and the temporarily occupied Crimea, launched missile strikes against military and critical civilian infrastructure in the regions of Ukraine and continues to conduct military operations destroying cities, villages and the civilian population, perpetrating genocide against the Ukrainian people. But if we carefully analyse Ukrainian-Russian relations throughout the centuries of our non-neighbourliness, then the openly hostile attitude of today's the Russian establishment and the part of Russian society that supports it is not surprising. **The purpose of the article** is to conduct a historical analysis of the Russian aggression origins against the Ukrainian people, nation, state, culture, Ukrainians during the X–XXI centuries and outline the historical prospects of relations with the Russian state for the preservation and stable development of future generations of Ukrainians. **Conclusions.** The future of the Russian state depends entirely on the position of the civilized world. According to leading historians, with whom we fully agree, the destruction of the modern Russian empire could lead to the development of such post-imperial ethnic groups as the West Siberian, Far Eastern, Cossack pre-Caucasian, etc. At the same time, we can agree with British Prime Minister Boris Johnson on the coalition forming advisability of countries most interested in Russia's disarmament, which could include Britain, Ukraine, Poland, Lithuania, Latvia, Estonia and possibly Turkey. Such an alliance could be a powerful lever in opposing the revival of the Soviet Union, which was a “prison of nations” and has now been partially revived to force all civilized countries (especially those bordering Russia and Belarus) to consider further steps. So, let us remember and constantly remind our children that the policy of the Soviet leadership towards Ukraine was occupation, as well as the policy of the Russian Empire in the XIX century and the Russian Federation now. It consisted in purposeful actions to destroy Ukraine and the Ukrainian people as the bearer of national identity, history, culture and language in order to permanently consolidate the territory of Ukraine under Moscow's rule. Today, Ukraine is forced to defend its civilized European choice and state sovereignty from Russia. It is necessary to remember and prevent the mistakes and miscalculations that led to the defeat of the Ukrainian Revolution of 1917–1921, the main of which were internal disagreements in the face of external aggression, which led to the occupation of the territory. Today we have a chance to end this war for the sovereignty of our state, for the life of the people in it and finally bury the empire of evil.

**Keywords:** *russian aggression; full-scale invasion; genocide; Ukraine; Ukrainian nation; historical analysis; national consciousness; “Prison of nations”; next generations of Ukrainians*

**Постановка проблеми.** Для багатьох наших співвітчизників широкомасштабний наступ російських військ на суверенну Україну 24 лютого 2022 року став цілковитою несподіванкою, неочікуваним проявом агресії з боку так званого «братнього народу». Владімір Путін оголосив про проведення «спеціальної

військової операції» на території України з метою «демлітаризації і денацифікації».

Російська Федерація розпочала повномасштабне вторгнення по всій довжині спільного кордону, а також із території Білорусі й тимчасово окупованого Криму, завдала ракетні удари по об'єктах військової та критичної цивільної інфраструктури в регіонах України й

продовжує вести військові дії, знищуючи міста, села та цивільне населення, в т. ч. дітей, влаштовуючи геноцид українського народу.

Але, якщо ретельно проаналізувати українсько-російські відносини впродовж багатьох століть нашого недобросусідства, тоді відкрито вороже ставлення сучасної російської владної верхівки й тієї частини російського суспільства, яка її підтримує, не викликає подиву.

**Мета статті** — провести історичний аналіз витоків російської агресії проти українського народу, нації, держави, культури, українства в цілому впродовж X–XXI століть та окреслити історичні перспективи взаємовідносин з російською державою заради збереження і стабільного розвитку наступних поколінь українців.

**Виклад основного матеріалу.** Перш за все, зростаючому молодому поколінню нашої держави варто знати, що етнічні процеси, внаслідок яких сформувалися східнослов'янські народи, відбувалися складно і неоднозначно. Етнос – це стала група людей, що історично склалася, яка усвідомлює свою єдність поза економічним, соціальним, політичним та конфесійним поділом та відрізняється від подібних п'ятьма головними ознаками: 1) батьківщиною (свою окремою територією); 2) мовою; 3) етнокультурою; 4) темпераментом (ментальністю); 5) національною самосвідомістю.

Етнічність формується насамперед у мозку людини (ким ти себе ідентифікуєш), а не в крові, оскільки в крові автохтонного населення будь-яких територій є гени всіх народів, що мешкали колись на тих самих землях. В етнокulturі українців є елементи, що прийшли від трипільців, кімерійців, скіфів, сарматів, германців і багатьох інших народів, які мешкали на цій території в давнину. Однак український етнос народився не тоді, коли з'явилися на світ трипільський чи скіфський сегменти його етнокulturи, а коли вони злилися в єдину й унікальну українську національну культуру.

Відомий археолог Леонід Залізняк виділяє три версії походження українців: трипільська, ранньосередньовічна та пізньосередньовічна (радянська міфічна). Більшість відомих українських учених схиляється до ранньосередньовічної концепції, яку започаткував Михайло Грушевський. Безперервність україногенезу відбувається від склавинів (празької культури) та антів (пеньківської культури) V–VII століть до сучасної України. Згідно з дослідженнями науковців, нам нині відомо, що волиняни, деревляни, поляни, білі хорвати, тиверці, уличі, частково сіверяни впродовж VIII–XI століть, тобто на ранньому етапі формування першої української держави (Київської Русі) фактично були праукраїнцями [6].

Необхідно зазначити, що дещо пізніше формується білоруська народність за сильного впливу балтського елемента, а ще згодом виникає російський етнос – у формуванні якого частково брали участь ільменські словени, кривичі, частково в'ятичі та переселенці з Південної Русі. Але визначальною основою для формування російського етносу стали угро-фінські племена меря, мурома, мешера, мордва, чудь та ін., на що вказують і деякі російські дослідники, зокрема, археолог В. Седов. Під керівництвом київських князів землі так званого Залісся, тобто території угро-фінських племен, були колонізовані слов'янами з Наддніпрянщини, які й утворили удільне князівство.

А так звана давньоруська народність – це міф, створений виключно з політичних міркувань у сталінські часи, щоб «побратати» різні між собою народи та виправдати насильницьку русифікацію з метою формування штучного радянського народу.

Руссю у широкому значенні називалась уся територія, де визнавали владу київських князів. Але у вузькому значенні під Руссю знали землі середнього Подніпров'я довкола Києва. Землі на північному сході, де згодом сформувалося Московське князівство, у ті часи називали Заліссям. Такі князівства, як Київське, Переяславське, Чернігівське,

Галицько-Волинське та інші, що розташовувалися на теренах сучасної України, а часом за них і виходили, є безпосередньо державами русинів-українців. У той час як Полоцьке князівство є державою саме білорусів, а Володимиро-Суздальське чи Рязанське – державами росіян.

Відсутність спільнокореневого знаменника (щодо походження) в українців і росіян доводять численні археологічні дослідження, тим більше, що за впливу візантійського чинника етнічні процеси в Південній Русі (на теренах сучасної України) відбувалися швидше, ніж на півночі. Отже, й остаточне формування українського етносу відбулося раніше, ніж у білорусів та росіян (які сформувалися вже в X–XII ст. у складі Київської Русі, державотворчим етносом якої були саме праукраїнці). Формування відбувалося за різних історичних умов, що й визначило істотні культурні, мовні, політичні, світоглядні відмінності між українцями та росіянами.

Науковці стверджують, що впродовж періоду, який розглядається, постав ще четвертий східнослов'янський етнос – псково-новгородці, що сформувалися з ільменських словен, але у XV–XVI століттях були жорстоко підкорені та асимільовані росіянами в процесі експансії Московського князівства на захід [6].

Викладаючи історію України, важливо наголошувати, що вже з середини XII століття володимиро-суздальські князі уклали антикиївський союз із половцями. Цей союз започаткував Юрій Долгорукий, що одружився на половецькій княжні, а у 1147 році заснував Москву (хоча, зважаючи на обов'язкову наявність у поселенні храму, варто визнати правоту Володимира Білінського, який стверджує, що саме 1272 рік – найбільш достовірна дата заснування Москви, коли хан Золотої Орди Менгу-Тимур дав офіційний дозвіл на будівництво) [2].

На думку російського історика П. Струве (1952), саме суздальсько-половецька унія завдала смертельного удару

столиці Русі Києву, призвівши до розпаду централізованої монархії на князівства. Антикиївський курс Юрія Долгорукого продовжили його сини Андрій Боголюбський та Всеволод Юр'євич, які стали організаторами погромів Києва в 1169 та 1203 роках. Як стверджує історик Володимир Білінський, князь-залещанин, князь-варвар, яким був по суті Андрій Боголюбський, не мав нічого святого й спільного з мешканцями Києва, тому так поварварськи знищував давньослов'янські культурні цінності і масово вбивав киян (про що детально свідчать давньоруські літописи). Після безжалісного походу, повернувшись до Залісся, Андрій Боголюбський проголошує його великим князівством Володимирським, чим закріпив вихід заліських земель зі складу Русі (Залісся ввійшло до Русі десь у X–XI століттях).

Важливо зазначити, що варварська політика захоплення і фізичного знищення мешканців застосовувалась володимиро-суздальськими князями і до інших міст. Так, 1208 року Рязань була нелюдським чином погромлена князем Всеволодом Юр'євичем; цей факт підтвердив установаження особливого курсу російської демографічної політики щодо сусідніх народів, яку ми спостерігаємо і проти якої незламно боремося сьогодні.

У 1238 році Володимирське князівство завоювали монголи, чим поклали початок васальної залежності від Золотої Орди. Вони отримали від ординців визнання старшинства над північними народами, продовжуючи їх територіальну експансію. Москва у ті часи була дрібним провінційним уділом Володимирської землі. І лише у XIV столітті право володіти Володимирськими землями отримує московський князь Іван Калита. І політика була ординською – завойовницькою, спрямованою на знищення ідентичності народу.

Отже, тільки у другій половині XII століття в суздальсько-московській державі сформувалося динамічне ядро молодого російського етносу, який вже



першими кроками свого існування продемонстрував нехарактерну для слов'ян нетерпимість до сусідніх етносів, що підтверджує висновки дослідників про вирішальний вплив фіно-угорського етнічного масиву на його формування.

Провідні історики неодноразово підкреслювали своєрідність його ментальності порівняно із світосприйняттям південних русичів. Класики російської історичної науки М. Соловйов та В. Ключевський вважали, що говорити про окремих російський етнос можна не раніше доби князювання Андрія Боголюбського, тобто з другої половини XII століття, але визначальними для формування російського етносу називали XIV–XV століття, коли постало власне Московське князівство, що розвивалося як улус Золотої Орди, за потужного впливу монгольської імперії Чингізидів [6]. Значний вплив на Московію мали ординські порядки й традиції з возвеличенням володаря і всеосяжною йому смиренністю, повним домінуванням держави, наявними общинними порядками та відсутністю приватної власності.

Невідомий український автор 90-х років XVIII сторіччя «Історії Русів», історик і публіцист, одночасно розглядав історію русів від самої їх появи на історичній арені як самостійну, що починалася і в подальшому продовжувалася окремо і паралельно до історії Москви: «по князю Русу роксоланами і россами, а по князю Мосоку, який кочував над річкою Москвою і дав їй цю назву, москвитами і мосхами; від чого в наступному і царство їх одержало назву Московського і в кінці Російського» [8].

Карл Маркс намагався дослідити витоки формування російського політичного менталітету і, певною мірою, його коріння. У праці «Викриття дипломатичної історії XVIII століття» він діходить висновку, що це коріння потрібно шукати не в Київській Русі, на спадкоємство якої претендували російська влада та імперські історики, а в періоді, коли Московія перебувала під ярмом Золотої Орди: «Не сувора слава норманської доби, а криваве болото

монгольського рабства було колискою Московії, а сучасна Росія є нічим іншим, як трансформацією останньої... руські князі сперечалися через престол, який прийшов до занепаду, і який вони могли посісти лише ставши грабіжниками та батьковбивцями, з руками, повними золота та заплямованими закипілою кров'ю; престол, на який вони не наважувалися зійти без низькопоклонства, а утримати могли лише, стоячи навколішки, принижуючись та тремтячи під ятаганом татарина, завжди готового повергнути собі до ніг ці рабські корони разом із головами, які вони увінчували...» [12].

На нашу думку, маючи за приклад монголо-татарську завойовницьку політику, своїми нелюдськими вчинками стосовно сусідів московити XV–XVI століть навіть перевершили своїх «вчителів». Більше того, в подальшій своїй історії без жодного сорому описували свої ж злодіяння – як приклад, жорстокий етноцид новгородців Іваном Грозним взимку 1570 року детально описаний фундатором офіційної історії Російської імперії М. Карамзіним, мабуть, з метою залякування інакомислячих. Й перша згадка про Московське царство припадає на 1571 рік – на діяльність Івана Грозного, який називає себе «государь, царь и великий князь всея Руси».

З'являються нові претензії на історію та територію Русі-України. Протягом усього XVI століття Московія розпочинає війни за землі Київської Русі, які перебували в складі Великого князівства Литовського, згодом Речі Посполитої.

Якщо в Московії XVI століття, зокрема, його друга половина – епоха терору, спричиненого Іваном Грозним та його «опричниками», то для України це – період формування нової суспільної верстви, яка поступово накопичувала військово-політичний досвід для державницьких зрушень середини XVII століття. Недарма в XVII–XVIII століттях Україну за кордоном називали країною козаків, а українців – козацькою нацією.

Незважаючи на значні кроки на шляху державотворення, все ж таки порівняно із сусідніми державами (Річ Посполита,

Кримське ханство, Османська імперія, Московське царство), козацькій державі Війську Запорозькому бракувало державницького досвіду, а козацькій старшині (за винятком Богдана Хмельницького, Петра Дорошенка, Павла Полуботка, Івана Мазепи та ін.) не вистачило глибокого державного розуму, розуміння того, що державницькі інтереси мають бути на порядок вищі за суто регіональні і, тим більше, особисті. До того ж, на нашу думку, українські державні діячі XVII–XVIII століть були занадто наївні та не підозрювали, що заради власної вигоди сусідні держави (як-то Московське царство) будуть вдаватися до зради, недотримання політичних домовленостей (Березневі статті 1654 року, як приклад), укладання антиукраїнських угод замість обіцяної допомоги (Віленське перемир'я, 1656 рік, Андрусівське перемир'я, 1667 рік, Вічний мир, 1686 рік тощо).

Упродовж XVIII століття Московія вдалася до чергових злочинів проти України – спробувала присвоїти собі нашу Давньоруську історію, спочатку перейменувавши себе на Росію (Русь латиною Russia), після перемоги у Північній війні над шведами у 1721 році; потім – знищуючи нашу державницьку верхівку – козацьку старшину (Іван Мазепа, Павло Полуботок, Петро Калнишевський та ін.) разом з їх прихильниками (пригадаймо Батуринську трагедію 1708 року як приклад!); знищувала наші історичні джерела, замінюючи їх на свої вигадані (за наказом Катерини II було створено «Коміссію для составления записок о древней истории, преимущественно российской», яка дев'ять років створювала нову історію Московії й опублікувала її 1792 року, звідки й розпочинається міф про існування «одного народу»); безцеремонно зруйнувала осередок української державності – Гетьманщину (1764 р.) та Запорозьку Січ (1776 р.), ліквідувала автономію Слобожанщини, привласнивши собі її землі та намагаючись загнати наш вільний народ у кріпосне рабство (1783 р.).

Слід не забувати, що наприкінці XVIII століття російська держава не тільки спричинила остаточне знищення залишків української козацької державності, а й обірвала державницьку історію Кримського ханства (1783 р.) і стала активною учасницею поділів польської держави – Речі Посполитої (1772, 1793, 1795 рр.). Подібна безцеремонна зовнішня політика Російської імперії продовжувалась упродовж наступного XIX століття, коли за поневоленнями народами було встановлено жорсткий поліцейський нагляд і не дозволялися ніякі активні прояви національних рухів.

Наприкінці XVIII – на початку XIX століття російський уряд цілеспрямовано провів низку заходів, що мали на меті інкорпорацію українських земель у політичну та економічну систему імперії, водночас активно насаджувалася російська мова, культура із забороною усього українського (у тому числа самого етноніма «Україна»).

XIX століття – століття української бездержавності та, водночас, період визрівання, формування і розвитку Української національної ідеї, яка уможливила на початку XX століття третю спробу Українського державотворення. Водночас XIX століття стало періодом формування української нації, яка через низку несприятливих чинників (відсутність власної держави, єдиного національного економічного підґрунтя, розвинутої соціальної структури тощо) формувалась переважно як селянська та не спромоглася до національної консолідації.

Саме XIX століття подарувало українцям видатних національних мислителів, які палким словом намагалися пробудити спляче українське суспільство. Для Наддніпрянщини таким національним Будителем і Пророком став Тарас Шевченко, «Кобзар» якого шанувався в українських хатах нарівні з Біблією. В західноукраїнських землях українським Мойсеєм став Іван Франко, який усіма можливими способами намагався перетворити інертну етнічну масу українців

на самодостатній і самодіяльний активний національний організм.

Не наважуючись на відверте фізичне винищення українців, російський царат спрямував усі свої зусилля, щоб знищити українську культуру та історію – заборонялась українська мова, україномовна освіта (Валуєвський циркуляр 1863 р.), українська література і театр (Емський указ 1876 р.). Цинічно наголошувалось, що «малоросійської мови» (тобто навіть не української!) не існує, а відтак термін «Україна» був заборонений разом із українознавчими дослідженнями.

Але варто визнати і віддати належне тим незламним борцям за Українську національну ідею, які не тільки не зламалися за антиукраїнських обставин, а, навпаки, викристалізували думку про необхідність боротьби за відновлення Української держави та наповнили її конкретним змістом.

Сучасній українській молоді слід пам'ятати, що ідея про соборну Україну сформувалась і активно виголошувалась з 1895 року представниками спочатку Західноукраїнського суспільно-політичного руху, трохи згодом наддніпрянські діячі Українського відродження доєднали свої зусилля до боротьби за незалежну Україну. Так, саме Юліан Бачинський (член Русько-Української радикальної партії Галичини) вперше в історії української суспільно-політичної думки висунув ідею Соборної української держави у творі «Україна ігредента», що вирішальним чином вплинуло на позицію усієї української молоді тодішньої Галичини. У січні 1900 року у львівському місячнику «Молода Україна: часопись української молодіжи» зазначалося: «Наша національна ідея – се не само питанє мови, не само питанє етнографічної відрубности, се питанє **політичної незалежності**, питанє потреб поневоленних верств нашого народу, повної соціальної справедливости <...>» [1].

На Наддніпрянщині першим про незалежну Україну заговорив Микола Міхновський (член Революційної української партії, автор брошури

«Самостійна Україна», ініціатор утворення Української народної партії (1902 р.), що проголосила своєю головною метою боротьбу за незалежність України). До речі, саме Микола Іванович став засновником утвореного 16 березня 1917 року Українського військового клубу імені гетьмана Павла Полуботка, також він був членом Українського генерального військового комітету та одним з організаторів 1-го Українського полку ім. Б. Хмельницького.

На превеликий жаль, активна діяльність М. Міхновського, спрямована на розбудову Української армії, була перервана соціалістичною більшістю Центральної Ради, яка абсолютно недалекоглядно і державницьки неаргументовано усунула це питання з порядку денного, та в липні 1917 року придушила виступ самостійників, чим, як ми знаємо, підписала собі і Українській Народній Республіці смертний вирок!

Нарешті, слід віддати належне Івану Яковичу Франку, який був визнаним лідером галицької молоді у свій час, геній якого донині недостатньо усвідомлений сучасними українцями. Ще в другій половині XIX – на початку XX ст. І. Франко чітко сформулював проблему українського національного ідеалу, стверджуючи, що він є провідною духовною силою збудження, організації й цілеспрямовання зусиль і всієї творчої енергії народу на утвердження державної незалежності [13].

Іван Франко писав: «Перед українською інтелігенцією відкриється тепер, при свобідніших формах життя в Росії, величезна дійова задача – витворити з величезної етнічної маси українського народу – українську націю, суспільний культурний організм, здібний до самостійного культурного й політичного життя, **відпорний на асиміляційну роботу інших націй**, відки б вона не йшла та при тім податний на присвоювання собі в якнайширшій мірі і в якнайшвидшій темпі загальнолюдських культурних здобутків, без яких сьогодні жодна нація і жодна хоч і як сильна держава не може состоятися»

[13, с. 404]. «Ми, – писав І. Франко, – мусимо серцем почувати свій ідеал, мусимо розумом уявляти собі його, мусимо вживати всіх сил і засобів, щоб наближуватись до нього, інакше він не буде існувати і ніякий містичний фаталізм не створить його там, а розвій матеріальних відносин потопче і роздавить нас як сліпа машина» [13].

Національний ідеал, сформульований І. Франком, відобразив реальний стан та історичну перспективу розвитку української нації; також пророцькі франкові слова стали дороговказом для поколінь сучасних українців, які, виборовши свою державу кров'ю, обравши європейський демократичний шлях розвитку, мусять усіма можливими і неможливими способами боронити свою країну, розраховуючи, в першу чергу, на власні сили!

Іван Франко дійшов висновків, що наше письменство давньоруського часу «протягом без мала 250 літ витворило літературу, безмірно багатшу, різноманітну та більше національну, ніж її в ту пору мала яка-будь інша європейська нація»; що наша мова «найпридатніша до пісень, бо через багатство самозвуків робиться дуже плавною»; що наша пісня – «одно з найцінніших наших національних надбань і один із предметів оправданої нашої гордості»; що за «питомим світоглядом нашого народу» Бог хоче «людині блага, а диявол радується всьому злому»; що в часи середньовіччя наш народ скептично ставився до так званих «отруйних наук» про потребу покарання різного роду відьом і чаклунів, а держався своїх гуманних звичаїв та не давав доводити себе до тих безумств та кривавих злочинів, якими таке багате було християнство Західної Європи» [10].

У перші дні світової війни 1914 р. відбувалися жорстокі репресивні дії стосовно західноукраїнського населення з боку як угорських, так і російських військ. Ще більші випробовування випали на долю українського народу в часи національної революції та громадянської війни, що супроводжувалися кривавими розправами над мирними жителями за політичні

симпатії, за укривання хліба та смерть від голоду, холоду та хвороб.

Однак українська національно-демократична революція, що розпочалася у березні 1917 року, стала зламним моментом вітчизняної історії. Сформована під час революції державницька ідея визначила подальший перебіг історичного процесу в Україні. Ця ідея остаточно була втілена Актом проголошення незалежності України 24 серпня 1991 року. Сучасна Україна є наслідувачем державно-національних традицій, сформованих під час Української революції 1917–1921 років. Українська Народна Республіка мала усі ознаки держави: територію, державну символіку, збройні сили, власні органи влади, місцевого самоврядування, банківську систему, власні гроші, законодавство та міжнародне визнання.

У грудні 1917 року більшовицький терористичний режим на чолі з Владіміром Леніним, що захопив владу в Росії, своїм ультиматумом розпочав війну з Українською Народною Республікою. Ця війна триває й досі – війна за незалежність та свободу від ординського, імперського, більшовицького та російського свавілля.

Слід пригадати, що 9 лютого 1918 року більшовицькі війська під командуванням Міхаїла Муравйова після кількадечного артилерійського обстрілу захопили Київ та влаштували у місті терор, жертвами якого стали кілька тисяч осіб. Поведінка переможців цілком відповідала настанові, виголошеній М. Муравйовим напередодні у Бахмачі: *«Ми їм покажемо, дайте тільки добратися до Києва. Якщо буде потрібно, не постою ні перед чим: каменя на камені не залишу в Києві. Мешканців не жаліти, вони нас не жаліли, терпіли хазайнування гайдамаків. Ми їх всіх перестріляємо та переріжемо. Ми їм покажемо, нема чого боятися кровопускання. Хто не з нами – той проти нас. Ви, доблесні товариші, ви мені допоможете взяти Київ, а там ви будете нагороджені»*. Міхаїл Муравйов вихвалявся: *«Я наказав артилерії бити по висотних і багатих палацах, по церквах і попах... Я спалив великий будинок*

*Грушевського і він протягом трьох діб палав яскравим полум'ям»* [4].

Більшовики заперечували право українців на самовизначення, право на свою мову та культуру. У своїх спогадах історик Микола Полетика, який у той час був студентом Київського університету, писав: «Портрети Шевченка зривали зі стін і топтали ногами. Говорити на вулицях українською мовою стало небезпечно». Микола Скрипник, який у ті дні обіймав посаду народного секретаря праці в уряді радянської України, згадував: «Особливо розстрілювали всіх тих, у кого знаходили посвідчення, написані українською мовою, так що складалося враження у населення, що ремньовці борються взагалі з українцями» [4]. *Росіяни впродовж XX–XXI століть виправдовують свою агресію проти українського народу та його геноцид, використовуючи міф про «єдиний народ».*

Радянський Союз ніколи не був колискою «братніх народів», як це не намагається представити російська пропаганда. Достатньо хоча б проаналізувати діяння СРСР за ставленням до українських територій та українців.

Тетяна Швидченко та Анастасія Олійник склали неповний список злочинів росіян, здійснених тільки у XX столітті й тільки стосовно українського народу [18].

Червоний та білий терори в мирних містах України з 1918 року. Обидві сторони мали в планах загарбання українських територій і йшли на неї війною.

Зокрема, з весни 1919 року більшовики почали застосовувати масовий терор як метод управління в Україні, вважаючи його дієвим методом комуністичного будівництва. Однак швидко з'ясувалося, що в Україні масове насилля не дав бажаних результатів. Тому вже 16 квітня Президія ВУЦВК, «з огляду на неодноразові випадки спалювання цілих сіл при придушенні куркульських повстань, що є абсолютно недоцільним і вкрай шкідливим для справи радянської влади», запропонувала РНК «у терміновому порядку видати усім належним відомствам розпорядження про повне припинення під страхом суворой

відповідальності спалювання сіл». Втім, нових методів віднайти не вдалося. «Принцип кругової поруки села за контрреволюційні виступи» і надалі залишався важливим засобом управління, який, зокрема, політбюро ЦК КП(б)У схвалило 14 липня 1919 року [4].

Ризький мирний договір 18 березня 1921 року між РРФСР і Польщею та поразка Другого Зимового походу Армії УНР у листопаді 1921 року ознаменували собою завершення процесу окупації території Української Народної Республіки РРФСР, а згодом Радянським Союзом, яка продовжувалася до 23 серпня 1991 року й характеризувалася повномасштабним терором, масовими вбивствами та депортаціями. Були створені каральні органи – ДПУ, НКВС, розрослася система Головного управління виправно-трудових таборів, трудових поселень і місць ув'язнення (ГУТАБ) з 1934 року, спростили систему судочинства, щоб без суду знищувати невинних.

У листопаді 1929 року Сталін виступив у газеті «Правда» зі статтею «Рік великого перелому», що лягло в основу рішень пленуму ЦК ВКП(б), де було взято курс на суцільну прискорену колективізацію, яку здійснював генеральний секретар ЦК КП(б)У С. Косіор. Вже у вересні 1930 року відновився наступ на селян із запровадженням високих податків та інших заходів й було поставлене завдання «ліквідувати куркульство як клас», тобто приватних господарів. Внаслідок цього тільки навесні 1929 року було конфісковано майно 18 тис. селянських господарств, а восени – ще 15 тисяч. Усього за час розкуркулення (1928–1931 рр.) сталінський режим в Україні знищив понад 352 тисячі селянських господарств, пограбував 1,5 мільйона людей, понад половину розкуркулених депортували на північ Росії і до Сибіру.

Головним результатом колективізації стали, крім насильницького розкуркулення, ще й Голодомор, втрата селянами відчуття господаря, тривала деградація сільського господарства й колективізація притупила

почуття індивідуалізму, яке було основним для ідентичності українського селянина. У Законі «Про Голодомор 1932–1933 рр. в Україні», прийнятому Верховною Радою України в листопаді 2006 році, визнано, що «Голодомор 1932–1933 рр. в Україні є геноцидом українського народу». Він став нелюдським засобом ліквідації мільйонів українців (дослідники називають дані до 12 млн осіб). На декілька поколінь проведення політики колективізації та її наслідки імплантували у свідомість селянства соціальний страх, політичну апатію й пасивність.

Прагнучи збудувати нове суспільство, більшовики за будь-яку ціну хотіли взяти під контроль і духовне життя суспільства, тому розгорталася боротьба проти «націоналістичних ухилів». Період «Розстріляного відродження» пройшов під знаком жорстокого переслідування діячів національної культури та фізичного їх знищення. Більшість українських письменників було репресовано (на думку дослідників, упродовж 1930-х рр. Україна втратила близько 500 письменників). Як приклад нищення українського – до 1938 року в Україні виходили друком твори 259 українських письменників, а після – лише 36.

Заарештовані були позбавлені права на захист, а зізнання та свідчення проти близьких слідчі «вибивали» жорстокими тортурами. Третього листопада 1937 року відбувся найбільший розстріл діячів української інтелігенції в урочищі Сандормох – 1 111 осіб, із них більше двохсот українців. Існує версія, що однією кулею з метою економії було розстріляно Леся Курбаса та Миколу Куліша. Розстріли були «приурочені» до 20-ї річниці «Великої жовтневої соціалістичної революції».

Апогей репресій припав на 1937–1938 роки, було заарештовано 267 579 громадян. За радянськими даними, протягом 1937–1938 років в Україні до розстрілу було засуджено 122 237 громадян. Репресії стосувалися не лише українців, а всіх, хто становив загрозу для імперії. До речі, одне з

найбільших в СРСР місце поховання жертв каральних органів знаходилося в Биківнянському лісі під Києвом. За масштабами знищення людей це місце стоїть поряд із Бабиним Яром у Києві. У Биківнянському лісі впродовж 1930-х – на початку 1940-х рр. поховали від 100 до 120 тисяч осіб, страчених органами НКВС.

У кожному місті є своє поле масових безіменних поховань репресованих. Зокрема, у м. Дніпро – це 9-й кілометр Запорізького шосе.

«Буржуазно-націоналістичним» було оголошено й стиль українського бароко. В результаті було зруйновано сотні безцінних старожитностей, які нібито заважали будівництву нових об'єктів. У самому лише Києві було знесено Золотоверхий Михайлівський собор та церкву Богородиці Пирогощої XII століття, численні пам'ятки доби гетьманства. Загалом до кінця 1930-х років було знищено або перероблено для інших цілей понад 66 % церков на території Радянської України.

Найбільшого удару на шляху до імперських ідеалів тодішнього СРСР завдала Українська Повстанська Армія, створена 14 жовтня 1942 року як військово-крило Організації Українських Націоналістів для захисту мирного населення від німецького терору й оборони від радянських військ.

Починаючи з 1944 року радянський режим розпочав масштабну боротьбу проти українського підпілля, яка відбувалася в кількох напрямках: пропагандистська робота серед населення, військово-оперативні заходи проти учасників та прихильників ОУН та УПА, репресії щодо учасників повстанського руху та членів їхніх родин. Основний наголос радянська пропаганда робила на дискредитацію та розкол визвольного руху. НКВС застосовував усі найжорстокіші методи свого терору у боротьбі з національним рухом, які вдало використовував задовго до другої окупації України. Так, лише за 1944–1945 роки війська НКВС провели 26 693 операції, у яких загинуло 22 474 солдати. Окрім

спецоперації радянська влада з 1944–1945 років почала використовувати спеціальні загони – «стрибки», які найбільше знущалися з мирного населення, влаштовуючи погромні акції та катуючи людей, та агентурну мережу [14].

Після другої окупації західних земель більшовиками одним із засобів боротьби з повстанським рухом стала мобілізація чоловіків у Червону армію. Схоже відбувалося й на Лівобережній Україні, коли після поступової окупації територій Червоною армією мобілізували чоловіків, які вміли тримати зброю, перетворивши їх на чорну піхоту.

Український письменник Анатолій Дімаров згадував: «Коли село звільнили, всіх чоловіків від 16 до 60 років – всіх, аби була нога-рука, а чи сліпий-глухий – не важливо – стали брати до війська. Нас «озброїли» – дали по півцеглини і – «йдіть, іскупайте вину кров'ю», бо ми на окупованій території були... Хлопці казали, що з 500 душ лише 15 уціліли! А під Ізюмом десять тисяч таких беззбройних поклали! І так винищували чоловіків по всій Україні. Ніхто про це не пише. Я єдиний написав. Решту – мов заціпило. Вважаю, що після Голодомору це було друге зумисне винищення українського народу! Життя нашого солдата нічого не було варте. І коли Жукова запитали, як будемо переправлятися через Дніпро, плавзасобів же нема, він відповів: «По хохлам пройдем!» [9].

У 1944–1953 роках із західних областей УРСР до Сибіру й на Північ СРСР було примусово виселено майже 204 тисячі осіб. За участь у визвольному русі чи його підтримку репресовано близько півмільйона людей. На західноукраїнських землях проводилася посилена політика русифікації та наступ на інтелігенцію й греко-католицьку церкву. Адміністративні посади обіймали росіяни або вихідці зі Східної України. Визначних історичних постатей, які боролися за інтереси України (Іван Мазепа, Симон Петлюра) намагалися зобразити як зрадників, вселяючи ненависть до них.

Поразкою завершилася боротьба за створення незалежної України. Одним із наслідків цієї поразки стало те, що за кордонами України опинилося чимало людей, які боролися за українську державу й продовжували цю боротьбу поза її межами. СРСР практикував убивства тих, хто заважає чи перечить владі. Зокрема, жертвами режиму стали лідери українського спротиву в еміграції – Степан Бандера, Симон Петлюра, Євген Коновалець та ін. 26 травня 1926 року – так само агентом, але на той момент ОГПУ, було вбито лідера УНР Симона Петлюру, а 23 травня 1938 року в Роттердамі агент НКВС убив лідера організації українських націоналістів Євгена Коновальця. Вбивство Степана Бандери 15 жовтня 1959 року послабило націоналістичний рух й радянська влада знищила УПА на заході України.

Переслідування «ворогів народу» й «неблагонадійних» українців продовжувалося аж до відновлення незалежності – упівця Івана Гончарука розстріляли в 1989 році за сфабрикованими звинуваченнями, за які він уже відсидів свій термін у концтаборі та був звільнений [3].

Крім того, органи влади проводили спецоперації проти українців та їхніх родин, що дотримувалися національних традицій та культури. Застосовували залякування («бесіди»), адміністративні санкції (догани, заборону працювати або звільнення з роботи). Членів дисидентського руху позбавляли радянського громадянства, забороняли повернення з ув'язнень в Україну. Застосовували до них практику репресивної медицини – примусове «лікування» у психіатричних клініках та фізичне знищення. Так поведінку дисидентів влада намагалася перевести з політичного статусу до медичної проблеми – пояснити виявом хвороби, ненормальності. Тобто репресивні методи продовжувалися, але мали інший характер цього знищення української інтелігенції, інакомислячих у період лібералізації режиму.

Росіяни чинили страшні злочини й проти народів, які історично проживають на

наших землях. Після звільнення від німецьких військ Криму 11 травня 1944 року Державний Комітет Оборони СРСР ухвалив постанову № ГОКО-5859 щодо депортації кримських татар. Із Криму з 18 по 20 травня 1944 року депортовано 183 тис. татар. Було виселено також 14,7 тис. греків, 12,4 тис. болгар, 8,5 тис. вірменів, турків, іранців (усього 42 тис. чол). До кінця війни було переселено 423 тис. осіб, половина з яких загинула до початку 1946 року Кримську АРСР було перетворено на область, а її населення скоротилося з 1 млн 196 тис. до 351 тисячі чоловік. Приводом для депортації стала співпраця частини представників цих народів з окупаційною німецькою владою. Кримських татар радянська влада реабілітувала лише в 1967 р., але в Криму їм було заборонено проживати до кінця 1980-х років [7].

Комуністична партія України продовжувала свої дії і в 1980-х роках і нездатна була захищати інтереси українців, про що й свідчить аварія на Чорнобильській АЕС 26 квітня 1986 року. Під час експерименту з відключення реактора різко стрибнула напруга в 4-му енергоблоці АЕС, внаслідок чого стався вибух, який спричинив радіоактивне зараження близько 50 тис. км<sup>2</sup> території України, 189 тис. га орних земель та 157 тис. га лісу. Радіоактивна хмара накрила 12 із 25 областей, постраждало понад 3 млн осіб.

Влада тривалий час замовчувала реальні масштаби трагедії, внаслідок чого загинули й не народилися величезна кількість українців. Перше офіційне повідомлення в СРСР зробили лише 28 квітня під тиском міжнародної спільноти, але і в ньому майже не повідомлялось про масштаби проблеми. А 1 травня 1986 року мільйони людей вийшли на демонстрації з нагоди Дня міжнародної солідарності трудящих, де (наприклад, у Києві) чоловіки, жінки, діти вдихали радіоактивний пил, розважаючи партійне керівництво.

Катастрофа на ЧАЕС – це ще один із злочинів комуністичного режиму, який заради ідеологічних інтересів поставив під загрозу життя і здоров'я мільйонів

українців. Злочинні дії влади щодо приховування інформації з одного боку поглибили непоправні негативні наслідки аварії, а з іншого – спричинили активізацію національно-демократичного руху, що в кінцевому підсумку зумовило розпад СРСР.

## Висновки

Майбутнє російської держави цілком залежить від позиції цивілізованого світу. На думку провідних істориків, з якими ми цілком погоджуємось, руйнація сучасної російської імперії може сприяти розвитку в сибірських провінціях таких постімперських етносів як західносибірський, далекосхідний, козацький Передкавказзя тощо [6].

Водночас, можна погодитися із думкою британського прем'єр-міністра Бориса Джонсона щодо доцільності утворення коаліції найбільш зацікавлених у російському обеззброєнні країн, до якої можуть увійти Британія, Україна, Польща, Литва, Латвія, Естонія і, можливо, Туреччина. Такий альянс міг би стати могутнім важелем у протистоянні намірам відродити СРСР, який був «тюрмою народів» і наразі частково відродився, щоб примусити усі цивілізовані країни (особливо ті, що межують із Росією та Білоруссю), замислитися над подальшими кроками.

Отже, пам'ятаймо і постійно нагадуймо нашим дітям, що політика керівництва СРСР щодо України була окупаційною, так само, як і політика Російської імперії в XIX ст. та Російської Федерації зараз. Вона полягала в цілеспрямованих діях на знищення України та українського народу як носія національної самосвідомості, історії, культури та мови з метою навічного закріплення території України під владою Москви.

Сьогодні Україна змушена збройно захищати свій цивілізаційний європейський вибір і державний суверенітет від РФ. Необхідно пам'ятати і не допустити тих помилок та прорахунків, що спричинили поразку Української революції 1917–1921 років, головними з яких стали внутрішні незгоди в умовах зовнішньої



агресії, що призвели до окупації території. людей в ній і остаточно поховати імперію  
Сьогодні ми маємо шанс завершити цю зла.  
війну за суверенітет своєї держави, за життя

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бачинський Ю. Україна irredenta. Третє видання. З передмовою В. Дорошенка і додатком: Листуване Ю. Бачинського з М. Драгомановим з приводу «України irredenta». Берлін : Вид-во української молоді, 1924. 238 с.
2. Білінський Володимир. Країна Моксель, або Московія : історичне дослідження : в 3 кн. Київ : Вид-во ім. Олени Теліги, 2009–2012.
3. Бондарук Л. Останній розстріляний бандерівець. URL: <https://www.istpravda.com.ua/articles/2019/10/23/156416/> (дата звернення: 23.05.2022).
4. Єфіменко Г. Взяття Києва військами радянської Росії. URL: <https://cutt.ly/hDMIxqL> (дата звернення: 23.05.2022).
5. Єфіменко Г. Узаконення Червоного терору. URL: <https://www.jnsm.com.ua/h/0905Q/> (дата звернення: 23.05.2022).
6. Залізник Л. Л. Від склавинів до української нації. Київ. нац. ун-т ім. Т. Шевченка, Центр українознавства. Вид. 2-ге, допов. Київ : Бібл-ка українця, 2004. 253 с.
7. Інформаційні матеріали про депортацію кримськотатарського народу 1944 року. URL: <https://cutt.ly/INBxhje> (дата звернення: 23.05.2022).
8. Історія Русів : укр. переклад Івана Драча. Київ : Радянський письменник, 1991. 318 с.
9. Кушнір Л. Я все життя прожив під псевдо, як оунівські вояки. *Україна молода*. Вип. 066 від 8 травня 2012 р. URL: <https://www.umoloda.kiev.ua/number/2071/369/73805/> (дата звернення: 23.05.2022).
10. Макарчук С. Націотворча роль етнологічних знань у баченні Івана Франка. URL: <https://cutt.ly/uHBzCV> (дата звернення: 23.05.2022).
11. Мірчук П. Ю. Микола Міхновський. Апостол української державності. Філадельфія : Тов-во Укр. студіюч. молоді імені М. Міхновського, 1960. 136 с.
12. Міщенко М. Русофоб Карл Маркс. URL: <https://razumkov.org.ua/statti/rusofob-karl-marks> (дата звернення: 23.05.2022).
13. Пашук А. І. Франко про національний ідеал як духовну основу державної самостійності та національної незалежності українського народу. *Соціогуманітарні проблеми людини*. 2005. №1. URL: <https://znc.com.ua/ukr/publ/periodic/shpp/2005/1/p025.php> (дата звернення: 23.05.2022).
14. Светляченко О. В. Дискредитація УПА та фізичні методи знищення національно-визвольного руху Радянською владою у 1944–1945 рр. URL: [https://cdvr.org.ua/sites/default/files/statti\\_konkurs/Svetlyachenko\\_stattya.pdf](https://cdvr.org.ua/sites/default/files/statti_konkurs/Svetlyachenko_stattya.pdf) (дата звернення: 23.05.2022).
15. Удовенко Ж. В. Чорнобильська трагедія – сумний урок для людства. Чорнобиль : катастрофа та уроки на майбутнє : матер. Міжвуз. наук.-практ. конф. (Київ, 26 квіт. 2016 р.). Ред. кол.: В. В. Черней, С. Д. Гусарев, С. С. Чернявський та ін. Київ : Нац. акад. внутр. справ, 2016. С. 5–9.
16. Українська Повстанська Армія : Історія нескорених. Львів : ЦДВР, СБУ, УІНП, 2008. 86 с.
17. Франко І. Одвертий лист до галицької української молоді : збір. творів у 50 т. Київ, 1986. Т. 45. С. 401–409.
18. Швидченко Т., Олійник А. Ні, вони не нацисти! Вони – більшовики і комуністи! URL: <https://www.istpravda.com.ua/> (дата звернення: 23.05.2022).

### REFERENCES

1. Bachynskiy Yu. *Ukraina irredenta. Tretie vydannia. Z peredmovoju V. Doroshenka i dodatkom : Lystuvanie Yu. Bachynskoho z M. Drahomanovom z pryvodu "Ukrainy irredenta"* [Ukraine irredenta. Third edition. With a foreword by V. Doroshenko and an appendix : correspondence of Yu. Bachynsky with M. Drahomanov on "Ukraine Irredenta"]. Berlin : Vydavnytstvo Ukrainskoi Molodi, 1924, 238 p. (in Ukrainian).
2. Bilinskiy Volodymyr. *Kraina Moksel, abo Moskovia : istorychne doslidzhennia : v 3 kn.* [The country of Moxel, or Muscovy : a historical study]. Kyiv : Olena Telih Publ., 2009–2012. (in Ukrainian).
3. Bondaruk L. *Ostannii rozstriliani banderivets* [The last Bandera man was shot]. URL: <https://www.istpravda.com.ua/articles/2019/10/23/156416/> (accessed : 23.05.2022) (in Ukrainian).
4. Iefimenko H. *Vziattia Kyieva viiskamy radianskoi Rosii* [Capture of Kyiv by the troops of Soviet]. URL: <https://cutt.ly/hDMIxqL> (accessed : 23.05.2022). (in Ukrainian).
5. Iefimenko H. *Uzakonennia Chervonoho teroru* [Legalization of the Red Terror]. URL: <https://www.jnsm.com.ua/h/0905Q/> (accessed : 23.05.2022). (in Ukrainian).

6. Zalizniak L.L. *Vid sklavyvnyv do ukrainskoi natsii* [From the Slavins to the Ukrainian nation.]. Kyiv. nats. un-t im. T. Shevchenka, Tsentr ukrainoznavstva. Vyd. 2-he, dopov. Kyiv : Bibl-ka ukrainsia, 2004, 253 p. (in Ukrainain).
7. *Informatsiini materialy pro deportatsiiu krymskotatarskoho narodu 1944 roku* [Information materials on the deportation of the Crimean Tatar people in 1944]. URL: <https://cutt.ly/IHBxhje> (accessed : 23.05.2022). (in Ukrainain).
8. *Istoriia Rusiv* [History of the Rus]. Ukr. trans. by Ivan Drach. Kyiv : Radianskyi Pysmennyk, 1991, 318 p. (in Ukrainain).
9. Kushnir L. *Ia vse zhyttia prozhyv pid psevido, yak ounivski voiaky* [I have lived all my life under a pseudonym, like OUN soldiers] *Ukraina moloda* [Ukraine Young]. Vol. 066 from 8th May 2012. URL: <https://www.umoloda.kiev.ua/number/2071/369/73805/> (accessed : 23.05.2022). (in Ukrainain).
10. Makarchuk S. *Natsiotvorcha rol etnolohichnykh znan u bachenni Ivana Franka* [The nation-building role of ethnological knowledge in the vision of Ivan Franko]. URL: <https://cutt.ly/uHBztCV> (accessed : 23.05.2022). (in Ukrainain).
11. Mirchuk P.Yu. *Mykola Mikhnovskiyi. Apostol ukrainskoi derzhavnosti* [Mykola Mikhnovsky. Apostle of Ukrainian statehood]. Filadelfiia : T-vo Ukr. Studiuiiuch. Molodi imeni M. Mikhnovskoho, 1960, 136 p. (in Ukrainain).
12. Mishchenko M. *Rusofob Karl Marks* [Russophobe Karl Marx]. URL: <https://razumkov.org.ua/statti/rusofob-karl-marks> (accessed : 23.05.2022). (in Ukrainain).
13. Pashuk A.I. *Franko pro natsionalnyi ideal yak dukhovnu osnovu derzhavnoi samostiinosti ta natsionalnoi nezalezhnosti ukrainskoho narodu* [Franko about the national ideal as the spiritual basis of state independence and national independence of the Ukrainian people]. *Sotsiohumanitarni problemy liudyny* [Socio-Humanitarian Problems of Man]. 2005, no. 1. URL: <https://znc.com.ua/ukr/publ/periodic/shpp/2005/1/p025.php> (accessed: 23.05.2022). (in Ukrainain).
14. Svetliachenko O.V. *Dyskredytatsiia UPA ta fizychni metody znyshchennia natsionalnovyzvolnoho rukhu Radianskoii vladoiu u 1944-1945 rr.* [Discrediting the UPA and physical methods of destroying the national liberation movement by the Soviet authorities in 1944–1945]. URL: [https://cdvr.org.ua/sites/default/files/statti\\_konkurs/Svetlyachenko\\_stattya.pdf](https://cdvr.org.ua/sites/default/files/statti_konkurs/Svetlyachenko_stattya.pdf) (accessed : 23.05.2022). (in Ukrainain).
15. Udovenko Zh.V. *Chornobylska trahediia – sumnyi urok dlia liudstva. Chornobyl : katastrofa ta uroky na maibutnie : materialy Mizhvuzivskoi nauk.-prakt. konfer.* [The Chernobyl tragedy is a sad lesson for humanity. Chernobyl : catastrophe and lessons for the future : materials of the Interuniversity science-practice. conf.]. Kyiv, 26<sup>th</sup> April, 2016. Editorial board: V.V. Cherniei, S.D. Husariev, S.S. Cherniavskiyi and oth. Kyiv : Nats. Akad. Vnutr. Sprav, 2016, pp. 5–9. (in Ukrainain).
16. *Ukrainska Povstanska Armiia : istoriia neskorenykh* [Ukrainian Insurgent Army : History of the Unconquered]. Lviv : TsDVR, SBU, UINP, 2008, 86 p. (in Ukrainain).
17. Franko I. *Odvertyi lyst do halytskoi ukrainskoi molodezhi : zibr. tvoriv u 50-ty t.* [An open letter to the Galician Ukrainian youth : coll. works in 50 vols.] Kyiv, 1986, vol. 45, pp. 401–409. (in Ukrainain).
18. Shvydchenko T. and Oliinyk A. *Ni, vony ne natsysty! Vony – bilshovyky i komunisty!* [No, they are not Nazis! They are Bolsheviks and Communists!]. URL: <https://www.istpravda.com.ua/> (accessed : 23.05.2022). (in Ukrainain).

Надійшла до редакції: 20.08.2022.

УДК 539.12

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.271222.59.911

## АНАЛІЗ РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ ТА ПОЛЬЩІ

КАЛДА Г. С.<sup>1,2\*</sup>, *докт. техн. наук, проф.*,  
ШЕВЕЛЯ В. В.<sup>3</sup>, *докт. техн. наук, проф.*,  
РИБАЛКА К. А.<sup>4</sup>, *канд. техн. наук, доц.*,  
ЖИВЕЦЬ Я.<sup>5</sup>, *канд. техн. наук*

<sup>1\*</sup> Кафедра будівництва та цивільної безпеки, Хмельницький національний університет, вул. Інститутська, 11, 29016, Хмельницький, Україна, тел. +38 (097) 478-59-86, e-mail: [kalda.galina@ukr.net](mailto:kalda.galina@ukr.net), ORCID ID: 0000-0001-6309-7661

<sup>2\*</sup> Кафедра водопостачання та водовідведення, Жешувська політехніка, вул. Повстанців Варшави, 12, 35-959, Жешув, Польща, тел. +48 (17) 865-10-68, ORCID ID: 0000-0002-5142-0473

<sup>3</sup> Кафедра будівництва та цивільної безпеки, Хмельницький національний університет, вул. Інститутська, 11, 29016, Хмельницький, Україна, тел. +38 (096) 348-75-59, e-mail: [valeriy.shevelya@gmail.com](mailto:valeriy.shevelya@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-5462-3524

<sup>4</sup> Кафедра безпеки життєдіяльності, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (050) 905-51-42, e-mail: [ekaterina.rybalka1980@gmail.com](mailto:ekaterina.rybalka1980@gmail.com), ORCID ID: 0000-0001-7049-6871

<sup>5</sup> Кафедра водопостачання та водовідведення, Жешувська політехніка, вул. Повстанців Варшави, 12, 35-959, Жешув, Польща, тел. +48-881-380-438, e-mail: [j.zywiec@prz.edu.pl](mailto:j.zywiec@prz.edu.pl), ORCID ID: 0000-0002-0823-4229

**Анотація.** *Постановка проблеми.* Розглянуто проблеми радіоактивного забруднення навколишнього середовища. Аналіз забруднення показано на дослідженнях ґрунту, води та повітря територій України та Польщі. Знання, пов'язані з радіоактивним випромінюванням, його впливом на живі організми та навколишнє середовище, а також із методами захисту від радіації, можуть допомогти зменшити небезпечний вплив на навколишнє природне середовище. Викладаючи студентам дисципліни, пов'язані з радіоактивним забрудненням навколишнього середовища та радіаційним захистом, потрібно розповідати про можливі загрози від радіації, методи та засоби щодо зменшення такого виду забруднень та про методи захисту як працівників, так і в цілому населення від радіоактивного опромінення. *Мета статті* – аналіз радіоактивного забруднення ґрунту, повітря, поверхневих вод територій України та Польщі, вивчення причин забруднення різних регіонів цих країн, проведення моніторингу радіоактивного зараження регіонів, захисту населення від негативного впливу радіоактивного випромінювання. Це також потрібно для підготовки фахівців, які мають професійно вирішувати проблеми радіаційного забруднення територій, оцінювати ступінь ризику у випадку надходження радіонуклідів у природні об'єкти та визначати оптимальні шляхи зменшення негативного впливу радіації на природні об'єкти, а також населення. *Висновок.* Вивчення проблем, пов'язаних із забрудненням навколишнього середовища радіоактивними елементами, актуальне як для нашої країни, так і для всіх країн світу. Якщо ми аналізуємо цей вид забруднення в Україні, потрібно ретельно вивчати ситуацію з радіацією і щонайменше в сусідніх країнах, тому що для неї кордонів не існує.

**Ключові слова:** *забруднення; радіація; викиди; концентрація радіонуклідів; захист*

## ANALYSIS OF RADIOACTIVE CONTAMINATION FOR THE REGIONS OF UKRAINE AND POLAND

KALDA G.S.<sup>1,2\*</sup>, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,  
SHEVELYA V.V.<sup>3</sup>, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,  
RYBALKA K.A.<sup>4</sup>, *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*,  
ŻYWIĘC J.<sup>5</sup>, *Cand. Sc. (Tech.)*

<sup>1\*</sup> Department of Construction and Civil Security, Khmelnytskyi National University, 11, Instytutaska St., Khmelnytskyi, 29016, Ukraine, tel. +38 (097) 478-59-86, e-mail: [kalda.galina@ukr.net](mailto:kalda.galina@ukr.net), ORCID ID: 0000-0001-6309-7661

<sup>2\*</sup> Department of Water Supply and Sewage Systems, Rzeszow University of Technology, 12, Al. Powstancow Warszawy, Rzeszow, 35-959, Poland, tel. +48 (17) 865-10-68, ORCID ID: 0000-0002-5142-0473

<sup>3</sup> Department of Construction and Civil Security, Khmelnytskyi National University, 11, Instytutaska St., Khmelnytskyi, 29016, Ukraine, tel. +38 (068) 202-16-17, e-mail: [valeriy.shevelya@gmail.com](mailto:valeriy.shevelya@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-5462-3524

<sup>4</sup> Department of Life Safety, Prydniprovskaya State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dniipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (050) 905-51-42 e-mail: [ekaterina.rybalka1980@gmail.com](mailto:ekaterina.rybalka1980@gmail.com), ORCID ID: 0000-0001-7049-6871

<sup>5</sup> Department of Water Supply and Sewage Systems, Rzeszow University of Technology, 12, Al. Powstancow Warszawy, Rzeszow, 35-959, Poland, tel. +48-881-380-438, e-mail: [j.zywiec@prz.edu.pl](mailto:j.zywiec@prz.edu.pl), ORCID ID: 0000-0002-0823-4229

**Abstract. Problem statement.** The problems of environment radioactive contamination are considered. The analysis of contamination is shown on studies of soil, water and air for the territories of Ukraine and Poland. Knowledge of radiation, its effects on living organisms and the environment, and methods of protection against radiation can help reduce the environmental hazards of radiation. During studying of disciplines related to radioactive contamination and radiation protection, it is necessary to emphasize to future specialists about possible threats from radiation, methods and means to reduce this type of contamination, and methods of protection for workers and the general population from radioactive irradiation. **The purpose of the article** is to analyse radioactive contamination of soil, air, surface waters of Ukraine and Poland, study the causes of contamination for different regions of these countries, monitor radioactive contamination of regions, protect the population from the negative effects of radiation. It is also necessary to train specialists who must professionally solve the problem of contamination, assess the risk of radionuclides entering natural sites and determine the best ways to reduce the negative impact of radiation on natural sites and the population. **Conclusions.** The study of problems related to the environmental contamination with radioactive elements is relevant both for our country and for all countries of the world. If we analyze this type of pollution in Ukraine, we need to carefully study the situation with radiation, and at least in neighboring countries, because there are no borders for this type of pollution.

**Keywords:** *contamination; radiation; emissions; radionuclide concentration; protection*

**Постановка проблеми.** В сучасному світі радіоактивне випромінювання використовується у різних сферах людської діяльності, наприклад, в енергетиці, металургії, електроніці, хімічній та гірничодобувній промисловості. Прилади та джерела іонізуючого випромінювання також широко використовуються в сучасній медицині, як у діагностиці, так і в лікуванні.

Відкриття радіоактивності дало людині багато позитивних можливостей для використання цього явища, але, з іншого боку, воно робить людство дуже відповідальним.

Знання, пов'язані з радіоактивним випромінюванням, його впливом на живі організми та навколишнє середовище, а також із методами захисту від радіації, можуть допомогти зменшити небезпечний для навколишнього середовища вплив радіації.

У зв'язку з непомітним і водночас небезпечним впливом іонізуючого випромінювання на живі організми, а також з урахуванням усе більшого використання радіоізоотопів у промисловості, енергетиці, наукових дослідженнях та медицині, потреба ефективного захисту навколишнього середовища від радіоактивного забруднення стала актуальною та важливою проблемою усього світу.

Виняткова особливість екологічного стану України – те, що екологічно гострі локальні ситуації поглиблюються великими регіональними кризами, такими як Чорнобильська катастрофа, яка з її довготривалими медико-біологічними, економічними та соціальними наслідками створила в Україні ситуацію, що наближається до рівня глобальної екологічної катастрофи.

Зона екологічного лиха сформувалася навколо Чорнобильської АЕС. Головним джерелом небезпеки тут залишається об'єкт «Укриття», в якому зосереджено небезпечні радіоактивні речовини та ядерні матеріали, радіоактивність яких наближається до 20 млн кюрі. Ця загроза стала ще більшою через окупацію недолугими російськими військами, які підняли воєнною технікою радіоактивний пил та умудрились рити окопи там, де радіація буде занадто високою ще не одну сотню років.

Викладаючи студентам дисципліни, пов'язані з радіоактивним забрудненням навколишнього середовища та радіаційним захистом, потрібно наголошувати майбутнім фахівцям про можливі загрози від радіації, методи та засоби щодо зменшення такого виду забруднень та про методи захисту як працівників, так і в цілому населення від радіоактивного опромінення.

**Аналіз публікацій.** Сучасним джерелам радіаційного випромінювання присвячено

багато наукових та методичних публікацій у вітчизняних та зарубіжних виданнях [1–7]. З одного боку, ця проблема останні десятиліття стоїть дуже гостро у багатьох країнах світу в зв'язку із щорічним збільшенням використання радіоактивної енергії у різних галузях промисловості, науки, медицини, енергетики, на військових об'єктах розвинутих країн світу. Також ця проблема загострюється із забрудненням навколишнього середовища радіонуклідами, що пов'язано з аваріями на Чорнобильській та Фукусімській АЕС, а також із погрозами агресивних країн, таких як Росія, щодо використання ядерної зброї.

З іншого боку, сучасне життя вже неможливе без атомної енергії, без ядерних реакторів на атомних електростанціях, наукових та промислових об'єктах, у медичних закладах. Тому людству потрібно знаходити оптимальні можливості використання атомної енергетики, які б могли якнайменше нашкодити нашій планеті й усьому живому у разі можливих викидів радіоактивних речовин у навколишнє середовище.

**Мета статті** – аналіз радіоактивного забруднення ґрунту, повітря, поверхневих вод територій України та Польщі, вивчення причин забруднення різних регіонів цих країн, проведення моніторингу радіоактивного зараження регіонів, захисту населення від негативного впливу радіоактивного випромінювання. Це також потрібно для підготовки фахівців, які мають професійно вирішувати проблеми радіаційного забруднення території, оцінювати ступінь ризику у випадку потрапляння радіонуклідів у природні об'єкти та визначати оптимальні шляхи зменшення негативного впливу радіації на природні об'єкти, а також на населення.

**Виклад матеріалу.** Радіоактивне забруднення – це забруднення повітря, води, ґрунту, тіла людини, предметів радіоактивними речовинами. Таке забруднення може виникнути внаслідок:

- неправильного зберігання радіоактивних матеріалів;

- витоку радіоактивних речовин з ядерних установок;

- викидів радіоактивних газів;

- випадіння радіоактивних речовин із хмари ядерного вибуху після ядерного бомбардування.

Крім цього, на значних територіях України та Польщі виходять на поверхню або залягають близько до неї різні кристалічні породи, які, як відомо, характеризуються підвищеною радіоактивністю. В окремих районах підвищена радіоактивність властива і молодим осадовим породам. За цих умов навіть невелика додаткова радіоактивність дуже небезпечна [2; 7].

Розглянемо радіаційну ситуацію в нашій країні та сусідній, дружній нам Польщі.

У шести областях України розташовані регіональні підприємства «Радон» із переробки та зберігання радіоактивних відходів, які приймають на переробку радіоактивні відходи від усіх галузей народного господарства країни.

Підприємства з видобутку і переробки уранових руд розміщені у Дніпропетровській, Миколаївській та Кіровоградській областях. Характерне для переробки урану те, що майже всі відходи – відвали шахтних порід, скиди та викиди стали джерелами радіаційного забруднення навколишнього середовища.

У Польщі найбільші підприємства з видобутку та переробки корисних копалин розташовані в Дольносльонському та Велькопольському регіонах, де рівень радіації у навколишньому середовищі в 1,5 раза вищий, ніж в інших регіонах країни [2].

Інші джерела радіоактивного забруднення довкілля – це матеріали, зібрані на сміттєзвалищах, відвалах і відстійниках, які можуть містити радіоактивні елементи в концентраціях, у багато разів більших, ніж у навколишньому середовищі в природному стані. Тому використання шлаків та золи як сировини для виробництва будівельних матеріалів без їх належного контролю та відбору може спричинити збільшення дози іонізуючого

випромінювання, яке отримує населення. Дослідження радіоактивності сировини та будівельних матеріалів, а також вимірювання концентрації радону у житлових будинках, що проводяться у Польщі, спрямовані на те, щоб максимально зменшити цей ризик.

Відповідно до чинних законодавств України та Польщі, усі види діяльності, які спричиняють або можуть викликати радіаційне опромінення, підлягають нагляду та контролю. Це також стосується ядерних дослідницьких реакторів і всіх видів установок, що використовують джерела іонізуючого випромінювання.

#### *Деградація ґрунтів унаслідок радіації.*

Через швидке виробництво та використання добрив щороку збільшується кількість радіоактивно забруднених ґрунтів, наприклад, спостерігається підвищення концентрації радіоактивних ізотопів у ґрунті через використання калійних та фосфорних добрив. Концентрації  $^{137}\text{Cs}$  та природних радіонуклідів  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ac}$  та  $^{40}\text{K}$  виміряли у пробах ґрунту Польщі, які проводяться у Центральній лабораторії радіологічного захисту. Результати проведених вимірювань показали, що максимальні значення  $^{137}\text{Cs}$  отримано у ґрунті Дольносльонського регіону (8,62 кБк/м<sup>2</sup>), Малопольського (8,44 кБк/м<sup>2</sup>), а найменші значення отримані у ґрунті Лодзійського (0,21 кБк/м<sup>2</sup>) та Любельського (0,23 кБк/м<sup>2</sup>) регіонів. Значно вищі концентрації радіонукліду  $^{226}\text{Ra}$  спостерігаються на півдні Польщі (особливо у Нижньосльонському регіоні).

Такий розподіл концентрацій  $^{226}\text{Ra}$  пов'язаний із геологічною будовою ґрунту країни. Найбільші концентрації урану в Польщі у поверхневому шарі ґрунту виявлені в Судетах, вони перевищують середні по країні у 10...12 разів. Середня концентрація торію  $^{232}\text{Th}$  на території Карпат та Судетів у п'ять разів перевищує середнє значення в інших регіонах країни. Концентрація калію  $^{40}\text{K}$  характеризується більшою однорідністю розподілу в Польщі. У випадку із цим радіонуклідом можна спостерігати певні закономірності, пов'язані з наявністю природного калію в ґрунтах.

Середній вміст природного калію у ґрунтах Польщі становить 0,68 %, максимальне значення становить 2,8 %. Найбільший вміст, найчастіше пов'язаний з гранітними масивами та лісами, спостерігається у Судетах, Карпатах та північно-східній Польщі. Розподіл природних радіонуклідів  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ac}$ , а також  $^{40}\text{K}$  у поверхневому шарі ґрунту пов'язаний із геологічною будовою ґрунту країни, що підтверджується результатами досліджень ґрунту, отриманими для окремих регіонів [2].

Збирання, аналіз та узагальнення даних радіологічного обстеження орних земель України показали, що забруднення  $^{137}\text{Cs}$  вище 37 кБк/м<sup>2</sup> на сільськогосподарських угіддях України поширене на 461,7 тис. га, з них орних земель 345,9 тис. га. Забруднені площі зберігаються на території 12 областей, де було обстежено 8,8 млн га. Це Житомирська, Черкаська, Рівненська, Чернігівська, Вінницька, Київська та інші області.

Забруднення угідь  $^{90}\text{Sr}$  унаслідок Чорнобильської катастрофи було менш інтенсивним і поширилося, в основному, в межах зони відчуження та на прилеглих до неї територіях, проте в аерозольних випадах стронцій поширився і значно далі [7].

Здійсненням систематичного радіаційного моніторингу довіклля в нашій країні займається Національна гідрометеорологічна служба України, що виконує регулярні спостереження на розгалуженій мережі, яка охоплює всю територію держави.

У цілому, нині радіаційна ситуація на забруднених територіях порівняно з раннім поставарійним періодом поліпшилась. Це відбулось за рахунок:

- природних автореабілітаційних процесів (радіоактивного розпаду, фіксації і перерозподілу радіонуклідів у ґрунті);
- проведення комплексу контрзаходів, спрямованих на посилення біогеохімічних бар'єрів із метою блокування радіонуклідів у ґрунтах, що забезпечує зниження радіаційного забруднення продуктів харчування місцевого виробництва;

- посиленого радіоекологічного моніторингу ґрунтів та сільськогосподарської продукції, її радіологічного контролю і чіткого дотримання рекомендацій з ведення сільськогосподарського виробництва.

На жаль, за останній час радіаційний фон у зоні Чорнобильської АЕС значно підвищився в результаті воєнних дій, коли неосвічені російські загарбники підняли радіаційний ґрунт важкою технікою та почали окопуватись у зараженій зоні.

**Радіоактивне забруднення води** може бути викликано іонізуючим випромінюванням, яке практично непомітне, оскільки не має смаку та запаху. Всесвітня організація охорони здоров'я за погодженням з Міжнародною комісією з радіологічного захисту рекомендує його максимально допустиму дозу 0,1 мЗв/рік. Це частина загальної дози опромінення від природних джерел, прийнятої для так званого статистичного показника людини у кількості 2,4 мЗв/рік. Оцінюючи якість питної води, рекомендується дотримуватися відповідної процедури, що складається з таких елементів:

- початкове вимірювання загальної альфа- та бета-активності;

- якщо загальна альфа- та бета-активність не перевищують 0,1 Бк/дм<sup>3</sup>, воду можна використовувати для питних потреб;

- якщо зазначена умова не виконується, всі радіонукліди у воді слід визначити індивідуально та розрахувати дозу опромінення;

- якщо розрахункова доза перевищує 0,1 мЗв/рік, вода непридатна для пиття.

У деяких країнах ЄС використовується критерій оцінки радіоактивності води, який включає гамма-випромінювання на додаток до загальної альфа- та бета-активності. У разі невизначеної суміші радіоактивних елементів у воді сумарні альфа-, бета- та гамма-активності не повинні перевищувати 0,37 Бк/дм<sup>3</sup>.

Вимірювання радіоактивного забруднення поверхневих вод Польщі спрямоване на систематичний контроль концентрацій <sup>137</sup>Cs та <sup>90</sup>Sr у водах річок та озер, а також <sup>137</sup>Cs, <sup>238</sup>Pu та <sup>239</sup>Pu у донних

відкладах. Вимірювання загальної бета-активності у Польщі показують забруднення, що перевищують 400 Бк/дм<sup>3</sup> для річкової води та понад 100 Бк/дм<sup>3</sup> у водопровідній воді. Середній рівень бета-радіоактивності у поверхневих водах в основному зумовлений наявністю <sup>40</sup>K і становить 0,3 Бк/дм<sup>3</sup>. Забруднення поверхневих вод цезієм оцінюється у 0,01 Бк/дм<sup>3</sup>.

Загрозу для споживачів водопровідної води становлять <sup>226</sup>Ra, <sup>228</sup>Th, які теоретично можуть потрапити у питну воду внаслідок гідравлічного прориву. Більш значну загрозу становлять радіонукліди – похідні торію та радію, особливо радон <sup>222</sup>Rn, а також полоній <sup>210</sup>Po, що випромінюють альфа-частинки.

Точне визначення забруднення водопровідної води та розрахунок ефективного еквівалента дози опромінення потребує детальних досліджень. Дослідження підземних вод показали, що природна радіоактивність підземних джерельних вод південної Польщі, де сконцентровано найбільше мінеральних вод, виникає в основному від елементів радіоактивного ряду урану <sup>238</sup>U.

Більшість випромінювання надходить від радону <sup>222</sup>Rn, тоді як концентрації активності урану або радію принаймні на два або більше порядки нижчі. Вища концентрація активного радію в глибоко циркуляційних водах пояснюється більшим часом контакту води з породами пластів. Крім того, розчинність радіонуклідів підтримується:

- мінералогічним та геохімічним складом ґрунтів і гірських порід;

- хімічним складом води;

- ступенем вивітрювання гірських порід;

- окиснювально-відновними умовами.

Що стосується ситуації в Україні, проблема питної води вже давно набула загально національних масштабів. Близько 60 % води в нашій країні визнано непридатними до пиття, особливо це стосується Дніпропетровської, Запорізької, Донецької, Київської, Одеської, Херсонської областей. Що стосується радіонуклідів, їх

вміст у водах річок та озер України порівняно з роками після аварії на Чорнобильській АЕС значно знизився. Починаючи з 2002 року середні річні концентрації  $^{90}\text{Sr}$  та  $^{137}\text{Cs}$  у водах Дніпра та Дніпровських водосховищ значно зменшились і стали значно нижчими за допустимі рівні вмісту цих радіонуклідів у воді (2 000 Бк/м<sup>3</sup>), встановлені нормами ДР-97 [3; 5].

Проведення відповідних робіт зі знезараження води дало свої результати. Тепер можна стверджувати, що ситуація стосовно забруднення дніпровського каскаду радіонуклідами перебуває в стабільному стані. Рівні забруднення практично досягли доаварійних значень і сьогодні немає підстав для погіршення радіаційного стану водосховищ дніпровського каскаду.

#### **Радіоактивне забруднення повітря.**

Основними джерелами надходження штучних радіоактивних речовин в атмосферне повітря стали:

- випробування атомної зброї;
- викиди ядерних реакторів;
- аварійні викиди на підприємствах ядерного паливного циклу (на атомних електростанціях).

Переважає більшість цих викидів (окрім ядерного палива реакторів) є короткоживучими з періодом напіврозпаду до 30 років [1].

Контроль за радіоактивним забрудненням атмосфери здійснюється на фоновому рівні, а також у зонах радіаційного впливу атомних електростанцій та інших джерел можливого радіонуклідного забруднення. В Україні при цьому особлива увага приділяється територіям, забрудненим унаслідок аварії на Чорнобильській АЕС, місцям видобутку урану, деяким територіям із підвищеним рівнем природного радіаційного фону [1; 6].

Важливим методологічним підходом до контролювання транскордонного перенесення глобальних потоків радіоактивних речовин на великі відстані від місця викиду є низка спеціальних наземних та авіаційних станцій. Такі станції

обладнані системами відбору газу та аерозолів, збиранням сухих осідань та опадів, аналізу вмісту радіонуклідів та їх загальної і окремої радіоактивності у відібраних пробах повітря. Інформація від них надсилається у Західно- та Східноєвропейський метеорологічні синтезувальні центри.

За ступенем оперативності таку інформацію поділяють на види:

- *екстрена інформація*, яка містить відомості про різкі зміни рівнів радіоактивного забруднення атмосферного повітря, що негайно передаються в контролюючі та господарські організації. Завдяки системі такої інформації Швеція, розташована на відстані майже двох тисяч кілометрів від північних кордонів України, вже через добу після аварії на Чорнобильській АЕС у 1986 р. першою із зарубіжних країн виявила радіоактивні речовини в повітрі, тобто їх транскордонний перенос, і повідомила про неї відповідні міжнародні організації;

- *оперативна інформація*, що містить узагальнені матеріали спостережень за радіоактивністю повітря протягом місяця. Завдяки цій інформації радіонукліди, викинуті під час аварії на Чорнобильській АЕС, які вже через тиждень підпали під дію тропосферних вітрів, були виявлені послідовно практично в усіх країнах північної півкулі нашої планети, а радіонукліди, що були викинуті під час аварії на АЕС «Фукусіма-1», вже через тиждень були виявлені над Європою, у тому числі і над Україною;

- *режимна інформація*, що містить дані про середній та максимальний рівні радіоактивного забруднення повітря протягом тривалого часу, як правило, за рік, котра використовується для планування певних заходів, спрямованих на захист персоналу підприємств, населення від додаткового опромінення, оцінювання збитків, завданих народному господарству внаслідок забруднення атмосферного повітря.

У Польщі радіоактивність аерозолів в атмосфері визначається на основі



вимірювань, проведених на станціях раннього виявлення забруднення (ASS-500). Відповідно до закону Prawo Atomowe, систематично оцінюється радіаційна обстановка у країні. Основу такої оцінки становлять насамперед результати вимірювань, отримані від станцій під час раннього виявлення радіоактивного забруднення, та від установ, які проводять вимірювання радіоактивного забруднення в атмосфері. На основі даних станції ASS-500 щодня публікується карта, яка показує щоденний розподіл потужності дози гамма-випромінювання по всій країні. Серйозних підвищень радіоактивності в атмосферному

повітрі на території Польщі останніми роками не спостерігалось [2].

**Висновки.** Вивчення проблем, пов'язаних із забрудненням навколишнього середовища радіоактивними елементами, актуальне як для нашої країни, так і для всіх країн світу. Якщо ми аналізуємо цей вид забруднення в Україні, потрібно ретельно вивчати ситуацію з радіацією і щонайменше в сусідніх країнах, тому що для цього виду забруднення кордонів не існує. Дисципліни, пов'язані із вивченням радіації та захисту від неї, чи не найважливіші в зв'язку з необхідністю навчати майбутніх фахівців цієї справи.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Калда Г. С., Шевеля В. В., Беліков А. С., Килимник О. М. Захист від радіаційного та електромагнітного випромінювання : навч. посіб. Кам'янець-Подільський, 2013. 448 с.
2. Kalda G. S. Radioactive contamination control in Poland. *Journal of Civil Engineering, Environment and Architecture*. Poland, t. XXX, z. 60, (nr 1/2013). 2013. Pp. 31–47.
3. Кузьменко М. І., Гудков Д. І., Кіреєв С. І. та ін. Техногенні радіонукліди у прісноводних екосистемах. Київ : Наукова думка, 2010. 261 с.
4. Bulgakov A., Konoplev A., Smith J., Laptev G., Voitsekhovich O. Fuel particles in the Chernobyl cooling pond : current state and prediction for remediation options. *J. Environmental Radioactivity*. 2009. № 100 (4). Pp. 329–332.
5. Канівець В. В., Деркач Г. А., Лісовий Г. В., Соколов С. Б. Цезій-137 у донних відкладах Київського водосховища. *Збірник тез доповідей XXIII-ї щорічної наукової конференції ІЯД НАНУ*. 2016. С. 215–216.
6. Гудков І. М., Гайченко В. А., Кашпаров В. О., Кутлахмедов Ю. О., Гудков Д. І., Лазарев М. М. Радіоекологія. 2-е вид. Київ : НАУБіП України, 2011. 368 с. Херсон : Олді-Плюс, 2013. 467 с.
7. Медведев В. В. Мониторинг почв Украины. Концепция. Итоги. Задачи. Харьков : КП «Городская типография», 2012. 536 с.

### REFERENCES

1. Kalda G.S., Shevelya V.V., Belikov A.S. and Kylymnyk O.M. *Zakhyst vid radiatsiynoho ta elektromahnitnoho vyprominyuvannya : navch. posib*. [Protection against radiation and electromagnetic radiation : textbook]. Kamyanets-Podilsky, 2013, 448 p. (in Ukrainian).
2. Kalda G.S. Radioactive contamination control in Poland. *Journal of Civil Engineering, Environment and Architecture*. Poland, t. XXX, z. 60, (nr 1/2013), 2013, pp. 31–47.
3. Kuzmenko M.I., Gudkov D.I., Kireev S.I. and oth. *Tekhnohenni radionuklidy u prysnovodnykh ekosystemakh* [Man-made radionuclides in freshwater ecosystems]. Kyiv : Naukova Dumka Publ., 2010, 261 p. (in Ukrainian).
4. Bulgakov A., Konoplev A., Smith J., Laptev G. and Voitsekhovich O. Fuel particles in the Chernobyl cooling pond : current state and prediction for remediation options. *J. Environmental Radioactivity*. 2009, no. 100 (4), pp. 329–332.
5. Kanivets V.V., Derkach G.A., Lisovyy G.V. and Sokolov S.B. *Tseziy-137 u donnykh vidkladakh Kyivskoho vodoshovyshcha* [Cesium-137 in the bottom sediments of the Kyiv Reservoir]. *Zbirnyk tez dopovidey KHKHIII-yi shchorichnoyi naukoviy konferentsiyi IYAD NANU* [Collection of abstracts of the XXIII annual scientific conference of the Institute of Natural Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine]. 2016, pp. 215–216. (in Ukrainian).
6. Gudlov I.M., Gaichenko V.A., Kashparov V.O., Kutlakhmedov Yu.O., Gudkov D.I., Lazarev M.M. *Radioekolohiya. 2-e vyd*. [Radioecology. 2<sup>nd</sup> edition]. Kyiv : NAUBiP of Ukraine, 2011, 368 p., Kherson : Oldi-Plus, 2013, 467 p. (in Ukrainian).
7. Medvedev V.V. *Monitoring pochv Ukrainy. Kontseptsiya. Itogi. Zadachi* [Monitoring of soils of Ukraine. Concept. Results. Tasks]. Kharkiv : KP “City Printing House”, 2012, 536 p. (in Russian).

Надійшла до редакції: 06.11.2022.

УДК 697

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.271222.66.912

## ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ВИСОТНОГО КОРПУСУ ПДАБА

КОСЕНКО Л. В.<sup>1\*</sup>, *аспір.*,  
КОВАЛЬ О. О.<sup>2</sup>, *канд. техн. наук, с. н. с.*,  
ЮРЧЕНКО Є. Л.<sup>3</sup>, *канд. техн. наук, доц.*,  
ТИМОШЕНКО О. А.<sup>4</sup>, *канд. техн. наук, доц.*

<sup>1\*</sup> Кафедра залізобетонних та кам'яних конструкцій, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, e-mail: [kosenko.leonid@365.pdaba.edu.ua](mailto:kosenko.leonid@365.pdaba.edu.ua), ORCID ID: 0000-0002-8841-8318

<sup>2</sup> Кафедра залізобетонних та кам'яних конструкцій, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, e-mail: [13koval@gmail.com](mailto:13koval@gmail.com), ORCID ID: 0000-0001-7805-6811

<sup>3</sup> Кафедра залізобетонних та кам'яних конструкцій, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, e-mail: [yel@mail.pgasa.dp.ua](mailto:yel@mail.pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0002-9356-3261

<sup>4</sup> Кафедра екології та охорони навколишнього середовища, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, e-mail: [mitomdnipro1997@gmail.com](mailto:mitomdnipro1997@gmail.com), ORCID ID: 0000-0003-3114-9820

**Анотація.** Дослідницька робота спрямована на поглиблення методологічних та організаційно-практичних засад в енергоефективності для подальшого застосування в термомодернізації будівель навчальних корпусів.

Актуальність роботи спрямована на зменшення споживання енергоресурсів за рахунок підвищення енергоефективності будівель.

На основі проведених розрахунків та досліджень отримані такі науково-практичні результати:

- проведено технічне обстеження системи опалення будівлі навчального корпусу;
- проведено тепловізійне дослідження та виявлено інфільтраційні теплові відмови системи опалення будівлі;
- визначено клас енергоефективності будівлі до термореновації;
- запропоновано та розраховано економічну доцільність заходів із термомодернізації системи опалення;
- визначено клас енергоефективності будівлі після термореновації.

Отримано науково-практичні результати теплових відмов системи опалення, що свідчать про необхідність запровадження заходів зі зменшення кількості втрат теплової енергії, запропоновано заходи з термомодернізації системи опалення.

Отримані наукові та практичні значення дослідницької роботи можна використовувати в подальшому на схожих об'єктах як приклад для підвищення рівня енергоефективності.

**Ключові слова:** *енергоефективність; інфільтраційні теплові відмови; термомодернізація; термореновація; тепловізійне дослідження*

## ENERGY EFFICIENCY OF THE HEATING SYSTEM OF THE PSACEA HIGH-RISE BUILDING

KOSENKO L.V.<sup>1\*</sup>, *Postgrad. Stud.*,  
KOVAL O.O.<sup>2</sup>, *Cand. Sc. (Tech.), Sen. Res.*,  
YURCHENKO Y.L.<sup>3</sup>, *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*,  
TYMOSHENKO O.A.<sup>4</sup>, *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*

<sup>1\*</sup> Department of Reinforced Concrete and Stone Structures, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro 49005, Ukraine, e-mail: [kosenko.leonid@365.pdaba.edu.ua](mailto:kosenko.leonid@365.pdaba.edu.ua), ORCID ID: 0000-0002-8841-8318

<sup>2</sup> Department of Reinforced Concrete and Stone Structures, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, e-mail: [13koyal@gmail.com](mailto:13koyal@gmail.com), ORCID ID: 0000-0001-7805-6811

<sup>3</sup> Department of Reinforced Concrete and Stone Structures, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, e-mail: [vel@mail.pgasa.dp.ua](mailto:vel@mail.pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0002-9356-3261

<sup>4</sup> Department of Ecology and Environmental Protection, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, e-mail: [mitomdnipro1997@gmail.com](mailto:mitomdnipro1997@gmail.com), ORCID ID: 0000-0003-3114-9820

**Abstract.** The research aims to deepen the methodological and organisational-practical principles of energy efficiency for further application in the educational buildings thermal modernization.

The relevance of the work is to reduce energy consumption by increasing the energy efficiency of buildings. Based on the calculations and research, the following scientific and practical results were obtained:

- a technical inspection of the educational building heating system was conducted;
- a thermal imaging survey was conducted and infiltration thermal failures of the building's heating system were detected;
- the energy efficiency class of the building before thermal renovation is determined;
- economic expediency of the heating system thermal modernization was proposed and calculated.
- the energy efficiency class of the building after thermal renovation is determined.

As an outcome of obtaining scientific and practical results for the heating system thermal failures, indicating the need to introduce measures to reduce the amount of thermal energy losses, ways for the heating system thermal modernization are proposed.

The obtained scientific and practical implications of the research work can be used in the future on similar objects, as an example for increasing the energy efficiency level.

**Keywords:** *energy efficiency; infiltration thermal failures; thermal modernization; thermal renovation; thermal imaging survey*

**Мета дослідження** – поглиблення методологічних та організаційно-практичних засад в енергоефективності для подальшого застосування в термомодернізації будівель навчальних корпусів.

**Вступ.** Енергозбереження та енергоефективність у будівництві наразі мають велике значення для України. Ефективне використання природних паливно-енергетичних ресурсів та потенціал енергонезалежності забезпечать зростання економіки і підвищення якості життя населення. Зменшення споживання природних енергоносіїв (нафти, природного газу, вугілля), а також залучення альтернативних джерел енергії (вітру, сонця, води) сприятиме зменшенню викидів CO<sub>2</sub>, зниженню забруднення повітря, водойм, а також зменшенню шкідливих відходів, що, своєю чергою, екологічно поліпшить навколишнє природне середовище.

В умовах сьогодення, під час війни з Росією, все більше постає питання

зменшення залежності України від російського газу. Одним із заходів стало зменшення споживання енергоресурсів за рахунок підвищення енергоефективності будівель [1; 5].

**Завдання дослідження.** Згідно з поставленою метою сформовано основні завдання, а саме:

- провести технічне обстеження системи опалення будівлі навчального корпусу;
- виконати тепловізійне дослідження та виявити інфільтраційні теплові відмови системи опалення будівлі;
- визначити клас енергоефективності будівлі до термомодернізації;
- запропонувати та розрахувати економічну доцільність заходів із термомодернізації системи опалення;
- визначити клас енергоефективності будівлі після термомодернізації [1–3].

За результатами проведених розрахунків:

- розроблено інструмент розрахунку енергетичної ефективності для визначення класу енергоефективності для

будівлі навчального корпусу в «ПК Excel»;

- визначено структури енергоспоживання будівлі;

- визначено клас енергоефективності до та після термомодернізації.

Оскільки система опалення має найбільшу енергопотребу, проведено перевірку її технічного стану.

За результатами визначення технічного стану системи опалення, візуальним обстеженням, виявлено низку

дефектів теплового захисту, зниження ефективності роботи системи, неекономічне використання теплової енергії. Це: відсутність теплоізоляції трубопроводів у неопалюваних приміщеннях; підвищені втрати тепла, неналежний стан приладів опалення, часткова відсутність регулювальних кранів на опалювальних приладах, гідравлічне розбалансування та неправильна робота системи опалення (рис. 1) [4].



а) відсутня регулювальна пробка крана



б) часткова заміна опалювальних приладів



в) вузол вводу



г) підтікання системи опалення



д) часткова заміна трубопроводів системи опалення

Рис. 1. Результати візуального обстеження системи опалення

За результатами інструментального контролю (тепловізійна зйомка) з'ясовано, що в приміщеннях не

дотримані санітарно-гігієнічні вимоги щодо забезпечення комфортності

приміщень, що спричинює інфільтраційні втрати в будівлі.

Інфільтраційні відмови – це порушення герметичності будівлі, за якого відбувається надлишковий витік повітря, виникає конденсація вологи в холодних зонах, поява неприємних протягів, що зумовлює порушення клімату та комфорту перебування у будівлі. Також можлива поява цвілі та грибкових утворень на внутрішніх поверхнях конструкцій.

У разі виникнення теплової відмови будинок не втрачає своїх характеристик загальної міцності. Але при цьому не виконуються перераховані вище критерії експлуатаційної придатності, санітарно-гігієнічних норм та мікроклімату будівлі. У випадку інфільтраційних відмов підвищуються економічні витрати, а також зменшується довговічність інженерних конструкцій будівлі.

Однією з причин виникнення інфільтраційних теплових відмов можна

назвати дефекти в інженерних мережах систем опалення будівлі. Розбалансування системи опалення веде за собою нерівномірні температурні параметри клімату на різних поверхах та в різних об'ємах будівлі.

Інфільтраційні дефекти складно визначити у звичайних умовах тепловізійною зйомкою, можливо тільки проведенням Blower Door Test, тобто визначенням повітропроникності огорожувальних конструкцій в натурних умовах.

Blower Door Test дозволяє виявити проблемні місця в конструкції та теплоізоляції будинку і сприяє їх усуненню.

У разі створення різниці тиску всі дефекти будівлі стають явними для тепловізора, як показано на рисунку 2. Обстеження проводиться за різниці тиску більше  $\Delta P > 10$  Pa, також за мінімальної різниці температури понад  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$  [6].

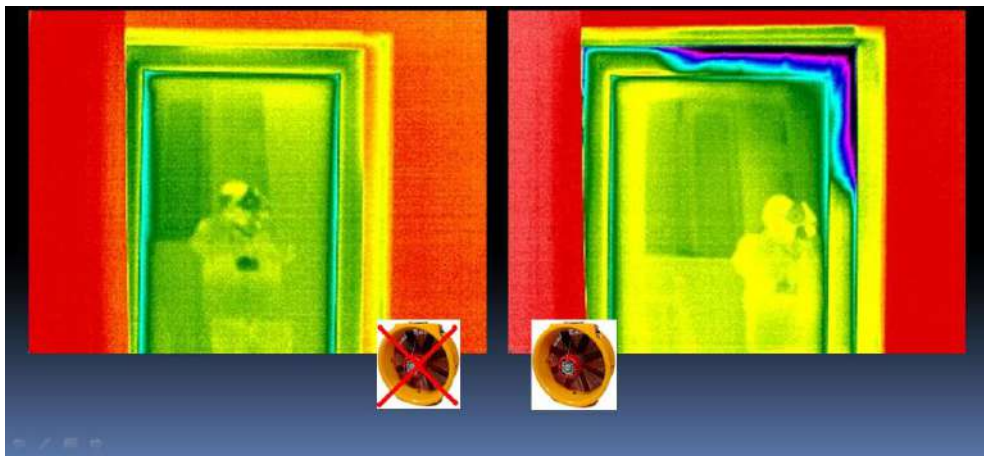


Рис. 2. Виявлення інфільтраційних втрат без застосування та із застосуванням «Blower Door Test»

Результатами випробувань стали показники кратності повітрообміну і, що найцінніше, – детальний аналіз слабких місць утеплення. Це допоможе з визначенням та впровадженням заходів від надлишкового витоку повітря і наданням рекомендації щодо усунення таких місць.

За результатами візуального та інструментального обстеження визначено заходи з термомодернізації системи опалення, як показано на рисунку 3, а саме:

- утеплення системи опалення (рис. 3, а);

- встановлення біметалевих опалювальних приладів з термостатичним регулятором (рис. 3, б);

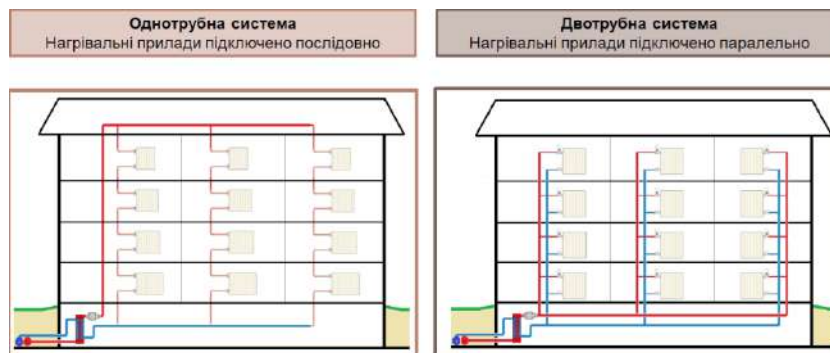


- заміна однотрубною системою на двотрубною (рис. 3, в).



а) утеплення системи опалення – розрахункова економія 7,4 %

б) встановлення біметалевих опалювальних приладів з термостатичним регулятором – розрахункова економія 8,2 %



в) заміна однотрубною системою на двотрубною – розрахункова економія 32,2 %

Рис. 3. Заходи з термомодернізації системи опалення та економія у натуральних показниках при впровадженні заходів

Проведено оцінювання економічної доцільності заходів із підвищення класу енергоефективності будівлі, а саме:

- тепловтрати підсистеми тепловіддачі/виділення, економія 67 %;
- тепловтрати підсистеми розподілу, економія 18,1 %;
- неутилізаційні тепловтрати системи, в неопалюваних приміщеннях (підвал, технічний поверх) після теплоізоляції, економія 65,3 %;
- енергія входу в підсистему розподілу, економія 23,6 %;

- тепловтрати підсистеми виробництва/генерування теплоти, 89 %;
- загальне енергоспоживання теплової енергії від опалення, економія 43%.

Після проведених заходів із термомодернізації системи опалення питоме енергоспоживання для опалення будівлі зменшилось на 43 %. Термін окупності заходів із реконструкції системи опалення (усіх заходів разом та окремо) показано на рисунку 4.

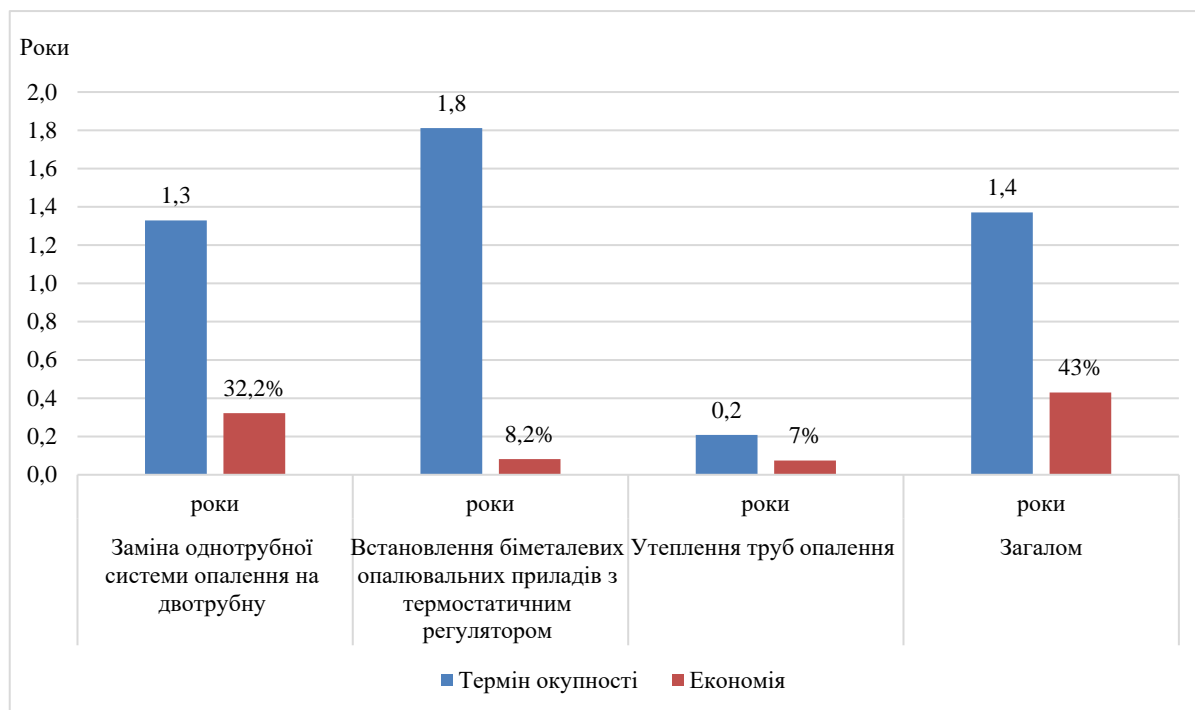


Рис. 4. Термін окупності заходів підвищення класу енергоефективності та економія енергоспоживання (%)

Після проведених заходів з ремонту системи опалення питоме енергоспоживання для опалення будівлі зменшилось на 43,4 кВт·год./м<sup>3</sup>. Для підвищення класу енергоефективності будівлі ці розраховані заходи потрібно впроваджувати разом із термомодернізацією оболонки будівлі.

### Висновки

Основні результати наукового дослідження можна використовувати в подальшому для впровадження на схожих об'єктах, як приклад, для підвищення рівня енергоефективності будівель навчальних закладів, а саме: отримано результати термографічного та візуального обстеження;

- проведено технічне обстеження системи опалення будівлі навчального корпусу;

- виконано тепловізійне дослідження та виявлено інфільтраційні теплові відмови системи опалення будівлі;

- визначено клас енергоефективності будівлі до термомодернізації;

- запропоновано та розраховано економічну доцільність заходів із термомодернізації системи опалення;

- визначено клас енергоефективності будівлі після термомодернізації.

Результати наукових та практичних досліджень, спрямованих на визначення та підвищення рівня енергоефективності будівель, можуть бути використані проектувальниками, енергоаудиторами в подальшому, як приклад для впровадження на схожих об'єктах.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Леонід Косенко. Енергоефективність системи опалення висотного корпусу ПДАБА : кваліфікаційна випускова робота студента ступеня магістра спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» за освітньою програмою ОНП «Енергоаудит та енергоефективність в будівництві». Дніпро : ПДАБА, 2022. 106 с.



2. ДСТУ Б А.2.2-12:2015. Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні. Київ : Держстандарт України, 2015. 140 с.
3. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. Київ : Мінрегіон України, 2017. 31 с. (Державні будівельні норми України).
4. Петренко А. О. Інженерно-технічне обстеження чотирнадцятиповерхової будівлі учбового корпусу ДВНЗ ПДАБА. Будівля 01010013 за адресою: м. Дніпро, вул. Чернишевського 24-а : звіт. 2018. 112 с.
5. Система енергоефективності в Україні. Проект до обговорення. Видавник «GIZ». 30 липня 2018 р. 81 с. URL: <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2018/09/GIZ-brochure.pdf>
6. Бондаренко А., Юрченко Є. Л., Коваль О. О., Тимошенко О. А. Удосконалення методичних основ визначення герметичності оболонки будівлі. *Український журнал будівництва та архітектури*. № 3. 2022. С. 27–34.

## REFERENCES

1. Leonid Kosenko. *Enerhoefektyvnist' systemy opalennya vysotnoho korpusu PDABA : kvalifikatsiyna vypuskova robota studenta stupenya mahistra spetsial'nosti 192 "Budivnytstvo ta tsyvil'na inzheneriya" za osvith'oyu prohramoyu ONP "Enerhoaudyt ta enerhoefektyvnist' v budivnytstvi"* [Energy efficiency of the heating system of the high-rise building of PSACEA : qualifying graduation thesis of a student of the degree of specialty 192 "Construction and Civil Engineering" under the educational program of the ONP "Energy Audit and Energy Efficiency in Construction"]. Dnipro : PSACEA, 2022, 106 p. (in Ukrainian).
2. DSTU B A.2.2-12:2015. *Enerhetychna efektyvnist' budivel'. Metod rozrakhunku enerhospozhyvannya pry opalenni, okholodzhenni, ventylyatsiyi, osviltlenni ta haryachomu vodopostachanni* [Energy efficiency of buildings. The method of calculating energy consumption for heating, cooling, ventilation, lighting and hot water supply]. Kyiv : Derzhstandard of Ukraine, 2015, 140 p. (in Ukrainian).
3. DBN V.2.6-31:2016. *Templova izolyatsiya budivel'* [Thermal insulation of buildings]. Kyiv : Ministry of the Region of Ukraine, 2017, 31 p. (State Building Regulations of Ukraine). (in Ukrainian).
4. Petrenko A.O. *Inzhenerno-tekhnichne obstezhennya chotyrynadtsyatyapoverkhovoyi budivli uchbovoho korpusu DVNZ «PDABA». Budivlya 01010013 za adresoyu: m. Dnipro, vul. Chernyshevs'koho 24-a : zvit* [Report of the engineering and technical survey of the fourteen-story building of the educational complex of the PSACEA. Building 01010013, at the address : Kyiv, Dnipro, 24-a, Chernyshevskoho St.]. 2018, 112 p. (in Ukrainian).
5. *Systema enerhoefektyvnosti v Ukrayini. Proekt do obhovorenniya* [Energy efficiency system in Ukraine. Project for discussion]. GIZ Publisher, July 30, 2018, 81 p. (in Ukrainian). URL: <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2018/09/GIZ-brochure.pdf>
6. Bondarenko A., Yurchenko Y.L., Koval O.O. and Tymoshenko O.A. *Udoskonalennya metodychnykh osnov vyznachennya hermetychnosti obolonky budivli* [Improvement of methodological basis of determination of tightness of building cover]. *Ukrayins'kyi zhurnal budivnytstva ta arkhitektury* [Ukrainian Journal of Civil Engineering and Architecture]. No. 3, 2020, pp. 27–34. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 18.11.2022.



УДК 624.953

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.271222.73.913

## ОПТИМАЛЬНЕ ПРОЕКТУВАННЯ НАФТОВИХ РЕЗЕРВУАРІВ ЗА ЕКОНОМІЧНИМИ КРИТЕРІЯМИ З УРАХУВАННЯМ НАДІЙНОСТІ

НАСОНОВА С. С., канд. техн. наук, доц.

Кафедра інформаційних технологій, Дніпропетровський державний університет внутрішніх справ, пр. Гагаріна, 26, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (063) 848-06-80, e-mail: [ms.nasonova.s@gmail.com](mailto:ms.nasonova.s@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-7228-7499

**Анотація. Постановка проблеми.** Згідно з державними нормами, основним методом забезпечення надійності сталевих вертикальних резервуарів наземного типу для довгострокового зберігання нафти і нафтопродуктів (РВС) є метод граничних станів. Із застосуванням цього методу забезпечується надійність резервуарів в умовах і режимах роботи, які передбачені відповідними нормами. Однак питання, пов'язані із забезпеченням надійності резервуарів, термін служби яких перевищує нормативний, а також питання економічної ефективності проектних рішень вимагають подальшого наукового опрацювання. У статті відповідно до нормативних документів, які регламентують проектування нафтових резервуарів, розглядається загальна методика оптимального проектування РВС за критерієм мінімуму повних очікуваних витрат при забезпеченні необхідного рівня надійності протягом заданого терміну експлуатації. У рамках даної методики сформульовано модель оптимального проектування РВС та запропоновано алгоритм її чисельної реалізації. Наведено отримані результати чисельних експериментів за цією моделлю. Досліджено залежність раціональних значень товщини конструктивних елементів резервуара об'ємом 5 000 м<sup>3</sup> від необхідного рівня надійності. **Мета дослідження** – з урахуванням діючих норм проектування розробити метод прийняття економічно обґрунтованих проектних рішень, які забезпечують необхідний рівень надійності нафтових резервуарів протягом заданого терміну експлуатації. **Висновки.** У статті запропоновано модель оптимального проектування нафтових резервуарів, яка сформульована в термінах нелінійної задачі математичного програмування з цілочисловими змінними. За цією моделлю можна приймати раціональні проектні рішення за критерієм мінімуму повних очікуваних витрат при забезпеченні необхідного рівня надійності протягом заданого терміну експлуатації. Складовими даної моделі є розрахункові моделі оцінки надійності РВС, параметри яких визначаються за наявними результатами статистичної обробки даних натурних обстежень аналогічних об'єктів. Для чисельної реалізації запропонованої моделі оптимального проектування розроблено спеціальний «жадібний» алгоритм. Отримані результати показують, зокрема, що забезпечення надійності РВС пов'язане, головним чином, із забезпеченням міцності двох нижніх поясів стінки і герметичності днища. При цьому ключову роль відіграє міцність 1-го поясу. Все це добре узгоджується з наявними даними натурних обстежень і статистикою капітальних ремонтів РВС, що підтверджує достовірність отриманих результатів.

**Ключові слова:** оптимальне проектування; економічна ефективність; математична модель; надійність; нафтовий резервуар

## OPTIMAL DESIGN OF OIL TANKS ACCORDING TO ECONOMIC CRITERIA WITH CONSIDERATION OF RELIABILITY

NASONOVA S.S., Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.

Department of Information Technologies, Dnipropetrovsk State University of Internal Affairs, 26, Naharina Ave., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (063) 848-06-80, e-mail: [ms.nasonova.s@gmail.com](mailto:ms.nasonova.s@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-7228-7499

**Abstract. Problem statement.** According to state regulations, the main method of ensuring the reliability of steel vertical above-ground tanks for long-term storage of oil and petroleum products is the limit states method. This method ensures the reliability of tanks under the conditions and modes of operation envisaged by the relevant standards. However, issues relating to the reliability of tanks whose service life exceeds the normative one, as well as the economic efficiency of project decisions, require further scientific study. In this article, in accordance with the normative documents regulating the oil tanks design, the general method of oil storage tanks optimal design according to the criterion of minimum total expected costs while ensuring the required reliability level during a specified operation period is considered. Within the framework of this methodology, a model of optimal tanks design is formulated and an algorithm for its numerical realization is proposed. The results of numerical experiments using this model are given. The dependence of the rational values of the structural elements thickness for the tank with a volume of 5 000 cubic

meters on the required level of reliability is investigated. *The purpose of the article* is to develop a method of making economically justified design decisions that ensure the required reliability level of oil tanks during a specified operation period, taking into account the current design standards. *Conclusions*. This article proposes an optimal oil tank design model formulated in terms of a non-linear mathematical programming problem with integer variables. With this model, rational design decisions can be made based on the criterion of the minimum total expected costs while ensuring the required reliability level during a specified operation period. The components of this model are the calculation models for assessing the reliability of the tanks, the parameters of which are determined based on the available results of statistical data processing from field surveys of similar objects. A special “greedy” algorithm was developed for the numerical realization of the proposed optimal design model. The obtained results show, in particular, that ensuring the oil tanks reliability is mainly related to ensuring the strength of the two lower wall belts and the tightness of the bottom. At the same time, the strength of the 1st belt has a key role. All this is in good agreement with the available data of field surveys and statistics of oil tanks capital repairs, which confirms the reliability of the obtained results.

**Keywords:** *optimal design; economic efficiency; mathematical model; reliability; oil tank*

**Постановка проблеми.** Як відмічено в [1–2], сталеві вертикальні резервуари наземного типу для довгострокового зберігання нафти і нафтопродуктів (РВС) належать до споруд із високим ступенем відповідальності. Порухення їх цілісності, часткові або повні руйнування спричиняють значні матеріальні, екологічні та соціальні збитки, що пов'язано із втратою нафтопродукту і забрудненням навколишнього середовища. Аварії нафтових резервуарів прийнято відносити до розряду катастроф державного масштабу. Тому нафтові резервуари – це споруди, надійність експлуатації яких є безумовно головною умовою.

Згідно з нормами [1–3], основним методом забезпечення надійності нафтових резервуарів є метод граничних станів. Із застосуванням цього методу забезпечується надійність РВС в умовах і режимах роботи, які передбачені в [3]. Однак питання, пов'язані із забезпеченням надійності резервуарів, термін служби яких перевищує нормативний, а також питання економічної ефективності проектних рішень вимагають подальшої наукової розробки.

У цій статті відповідно до нормативних документів, які регламентують проектування нафтових резервуарів, розглядається загальна методика оптимального проектування РВС за критерієм мінімуму повних очікуваних витрат при забезпеченні необхідного рівня надійності протягом заданого терміну експлуатації. У рамках даної методики сформульовано модель оптимального проектування РВС та розроблено алгоритм

її чисельної реалізації. Наведено результати чисельних експериментів за цією моделлю. Досліджено залежність раціональних значень товщини конструктивних елементів резервуара об'ємом 5 000 м<sup>3</sup> від необхідного рівня надійності.

**Аналіз публікацій.** Аналіз останніх досліджень, присвячених проблемі забезпечення надійності нафтових резервуарів [4–5], показав, що різні моделі і методи оцінювання надійності зазвичай дають різні результати, які часто не відповідають даним натурних обстежень. Для попередження можливих великих аварій резервуарів необхідно класифікувати і систематизувати причини їх виникнення, що вимагає подальшого накопичення статистичного матеріалу про відмови РВС і передумови їх настання. Крім того, мало вивчена методологія кількісної оцінки надійності нафтових резервуарів на різних стадіях їх життєвого циклу та проблема прийняття економічно обґрунтованих проектних рішень. Тому питання, пов'язані з кількісною оцінкою та ефективним забезпеченням надійності РВС, бачаться актуальними [6–10].

**Мета і завдання дослідження.** Мета статті – з урахуванням діючих норм проектування розробити метод прийняття економічно обґрунтованих проектних рішень, які забезпечують необхідний рівень надійності нафтових резервуарів протягом заданого терміну експлуатації.

Відповідно до даної мети ставляться такі завдання:

1. Розробити модель оптимального проектування РВС за критерієм мінімуму

повних очікуваних затрат при забезпеченні заданого рівня надійності протягом необхідного терміну служби.

2. Розробити ефективний алгоритм чисельної реалізації сформульованої оптимізаційної моделі.

3. На прикладі оптимального проектування резервуара об'ємом 5 000 м<sup>3</sup> за критерієм повних очікуваних витрат дослідити вплив заданого рівня надійності на проектну товщину конструктивних елементів.

**Результати досліджень.** Відповідно до [6–9], нафтовий резервуар розглядається як система, що складається з чотирьох підсистем (основних конструктивних елементів): днища, покрівлі, циліндричної стінки (безмоментна область корпусу резервуара) та вузла сполучення стінки з днищем (моментна область корпусу резервуара). Вважається, що ці підсистеми з'єднані логічно послідовно. Днище і покрівля виконують огорожувальну функцію і забезпечують герметичність, а корпус забезпечує міцність і стійкість резервуара. Структурну схему надійності нафтового резервуара показано на рисунку.



Рис. Структурна схема надійності РВС:  
1 – днище; 2 – покрівля; 3 – циліндрична стінка;  
4 – вузол сполучення стінки з днищем

Згідно з [6] приймається, що резервуар виконує властиві йому функції з приймання, зберігання та відпуску нафтопродуктів у нормальних режимах роботи відповідно до діючих нормативних документів і проектного рівня затоки, а погіршення технічного стану резервуара в період експлуатації відбувається поступово і зумовлюється фізичним зносом його металоконструкцій.

Основним механізмом відмов резервуара вважається корозійний знос, який розглядається в контексті комбінованого впливу поверхневої і локальної корозії. Корозійний знос розглядається як випадкова величина, розподілена за нормальним законом.

Приймається, що усунення незворотного зносу конструктивних елементів вимагає відповідного капітального ремонту, а локальні корозійні пошкодження усуваються на основі поточних ремонтів, що проводяться в рамках діючої системи технічного обслуговування і ремонтів. Критерієм відмови резервуара вважається порушення хоча б одного з нормативних вимог ненастання його граничних станів за умовами міцності, стійкості та герметичності.

Згідно з нормами [1–2], нафтові резервуари протягом усього терміну експлуатації повинні відповідати вимогам ненастання граничних станів за умовами міцності, стійкості та герметичності. Враховуючи [6; 7], ці вимоги можна записати таким чином:

1. Вимога ненастання граничного стану циліндричної стінки за умовою міцності:

$$\gamma_c R_y \delta_i(\tau) \geq p_i r, \quad i = \overline{1, n}. \quad (1)$$

2. Вимога ненастання граничного стану вузла сполучення стінки з днищем за умовою міцності:

$$\gamma_c R_y \delta_1^2(\tau) - 6M_0 \geq 0. \quad (2)$$

3. Вимога ненастання граничного стану циліндричної стінки за умовою стійкості:

$$1 - \left[ \frac{\sigma_1(\tau)}{\sigma_{cr1}(\tau)} + \frac{\sigma_2(\tau)}{\sigma_{cr2}(\tau)} \right] \geq 0. \quad (3)$$

4. Вимога ненастання граничного стану днища за умовою герметичності:

$$\delta_d(\tau) - \frac{\delta_d^0}{2} \geq 0. \quad (4)$$

5. Вимога ненастання граничного стану покрівлі за умовою герметичності:

$$\delta_k(\tau) - \frac{\delta_k^0}{2} \geq 0. \quad (5)$$

У наведених формулах (1) – (5) введено такі позначення:  $\tau$  – напрацювання резервуара;  $n$  – число поясів циліндричної стінки;  $\delta_i(\tau)$ ,  $\delta_d(\tau)$ ,  $\delta_k(\tau)$  – поточна

(залишкова) товщина, відповідно,  $i$ -го поясу стінки, днища і покрівлі;  $\delta_d^0$ ,  $\delta_k^0$  – проектні значення товщини, відповідно, днища і покрівлі. Усі інші складові співвідношень (1) – (5) та необхідні формули для їх розрахунку визначаються згідно з [1; 2].

Нафтові резервуари проектується з певним запасом товщини конструктивних елементів, що створює початкові запаси міцності, стійкості та герметичності цих споруд. У період експлуатації внаслідок корозійного зносу товщина конструктивних елементів РВС зменшується. Поточне значення товщини будь-якого конструктивного елемента резервуара, що має напрацювання  $\tau$ , можна описати співвідношенням:

$$\delta(\tau) = \delta^0 - \Delta(\tau), \quad (6)$$

де  $\delta^0$  і  $\Delta(\tau)$  – відповідно, проектне значення товщини і поточна величина незворотного корозійного зносу елемента.

Зазначимо, що система нерівностей (1) – (5) спільно зі співвідношенням (6) описує зміну технічного стану нафтових резервуарів у період експлуатації внаслідок корозійного зносу їх конструктивних елементів. Ліві частини нерівностей (1) – (5) надалі будемо позначати через, відповідно,  $Z_i(\tau)$ ,  $Z_x(\tau)$ ,  $Z_c(\tau)$ ,  $Z_d(\tau)$ ,  $Z_k(\tau)$  і називати їх залишковими запасами міцності, стійкості та герметичності РВС. З огляду на випадковий характер корозії, кожен із цих запасів будемо розглядати як випадкову функцію величини незворотного корозійного зносу, яка залежить від часу як від параметра [7].

Введемо до розгляду індекси забезпеченості міцності, стійкості та герметичності резервуарних конструкцій, з урахуванням даних технічної діагностики. Відповідно до [6; 7] ці індекси визначаються як відношення математичного очікування до середньоквадратичного відхилення відповідних залишкових запасів. Індексом забезпеченості міцності  $i$ -го поясу циліндричної стінки при напрацюванні  $\tau$  будемо називати функцію виду:

$$\omega_i(\tau) = \frac{\bar{Z}_i}{\tilde{Z}_i} = \frac{\gamma_c R_y [\delta_i^0 - \bar{\Delta}(\tau)] - p_i r}{\gamma_c R_y \tilde{\Delta}_i}, \quad (7)$$

де надрядкова риска і хвиляста лінія позначають, відповідно, математичне очікування і середньоквадратичне відхилення випадкової величини незворотного корозійного зносу.

Аналогічно (7) визначаються інші індекси забезпеченості інших конструктивних елементів РВС:

Індекс забезпеченості міцності вузла сполучення стінки з днищем:

$$\omega_x(\tau) = \frac{\gamma_c R_y [\delta_1^0 - \bar{\Delta}_1(\tau)]^2 - 6M_0}{2\gamma_c R_y [\delta_1^0 - \bar{\Delta}_1(\tau)] \tilde{\Delta}_1(\tau)}. \quad (8)$$

Індекс забезпеченості стійкості циліндричної стінки:

$$\omega_c(\tau) = \frac{\bar{Z}_c(\tau)}{\tilde{Z}_c(\tau)}. \quad (9)$$

Індекс забезпеченості герметичності днища:

$$\omega_d(\tau) = \frac{\delta_d^0 - \bar{\Delta}_d(\tau)}{2 \tilde{\Delta}_d(\tau)}. \quad (10)$$

Індекс забезпеченості герметичності покрівлі:

$$\omega_k(\tau) = \frac{\delta_k^0 - \bar{\Delta}_k(\tau)}{2 \tilde{\Delta}_k(\tau)}. \quad (11)$$

Слід зазначити, що всі визначені вище індекси забезпеченості міцності, стійкості та герметичності являють собою безрозмірні детерміновані функції часу і виражаються через математичне очікування і середньоквадратичне відхилення незворотного корозійного зносу конструктивних елементів резервуара. Їх значення можуть прогнозуватися в часі і коригуватися в кожному окремому випадку за фактичними вимірами товщини конструктивних елементів.

Приймаючи нормальний закон розподілу ймовірностей випадкової функції  $Z_i(\tau)$  при будь-якому фіксованому напрацюванні  $\tau$ , можна записати (через функцію нормованого нормального розподілу) наступну розрахункову модель для оцінювання ймовірності ненастання граничного стану  $i$ -го поясу циліндричної стінки за умовою міцності [7]:

$$P_i(\tau) = P(Z_i(\tau) \geq 0) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\omega_i} \exp\left(-\frac{u^2}{2}\right) du \quad (12)$$

Аналогічно (12) через функцію нормованого нормального розподілу і відповідні індекси забезпеченості виражаються ймовірності збереження міцності уторного вузла  $P_x(\tau)$ , стійкості циліндричної стінки  $P_c(\tau)$ , герметичності днища  $P_d(\tau)$  і покрівлі  $P_k(\tau)$ . Розрахункові моделі для оцінювання цих ймовірностей при заданому напрацюванні  $\tau$  наведені нижче:

$$P_x(\tau) = P(Z_x(\tau) \geq 0) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\omega_x} \exp\left(-\frac{u^2}{2}\right) du, \quad (13)$$

$$P_c(\tau) = P(Z_c(\tau) \geq 0) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\omega_c} \exp\left(-\frac{u^2}{2}\right) du, \quad (14)$$

$$P_d(\tau) = P(Z_d(\tau) \geq 0) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\omega_d} \exp\left(-\frac{u^2}{2}\right) du, \quad (15)$$

$$P_k(\tau) = P(Z_k(\tau) \geq 0) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\omega_k} \exp\left(-\frac{u^2}{2}\right) du. \quad (16)$$

Оскільки відмова резервуара настає за відмови хоча б однієї з його підсистем, а

корозія є головним і загальним механізмом відмов нафтового резервуара [11–13], ймовірність ненастання граничного стану циліндричної стінки за умовою міцності та ймовірності ненастання нормативних відмов корпусу та резервуара в цілому можуть бути наближено оцінені на основі моделі «слабшої ланки» [6–9] таким чином:

$$P_s(\tau) = \min[P_1(\tau), \dots, P_n(\tau)], \quad (17)$$

$$P_{cor}(\tau) = \min[P_1(\tau), \dots, P_n(\tau), P_x(\tau)], \quad (18)$$

$$P_{rez}(\tau) = \min[P_c(\tau), P_x(\tau), P_d(\tau), P_k(\tau)]. \quad (19)$$

Зауважимо, що ймовірності  $P_i(t)$ ,  $P_x(\tau)$ ,  $P_c(\tau)$ ,  $P_d(\tau)$ ,  $P_k(\tau)$ ,  $P_s(\tau)$ ,  $P_{cor}(\tau)$ ,  $P_{rez}(\tau)$  розглядаються нами як ймовірності ненастання нормативних відмов резервуара в рамках діючих нормативних документів. Ці ймовірності ще можна трактувати як ймовірності того, що протягом напрацювання  $\tau$  не буде потрібний капітальний ремонт відповідних конструктивних елементів резервуара.

З урахуванням вищевикладеного поставимо наступну задачу оптимального проектування. Розглядається проект РВС, визначений з точністю до значень товщини основних конструктивних елементів: днища, настилу покрівлі, поясів циліндричної стінки і вузла сполучення стінки з днищем.

Обшивка резервуара повинна витримувати комбіноване навантаження гідростатичного тиску, а також поздовжнього (снігове навантаження) і поперечного (вітрове навантаження) стиснення. Задано строк служби  $T$  і необхідний (гарантований) рівень надійності резервуара  $P^*$ . Потрібно знайти такі значення товщини конструктивних елементів резервуара, які протягом часу  $T$  з ймовірністю не менше ніж  $P^*$  забезпечують його нормальну роботу при мінімально можливій очікуваній вартості.

Вважаючи, що повні очікувані витрати на будівництво та експлуатацію резервуара складаються з проектної вартості  $C_0$ ,

витрат на технічне обслуговування і ремонти  $A$  та гіпотетичних збитків унаслідок відмов резервуара протягом заданого терміну експлуатації, отримуємо наступну модель оптимального проектування:

$$3\left[2\pi r \frac{L}{n} \rho \sum_{i=1}^{nx} x_i + \pi r^2 (x_{n+1} + x_{n+2})\right] + \int_0^T \psi [1 - P_{rez}(t)] dt \rightarrow \min \quad (20)$$

$$P_{rez}(x_1, x_2, \dots, x_n, x_{n+1}, x_{n+2}, t) \geq P^*, \quad t \in [0, T]; \quad (21)$$

$$\delta^- \leq x_i \leq \delta^+, \quad i = \overline{1, n+2}. \quad (22)$$

де перша складова цільової функції – це типова оцінка проектної вартості резервуара  $C_0$ , яка визначається як потроєна вартість металопрокату, необхідного для побудови резервуара; друга і третя складові цільової функції – це, відповідно, витрати на технічне обслуговування і ремонти (величина  $A$  визначається виходячи з норми щорічних амортизаційних відрахувань, що становить 5 % проектної вартості резервуара) і наближена оцінка гіпотетичних збитків внаслідок відмов резервуара протягом заданого терміну експлуатації;  $\psi$  – усереднена величина збитків від відмови резервуара, яка визначається виходячи з апріорного економічного аналізу наслідків відмови споруди;  $P_{rez}(t)$  – ймовірність безвідмовної роботи резервуара, що визначається за (19);  $x_1, x_2, \dots, x_n$  – шукані проектні значення товщини поясів циліндричної стінки;  $x_{n+1}, x_{n+2}$  – шукані проектні значення товщини, відповідно, днища і покрівлі;  $\delta^-, \delta^+$  – відповідно, нижня і верхня межі варіювання проектної товщини конструктивних елементів, що визначаються сортаментом листової сталі.

Дана модель належить до класу задач нелінійного математичного програмування з

цілочисловими змінними. Враховуючи те, що нижні пояси корпусу резервуара працюють, головним чином, на міцність, а верхні пояси – на стійкість, для розв'язання цієї задачі розроблено спеціальний «жадібний» алгоритм, який передбачає виконання  $n+2$  кроків. На кожному із цих кроків визначалося локально оптимальне (мінімальне) значення товщини окремого конструктивного елемента з наступним округленням до більшого цілого.

Зазначимо, що на основі моделі (20) – (22) визначаються такі (оптимальні) значення невідомих  $x_1, x_2, \dots, x_n, x_{n+1}, x_{n+2}$ , які доставляють мінімум цільовій функції (20) при виконанні обмеження на рівень надійності резервуара (21) і конструктивних обмежень (22).

Числові розрахунки проводилися стосовно проекту РВС-5000 для зберігання світлих нафтопродуктів за наступних вихідних даних:  $L = 1\,490$  см;  $r = 1\,046$  см;  $n = 10$ ;  $R_y = 230$  МПа;  $T = 40$  років;  $\psi = 50 C_0$ . Висота затоки приймалася рівною  $1\,420$  см, щільність нафтопродукту, що зберігається, –  $0,0009$  кг/см<sup>3</sup>, надлишковий тиск у газовому просторі –  $2,0$  кПа, вакуум –  $0,25$  кПа; кількість циклів навантаження в рік –  $60$ . Значення товщини конструктивних елементів варіювалися від  $\delta^- = 1$  мм до  $\delta^+ = 12$  мм.

Величина незворотного корозійного зносу конструктивних елементів резервуара при заданому напрацюванні  $\tau$  визначалася за спрощеною формулою:

$$\Delta = v\tau,$$

де  $v$  – середня швидкість поверхневої корозії конструктивного елемента, яка розглядалася як випадкова величина, розподілена за нормальним законом. Математичні очікування і середньоквадратичні відхилення поверхневої корозії металоконструкцій резервуара приймалися за [11].

У таблицях 1 і 2 показано отримані оптимальні значення проектної товщини конструктивних елементів резервуара

залежно від необхідного рівня надійності  $P^*$ .

Таблиця 1

**Оптимальні значення товщини днища, покрівлі та вузла сполучення стінки з днищем**

Конструктивний елемент	Необхідний рівень надійності	Товщина елемента, мм
Днище	0,950	6
	0,990	7
	0,999	7
Покрівля	0,950	4
	0,990	4
	0,999	5
Вузол сполучення стінки з днищем	0,950	9
	0,990	10
	0,999	11

Таблиця 2

**Оптимальні значення товщини поясів циліндричної стінки**

Конструктивний елемент	Необхідний рівень надійності	Товщина елемента, мм
Пояс 1	0,950	9
	0,990	10
	0,990	11
Пояс 2	0,950	7
	0,990	8
	0,999	9
Пояс 3	0,950	7
	0,990	7
	0,999	7
Пояс 4	0,950	6
	0,990	6
	0,999	6
Пояси 5–6	0,950	5
	0,990	5
	0,999	5
Пояси 7–10	0,950	4
	0,990	4
	0,999	4

Аналізуючи дані, наведені в цих таблицях, легко помітити, що збільшення величини  $P^*$  зумовлює, в першу чергу, збільшення проектних значень товщини днища і перших двох поясів корпусу резервуара. Це говорить, що забезпечення надійності РВС пов'язане, головним чином, із забезпеченням міцності двох нижніх

поясів і герметичності днища. При цьому ключову роль відіграє міцність 1-го поясу, що підтверджується даними численних натурних обстежень цих споруд.

Крім того, наведені дані показують, що збільшення величини  $P^*$  практично не впливає на проектні значення товщини верхніх поясів і настилу покрівлі. Це означає, що для резервуарів такого типу втрата стійкості не характерна.

### Висновки

Розроблено модель оптимального проектування нафтових резервуарів, яка сформульована в термінах нелінійної задачі математичного програмування з цілочисловими змінними. Ця модель дозволяє приймати раціональні проектні рішення за критерієм мінімуму повних очікуваних витрат при забезпеченні необхідного рівня надійності протягом заданого терміну експлуатації. Складовими даної моделі є розрахункові моделі оцінки надійності РВС, параметри яких визначаються за наявними результатами статистичної обробки даних натурних обстежень аналогічних об'єктів.

Для чисельної реалізації запропонованої моделі оптимального проектування розроблено спеціальний «жадібний» алгоритм. Отримані результати показують, зокрема, що забезпечення надійності РВС пов'язане, головним чином, із забезпеченням міцності двох нижніх поясів і герметичності днища. При цьому ключову роль відіграє міцність 1-го поясу. Все це добре узгоджується з наявними даними численних натурних обстежень і статистикою капітальних ремонтів РВС, що підтверджує достовірність отриманих результатів.

Запропоновані моделі та методи можуть служити досить ефективним математичним інструментом для розв'язання (на ранніх етапах проектування) задач раціонального забезпечення надійності нафтових резервуарів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проектування [чинні від 01.01.2015]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2014. 205 с. (Державні будівельні норми України).
2. ВБН 2.2-58.2-94. Резервуари вертикальні сталеві для зберігання нафти і нафтопродуктів з тиском насичених парів не вище 93.3 кПа [чинні від 01.10.1994]. Вид. офіц. Київ : Держкомнафтогаз, 1994. 98 с. (Ведомственные Строительные Нормы).
3. Правила технічної експлуатації резервуарів та інструкції по їх ремонту [чинні від 03.07. 1999]. Вид. офіц. Київ : Укрнафтопродукт, 1997. 297с.
4. Гайсин Э. Ш., Фролов Ю. А. Оценка надежности резервуаров вертикальных стальных по критерию вероятности безаварийной работы. *Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья*. 2014. № 4. С. 11–15.
5. Гайсин Э. Ш., Гайсин М. Ш. Современное состояние проблемы обеспечения надежности резервуаров для нефти и нефтепродуктов. *Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья*. 2016. № 2. С. 31–40.
6. Семенец С. М., Насонова С. С., Олевський В. І., Волчок Д. Л. Управління проектною надійністю нафтових резервуарів. *Опір матеріалів і теорія споруд*. Вип. 103. Київ : КНУБА, 2019. С. 165–176.
7. Семенец С. Н., Насонова С. С., Власенко Ю. Е., Кривенкова Л. Ю. Расчетные модели надежности нефтяных резервуаров. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. 2018. № 1. С. 60–67.
8. Семенец С. Н., Насонова С. С., Власенко Ю. Е., Кривенкова Л. Ю. Управление эксплуатационной надежностью нефтяных резервуаров. *Строительство, материаловедение, машиностроение*. 2018. Вып. 106. С. 122–128.
9. Семенец С. Н., Насонова С. С., Волчок Д. Л., Вельмагина Н. А. Обеспечение надежности нефтяных резервуаров в период эксплуатации. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. 2020. № 1(261–262). С. 99–110.
10. Насонова С. С., Рижков Е. В. Комп'ютерне моделювання прототипу складної технічної системи за економічними критеріями. *Інтернаука : Міжнародний науковий журнал*. № 8 (108). 2021. С. 42–44.
11. Егоров Е. А. Исследование и методы расчетной оценки прочности, устойчивости и остаточного ресурса стальных резервуаров, находящихся в эксплуатации : монография. Днепропетровск: ПГАСА, 1996. 99 с.
12. Егоров Е. А., Дейнега А. С. Исследование зависимости основных компонентов НДС в уторном узле РВС от характера взаимодействия днища с основанием. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. 2017. № 3. С. 47–54.
13. Егоров Е. А. Анализ надежности стальных резервуаров для хранения товарных нефтепродуктов. *Современные строительные конструкции из металла и древесины*. Одесса : ОГАСА, 1999. С. 61–65.

## REFERENCES

1. *DBN V.2.6-198:2014. Stalevi konstruktsiyi. Normi proektuvannya chynni vid 01.01.2015* [DBN V.2.6-198:2014. Steel structures. Design norms valid from 01.01.2015]. Official edition. Kyiv : Ministry of Regional Construction of Ukraine, 2014, 205 p. (State Building Codes of Ukraine). (in Ukrainian).
2. *VBN 2.2-58.2-94. Rezervuari vertikalni stalevi dlya zberigannya nafti i naftoproduktiv z tiskom nasichenih pariv ne vische 93.3 kPa chynni vid 01.10.1994* [VBN 2.2-58.2-94. Vertical steel tanks for storing oil and oil products with a pressure of saturated vapors not higher than 93.3 kPa valid from 01.10.1994]. Official edition. Kyiv : Derzhkomnaftogaz Publ., 1994, 98 p. (Departmental Building Regulations). (in Ukrainian).
3. *Pravila tehnichnoyi ekspluatatsiyi rezervuariv ta instruktsiyi po yih remontu chynni vid 01.01.2015* [Rules for the technical operation of tanks and instructions for their repair valid from 01.01.2015]. Official edition. Kyiv : Ukrnaftoprodukt Publ., 1997, 297 p. (in Ukrainian).
4. Gaysin E.Sh. and Frolov Yu.A. *Otsenka nadezhnosti rezervuarov vertikalnykh stalnykh po kriteriyu veroyatnosti bezavariynoy raboty* [Evaluation of the reliability of vertical steel tanks according to the criterion of the probability of trouble-free operation]. *Transport i hranenie nefteproduktov i uglevodorodnogo syrya* [Transport and Storage of Petroleum Products and Hydrocarbons]. 2014, no. 4, pp. 11–15. (in Russian).
5. Gaysin E.Sh. and Gaysin M.Sh. *Sovremennoe sostoyanie problemy obespecheniya nadezhnosti rezervuarov dlya nefiti i nefteproduktov* [The current state of the problem of ensuring the reliability of tanks for oil and oil products]. *Transport i hranenie nefteproduktov i uglevodorodnogo syrya* [Transport and Storage of Petroleum Products and Hydrocarbons]. 2016, no. 2, pp. 31–40. (in Russian).
6. Semenets S.M., Nasonova S.S., Olevskiy V.I. and Volchok D.L. *Upravlinnya proektnoyu nadiynistyuu naftovih rezervuariv* [Management of design reliability of oil tanks]. *Opir materialiv i teoriya sporud* [Resistance of materials and theory of structures]. Kyiv : KNUBA Publ., 2019, iss. 103, pp. 165–176. (in Ukrainian).



7. Semenets S.N., Nasonova S.S., Vlasenko Yu.E. and Krivenkova L.Yu. *Raschetnyie modeli nadezhnosti neftyanyih rezervuarov* [Calculation models of the reliability of oil tanks]. *Visnik Prydniprovskoyi derzhavnoi akademiyi budivnitstva ta arhitekturi* [Bulletin of the Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture]. 2018, iss. 1, pp. 60–67. (in Russian).

8. Semenets S.N., Nasonova S.S., Vlasenko Yu.E. and Krivenkova L.Yu. *Upravlenie ekspluatatsionnoy nadezhnostyu neftyanyih rezervuarov* [Operational reliability management for oil tanks]. *Stroitelstvo, materialovedenie, mashinostroenie* [Construction, Materials Science, Mechanical Engineering]. 2018, iss. 106, pp. 122–128. (in Russian).

9. Semenets S.N., Nasonova S.S., Volchok D.L. and Velmagina N.A. *Obespechenie nadezhnosti neftyanyih rezervuarov v period ekspluatatsii* [Ensuring the reliability of oil tanks during operation]. *Visnik Prydniprovskoyi derzhavnoi akademiyi budivnitstva ta arhitekturi* [Bulletin of the Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture]. 2020, iss. 1 (261–262), pp. 99–110. (in Russian).

10. Nasonova S.S. and Rizhkov Yev.V. *Komp'yuterne modelyuvannya prototipu skladnoyi tehichnoyi sistemi za ekonomichnimi kriteriyami* [Computer modeling of a prototype of a complex system according to economic criteria]. *Internauka : Mizhnarodniy naukoviy zhurnal* [Internauka : International Scientific Journal]. 2021, no. 8 (108), pp. 42–44. (in Ukrainian).

11. Yegorov Yev.A. *Issledovanie i metodyi raschetnoy otsenki prochnosti, ustoychivosti i ostatochnogo resursa stalnyih rezervuarov, nahodyaschihsya v ekspluatatsii : monografiya* [Research and methods for calculating the strength, stability and residual life of steel tanks in operation : a monograph]. Dnipropetrovsk : PGASA Publ., 1996, 99 p. (in Russian).

12. Yegorov Yev.A. and Deynega A.S. *Issledovanie zavisimosti osnovnyih komponentov NDS v utornom uzle RVS ot haraktera vzaimodeystviya dnischa s osnovaniem* [Investigation of the dependence of the main components of the stress-strain state in the morning node of an oil reservoir on the nature of the interaction of the bottom with the base]. *Visnik Prydniprovskoyi derzhavnoi akademiyi budivnitstva ta arhitekturi* [Bulletin of the Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture]. 2017, iss. 3, pp. 47–54. (in Russian).

13. Yegorov Yev.A. *Analiz nadezhnosti stalnyih rezervuarov dlya hraneniya tovarnyih nefteproduktov* [Analysis of the reliability of steel tanks for the storage of commercial petroleum products]. *Sovremennyye stroitelnyie konstruksii iz metalla i drevesiny* [Modern Building Structures Made of Metal and Wood]. Odessa : OGASA Publ., 1999, pp. 61–65. (in Russian).

Надійшла до редакції: 26.10.22.

УДК 377.36:651+002

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.271222.82.914

## ЗАКОНОДАВЧО-НОРМАТИВНА БАЗА РЕГУЛЮВАННЯ КАДРОВИХ ПИТАНЬ У НАВЧАННІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 029 «ІНФОРМАЦІЙНА, БІБЛІОТЕЧНА ТА АРХІВНА СПРАВА»

ПРОКОФ'ЄВА К. А.<sup>1\*</sup>, канд. філол. наук, доц.,

РЕШЕТИЛОВА О. М.<sup>2</sup>, канд. пед. наук, доц.,

САВЧЕНКО С. В.<sup>3</sup>, канд. іст. наук, доц.

<sup>1\*</sup> Кафедра документознавства та інформаційної діяльності, ННІ «Інститут промислових та бізнес-технологій» Українського державного університету науки і технологій, пр. Гагаріна, 4, Дніпро, 49005, Україна, тел. +38 (056) 746-30-87, e-mail: [doc\\_info@ukr.net](mailto:doc_info@ukr.net), ORCID ID: 0000-0003-4242-3346

<sup>2</sup> Кафедра документознавства та інформаційної діяльності, ННІ «Інститут промислових та бізнес-технологій» Українського державного університету науки і технологій, пр. Гагаріна, 4, Дніпро, 49005, Україна, тел. +38 (056) 746-30-87, e-mail: [doc\\_info@ukr.net](mailto:doc_info@ukr.net), ORCID ID: 0000-0002-7975-0773

<sup>3</sup> Кафедра документознавства та інформаційної діяльності, ННІ «Інститут промислових та бізнес-технологій» Українського державного університету науки і технологій, пр. Гагаріна, 4, Дніпро, 49005, Україна, тел. +38 (056) 746-30-87, e-mail: [doc\\_info@ukr.net](mailto:doc_info@ukr.net), ORCID ID: 0000-0002-3615-2343

**Анотація.** Навчання студентів спеціальності 029 «Інформаційна, бібліотечна та архівна справа» (за освітньою програмою «Документознавство та інформаційна діяльність») зумовлює розуміння документального забезпечення управління та охоплення кількох систем документації. Вони, розв'язуючи загальні питання, відбивають закономірності та особливості тієї чи іншої сфери діяльності. Одна з таких систем – це кадрова документація. Виділення специфіки кадрового діловодства важливе для розуміння його місця в системі управління. У зв'язку з цим постає проблема визначення ролі кадрової документації в управлінських процесах організації, її аналізу з точки зору виконуваних функцій. Вивчення кадрового діловодства як окремої підсистеми в документальному забезпеченні управлінських процесів покладено в основу цієї статті. Актуальність проблем, розглянутих у роботі, зумовлена сучасним розвитком економіки України. Сьогодні все більшого значення набувають питання організації ефективної системи роботи з персоналом на підприємствах, в установах та організаціях. У зв'язку з цим зростає роль кадрового діловодства й особливо актуальними стають аналіз та вдосконалення організації роботи кадрової служби.

**Ключові слова:** кадрове діловодство; законодавство України про працю; трудові відносини; документування трудової діяльності; робота з кадрами

## LEGISLATIVE AND NORMATIVE FRAMEWORK FOR THE REGULATION OF PERSONNEL ISSUES IN THE EDUCATION OF FUTURE SPECIALISTS IN THE SPECIALTY 029 “INFORMATION, LIBRARY AND ARCHIVE AFFAIRS”

PROKOFIEVA K.A.<sup>1\*</sup>, *Cand. Sc. (Phil.), Assoc. Prof.*,

RESHETILOVA O.M.<sup>2</sup>, *Cand. Sc. (Ped.), Assoc. Prof.*,

SAVCHENKO S.V.<sup>3</sup>, *Cand. Sc. (Hist.), Assoc. Prof.*

<sup>1\*</sup> Department of Business Documentation Management and Information Activity, ERI “Institute of Industrial and Business Technologies” of the Ukrainian State University of Science and Technology, 4, Hahrina Ave., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (056) 746-30-87, e-mail: [doc\\_info@ukr.net](mailto:doc_info@ukr.net), ORCID ID: 0000-0003-4242-3346

<sup>2</sup> Department of Business Documentation Management and Information Activity, ERI “Institute of Industrial and Business Technologies” of the Ukrainian State University of Science and Technology, 4, Hahrina Ave., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (056) 746-30-87, e-mail: [doc\\_info@ukr.net](mailto:doc_info@ukr.net), ORCID ID: 0000-0002-7975-0773

<sup>3</sup> Department of Business Documentation Management and Information Activity, ERI “Institute of Industrial and Business Technologies” of the Ukrainian State University of Science and Technology, 4, Hahrina Ave., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (056) 746-30-87, e-mail: [doc\\_info@ukr.net](mailto:doc_info@ukr.net), ORCID ID: 0000-0002-3615-2343

**Abstract.** The training of students in the specialty 029 “Information, Library and Archive Affairs” (according to the educational and professional program “Documentation and information activity”) requires an understanding of the

document management and the coverage of several documentation systems. During solving general issues, they reflect the regularities and peculiarities of one or another field of activity. One of such systems is personnel documentation. Highlighting the specifics of personnel records management is important for understanding its place in the management system. This raises the issue of determining the personnel documentation role in the organization management processes, its analysis in terms of the functions performed. The study of personnel records management as a separate subsystem in documenting managerial actions is the basis of this article. The relevance of the issues considered in the work is due to the modern development of the Ukrainian economy. Today, the issues of organizing an effective system of work with personnel in enterprises, institutions and organizations are becoming increasingly important. In this regard, the role of personnel records management is growing and the analysis and improvement of the organization of the personnel service work is of particular relevance. Personnel management as a social activity based on a legal and regulatory framework. A number of legislative and regulatory acts regulates labor relations: laws of Ukraine, decrees of the Cabinet of Ministers of Ukraine, orders of ministries and other higher state bodies. These documents form the basis and define the specifics of personnel records management as an activity for formalizing labor relations.

**Keywords:** *personnel records management; Ukraine's labor laws; labor relations; documentation of labor activities; work with personnel*

Майбутні фахівці, що навчаються за освітньою програмою «Документознавство та інформаційна діяльність» у межах спеціальності 029 «Інформаційна, бібліотечна та архівна справа», у процесі навчання, особливо в період практики та написання кваліфікаційних робіт, часто стикаються з різноманітними аспектами кадрового діловодства.

Посилена увага документознавців до цієї сфери викликана нагальною потребою з огляду на цілу низку чинників. Серед них варто зважити передовсім на такі:

– динамічна трансформація трудового законодавства, яка відбувається у напрямку звуження трудових прав, скорочення пільг у зв'язку з особливими обставинами людини, з акцентом на пріоритет інтересів працедавця над інтересами працівника, що загалом пов'язано з девальвацією концепції соціальної держави;

– прискорене впровадження загальнодержавної практики так званого електронного урядування, в контексті якого актуалізується проблема захисту персональних даних в електронних мережах та електронних базах даних, встановлення режиму доступу до цих даних, їх оновлення, процедури передачі, зберігання, знищення тощо (ця сфера, як така, що стосується інформаційних прав та свобод людини, регулюється спеціальним базовим законом [36]);

– нарешті, фактор працевлаштування фахівців з інформаційної, бібліотечної та архівної справи в кадрових агенціях,

відділах управління персоналом, відділах кадрів та інших адміністративних структурах, що працюють з особистими даними, особовими справами, формують кадрову політику установ, організацій та підприємств і т. п.

Як вид суспільної діяльності, кадрове діловодство спирається на нормативну базу. Трудові відносини регулюються низкою законодавчих і нормативно-правових актів: законами України, постановами Кабінету Міністрів України, наказами міністерств та інших вищих державних органів. Ці документи становлять основу і визначають специфіку кадрового діловодства як діяльності з оформлення трудових відносин.

Положення, що стосуються основ нормування трудової діяльності, містяться у Конституції України [25]. У ній стаття 24 проголошує рівність громадян перед законом, рівність прав чоловіка та жінки, в тому числі у трудових відносинах. Стаття 43 Конституції гарантує кожному право на працю, що включає можливість заробляти собі на життя працею, яку він вільно обирає або на яку вільно погоджується. Стаття 44 забезпечує право працівників на страйк для захисту своїх інтересів, стаття 45 – право на відпочинок, стаття 46 – право на соціальне забезпечення у разі втрати працездатності чи безробіття.

Законодавство України про працю складається з Кодексу законів про працю (КЗпП) України [24] та інших правових актів, прийнятих відповідно до нього. Законодавство забезпечує охорону трудових

прав працівників усіх підприємств, установ, організацій незалежно від форм власності, виду діяльності та галузевої належності, а також осіб, які працюють за трудовою угодою з фізичними особами. КЗпП – це основний законодавчий документ із нормування трудової діяльності громадян України. Кодекс регулює трудові відносини, сприяє поліпшенню якості праці, підвищенню ефективності суспільного виробництва і зростанню рівня життя працівників.

Нормативна база трудових відносин і кадрового діловодства становить велику сукупність різних за видом і тематикою документів. Ця різноманітність спричинена складним характером трудових відносин та охоплює широке коло питань. Серед нормативно-правових актів виділяються ті, які встановлюють загальні принципи нормування праці, а також документи, що стосуються окремих аспектів трудових відносин або галузей діяльності. На такій підставі всі ці акти можна умовно поділити на дві групи:

- 1) документи, які є загальними для усіх галузей;
- 2) документи, які діють у межах окремих галузей.

До першої групи належить КЗпП України, який встановлює загальні норми укладання трудових договорів, оплати праці, забезпечення трудової дисципліни, охорони праці, вирішення трудових спорів та інші. Положення щодо регулювання різних аспектів трудових відносин містяться в окремих статтях Господарського кодексу України (ст. 46 «Право найму працівників і соціальні гарантії щодо використання їх праці», ст. 54 «Регулювання некомерційної господарської діяльності», ст. 65 «Управління підприємством») [23] та Цивільного кодексу України (ст. 35 «Надання повної цивільної дієздатності», ст. 429 «Права інтелектуальної власності на об'єкт, створений у зв'язку з виконанням трудового договору», ст. 1197 «Визначення заробітку (доходу), втраченого внаслідок каліцтва або іншого ушкодження здоров'я фізичної особи, яка працює за трудовим

договором») [26]. Загальні для усіх галузей норми містять Закони України:

– «Про зайнятість населення» (ст. 8 «Право громадян на працевлаштування») [8];

– «Про охорону праці» (ст. 6 «Право громадян на охорону праці при укладанні трудового договору», ст. 19 «Обов'язкові медичні огляди працівників певних категорій») [14];

– «Про колективні договори та угоди» [10];

– «Про правовий статус іноземців» (ст. 8 «Право на трудову діяльність») [19];

– «Про відпустки» [4];

– «Про оплату праці» [11];

– «Про порядок вирішення колективних трудових спорів» [18];

– «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, що спричинили втрату працездатності» [6];

– «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування на випадок безробіття» [7];

– «Про підвищення соціальних гарантій для трудящих» [16];

– «Про основні засади соціального захисту ветеранів праці та інших громадян похилого віку в Україні» (ст. 12 «Недійсність умов договорів про працю, які погіршують становище громадян похилого віку») [13];

– «Про пенсійне забезпечення» [15];

– «Про підприємства в Україні» [17].

Друга група документів включає закони, які містять, як правило, лише окремі статті щодо регулювання трудових відносин. Це Закони України:

– «Про освіту» (ст. 54 «Кадрове забезпечення сфери освіти») [12];

– «Про професійно-технічну освіту» (ст. 24 «Керівник професійно-технічного навчального закладу») [20];

– «Про залізничний транспорт» (ст. 15 «Трудові відносини працівників залізничного транспорту») [9];

– «Про державну службу» (ст. 4 «Право на державну службу», ст. 12

«Обмеження, пов'язані з прийняттям на державну службу», ст. 15 «Прийняття на державну службу», ст. 18 «Випробування при прийнятті на державну службу») [5];

– «Про свободу совісті та релігійні організації» [21];

– «Про альтернативну (невійськову) службу» [3];

– «Про службу в органах місцевого самоврядування» [22].

Значну частину нормативно-правової бази становлять накази і постанови вищих державних органів. Найбільш численні постанови Кабінету Міністрів України і накази міністерств. До групи документів загального характеру можна віднести, зокрема, постанови Кабінету Міністрів «Про трудові книжки працівників» [35], «Про впорядкування застосування контрактної форми трудового договору» [27], наказ Міністерства праці України «Про затвердження Типової форми контракту з працівником», наказ Міністерства праці, Міністерства юстиції та Міністерства соціального захисту України «Про затвердження Інструкції про порядок ведення трудових книжок працівників», постанову Пленуму Верховного Суду України «Про практику розгляду судами трудових спорів», наказ Міністерства статистики України «Про затвердження Типових форм наказів» [1, с. 55].

Треба зазначити, що деякі з подібних документів мають більш вузьку спеціалізацію, ніж закони. Вони можуть призначатися для застосування в окремих галузях. Наприклад, існує низка документів, які регламентують трудові відносини у сфері державної служби (постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження Типового положення про кадрову службу органу виконавчої влади» [31], «Про порядок ведення особових справ державних службовців в органах виконавчої влади» [32], наказ Міністерства статистики України «Про затвердження форми первинного обліку П-2 ДС та Інструкції по її заповненню»). Спеціалізований характер мають документи щодо регулювання трудових відносин працівників державних

підприємств (постанови Кабінету Міністрів України «Про застосування контрактної форми трудового договору з керівником підприємства, що є у державній власності» [29], «Про Типову форму контракту з керівником підприємства, що є у державній власності» [34], «Про роботу за сумісництвом працівників державних підприємств, установ і організацій» [33], наказ Міністерства праці, Міністерства юстиції та Міністерства фінансів України «Про затвердження Положення про умови роботи за сумісництвом працівників державних підприємств, установ і організацій»), у сфері державної таємниці (постанови Кабінету Міністрів України «Про встановлення письмової форми трудових договорів з працівниками, діяльність яких пов'язана з державною таємницею» [28], наказ Державного комітету України з питань державної таємниці «Про затвердження Типової форми трудового договору з працівником, діяльність якого пов'язана з державною таємницею, та Зобов'язання громадянина України у зв'язку з допуском до державної таємниці» [1, с. 35]).

Серед подібних документів також можна назвати постанову Кабінету Міністрів України «Про затвердження переліку категорій та посад працівників залізничного транспорту, які працевлаштовуються за контрактною формою трудового договору» [30], наказ Міністерства праці та соціальної політики України «Про затвердження Форми трудового договору між працівником і фізичною особою та Порядку реєстрації трудового договору між працівником і фізичною особою» [1, с. 43] та низку інших.

Характерна особливість більшості вищеназаних постанов і наказів полягає в тому, що ними затверджуються відповідні нормативні документи (положення, переліки, типові форми, інструкції), які безпосередньо використовуються у кадровому діловодстві організацій різних галузей і сфер діяльності.

Сучасна українська нормативна база роботи з кадрами і кадрового діловодства

широка і складна за змістом. Вона включає велику кількість законодавчих та нормативно-правових документів, різних за видами, тематикою, сферою дії, юридичною значущістю. Більшість законодавчих і нормативних актів створювалися протягом 1990-х років – складного періоду становлення України як незалежної держави. Вони відображали етапи державного будівництва і визначали подальший розвиток галузі трудового права та сфери його дії. Наразі ці документи існують переважно із внесеними до них змінами та доповненнями. Тому, хоча вони й визначають специфіку трудових відносин, але потребують удосконалення правового регулювання, відповідного сучасному державному розвитку.

### Висновки

Отже, рівень спеціалізації документів збільшується у напрямі від вищого рівня – законів – до нижчого – постанов, наказів, нормативних документів окремих організацій. Закони встановлюють загальні норми, визначають коло правовідносин.

Підзаконні акти регулюють конкретні питання. Цим пояснюється їх різноманітність. Постановами і наказами вищих державних органів затверджуються типові форми, положення, інструкції, на основі яких організації створюють власні нормативні документи.

Таким чином відбувається деталізація та конкретизація загальних правових норм у сфері трудового законодавства.

Система правового регулювання трудових відносин зазнає постійних змін. Вони зумовлені перетвореннями в житті суспільства, потребами впорядкування та деталізації правових норм. Зміни в законодавстві формують рівні правового поля кадрового діловодства: від Кодексу законів про працю до правил внутрішнього трудового розпорядку в кожній організації.

Кадрове діловодство відображає як рівень правового регулювання у сфері трудових відносин, так і загальний рівень правової культури суспільства.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Пашутинський Є. К. Діловодство кадрової служби (Кадри підприємства). Київ : КНТ, 2004. 272 с.
2. Пашутинський Є. К. Укладання трудового договору (Кадри підприємства). Київ : КНТ, 2004. 164 с.
3. «Про альтернативну (невійськову) службу»: Закон України. *Відомості Верховної Ради України*. 1999. № 15. Ст. 86.
4. «Про відпустки» : Закон України. *Відомості Верховної Ради України*. 1997. № 2. Ст. 4.
5. «Про державну службу» : Закон України. *Відомості Верховної Ради України*. 1993. № 52. Ст. 490.
6. «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, що спричинили втрату працездатності»: Закон України. *Відомості Верховної Ради України*. 1999. №15. Ст. 86.
7. «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування на випадок безробіття»: Закон України. *Відомості Верховної Ради України*. 2000. № 22. Ст. 171.
8. «Про зайнятість населення» : Закон України. *Відомості Верховної Ради України*. 1991. № 14. Ст. 170.
9. «Про залізничний транспорт» : Закон України. *Відомості Верховної Ради України*. 1996. № 40. Ст. 183.
10. «Про колективні договори та угоди» : Закон України. *Відомості Верховної Ради України*. 1993. № 36. Ст. 361.
11. «Про оплату праці» : Закон України. *Відомості Верховної Ради України*. 1995. № 17. Ст. 121.
12. «Про освіту» : Закон України. *Відомості Верховної Ради України*. 1996. № 21. Ст. 84.
13. «Про основні засади соціального захисту ветеранів праці та інших громадян похилого віку в Україні» : Закон України. *Відомості Верховної Ради України*. 1994. № 4. Ст. 18.
14. «Про охорону праці» : Закон України. *Відомості Верховної Ради України*. 1992. № 49. Ст. 668.
15. «Про пенсійне забезпечення» : Закон України. *Відомості Верховної Ради України*. 1992. № 3. Ст. 10.
16. «Про підвищення соціальних гарантій для трудящих» : Закон України. *Відомості Верховної Ради України*. 1991. № 42. Ст. 549.
17. «Про підприємства в Україні» : Закон України. *Відомості Верховної Ради України*. 1991. № 24. Ст. 272.
18. «Про порядок вирішення колективних трудових спорів» : Закон України. *Відомості Верховної Ради України*. 1998. № 34. Ст. 227.

19. «Про правовий статус іноземців» : Закон України. *Відомості Верховної Ради України*. 1994. № 23. Ст. 161.
20. «Про професійно-технічну освіту» : Закон України. *Відомості Верховної Ради України*. 1998. № 32. Ст. 215.
21. «Про свободу совісті та релігійні організації» : Закон України. *Відомості Верховної Ради України*. 1991. № 25. Ст. 283.
22. «Про службу в органах місцевого самоврядування» : Закон України. *Відомості Верховної Ради України*. 2001. № 33. Ст. 175.
23. Господарський кодекс України : Офіційне видання. Київ : Концерн «Видавничий дім Ін Юре», 2006. 370 с.
24. Кодекс законів про працю України : Офіційне видання. Київ : Форум, 2008. 170 с.
25. Конституція (Основний закон) : Офіційне видання. Київ : Форум, 2008. 47 с.
26. Цивільний кодекс України : Офіційне видання. Київ : Концерн «Видавничий дім Ін Юре», 2006. 456 с.
27. «Про впорядкування застосування контрактної форми трудового договору» : постанова. *Звід постанов Кабінету Міністрів України : Зібрання законодавства України*. Серія 2. Київ : Український інформаційно-правовий центр, 1999. № 1. Ст. 254.
28. «Про встановлення письмової форми трудових договорів з працівниками, діяльність яких пов'язана з державною таємницею» : постанова. *Звід постанов Кабінету Міністрів України : Зібрання законодавства України*. Сер. 2. 1999. № 3. Ст. 258.
29. «Про застосування контрактної форми трудового договору з керівником підприємства, що є у державній власності» : постанова. *Звід постанов Кабінету Міністрів України : Зібрання законодавства України*. Сер. 2. 1998. № 4–6. Ст. 240.
30. «Про затвердження переліку категорій та посад працівників залізничного транспорту, які працевлаштовуються за контрактною формою трудового договору» : постанова. *Звід постанов Кабінету Міністрів України : Зібрання законодавства України*. Сер. 2. 2001. № 2. Ст. 415.
31. «Про затвердження Типового положення про кадрову службу органу виконавчої влади» : постанова. *Звід постанов Кабінету Міністрів України : Зібрання законодавства України*. Сер. 2. 2000. № 5. Ст. 222.
32. «Про порядок ведення особових справ державних службовців в органах виконавчої влади» : постанова. *Звід постанов Кабінету Міністрів України : Зібрання законодавства України*. Сер. 2. 2001. № 5. Ст. 303.
33. «Про роботу за сумісництвом працівників державних підприємств, установ і організацій» : постанова. *Звід постанов Кабінету Міністрів України : Зібрання законодавства України*. Сер. 2. 1998. № 5. Ст. 273.
34. «Про Типову форму контракту з керівником підприємства, що є у державній власності» : постанова. *Звід постанов Кабінету Міністрів України : Зібрання законодавства України*. Сер. 2. 1999. № 5. Ст. 250.
35. «Про трудові книжки працівників» : постанова. *Звід постанов Кабінету Міністрів України : Зібрання законодавства України*. Сер. 2. 1998. № 5. Ст. 337
36. «Про захист персональних даних» : Закон України. *Голос України*. 2010. № 172.

## REFERENCES

1. Pashutynskiy Ye.K. *Dilovodstvo kadrovoi sluzhby (Kadry pidpriemstva)* [Office of personnel service (Human resources of the enterprise)]. Kyiv : KNT Publ., 2004, 272 p. (in Ukrainian).
2. Pashutynskiy Ye.K. *Ukladannia trudovoho dohovoru (Kadry pidpriemstva)* [Conclusion of an employment contract (Human resources of the enterprise)]. Kyiv : KNT Publ., 2004, 164 p. (in Ukrainian).
3. "Pro alternatyvnu (neviiskovu) sluzhbu" : *Zakon Ukrayiny* ["On alternative (non-military) service" : Law of Ukraine]. *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy* [Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine]. 1999, no. 15, art. 86. (in Ukrainian).
4. "Pro vidpustky" : *Zakon Ukrayiny* ["About vacations" : Law of Ukraine]. *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy* [Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine]. 1997, no. 2, art. 4. (in Ukrainian).
5. "Pro derzhavnu sluzhbu" : *Zakon Ukrayiny* ["On public service" : Law of Ukraine]. *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy* [Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine]. 1993, no. 52, art. 490. (in Ukrainian).
6. "Pro zahalnooboviazkove derzhavne sotsialne strakhuvannia vid neshchasnoho vypadku na vyrobnytstvi ta profesiinoho zakhvoriuvannia, shcho sprychynily vtratu pratsezdatsnosti" : *Zakon Ukrayiny* ["On mandatory state social insurance against accidents at work and occupational diseases that caused the loss of working capacity" : Law of Ukraine]. *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy* [Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine]. 1999, no. 15, art. 86. (in Ukrainian).
7. "Pro zahalnooboviazkove derzhavne sotsialne strakhuvannia na vypadok bezrobittia" : *Zakon Ukrayiny* ["On mandatory state social insurance in case of unemployment" : Law of Ukraine]. *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy* [Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine]. 2000, no. 22, art. 171. (in Ukrainian).
8. "Pro zainiatist naseleennia" : *Zakon Ukrayiny* ["On employment of the population" : Law of Ukraine]. *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy* [Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine]. 1991, no. 14, art. 170. (in Ukrainian).

9. *"Pro zaliznychnyi transport" : Zakon Ukrainy* ["On railway transport" : Law of Ukraine]. *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy* [Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine]. 1996, no. 40, art. 183. (in Ukrainian).
10. *"Pro kolektivni dohovory ta uhody" : Zakon Ukrainy* ["On collective agreements and agreements" : Law of Ukraine]. *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy* [Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine]. 1993, no. 36, art. 361. (in Ukrainian).
11. *"Pro oplatu pratsi" : Zakon Ukrainy* ["On payment of labor" : Law of Ukraine]. *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy* [Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine]. 1995, no. 17, art. 121. (in Ukrainian).
12. *"Pro osvitu" : Zakon Ukrainy* ["On Education" : Law of Ukraine]. *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy* [Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine]. 1996, no. 21, art. 84. (in Ukrainian).
13. *"Pro osnovni zasady sotsialnoho zakhystu veteraniv pratsi ta inshykh hromadian pokhyloho viku v Ukraini" : Zakon Ukrainy* ["On the basic principles of social protection of labor veterans and other senior citizens in Ukraine" : Law of Ukraine]. *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy* [Vedomosti Verkhovna Rada of Ukraine]. 1994, no. 4, art. 18. (in Ukrainian).
14. *"Pro okhoronu pratsi" : Zakon Ukrainy* ["On labor protection" : Law of Ukraine]. *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy* [Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine]. 1992, no. 49, art. 668. (in Ukrainian).
15. *"Pro pensine zabezpechennia" : Zakon Ukrainy* ["On pension provision" : Law of Ukraine]. *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy* [Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine]. 1992, no. 3, art. 10. (in Ukrainian).
16. *"Pro pidvyshchennia sotsialnykh harantii dlia trudyashchykh" : Zakon Ukrainy* ["On increasing social guarantees for workers" : Law of Ukraine]. *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy* [Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine]. 1991, no. 42, art. 549. (in Ukrainian).
17. *"Pro pidpriemstva v Ukraini" : Zakon Ukrainy* ["About enterprises in Ukraine" : Law of Ukraine]. *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy* [Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine]. 1991, no. 24, art. 272. (in Ukrainian).
18. *"Pro poriadok vyrishennia kolektyvnykh trudovykh sporiv" : Zakon Ukrainy* ["On the procedure for resolving collective labor disputes" : Law of Ukraine]. *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy* [Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine]. 1998, no. 34, art. 227. (in Ukrainian).
19. *"Pro pravovyi status inozemtsiv" : Zakon Ukrainy* ["On the legal status of foreigners" : Law of Ukraine]. *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy* [Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine]. 1994, no. 23, art. 161. (in Ukrainian).
20. *"Pro profesiino-tekhnichnu osvitu" : Zakon Ukrainy* ["On vocational and technical education" : Law of Ukraine]. *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy* [Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine]. 1998, no. 32, art. 215. (in Ukrainian).
21. *"Pro svobodu sovisti ta relihiini orhanizatsii" : Zakon Ukrainy* ["On Freedom of Conscience and Religious Organizations" : Law of Ukraine]. *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy* [Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine]. 1991, no. 25, art. 283. (in Ukrainian).
22. *"Pro sluzhbu v orhanakh mistsevoho samovriaduvannia" : Zakon Ukrainy* ["On service in local self-government bodies" : Law of Ukraine]. *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy* [Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine]. 2001, no. 33, art. 175. (in Ukrainian).
23. *Hospodarskyi kodeks Ukrainy* [Commercial Code of Ukraine]. Official publication. Kyiv : Kontsern "Vydavnychi dim In Yure", 2006, 370 p. (in Ukrainian).
24. *Kodeks zakoniv pro pratsiu Ukrainy* [Code of Labor Laws of Ukraine]. Official publication. Kyiv : Forum Publ., 2008, 170 p. (in Ukrainian).
25. *Konstytutsiia (Osnovnyi zakon)* [Constitution (Basic Law)]. Official publication. Kyiv : Forum Publ., 2008, 47 p. (in Ukrainian).
26. *Tsyvilnyi kodeks Ukrainy* [Civil Code of Ukraine]. Official publication. Kyiv : Kontsern "Vydavnychi dim In Yure", 2006, 456 p. (in Ukrainian).
27. *"Pro vporiadkuvannia zastosuvannia kontraktnoi formy trudovoho dohovoru": postanova* ["On streamlining the application of the contractual form of the employment contract" : resolution]. *Zvid postanov Kabinetu Ministriv Ukrainy : Zibrannya zakonodavstva Ukrainy* [Collection of Resolutions of the Cabinet of Ministers of Ukraine : Assembly of the Legislation of Ukraine]. Series 2, Kyiv : Ukrainyskyi Informatsiino-Pravovyi Tsentrl Publ., 1999, no. 1, art. 254. (in Ukrainian).
28. *"Pro vstanovlennia pysmovoï formy trudovykh dohovoriv z pratsivnykamy, diialnist yakykh poviazana z derzhavnoiu taiemnytseiu": postanova* ["On the establishment of a written form of employment contracts with employees whose activities are related to state secrets" : resolution]. *Zvid postanov Kabinetu Ministriv Ukrainy : Zibrannya zakonodavstva Ukrainy* [Collection of Resolutions of the Cabinet of Ministers of Ukraine : Assembly of the Legislation of Ukraine]. Series 2, 1999, no. 3, art. 258. (in Ukrainian).
29. *"Pro zastosuvannia kontraktnoi formy trudovoho dohovoru z kerivnykom pidpriemstva, shcho ye u derzhavnii vlasnosti" : postanova* ["On the application of the contractual form of an employment contract with the head of a state-owned enterprise" : resolution]. *Zvid postanov Kabinetu Ministriv Ukrainy : Zibrannya zakonodavstva Ukrainy* [Collection of Resolutions of the Cabinet of Ministers of Ukraine : Assembly of the Legislation of Ukraine]. Series 2, 1998, no. 4–6, art. 240. (in Ukrainian).



30. *"Pro zatverdzhennia pereliku katehorii ta posad pratsivnykiv zaliznychnoho transportu, yaki pratsevlashтовuіutsia za kontraktnoiu formoiu trudovoho dohovoru"* : postanova ["On approval of the list of categories and positions of railway transport workers who are employed under the contractual form of the employment contract" : resolution]. *Zvid postanov Kabinetu Ministriv Ukrayiny : Zibrannya zakonodavstva Ukrayiny* [Collection of Resolutions of the Cabinet of Ministers of Ukraine : Assembly of the Legislation of Ukraine]. Series 2, 2001, no. 2, art. 415. (in Ukrainian).

31. *"Pro zatverdzhennia Typovoho polozhennia pro kadrovu sluzhbu orhanu vykonavchoi vlady"* : postanova ["On the approval of the Standard Regulation on the Personnel Service of the Executive Authority" : resolution]. *Zvid postanov Kabinetu Ministriv Ukrayiny : Zibrannya zakonodavstva Ukrayiny* [Collection of Resolutions of the Cabinet of Ministers of Ukraine : Assembly of the Legislation of Ukraine]. Series 2, 2000, art. 222. (in Ukrainian).

32. *"Pro poriadok vedennia osobovykh sprav derzhavnykh sluzhbovtsiv v orhanakh vykonavchoi vlady"* : postanova ["On the procedure for conducting personal affairs of civil servants in the bodies of executive power" : resolution]. *Zvid postanov Kabinetu Ministriv Ukrayiny : Zibrannya zakonodavstva Ukrayiny* [Collection of Resolutions of the Cabinet of Ministers of Ukraine : Assembly of the Legislation of Ukraine]. Series 2, 2001, no. 5, art. 303. (in Ukrainian).

33. *"Pro robotu za sumisnystvom pratsivnykiv derzhavnykh pidpriemstv, ustanov i orhanizatsii"* : postanova ["On part-time work of employees of state enterprises, institutions and organizations" : resolution]. *Zvid postanov Kabinetu Ministriv Ukrayiny : Zibrannya zakonodavstva Ukrayiny* [Collection of Resolutions of the Cabinet of Ministers of Ukraine : Assembly of the Legislation of Ukraine]. Series 2, 1998, no. 5, art. 273. (in Ukrainian).

34. *"Pro Typovu formu kontraktu z kerivnykom pidpriemstva, shcho ye u derzhavnii vlasnosti"* : postanova ["On the Standard form of the contract with the head of the state-owned enterprise" : resolution]. *Zvid postanov Kabinetu Ministriv Ukrayiny : Zibrannya zakonodavstva Ukrayiny* [Collection of Resolutions of the Cabinet of Ministers of Ukraine : Assembly of the Legislation of Ukraine]. Series 2, 1999, no. 5, art. 250. (in Ukrainian).

35. *"Pro trudovi knyzhky pratsivnykiv"* : postanova ["About the work books of employees" : resolution]. *Zvid postanov Kabinetu Ministriv Ukrayiny : Zibrannya zakonodavstva Ukrayiny* [Collection of Resolutions of the Cabinet of Ministers of Ukraine : Assembly of the Legislation of Ukraine]. Series 2, 1998, no. 5, art. 337. (in Ukrainian).

36. *"Pro zahyst personalnykh danyh"* : *Zakon Ukrayiny* ["About the protection of personal data" : Law of Ukraine]. *Holos Ukrainy* [Voice of Ukraine]. 2010, no. 172. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 13.10.2022.

УДК 624.131 : 624.15

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.271222.90.915

## НАТУРНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОЧАТКОВИХ ОСІДАНЬ ПАЛЬ, ЯКІ НЕ З'ЄДНАНІ З ПЛИТОЮ, У СКЛАДІ КОМБІНОВАНОГО ПЛИТНО-ПАЛЬОВОГО ФУНДАМЕНТУ

САМОРОДОВ О. В.<sup>1\*</sup>, *докт. техн. наук, проф.*,

ДИТЮК О. Є.<sup>2</sup>, *аспір.*,

ТАБАЧНИКОВ С. В.<sup>3</sup>, *канд. техн. наук, доц.*

<sup>1\*</sup> Кафедра геотехніки, підземних та гідротехнічних споруд, Харківський національний університет будівництва та архітектури, вул. Сумська, 40, 61002, Харків, Україна, тел. +38 (050) 301-76-99, e-mail: [osamorodov@ukr.net](mailto:osamorodov@ukr.net), ORCID ID: 0000-0003-4395-9417

<sup>2</sup> Кафедра геотехніки, підземних та гідротехнічних споруд, Харківський національний університет будівництва та архітектури, вул. Сумська, 40, 61002, Харків, Україна, тел. +38 (093) 828-95-31, e-mail: [lexej098@gmail.com](mailto:lexej098@gmail.com), ORCID ID: 0000-0001-8363-6132

<sup>3</sup> Кафедра геотехніки, підземних та гідротехнічних споруд, Харківський національний університет будівництва та архітектури, вул. Сумська, 40, 61002, Харків, Україна, тел. +38 (093) 253-02-86, e-mail: [s.v.tabachnikov@ukr.net](mailto:s.v.tabachnikov@ukr.net), ORCID ID: 0000-0002-2619-8612

**Анотація. Постановка проблеми.** Запатентовано корисну модель конструкції комбінованого плитно-пального фундаменту (КППФ), що складається з плитної частини і палі, при цьому між плитною частиною і палями виконується зазор висотою  $\Delta$ . Тобто передбачається розподіл осідань (опорів) основи під плитою, а потім під палями (після шарнірного з'єднання палі з плитою), виходячи з умови про неперевищення гранично допустимого осідання  $s_u$  будівлі чи споруди. При цьому необхідно додатково враховувати початкове осідання палі, яке виникає від впливу довантажувальної сили тертя, що діє по її бічній поверхні в межах стисливої товщі при початковому завантаженні основи плитною частиною тиском, для коригування величини зазору  $\Delta$ . **Мета статті** – натурні дослідження початкових осідань палі від дії довантажувальних сил тертя, що діють уздовж її бічної поверхні, у великорозмірному комбінованому плитно-пальному фундаменті для виявлення нових залежностей та їх узагальнення. **Висновки.** На підставі польових досліджень виявлено якісно нову залежність деформації палі від дії довантажувальних сил тертя ґрунту, яка показує «ефект прослизання палі уверх» унаслідок перевищення силами тертя сил опору по її бічній поверхні з проявом зворотних (пружних) деформацій ґрунтової основи палі.

**Ключові слова:** *палі; ґрунтова основа; довантажувальні сили тертя; осідання; прослизання; деформація; зворотна; пружна; комбінований плитно-пальовий фундамент*

## FIELD INVESTIGATION OF THE INITIAL SETTLEMENTS OF PILE NOT CONNECTED TO THE RAFT IN A COMBINED RAFT-PILE FOUNDATION

SAMORODOV O.V.<sup>1\*</sup>, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,

DYTIUK O.Ye.<sup>2</sup>, *Postgrad. Stud.*,

TABACHNIKOV S.V.<sup>3</sup>, *Cand. Sc. (Tech.) (PhD), Assoc. Prof.*

<sup>1\*</sup> Department of Geotechnics, Underground and Hydrotechnical Structures, Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture, 40, Sumska St., Kharkiv, 61002, Ukraine, tel. +38 (050) 301-76-99, e-mail: [osamorodov@ukr.net](mailto:osamorodov@ukr.net), ORCID ID: 0000-0003-4395-9417

<sup>2</sup> Department of Geotechnics, Underground and Hydrotechnical Structures, Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture, 40, Sumska St., Kharkiv, 61002, Ukraine, tel. +38 (093) 828-95-31, e-mail: [lexej098@gmail.com](mailto:lexej098@gmail.com), ORCID ID: 0000-0001-8363-6132

<sup>3</sup> Department of Geotechnics, Underground and Hydrotechnical Structures, Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture, 40, Sumska St., Kharkiv, 61002, Ukraine, tel. +38 (093) 253-02-86, e-mail: [s.v.tabachnikov@ukr.net](mailto:s.v.tabachnikov@ukr.net), ORCID ID: 0000-0002-2619-8612

**Abstract. Problem statement.** The patented useful model for the design of the combined raft-pile foundation (CRPF), consisting of a raft part and piles, with a gap of height  $\Delta$  is made between the raft part and the piles. That is, the

distribution of settlements (resistances) of the soil base under the raft and then under the piles (after the hinged connection of the piles with the raft) is assumed, based on the condition of not exceeding the maximum allowable settlement  $s_u$  of the building or structure. The initial settlement of the piles, which arises from the effect of the additional loading (negative) friction force acting on their lateral surface within the compressible layer during the pressure loading of the soil base raft part, must additionally be taken into account to correct the value of the gap  $\Delta$ . **The purpose of the article** is to conduct field investigation of the piles initial settlements under the action of additional loading (negative) friction forces acting along their lateral surface in a large-scale combined raft-pile foundation to identify new dependencies and generalize them. **Conclusions.** On the basis of field studies, a qualitatively new dependence of the pile deformation on the action of additional ground friction forces has been revealed, which shows the "pile up-slip effect" due to the excess of resistance forces on its lateral surface with manifestation of inverse (elastic) deformations of the ground base of the pile. On the basis of field investigation, a qualitatively new dependence of the pile deformation on the effect of soil additional loading (negative) friction forces was revealed, which shows the "effect of the pile slipping upwards" due to exceeding the negative friction forces the resistance forces on its lateral surface with the manifestation of reverse (elastic) deformations of the pile soil base, which indicates the need to take this phenomenon into account when determining the gap between the raft part and the piles in projects of similar CRPF.

**Keywords:** pile; soil base; negative friction forces; sinking; slipping; deformation; reverse; elastic; combined raft-pile foundation

**Мета** – натурні дослідження початкових осідань палей від дії довантажувальних сил тертя, що діють уздовж їх бічної поверхні, у великорозмірному комбінованому плитно-пальовому фундаменті для виявлення нових залежностей та їх узагальнення.

**Вступ.** Запатентована корисна модель комбінованого плитно-пальового фундаменту (КППФ) [1] (рис. 1) складається з

плитної частини 1 і палей 2 діаметром  $d$ , при цьому між плитною частиною і палями виконується зазор 3 висотою  $\Delta$ . Для технологічної зручності забезпечення відсутності контакту між плитою і головами палей в межах бетонної підготовки 4 під плитою зазор може бути заповнений низькомодульним матеріалом. Ґрунтова основа позначена 5.

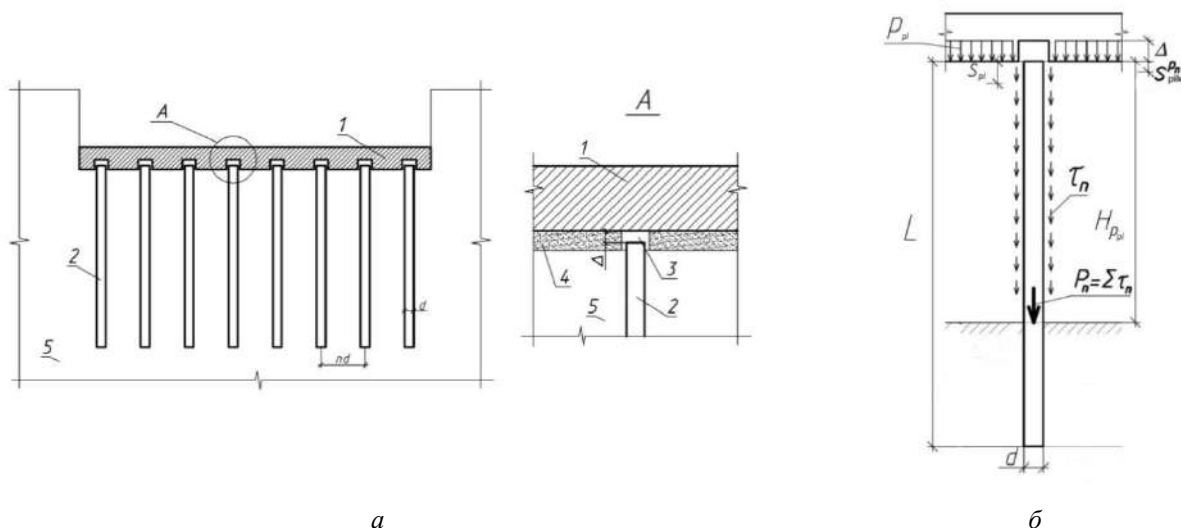


Рис. 1. Комбінований плитно-пальовий фундамент: а – загальна схема; б – розрахункова схема до визначення початкових осідань палей  $s_{pile}^{P_n}$  у КППФ у процесі деформування основи під плитою

Зазор висотою  $\Delta$  між плитою та палями (рис. 1) визначається на підставі інженерної методики [2], де передбачається розподіл осідань (опорів) основи під плитою  $s_{pl}$ , а потім під палями  $s_N$  (після шарнірного з'єднання палей з плитою), виходячи з умови

про неперевищення гранично допустимого осідання  $s_u$  будівлі чи споруди [3]:

$$s_{pl} + s_N \leq s_u. \quad (1)$$

Однак додатково необхідно враховувати початкове осідання палей  $s_{pile}^{P_n}$  (рис. 2), яке

виникає від впливу довантажувальної сили тертя  $P_n$ , що діє по їх бічній поверхні в межах стислої товщі  $H_{ppl}$  при початковому завантаженні основи плитною частиною тиском  $p_{pl}$ , для коригування величини зазору  $\Delta$ :

$$\Delta = s_{pl} - s_{pile}^{P_n} \quad (2)$$

Із цього наукового напрямку становить інтерес останні роботи, проведені під керівництвом проф. В. Л. Седіна [4; 5], де автори у польових умовах досліджували на повномасштабному фрагменті плитно-пального фундаменту включення в роботу паль за відсутності контакту з плитою, що дозволило виявити деякі окремі залежності деформацій паль від інтенсивності тиску під

плитою. Але дослідження початкових осідань паль у натурних комбінованих плитно-пальових фундаментах для виявлення нових залежностей та їх узагальнення залишається актуальним завданням.

#### Матеріали і методи досліджень.

Об'єктом спостереження стала житлова 9-поверхова будівля з технічним поверхом та підвалом, розташована по вул. Миру, 5 у м. Харків. Проектна організація та генеральний підрядник – ПрАТ «Трест Житлобуд-1» (м. Харків). Науково-технічний супровід проектування основи та фундаменту виконав ХНУБА [6].

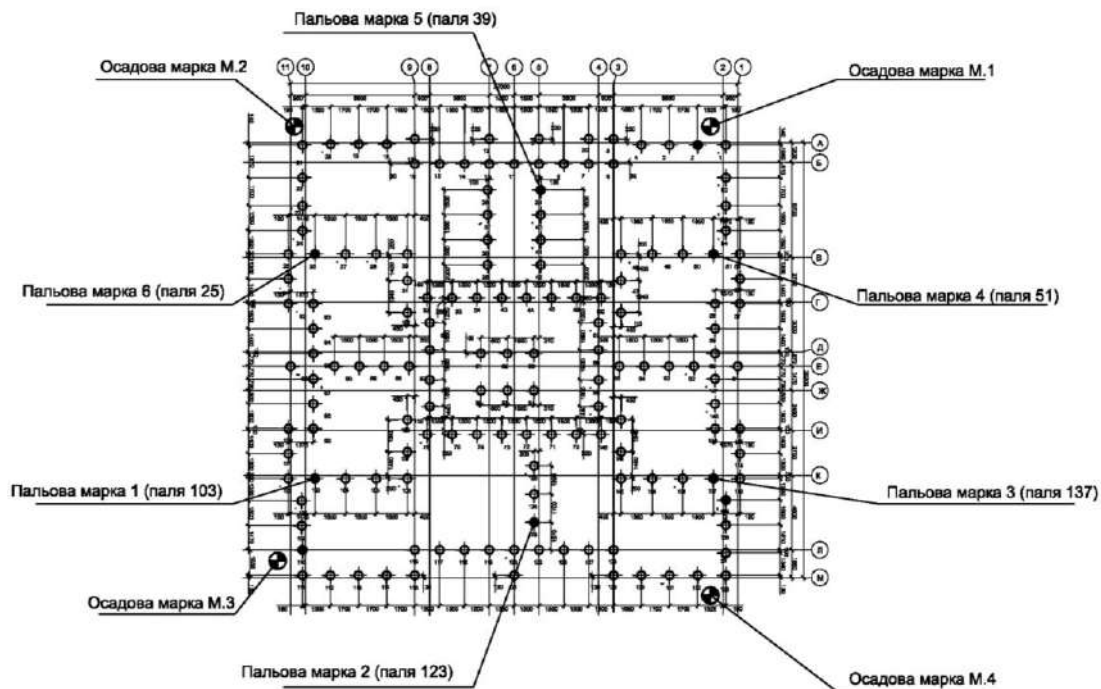


Рис. 2. План-схема розташування дослідних паль та осадових марок

Висота будівлі складає 35 м (від верху фундаменту). Конструктивна схема будівлі – безкаркасна з повздовжніми і поперечними стінами та збірними плитами перекриття. Несучі стіни будівлі виконані із силікатної цегли товщиною 510 та 380 мм. Перекриття – багатопустотні залізобетонні плити товщиною 220 мм. Стіни підвалу – збірні, з бетонних блоків різної товщини від 400 до 800 мм.

Конструкція монолітного комбінованого плитно-пального фундаменту складається з

плитної частини розмірами у плані  $26,2 \times 27,0$  м товщиною 800 мм з лінійним розташуванням під несучими стінами буронабивних паль діаметром  $d = 500$  мм та довжиною  $L = 10$  м  $> H_{ppl}$ , які не з'єднані з плитою (див. рис. 2).

Для комбінованого фундаменту (див. рис. 3, 4) було прийнято проектний розподіл опору між плитою та палями – «50/50», тобто 50 % сприймає плитна частина та 50 % – палі, тому проектний зазор між

плитою та палями прийнято  $\Delta = 5$  см згідно з методикою [2].

Також прийнята величина зазору забезпечувала виключення наднормативного крену будівлі у разі можливого аварійного

локального замочування просідних ґрунтів ІГЕ-3 під фундаментною плитою в процесі будівництва; але цього не сталося. Фізико-механічні властивості ґрунтів наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Усереднені (по глибині) фізико-механічні властивості ґрунтів

Характеристика ґрунту	Умовні позначення	Од. вим.	Шар		
			3 – Суглинки твердої консистенції, у водонас. стані – м'якопластичної консистенції, просідні	4 – Піски дрібні, маловологі, середньої щільності, неоднорідні із включеннями твердих супісків	5 – Суглинки твердої консистенції, в водонасиченому стані – тугопластичної консистенції із включенням дрібних пісків
Питома вага ґрунту	$\gamma$	кН/м <sup>3</sup>	17,15	17,14	18,19
Питома вага водонасиченого ґрунту	$\gamma_{sat}$	кН/м <sup>3</sup>	18,66	18,96	18,81
Питома вага частин ґрунту	$\gamma_s$	кН/м <sup>3</sup>	26,70	25,37	26,55
Питома вага зваж. у воді ґрунту	$\gamma_{sb}$	кН/м <sup>3</sup>	9,22	9,48	9,36
Питома вага сухого ґрунту	$\gamma_d$	кН/м <sup>3</sup>	14,79	15,56	15,06
Природна вологість	$w$	д. од.	0,18	0,12	0,23
Вологість на межі текучості	$w_L$	д. од.	0,34	–	0,34
Вологість на межі пластичності	$w_p$	д. од.	0,20	–	0,23
Вологість при повному водонасиченні	$w_{sat}$	д. од.	0,28	0,23	0,27
Показник текучості	$I_L$	д. од.	-0,18	–	-0,01
Показник текучості водонасиченого ґрунту	$I_{Lsat}$	д. од.	0,60	–	0,3
Число пластичності	$I_p$	д. од.	0,14	–	0,14
Кут внутрішнього тертя	$\varphi$	град.	19,00	28,00	21,00
Питоме зчеплення ґрунту	$c$	МПа	0,02	0,009	0,02
Коефіцієнт пористості	$e$	д. од.	0,81	0,63	0,77
Пористість	$n$	д. од.	0,45	0,38	0,44
Модуль деформації в природному стані	$E$	МПа	11,00	19,00	16,00
Модуль деформації у водонасиченому стані	$E_{sat}$	МПа	7,00	19,00	13,00
Ступінь вологості	$S_r$	д. од.	0,60	0,47	0,8
Початковий тиск просідання	$p_{sl}$	МПа	0,11	–	–

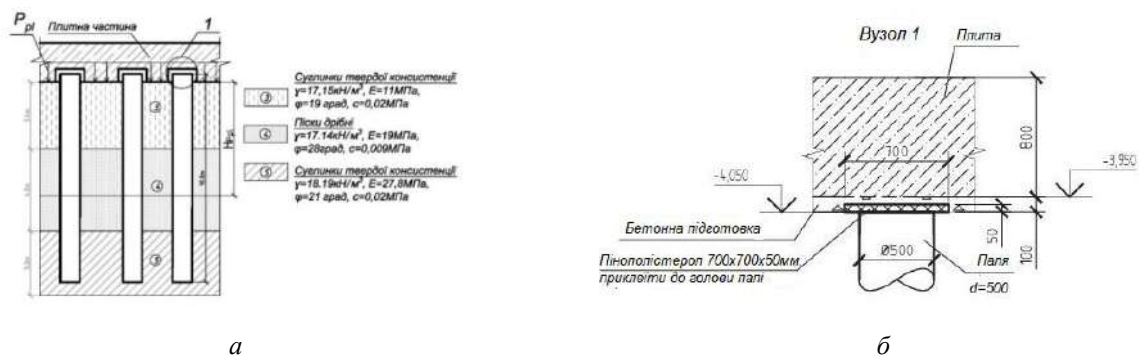


Рис. 3. Схема КППФ: а – на інженерно-геологічному розрізі; б – вузол «плита – палія»

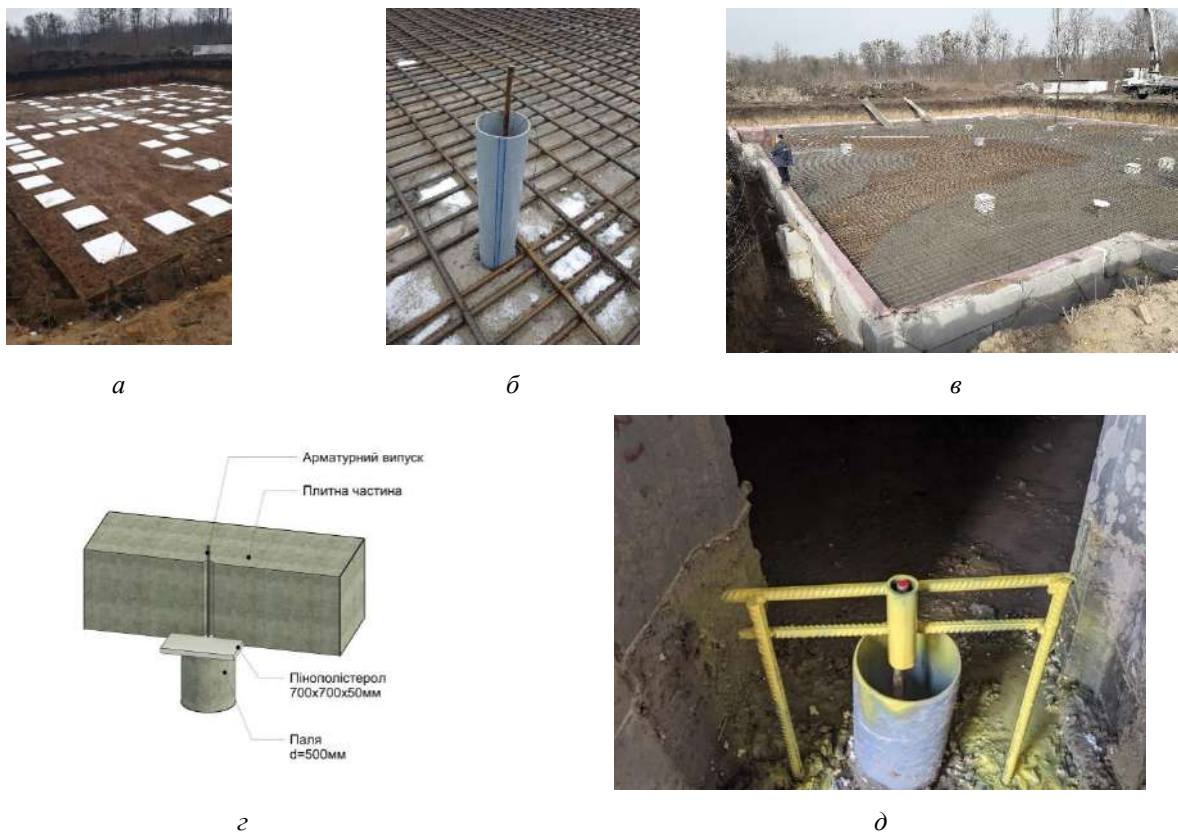


Рис. 4. Процес улаштування КППФ та застосувань для дослідження початкових осідань палі: а – улаштування низькомодульного матеріалу (пінополістиролу) над головами палі; б – металевий випуск із палі у захисній гільзі (трубі); в – улаштування монолітної плити; г – аксонометрична схема; д – спеціальна конструкція реперної системи на поверхні плити для визначення деформацій палі

Починаючи з липня 2020 року проводилися паралельні дослідження деформацій шести палі та осідань будівлі згідно з науковою тематикою кафедри геотехніки, підземних та гідротехнічних споруд (ГПГС) ХНУБА у рамках науково-технічного супроводу об'єкта будівництва (виконавець геодезичних робіт – к. т. н., доц. Т. А. Наливайко).

Спостереження за осіданнями  $s_{pl}$  будівлі проводилися в процесі будівництва та експлуатації методами високоточного нівелювання II класу. Визначено позначки осадкових марок М.1, М.2, М.3 та М.4, що були закладені в рівні цокольного поверху будівлі (див. рис. 2 та 5, а).



Рис. 5. Види будівлі: а – в процесі будівництва; б – в процесі експлуатації

У роботі використано нівелір Н-05 (див. рис. 5, а) та інварну нівелірну рейку РН-05. Нівелювання виконано в прямому і зворотному напрямках шляхом суміщення. На кожній станції за спостереженнями основних і додаткових шкал обчислено перевищення  $a_z$ ,  $a_n$  та їх різниця  $h = a_z - a_n$ , яка не перевищувала 0,7 мм.

Для прямого і зворотного ходів по кожній секції (між суміжними реперами в ході) обчислено суми перевищень прямого  $[h]_п$  і зворотного  $[h]_з$  ходів. Розбіжності  $f_x$  не перевищували  $\pm 2,1\sqrt{L}$  мм ( $L$  – довжина ходу в км) при кількості станцій менше ніж 15.

Для точності підрахунків використано програму Microsoft Excel, а порівняння результатів проводилось у програмі ARMGEO.

Осідання палі на кожному етапі дослідження визначалося за формулою:

$$s_{pile}^{P_n} = s_{pl} - u_{pile}, \quad (3)$$

де  $s_{pl}$  – осідання плити (будівлі), мм;  $u_{pile}$  – деформація палі відносно плити, мм, що визначається штангенциркулем згідно зі схемою на рисунку 6, а.

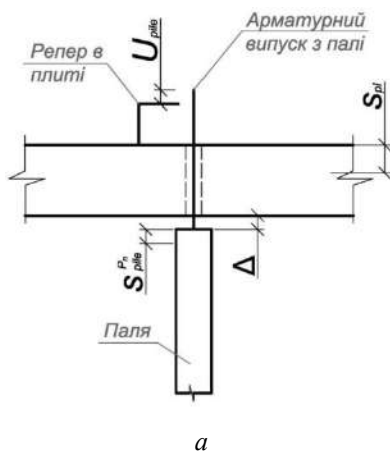


Рис. 6. Визначення деформації палі  $u_{pile}$ : а – схема деформування; б – визначення  $u_{pile}$  за допомогою штангенциркуля

**Результати дослідження.** На рисунку 7 для кожного етапу схематично наведено значення осідань осадових марок (М.1, М.2,

М.3 і М.4) та деформацій шести окремих палей у плані у вигляді наочних діаграм згідно з план-схемою на рисунку 2.

Таблиця 2

**Значення середніх осідань елементів КППФ**

Дата заміру	Поверховість	Середній тиск під подошвою плитної частини	Середнє значення осідання плитної частини (будівлі)	Середнє значення початкових осідань палей на підставі статистичної обробки даних	Стислива товща основи плитної частини (теоретична величина)
мм.рр	$n$	$p_{pl}$ , кПа	$s_{pl}$ , мм	$s_{pile}^{P_n}$ , мм	$H_{p_{pl}}$ , м
07.2020	Цоколь	25 (умовно 0,0)	0,00	0,00	0
09.2020	3	60,6	-3,33	-2,28	3
11.2020	6	85,1	-4,58	-1,91	4,2
03.2021	9	109,6	-13,18	-8,54	5,8
07.2021	10	118,8	-13,53	-6,86	8,2

У таблиці 2 для кожного етапу дослідження наведено значення середніх осідань плити  $s_{pl}$  та початкових осідань палей

$s_{pile}^{P_n}$  (на підставі статистичної обробки даних для шести палей) від реального



контрольованого тиску під плитою  $p_{pl}$  (враховувалася тільки власна вага зведених конструкцій без підвищувальних

коефіцієнтів), а на рисунку 8 наведено відповідні графіки залежностей.

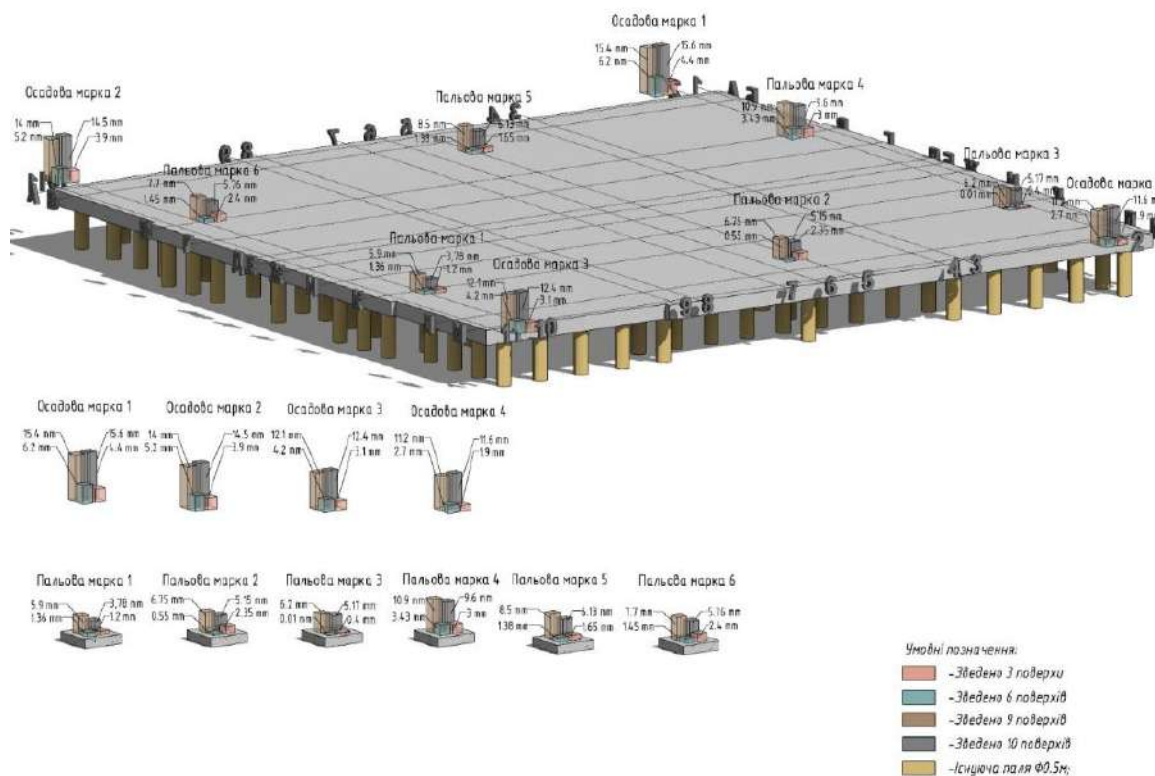


Рис. 7. Осідання плити  $s_{pl}$  та деформації паль  $u_{pile}$  на кожному етапі дослідження

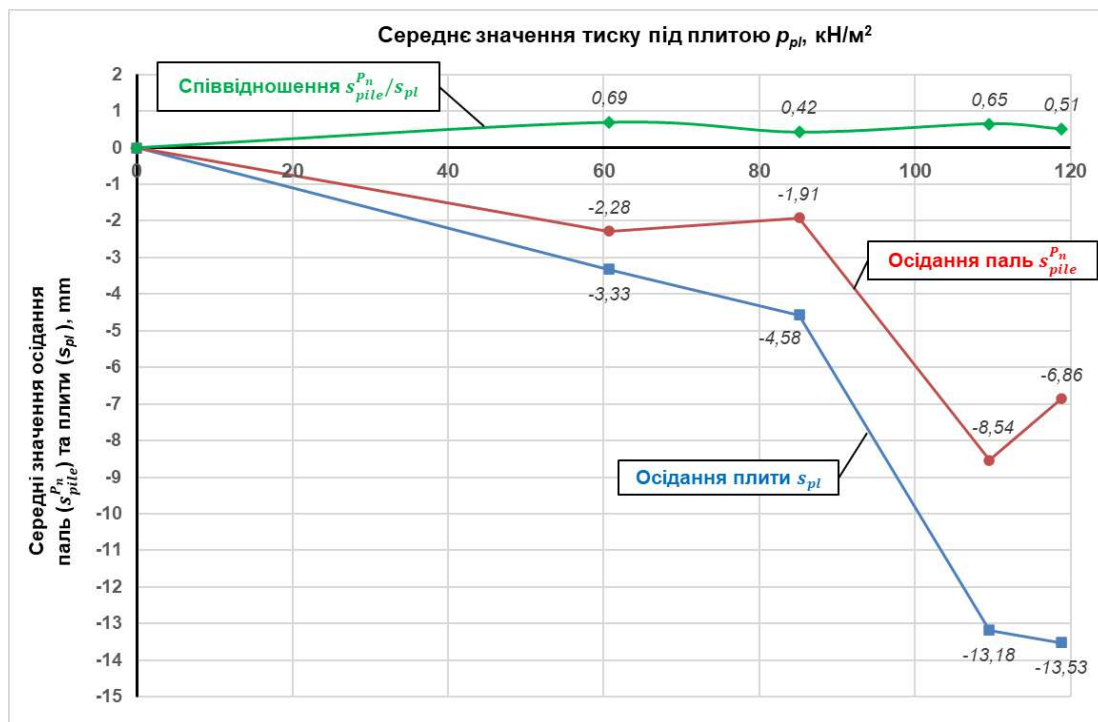


Рис. 8. Графіки залежностей середніх осідань плити  $s_{pl}$  та початкових осідань паль  $s_{pile}^{P_n}$  від середнього тиску під плитою  $p_{pl}$  та їх співвідношення



Як видно з графіка абсолютних осідань паль на рисунку 8, має місце «ефект прослизання паль уверх» за різних тисків під подошвою плити, що пояснюється перевищенням довантажувальними силами тертя сил опору по бічній поверхні паль із проявом зворотних (пружних) деформацій їх ґрунтової основи. Слід зазначити, що такий характер спостерігається для всіх шести паль у різних місцях у плані (див. рис. 7) та не пов'язаний зі статистичною обробкою результатів експерименту.

### Висновки

Проведено натурні дослідження початкових осідань паль, які не з'єднані з плитою, у складі комбінованого плитно-пального фундаменту. Аналіз результатів дослідження дозволяє зробити такі висновки:

1. Підтверджується вплив довантажувальних сил тертя по бічній поверхні паль на їх осідання, що спостерігалось

також іншими дослідниками [4; 5]. Але у цьому випадку можна констатувати, що за реалізації тиску під подошвою плити до  $p_{pl} \approx 120$  кПа співвідношення стабілізованих осідань паль до осідання плити у великорозмірному фундаменті становить:  $S_{pile}^{Pn}/s_{pl} \geq 1/2$ , на відміну від результату:  $S_{pile}^{Pn}/s_{pl} \approx 1/3$  у роботах [4; 5], де досліджувався квадратний фундамент із незначними розмірами у плані  $2,6 \times 2,6$  м з однією забивною палею  $350 \times 350$  мм довжиною 8,5 м, яка була розташована посередині фундаменту.

2. Уперше виявлено якісно нову залежність деформації паль від дії довантажувальних сил тертя ґрунту, яка показує «ефект прослизання паль уверх» внаслідок перевищення силами тертя сил опору по їх бічній поверхні з проявом зворотних (пружних) деформацій ґрунтової основи паль.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Самородов О. В., Дитюк О. Є., Муляр Д. Л., Табачников С. В. Патент на корисну модель № 148444, Україна МПК E02D 27/12 (2006/1). Комбінований плитно-пальовий фундамент. Заявл. 09.11.2020. Опубл. 11.08.2021. Харківський національний університет будівництва та архітектури. Бюл. № 32. 4 с.
2. Самородов А. В. Проектирование эффективных комбинированных свайных и плитных фундаментов многоэтажных зданий : монография. Харьков: Типография Мадрид, 2017. 204 с.
3. ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. Київ : Мінрегіон України, ДП «Укрархбудінформ», 2018. 36 с.
4. Седін В. Л., Ковба В. В., Бікус К. М. Натурні дослідження деформацій фрагмента пального фундаменту при статичному навантаженні ростверку, не з'єданого з палею. *Проблеми геотехніки – 2017 : тези Другої міжнар. конф.* Київ : КНУБА, 2017. С. 111–113.
5. Ковба Владислав Валерійович. Перерозподіл зусиль в пальному фундаменті з урахуванням послідовного навантаження його складових елементів. Дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.23.02 «Основи і фундаменти». Дніпро, 2018. 240 с.
6. Самородов О. В., Кротов О. В., Стріжельчик Г. Г., Дитюк О. Є., Купрейчик А. Ю. Геотехнічне обґрунтування технічного рішення комбінованого плитно-пального фундаменту з розрахунком у системі «основа – фундамент – споруда» у рамках науково-технічного супроводу об'єкта будівництва «Нове будівництво житлового комплексу по пр. Московському (між пр. Індустріальним (колиш. пр. Фрунзе) і вул. Дванадцятого квітня). Будинок № 5» : звіт з науково-дослідницької роботи. Керівник: д. т. н. О. В. Самородов. Харків: ХНУБА, 2019. 58 с.

### REFERENCES

1. Samorodov O.V., Dytyuk O.Ye., Mulyar D.L. and Tabachnikov S.V. *Patent na korysnu model' № 148444, Ukrayina MPK E02D 27/12 (2006/1). Kombinovanyu plytno-pal'ovyyu fundament. Zayavl. 09.11.2020. Opubl. 11.08.2021* [Utility model patent no. 148444, Ukraine IPC E02D 27/12 (2006/1). Combined raft-pile foundation Application dtd November 09, 2020. Publ. on August 11]. Kharkiv : National University of Civil Engineering and Architecture, 2021, bull. no. 32, 4 p. (in Ukrainian).
2. Samorodov A.V. *Proektirovanie effektivnykh kombinirovannykh svainykh i plitnykh fundamentov mnogoetazhnykh zdaniy* [Design of effective combined pile and raft foundations of multi-storey buildings]. Kharkiv : Madrid Printing House, 2017, 204 p. (in Russian).

3. *DBN B.2.1-10:2018. Osnovy i fundamenti budivel ta sporud. Osnovni polozhennya* [DBN B.2.1-10:2018. Bases and foundations of buildings and structures. Main provisions.] Kyiv : Ministry of Regional Development and Construction of Ukraine, State Enterprise Ukrarkhbudinform, 2018, 36 p. (in Ukrainian).

4. Sedin V.L., Kovba V.V. and Bikus K.M. *Naturni doslidzhennya deformatsiy frahmentu pal'ovoho fundamentu pry statychnomu navantazhenni rostverku, ne z'yednanoho z paleyu* [Field studies of deformations of a fragment of a pile foundation under static loading of a grid not connected to the pile text]. *Problemy heotekhniki – 2017 : tezy Druhoyi mizhnarodnoyi konferentsiyi* [Problems of Geotechnics – 2017 : abstracts of the Second International Conference]. Kyiv : KNUBA, 2017, pp. 111–113. (in Ukrainian).

5. Kovba Vladyslav Valeriyovych. *Pererozpdil zusyl' v pal'ovomu fundamenti z urakhuvannyam poslidovnoho navantazhennya yoho skladovykh elementiv. Dys. ... kand. tekhn. nauk : spets. 05.23.02 «Osnovy i fundamenti»* [Redistribution of forces in a pile foundation taking into account the successive loading of its component elements. Diss. ... Candidate Technical Sciences : spec. 05.23.02 "Bases and foundations"]. Dnipro, 2018, 240 p. (in Ukrainian).

6. Samorodov O.V., Krotov O.V., Strizhel'chuk G.G., Dytiuk O.Ye. and Kupreychuk A.Yu. *Heotekhnichne obgruntuvannya tekhnichnoho rishennya kombinovanoho plymo-pal'ovoho fundamentu z rozrakhunkom u systemi «osnova – fundament – sporuda» u ramkakh naukovu-tekhnichnoho suprovodu ob'yektu budivnytstva «Nove budivnytstvo zhytloвого комплексу по пр. Moskovs'komu (mizh пр. Industrial'nyim (kolysh. пр. Frunze) i vul. Dvanadtsyatoho kvitnya). Budynok №5» : zvit z naukovu-doslidnoyi roboty* [Geotechnical substantiation of the technical solution of the combined slab-pile foundation with the calculation in the “soil base - foundation – structure” system as part of the scientific and technical support of the construction object “New construction of a residential complex on Ave. Moskovskii (between Industrialny Ave. (former Frunze Ave.) and Twelveth April Str.). Building No. 5” : research report]. Supervisor : Dr. Sc. (Tech.) O.V. Samorodov. Kharkiv : KhNUBA, 2019, 58 p. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 11.11.2022.

УДК 697.34:621.311+711.8

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.271222.99.916

## СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

СОЛОД Л. В.<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доц.,  
БЕРЕЗЮК Г. Г.<sup>2</sup>, ст. виклад.,  
АДЕГОВ О. В.<sup>3\*</sup>, канд. техн. наук, доц.,  
ТКАЧОВА В. В.<sup>4</sup>, канд. техн. наук, доц.

<sup>1</sup> Кафедра опалення, вентиляції, кондиціонування та теплогазопостачання, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-34-92, e-mail: [solod.leontina@pdaba.edu.ua](mailto:solod.leontina@pdaba.edu.ua), ORCID ID: 0000-0002-4789-9514

<sup>2</sup> Кафедра опалення, вентиляції, кондиціонування та теплогазопостачання, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-34-92, e-mail: [berezuiik.hanna@pdaba.edu.ua](mailto:berezuiik.hanna@pdaba.edu.ua), ORCID ID: 0000-0002-4790-3421

<sup>3\*</sup> Кафедра опалення, вентиляції, кондиціонування та теплогазопостачання, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-34-92, e-mail: [adehov.oleksandr@pdaba.edu.ua](mailto:adehov.oleksandr@pdaba.edu.ua), ORCID ID: 0000-0001-8837-4936

<sup>4</sup> Кафедра опалення, вентиляції, кондиціонування та теплогазопостачання, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-34-92, e-mail: [tkachova.valeriia@pdaba.edu.ua](mailto:tkachova.valeriia@pdaba.edu.ua), ORCID ID: 0000-0001-9943-1852

**Анотація. Постановка проблеми.** Системи теплопостачання – одні з основних для життєзабезпечення споживачів. Виробництво та споживання теплоти потребує раціонального підходу, що передбачає забезпечення потреб за мінімальних витрат ресурсів. Таким чином, очевидна актуальність науково-технічного та практичного завдання підвищення енергоефективності систем теплопостачання для економіки країни, особливо під час повоєнного поновлення. Українські системи теплопостачання мають низку особливостей та проблем, тобто вирішення проблеми потребує аналізу сучасного стану систем теплопостачання країни. **Мета статті** – збирання та аналіз інформації про існуючі проблеми систем теплопостачання, виявлення найбільш актуальних проблем підвищення енергоефективності систем теплопостачання для подальшого пошуку їх оптимальних рішень. **Висновок.** Сформульовано загальну проблему сучасного етапу розвитку систем теплопостачання в Україні як необхідність оптимального використання централізованих систем та розумної децентралізації теплопостачання. Актуальність такого формулювання не тільки для України підтверджено результатами інформаційного аналізу про напрямки розвитку систем теплопостачання інших країн. Запропоновано комплексну блок-схему існуючих проблем систем теплопостачання, яка може бути використана для забезпечення системного підходу до пошуку рішень цих проблем. Отримані результати аналізу доцільно використати для визначення напрямів дослідження та шляхів удосконалення систем теплопостачання з метою підвищення їх енергоефективності.

**Ключові слова:** системний підхід; енергоефективність; теплопостачання

## THE SYSTEMATIC APPROACH TO SOLVING THE PROBLEMS OF INCREASING THE ENERGY EFFICIENCY OF HEAT SUPPLY SYSTEMS

SOLOD L.V.<sup>1</sup>, Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.,  
BEREZIUUK H. H.<sup>2</sup>, Sen. Lect.,  
ADEHOV O.V.<sup>3\*</sup>, Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.,  
TKACHOVA V.V.<sup>4</sup>, Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.

<sup>1</sup> Department of Heating, Ventilation, Air Conditioning, Heat and Gas Supply, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (056) 756-34-92, e-mail: [solod.leontina@pdaba.edu.ua](mailto:solod.leontina@pdaba.edu.ua), ORCID ID: 0000-0002-4789-9514

<sup>2</sup> Department of Heating, Ventilation, Air Conditioning, Heat and Gas Supply, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (056) 756-34-92, e-mail: [berezuik.hanna@pdaba.edu.ua](mailto:berezuik.hanna@pdaba.edu.ua), ORCID ID: 0000-0002-4790-3421

<sup>3\*</sup> Department of Heating, Ventilation, Air Conditioning, Heat and Gas Supply, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (056) 756-34-92, e-mail: [adehov.oleksandr@pdaba.edu.ua](mailto:adehov.oleksandr@pdaba.edu.ua), ORCID ID: 0000-0001-8837-4936

<sup>4</sup> Department of Heating, Ventilation, Air Conditioning, Heat and Gas Supply, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (056) 756-34-92, e-mail: [tkachova.valeriia@pdaba.edu.ua](mailto:tkachova.valeriia@pdaba.edu.ua), ORCID ID: 0000-0001-9943-1852

**Abstract. Problem statement.** Heat supply systems are one of the essential systems for life support. Heat production and consumption require a rational approach, which implies fulfilling the demand with minimal use of resources. In that case, the science-technical and practical demand for increasing the energy efficiency of the country's heat supply systems for the economy is evident, especially in post-war restoration. Ukrainian systems of heat supply have multiple unique features and issues, meaning solving this demand will require the analysis of the actual state of the country's heat supply system. **The purpose of the article** – to collect and analyze the info regarding the existing heat supply system issues, as well as detect the most crucial issues for increasing the systems' energy efficiency and further research for optimal solutions. **Conclusions.** The general problem with the current stage of heat supply system development in Ukraine is defined, as well as the requirement for optimal use of centralized systems and smart decentralization of the heat supply. The relevance of such a formulation not only for Ukraine is confirmed by information analysis on the directions of development of heating systems in other countries. The relevance of this definition (not just for Ukraine) is proven by informational analysis regarding vectors of other countries' heat supply systems development. The complex block scheme of existing heat supply systems issues is provided. It can be used to provide a systematic approach to solving these issues, which will positively influence its efficiency. The collected analysis results are recommended for defining the research vectors and ways to improve the heat supply systems to increase their efficiency.

**Keywords:** *systematic approach; energy efficiency; heat supply*

**Постановка проблеми.** Системи теплопостачання – одні з основних для життєзабезпечення промислових та цивільних споживачів. Більша частина теплової енергії, що генерується, необхідна для виробництва продукції, менша – для потреб опалення, вентиляції, підігріву води для комунальних потреб. Виробництво та споживання теплоти потребує раціонального підходу, що передбачає забезпечення потреб за мінімальних витрат ресурсів. Таким чином, очевидна актуальність науково-технічного та практичного завдання підвищення енергоефективності систем теплопостачання для економіки країни, особливо під час повоєнного поновлення. Українські системи теплопостачання мають низку особливостей та проблем, отож їх вирішення потребує аналізу сучасного стану систем теплопостачання країни.

**Аналіз публікацій.** За джерелом теплоти системи теплопостачання зазвичай поділяють на централізовані та децентралізовані. В широкому сенсі централізованими системами називають ті, в

яких від єдиного джерела тепла здійснюється теплопостачання великого числа споживачів (промисловий вузол, житловий район, квартал), а децентралізованими – системи, в яких усі елементи системи теплопостачання розташовані в опалюваних приміщеннях або поруч з ними (теплопостачання окремих приміщень або невеликої групи будівель).

Однак Закон України Про теплопостачання визначає системи теплопостачання значно детальніше, а саме [1]:

– система автономного теплопостачання – внутрішньобудинкова система опалення, яка використовується для теплозабезпечення окремого багатоквартирного будинку;

– система децентралізованого теплопостачання – сукупність джерел теплової енергії потужністю від 1 до 3 Гкал/год, місцевих (розподільчих) теплових мереж;

– система помірно централізованого теплопостачання – сукупність джерел теплової енергії потужністю від 3 до 20 Гкал/год, магістральних та/або місцевих (розподільчих) теплових мереж;

– система централізованого теплопостачання – сукупність джерел теплової енергії, магістральних та місцевих (розподільчих) теплових мереж, що об'єднані між собою та використовуються для теплозабезпечення споживача, населеного пункту, яка включає системи децентралізованого та помірно централізованого теплопостачання.

Визначення індивідуального (квартирного) теплопостачання дає ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» [2]: квартирне теплопостачання – забезпечення теплотою системи опалення, вентиляції та гарячого водопостачання квартири у житловому багатоквартирному будинку; система складається з індивідуального джерела теплопостачання – теплогенератора, трубопроводів опалення з опалювальними приладами та запірно-регулювальною арматурою, трубопроводів гарячого водопостачання із запірно-регулювальною та водорозбірною арматурою, теплообмінників системи вентиляції та іншого обладнання зазначених систем.

Історично склалося, що в Україні більша частина споживачів отримує теплову енергію від централізованих систем теплопостачання, перевагами яких є потужність, екологічність (за умови ефективного застосування технологій очищення димових газів) та зменшення небезпеки пожеж.

У той же час до основних недоліків централізованих систем теплопостачання слід віднести:

– необхідність спорудження та експлуатації теплових мереж, яка зумовлює збільшення вартості систем теплопостачання (великі капітальні та експлуатаційні витрати);

– теплові втрати під час транспортування теплоти;

– складність регулювання через велику розгалуженість та протяжність теплових мереж.

Перевагами систем децентралізованого теплопостачання, залежно від ступеня децентралізації (від квартирного до помірно

централізованого за класифікацією [1; 2]), можуть бути:

– зниження експлуатаційних витрат (як правило, немає необхідності в обслузі, таким чином, експлуатаційні витрати складають тільки витрати на паливо);

– зниження тепловтрат унаслідок скорочення шляху транспортування теплової енергії;

– можливість більш гнучкого застосування автоматики для контролю і регулювання параметрів роботи системи, що дає ефект енергозбереження;

– мобільність (джерело або всю систему можна переміщати з місця на місце).

Основний недолік децентралізованих та індивідуальних систем теплопостачання – це їх висока початкова вартість (капітальні витрати).

Виходячи з існуючого стану, можна стверджувати, що загальною проблемою сучасного етапу розвитку систем теплопостачання в Україні стала необхідність оптимального використання централізованих систем та розумної децентралізації теплопостачання. Інформаційний аналіз показує, що такий підхід актуальний не тільки для України.

У таблиці наведено результати аналізу інформації [3; 4] про системи теплопостачання країн світу.

Можна бачити, що розвиток систем теплопостачання спрямований на підвищення їх енергоефективності. Головними напрямками підвищення енергоефективності економіки України у сфері теплопостачання згідно з [6] мають стати:

- скорочення енергоспоживання домогосподарств, комерційного та комунального секторів на потреби опалення шляхом підвищення енергоефективності житлових і громадських будівель, а також підвищення енергоефективності опалювальних приладів;

- повнота та прозорість обліку теплоенергії;

- підвищення енергоефективності в секторі виробництва і трансформації енергії, насамперед у теплоелектроенергетиці

та централізованому теплопостачанні шляхом оптимізації використання потужностей, технічної та технологічної модернізації;

- скорочення витрат енергії в системах транспортування та розподілу теплової енергії шляхом технічної, технологічної модернізації та концептуального перегляду схем енергозабезпечення із врахуванням досягнень у сфері децентралізованого

енергопостачання, зокрема за рахунок використання поновлюваних джерел енергії та управління енергоспоживанням;

- оцінювання потенціалу оптимізації системи центрального опалення шляхом переходу на індивідуальне опалення у регіонах та на об'єктах, де це економічно доцільно;

- упровадження на рівні держави, міст, бюджетних та адміністративних будівель та підприємств системи енергетичного менеджменту.

*Таблиця*

**Характеристика та напрямки розвитку систем теплопостачання деяких країн зарубіжжя та України [5]**

Країна	Джерела теплоти	Види опалення	Напрямок розвитку та пріоритети
Фінляндія	ТЕЦ у містах, індивідуальний котел/тепловий насос у сільській місцевості	Водяне (радіаторне/тепла підлога); електричне опалення	Переобладнання нового будівельного фонду до 0-го рівня споживання енергії
Італія	Центральне теплопостачання, теплові насоси	Водяне (радіаторне), повітряне (фанкойли)	Задоволення потреб споживачів, простота обліку
Німеччина	Централізоване опалення у великих містах, котли, теплові насоси, сонячні панелі	Водяне (радіаторне/тепла підлога); електричне опалення	Екологічно чисті системи, комфорт
Норвегія	Геотермальні низькотемпературні теплові насоси	Електричне (тепла підлога/конвектори), водяне	Використання поновлюваних джерел енергії
Словаччина	Централізоване теплопостачання, котельні	Водяне (радіаторне)	Оптимальне енергоспоживання, екологічно чисті системи
Австрія	ТЕЦ на біомасі, теплові насоси, пелетні котли	Водяне (радіаторне/тепла підлога)	Енергоефективність систем, надійність
Франція	Централізоване опалення, котли, теплові насоси, сонячні панелі	Електричне, водяне (радіаторне)	Енергозберігальні/енергоефективні системи
Японія	Центральне опалення у холодній частині країни, індивідуальні обігрівачі	Електричне (кондиціонери), газові, масляні обігрівачі	Енергоефективне споживання енергії
Данія	Централізоване теплопостачання, ТЕЦ	Водяне (радіаторне/тепла підлога); електричне опалення	Енергоефективність та економія енергоресурсів
Україна	Централізоване теплопостачання, ТЕЦ, котельні, газові котли	Водяне (радіаторне), електричне опалення	Енергозберігальні системи опалення, тепла ізоляція існуючого та нового будівельного фонду

**Мета статті** – збирання та аналіз інформації про існуючі проблеми систем теплопостачання. Виявлення найбільш актуальних питань підвищення енергоефективності систем теплопостачання для подальшого пошуку їх оптимальних рішень.

**Виклад матеріалу.** Оскільки системи теплопостачання – складні та динамічні, для їх аналізу необхідний системний підхід. Кожен із вищезазначених напрямів можна розглядати як проблему, яку потрібно вирішити. Доцільно, використовуючи метод декомпозиції, розподілити проблеми від загальної до часткових, що становлять складові загальної, а також визначити зв'язки між ними.

Загальною проблемою систем теплопостачання в Україні стала необхідність оптимального використання централізованих систем та розумної децентралізації теплопостачання – позначимо її (1). Ця проблема передбачає необхідність модернізації та концептуального перегляду схем теплопостачання із врахуванням досягнень у сфері децентралізованого теплопостачання – позначимо (2).

Модернізація та концептуальний перегляд схем теплопостачання – це, з одного боку, оцінка потенціалу переходу на індивідуальне опалення, де це економічно доцільно (3), а з іншого – оптимізація використання потужностей, технічна та технологічна модернізація централізованого теплопостачання (4).

Для пунктів 3 та 4 необхідні повнота та прозорість обліку теплоенергії (5), що, у свою чергу, стимулює скорочення енергоспоживання шляхом підвищення енергоефективності житлових і громадських будівель та опалювальних приладів (6). Упровадження на рівні держави, міст, бюджетних та адміністративних будівель та

підприємств системи енергетичного менеджменту (7) забезпечує довготривалий ефект від вирішення проблеми 1 або 1–6.

Результат аналізу існуючих проблем систем теплопостачання наведемо у вигляді блок-схеми, що їх систематизує (рис.).

Очевидно, всі проблеми – складові цієї комплексної блок-схеми – актуальні на сучасному етапі розвитку систем теплопостачання України. Кожна з них потребує пошуку рішень. На ефективність рішень впливатиме розуміння зв'язків між проблемами, розгляд їх у комплексі, тобто забезпечення системного підходу до вирішення цих проблем та загалом до завдання підвищення енергоефективності систем теплопостачання.

### **Висновок**

Виходячи з існуючого стану та класифікації сформульовано загальну проблему сучасного етапу розвитку систем теплопостачання в Україні як необхідність оптимального використання централізованих систем та розумної децентралізації теплопостачання. Актуальність такого формулювання не тільки для України підтверджено результатами інформаційного аналізу про напрямки розвитку систем теплопостачання інших країн.

На основі методів системного аналізу запропоновано комплексну блок-схему існуючих проблем систем теплопостачання, яка може бути використана для забезпечення системного підходу у пошуку рішень цих проблем, що позитивно вплине на їх ефективність.

Отримані результати аналізу існуючих проблем систем теплопостачання доцільно використати для визначення напрямів дослідження та шляхів удосконалення систем теплопостачання з метою підвищення їх енергоефективності.

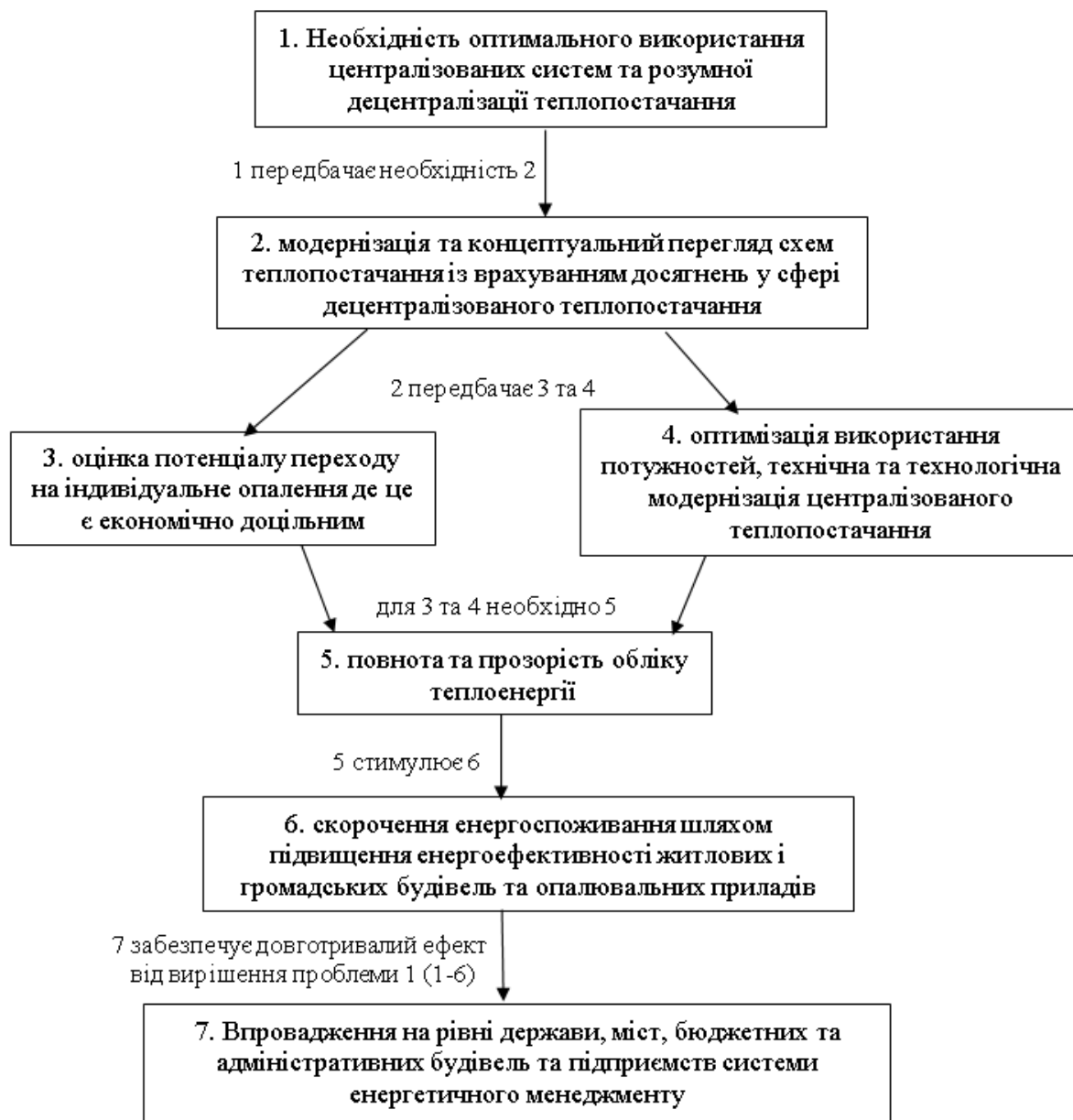


Рис. Комплексна блок-схема існуючих проблем систем теплопостачання

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про теплопостачання : Закон України від 02.06.2005 р. № 2633-IV (в редакції від 13.11.2021). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2633-15#Text> (дата звернення: 12.09.22).
2. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 2014-01-01]. Київ : Мінрегіон України, 2013. 141 с.
3. Зарубіжний досвід розвитку систем централізованого та автономного тепло- та електропостачання : звіт Відокремленого підрозділу «Науково-проектний центр розвитку об'єднаної енергетичної системи України» ДП «НЕК «Укренерго». 2016. URL: <https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/01/5.-TSentralizovane-ta-avtonomne-teplozabezpechennya.pdf> (дата звернення: 12.09.22).
4. Modern Residential Building Heating Systems : Opinions of International Experts. URL: [https://www.abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid=7271](https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=7271) (дата звернення: 25.12.21).
5. Очеретяна Т. С., Солод Л. В., Адегов О. В., Березюк Г. Г. Аналіз та визначення енергоефективних рішень щодо системи теплопостачання багатоповерхової цивільно-житлової будівлі. *Матер. III наук.-практ. конф. студ. Придніпровської державної академії будівництва та архітектури* : зб. тез. Дніпро : ПДАБА, 2021. С. 233–235.



6. Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентноспроможність». URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80#n2> (дата звернення: 25.10.22).

## REFERENCES

1. *Pro teplopostachannia : Zakon Ukrainy vid 02.06.2005 r. № 2633-IV (v redaktsii vid 13.11.2021)* [On labor protection : Law of Ukraine about heat supply no. 2633-IV (as amended from 13.11.2021)]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2633-15#Text> (accessed: 12 September 2022) (in Ukrainian).
2. DBN V.2.5-67:2013. *Opalennia, ventyliatsiia ta kondytsiuvannia* [Heating, ventilation and air conditioning] 01 January 2013. Kyiv : Minrehion Ukrainy Publ., 141 p. (in Ukrainian).
3. *Zarubizhnyi dosvid rozvytku system tseentralizovanoho ta avtonomnoho teplo ta elektropostachannia : zvit Vidokremlenoho pidrozdilu «Naukovo-proektnyi tsentr rozvytku obiednanoi enerhetychnoi systemy Ukrainy» DP «NEK «Ukrenerho»* [Foreign experience in the development of centralized and autonomous heat and power supply systems : report of the Separate Unit “Scientific Project Center for the Development of the United Energy System of Ukraine”]. 2016. URL: <https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/01/5.-TSentralizovane-ta-avtonomne-teplozabezpechennya.pdf> (accessed : 12 September 2022) (in Ukrainian).
4. Modern Residential Building Heating Systems : Opinions of International Experts. URL: [https://www.abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid=7271](https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=7271) (accessed : 25 December 2021).
5. Ocheretiana T.S., Solod L.V., Adehov O.V. and Bereziuk H.H. *Analiz ta vyznachennia enerhoefektyvnykh rishen shchodo systemy teplopostachannia bahatopoverkhovoi tsyvilno-zhytlovoi budivli* [Analysis and determination of energy-efficient solutions for the heat supply system of a multi-story residential building]. *Materialy III naukovo-praktychnoi konferentsii studentiv Prydniprovskoi derzhavnoi akademii budivnytstva ta arkhitektury* [Materials of the III scientific-practical conference of students of the Prydniprovska State Academy of Civil Engineering and Architecture]. Dnipro : PDABA Publ., 2021, pp. 233–235. (in Ukrainian).
6. *Enerhetychna stratehiia Ukrainy na period do 2035 roku «Bezpeka, enerhoefektyvnist, konkurentnospromozhnist»* [Energy strategy of Ukraine for the period until 2035 “Security, Energy-Efficiency, Competitiveness”]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80#n2> (accessed : 25 October 2022). (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 08.11.2022.

УДК 72.01+004.946:7.067

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.271222.106.917

## ПОНЯТТЯ «АРХІТЕКТУРА» В КОНТЕКСТІ РОЗВИТКУ СУЧАСНОГО ВІРТУАЛЬНОГО МИСТЕЦТВА (НА ПРИКЛАДІ ВІДЕОГРИ)

УСПЕНСЬКИЙ М. С.<sup>1\*</sup>, канд. арх., доц.,  
НЕСТЕРЕНКО В. В.<sup>2</sup>, канд. арх., доц.

<sup>1\*</sup> Кафедра основ архітектури, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-33-66, e-mail: [uspenskyi.maksym@pdaba.edu.ua](mailto:uspenskyi.maksym@pdaba.edu.ua), ORCID ID: 0000-0002-2238-9649

<sup>2</sup> Кафедра дизайну архітектурного середовища, Харківський національний університет будівництва та архітектури, вул. Сумська, 40, 61000, Харків, Україна, тел. +38 (057) 700-10-66, e-mail: [nesterenko.vitalii@kstuca.kharkov.ua](mailto:nesterenko.vitalii@kstuca.kharkov.ua), ORCID ID: 0000-0002-6853-5699

**Анотація. Постановка проблеми.** Актуальність статті зумовлена нещодавніми змінами, які відбулися у зв'язку з великою кількістю нових жанрів та видів сучасного мистецтва, які з'явилися за рахунок змішування, комбінування вже існуючих, спричинених появою нових технологій. Це викликало не лише кількісні зміни ситуації у загальній системній класифікації видів мистецтв, а й розмиття кордонів між традиційними видами мистецтв, і створило необхідність у пошуку конкретизації змісту кожного з мистецтв та архітектури, зокрема. Проблемою визначено відсутність певності щодо поняття «архітектура». **Мета статті.** Відповідно до цього, метою виступило перевизначення поняття «архітектура». **Методика.** Як основний обрано метод семантичного аналізу, що дозволяє сформулювати визначення поняття «архітектура», базуючись на визначенні поняття відеогри. **Висновок.** Для досягнення мети було вирішено такі завдання. У класифікації видів мистецтв за типом носія та за типом зміни в часі відібрано відеогру як вид мистецтва, що має найбільшу кількість спільних рис. Проведено зіставлення відеогри та архітектури на прикладах їх практичного спільного застосування. Наведено приклади впровадження ігрових технологій у програмні продукти, призначені для архітекторів, приклади непрямого впливу відеоігор на розвиток технічних засобів, приклади залучення інструментарію архітектури у створення ігор. Розглянуто ретроспективу визначення поняття «гра» з давніх часів до сьогодення. Проаналізовано дослідження, які стосуються визначення поняття «гра» в сучасному суспільстві. Виділено низку диференціальних ознак поняття «відеогра» та сформульовано визначення поняття «відеогра». На підставі визначення поняття «відеогра» сформульовано визначення поняття «архітектура». Можливість проведення таких паралелей між відеоурою та архітектурою створює необхідність подальших досліджень гри у контексті архітектури.

**Ключові слова:** архітектура; архітектурне проектування; віртуальна реальність; віртуальність; гра; мистецтво; модель

## NOTION “ARCHITECTURE” IN THE CONTEXT OF CONTEMPORARY VIRTUAL ART DEVELOPMENT (ON EXAMPLE OF A VIDEO GAME)

USPENSKYI M.S.<sup>1\*</sup>, Cand. Sc. (Arch.), Assoc. Prof.,  
NESTERENKO V.V.<sup>2</sup>, Cand. Sc. (Arch.), Assoc. Prof.

<sup>1\*</sup> Department of Architecture Fundamentals, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (056) 756-33-66, [uspenskyi.maksym@pdaba.edu.ua](mailto:uspenskyi.maksym@pdaba.edu.ua), ORCID ID: 0000-0002-2238-9649

<sup>2</sup> Department of Architectural Space Design, Kharkiv National University of Construction and Architecture, 40, Sumska St., Kharkiv, 61000, Ukraine, tel. +38 (057) 700-10-66, e-mail: [nesterenko.vitalii@kstuca.kharkov.ua](mailto:nesterenko.vitalii@kstuca.kharkov.ua), ORCID ID: 0000-0002-6853-5699

**Abstract. Problem statement.** The relevance of the article is due to recent changes that have occurred due to appearance of a large number of new contemporary art genres and types, which have appeared due to mixing, combining existing ones, caused by the advent of new technologies. This led to quantitative changes in the situation in the general systemic classification of arts as well as to the blurring of the boundaries between traditional arts and created the need to search for a specification of each art content and architecture, in particular. The problem is defined by the lack of certainty in relation to the notion of architecture. **The purpose of the article.** In accordance with it, the

goal to redefine the notion of architecture is made. **Methods.** The method of semantic analysis was chosen as the main one to formulate a notion definition of architecture based on the definition of a video game. **Conclusions.** To achieve the purpose, the following tasks are solved. In classifying the arts according to the type of carrier and the type of time change, video games is selected as the art form with the most common features. A comparison of video game and architecture is made by examples of their practical joint application. Examples of the gaming technologies implementation into software products assigned for architects, examples of video games indirect influence at the development of technical means, examples of the architecture tools use in the creation of games are listed. A retrospective of the game notion definition from ancient times to the present day is examined. The researches concerning the notion definition of the game in modern society are analyzed. A number of differential features of the video game notion definition are highlighted and the video game notion definition is formulated. Based on the notion definition of video game, the notion definition of architecture is formulated. The possibility of drawing such parallels between the video game and architecture creates the need for further research of the game in the context of architecture.

**Keywords:** *architecture; architectural design; virtual reality; virtuality; game; art; model*

**Постановка проблеми.** Ситуація постійної появи нових видів мистецтв не нова. Вона виникає знову і знову з розвитком суспільства, переглядом цінностей, появою нових форм висловлювання. Немає жодних гарантій, що вид мистецтва, який з'явився в деякий історичний момент, не буде забутий і відкинутий у ході дискусії про його необхідність або замінений на інший, більш актуальний.

У 2000-х роках зафіксовано формування десятків нових жанрів медіа-мистецтва, сучасного мистецтва, пов'язаного з появою нових способів збирання, зберігання та обробки інформації, удосконаленням комп'ютерного обладнання та програмного забезпечення, серед яких можна виділити: віртуальне мистецтво, гібридне мистецтво, інтерактивне мистецтво, відеоігри, інформаційне мистецтво, кіберформанс, кінетичне мистецтво, нет-арт, програмне мистецтво, процедуральне мистецтво, роботизоване мистецтво, системне мистецтво, телематичне мистецтво, традиційне мистецтво, хактивізм, цифрову літературу, еволюційне мистецтво та багато інших.

Виніши за дужки дискусію про необхідність визначення у кожному конкретному випадку, чи належить той чи інший твір до мистецтва на підставі його значущості, ми отримуємо великий перелік, нескінченний набір актуальних та вже застарілих видів та жанрів мистецтва, зорієнтуватися у якому – складне завдання. Це породжує спроби створення загальної класифікації, угруповання видів мистецтва за різними критеріями, за формою розвитку,

за утилітарністю, за видом носія, за способом уявлення тощо.

На даний момент розгляд деякого виду чи жанру мистецтва окремо від загальної системної картини бачиться недостатнім та поверхневим. У той же час, зіставлення сусідніх елементів класифікації може викликати зміни, уточнення в самій класифікації та спричинити необхідність зміни предмета дослідження. Для формування адекватних результатів перелічені обставини приймаються як вихідні.

Коли поняття має одне значення, або коли поняття має кілька значень, і ми можемо визначити, в якому значенні воно застосоване по контексту, ніяких складнощів на практиці це не викликає. Проблема виникає, коли поняття може отримувати безліч визначень, зміст яких змінюється зі зміною самого об'єкта чи явища, або зі зміною ситуації, історичних обставин, у яких об'єкти чи явища перебувають. Застосування такого поняття не додає інформативності та вносить суперечність у повідомлення.

Лише згадка поняття «архітектура» в будь-якому контексті викликає проблеми. Яку з архітектур співрозмовник мав на увазі? Класична теза «користь – міцність – краса» прирівнює архітектуру до мистецтва і передбачає, що вона має бути досить багата за змістом. В архітектурі мають бути закладені всі аспекти цієї тріади. Але, зараз можна побачити, як на практиці споконвічна тріада «користь – міцність – краса» розпадається на три складові. Відбувається розпад цієї тези, розшарування цієї єдності на три складові:

- корисна архітектура – архітектура, що є продуктом дизайну, функціональна архітектура;

- міцна архітектура – архітектура, створена без архітектора, нею займаються інженери, це інженерний твір, заснований на наукових постулатах, архітектор там не обов'язковий, з'являються універсальні архітектурні об'єкти;

- красива архітектура – архітектор або замовник бере першість і керує проектуванням, щоб отримати щось гарне з його суб'єктивної точки зору.

Для позначення архітектури, створеної передусім для задоволення потреб функціональної архітектури, з'явилося поняття «архітектурний дизайн». Це додає плутанини, оскільки архітектурний дизайн ставить архітектуру в один ряд з іншими різновидами дизайну. Хоча прийнято вважати, що архітектура – це щось більше, архітектура – це мистецтво, а дизайн – щось утилітарне, що служить засобом задоволення потреб, бажань замовника. Архітекторам бракує визначеності в ключових термінах та поняттях [1].

**Аналіз публікацій.** Теоретичні напрацювання з питання вивчення гри як явища в історії та житті суспільства надали Е. Буюкбайкал, Т. В. Надолінська, Д. Шелл. Розглядають можливість застосування гри у навчально-виховному процесі: М. К. Кременчуцька, О. О. Пожарицька, О. П. Скиба. Роботи, що забезпечують застосування семіотичного методу, представляють такі автори: Л. В. Сахарний, Ю. С. Степанов, У. Еко. Розкривають загальний понятійний зміст, визначають теоретичні та методологічні проблеми архітектури такі автори, як: В. А. Абизов, М. Г. Бархін, М. В. Бевз, Я. Гейл, В. Л. Глазичев, Д. Джейкобс, М. М. Дьомін, В. Й. Кравець, О. В. Крашенінников, К. Лінч, А. П. Мардер, Г. Б. Мінервін, В. П. Мироненко, З. В. Мойсеєнко, В. А. Нікітін, А. М. Рудницький, О. В. Рябушин, І. І. Середюк, І. М. Смоляр, О. Л. Тітов, О. О. Фоменко, Б. С. Черкес, М. Черноушек, Ю. В. Чуднівський, О. В. Шило, В. Т. Шимко, Ю. М. Шкодовський, З. М. Яргіна.

**Мета дослідження** полягає у підвищенні визначеності, перевизначенні поняття «архітектура» в контексті появи нових та розвитку існуючих видів сучасного мистецтва. Для досягнення мети необхідно: виявити вид сучасного мистецтва, що найбільш прийнятний для зіставлення; провести зіставлення за різними критеріями; розглянути існуючі визначення вибраного виду сучасного мистецтва; виявити диференційні ознаки поняття та сформулювати визначення.

**Методика.** Основним методом обрано семіотичний аналіз, що дозволяє ефективно розкривати та давати повне визначення поняття, що розглядається. Семіотичний аналіз використовує базові засади семіології. Семіологія – наука про знаки; розглядаючи мову як знакову систему, вона вважає знаковість, єдність означувального і означуваного найважливішими властивостями мови, що визначають її устрій. Основна робота швейцарського лінгвіста Фердинанда де Сосюра, який заклав основи семіології та структурної лінгвістики, «Курс загальної лінгвістики» 1916 року, вводить низку положень, що сприяють адекватному вивченню мови:

– розмежування внутрішніх та зовнішніх елементів мови. Для вивчення устрою мови знати обставини, в яких вона розвивається, немає необхідності;

– розмежування мови та мовлення. Для вивчення устрою мови знати особливості мовлення немає потреби;

– розмежування у мові статички та динаміки. Первісне значення слова, його походження. Історичний аспект не важливий з погляду мовної системи в даний період часу. При цьому досліджувати історію мови важливо для того, щоб з'ясувати, як змінюються елементи мови;

– системність мови. Для знаходження конкретного знака виникає необхідність знати місце знака в системі, знати, що означають інші знаки, виявляти розрізнявальні диференціальні ознаки шляхом зіставлення знаків. Системність мови забезпечує як розрізнення об'єктів, так і об'єднання, ототожнення.

Визначення як сума всіх диференціальних ознак поєднує всі об'єкти, які мають ці ознаки, і позначається словом-знаком – поняттям, що слугує для виділення деякого об'єкта з інших численних об'єктів і явищ. Для формування визначення не потрібно перераховувати всі ознаки. Важливі ознаки, які допомагають відрізнити один знак від іншого. Ознаки, що не згадуються, називаються інтегральними. Визначення поняття повинно мати необхідний ступінь повноти і точності, розгорнутості, але при цьому містити мінімально необхідну кількість інформації, щоб скоротити обсяг визначення за рахунок згортання інтегральних ознак об'єкта, понять, явищ [2].

Приклад порівняння визначень двох слів «окуляри» та «пенсне»:

Окуляри – прилад, призначений для корекції зору людини при оптичних недосконалоостях ока, що складається з лінз, які утримуються оправою, з прикріпленими до неї дужками.

Пенсне – прилад, призначений для корекції зору людини при оптичних недосконалоостях ока, що складається з лінз, які утримуються оправою, що тримається на носі за допомогою пружини, яка затискає перенісся.

Диференціальні ознаки відрізняються в одній позиції, окуляри відрізняються від пенсне наявністю дужок, і навпаки, пенсне відрізняється від окулярів відсутністю дужок, замість них додана затискна пружина. Якщо до диференціальних ознак окулярів додати «призначені для захисту очей від сонячного світла», вийдуть сонячні окуляри, якщо додати «призначені для захисту очей від різних шкідливих впливів», вийдуть «захисні окуляри» і т. п.

Із цих положень випливає, що визначити поняття чи дати визначення поняття, актуальне на даний момент, це знайти точне місце розташування цього поняття у понятійній системі, також зафіксувавши структуру понятійної системи на даний момент. Визначити розміщення найточніше може допомогти зіставлення його з іншими поняттями, передусім, із найближчими до нього за значенням, які перебувають

максимально близько за значенням до поняття, що містить у своєму визначенні найбільше подібних ознак з подальшим виявленням диференціальних ознак, властивих виключно поняттю, що розглядається.

Для порівняння двох досліджуваних явищ, знаходження їх спільних характеристик і відмінностей, задіяно порівняльний метод. Порівняльний метод використовують як основний при класифікації, він дозволяє розділити загальні, відмітні ознаки та властивості об'єктів, що вивчаються, явища та процеси їх розвитку.

**Результати досліджень.** Можна скласти класифікацію видів мистецтв у табличному вигляді. Види мистецтв, які не вважаються застарілими на сьогодні, – архітектура, живопис, графіка, театральне мистецтво, література, скульптура, кіно, музика. По-перше, їх принципово можна розділити на групи за типом носія: невізуальні, образотворчі, об'ємно-просторові, театральні; та на групи за типом зміни у часі: статичні, динамічні та інтерактивні. Ця класифікація не претендує на повноту, вона ілюструє причину, через яку архітектура буде зіставлятися з відеоіграми (рис. 1). Для зіставлення було обрано відеогру як найбільш доречний вид мистецтва.

Відеогра, як і інші ігри в цілому мають погану репутацію, сприймаються як щось несерйозне, як один із варіантів розваг. Частково це так. Як видно на схемі, причиною, за якою архітектура та ігри опинилися в одному осередку, стала наявність однакових показників за двома критеріями, вони, і тільки вони належать до об'ємно-просторових та інтерактивних груп мистецтв одночасно. Альтернативою ігор могла б виступити кінетична скульптура, яку можна віднести до об'ємно-просторової групи, але переважна більшість кінетичних творів не взаємодіє з глядачем, тому кінетична скульптура віднесена до динамічної групи. Серед театральних мистецтв найближчим виявився перформанс.

		За типом зміни у часі		
		Статичний	Динамічний	Інтерактивний
За типом носія	Невізуальні мистецтва (текст, звук)	література	музика	гіпертекстова література
	Образотворчі мистецтва	живопис, графіка, фотографія, графіті, комікси	кінематограф	інтерактивні медіа
	Об'ємно-просторові мистецтва	скульптура	кінетична скульптура	архітектура, відеогра
	Театральні мистецтва		театр, опера, цирк	перформанс

Рис. 1. Схема класифікації видів мистецтв

Звичайно, можна згадати, що «архітектура – це застигла музика», теза, яка не може існувати поряд із середовищним підходом. Архітектура з'являється під час взаємодії об'ємної форми, архітектурного об'єкта із суб'єктами у реальному просторі. Без цієї взаємодії архітектура не може існувати, вона перетворюється на паперову архітектуру, на модель, і в такому вигляді її вже не можна віднести до інтерактивних видів мистецтв.

Із відеоіграми відбуваються схожі речі. Аватари під управлінням суб'єктів взаємодіють з об'єктами у реальному часі у віртуальному, комп'ютерно згенерованому просторі. Є об'ємно-просторовий аспект, є взаємодія, яка також критична. Чи буде гра грою, якщо в неї не гратимуть? Це сталося з деякими настільними іграми стародавнього світу, правила гри не збереглися, але були знайдені фігурки, ігрові поля – гра як процес взаємодії зникла.

Крім того, перетин архітектури та гри відбувається не лише під час формальної кореляції. На будь-яке словосполучення: гра й архітектура, архітектура в грі, гра в архітектурі, ігрова архітектура, архітектурна гра і т. п., знайдеться приклад із практики, що збігається за темою. Розглянемо на прикладах низку моментів, чому тема ігор важлива для архітектора.

Сучасні відеоігри вивели на інший рівень уявлення про віртуальне, популяризували віртуальне, разом із кіно та сучасними медіа, це посприяло розвитку сучасної архітектури. У 2014 році на SIGGRAPH компанія Autodesk озвучила свій курс на гейміфікацію продуктів для архітекторів. Джоел Пенінгтон заявив про переваги інтерактивної демонстраційної візуалізації ігрового формату. Був закуплений ігровий двигун Bitsquid, що забезпечував достатню свободу та мобільність. Компанія бачить застосування ігрових движків у тестуванні проектів людьми у віртуальному просторі, включаючи проекти громадських будівель, шкіл, офісів; відмічаються великі можливості перевірки проектних рішень з позиції відвідувачів та людей з обмеженими можливостями (рис. 2) [3].

Ігри побічно сприяли розвитку технічних засобів. Відеоігри та сучасне кіно неможливі без технічних засобів, суперкомп'ютерів. Американська технологічна компанія Nvidia часто згадується у цьому контексті. У 2022 році Nvidia оголосила про намір створити єдину платформу для художників, дизайнерів, проектувальників, розробників, підприємств NVIDIA Omniverse. Платформа є базою 3D-моделей, 3D-інструментів, цифрових

двійників, що дозволяють моделювати віртуальні світи високої складності. Omniverse дозволяє створити єдине

середовище на кшталт 3D-Інтернету, що може значно підвищити ефективність роботи [4].



*Рис. 2. Нотр-Дам, відтворений у віртуальному просторі відеогри Assassin's Creed Unity, 2014*

Ігрова індустрія стала одним із тих місць, де архітектори можуть розкрити свій потенціал. Для проектування віртуальної архітектури застосовуються подібні закони та принципи формоутворення, матеріали, колір, світло, пропорції. Віртуальні світи створюють для тимчасового перебування користувачів, добре сконструйоване середовище може передавати нюанси, емоції, почуття та відчуття. Принципи, що лежать в основі цих віртуальних світів, схожі на ті, з якими архітектори добре знайомі. Вони впливають на те, як ми рухаємося і відчуваємося, мандруючи цими просторами як гравці. За словами дизайнера відеоігор Бенджаміна Кордеро, віртуальна архітектура виникає у поєднанні того, що реально, що могло бути реальним, і того, що є уявним.

Існує велика різниця між фізичною та віртуальною присутністю, і проблема полягає в тому, як використовувати архітектуру, яка посилює цю різницю, і як дозволити їй спрямовувати чи інформувати користувача. Мета полягає в тому, щоб максимально занурити гравця, стимулюючи якнайбільше почуттів і тим самим

скорочуючи розрив між тим, що хтось може відчувати в реальному просторі, і тим, що він відчуває у віртуальному просторі [5].

За словами архітектора та кінорежисера Ліама Янга, архітектори повинні використовувати свої навички в проектуванні «цифрового міського середовища, в яке щодня грають мільярди людей». Візуалізуючи уявні світи, архітектори почнуть «по-новому розуміти наш власний світ», допомагаючи їм просувати галузь уперед та готуватися до майбутнього. «Ми навчаємося сім років і потім проектуємо багаті будинки для багатих людей», – продовжив він. «Чому ми не можемо проектувати у цифровому міському середовищі, в якому щодня грають мільярди людей?» [6].

Ігри популяризували методи симуляції та моделювання. Є такий термін – серйозні ігри. Серйозні ігри – це симулятори, наприклад, авіасимулятори, військові симулятори, спеціально створені для навчання спеціалізованої діяльності. Окрім того, ділові ігри. Усі види ігор, що використовуються у професійному

спілкуванні, допомагають налагодити роботу колективу, виявити проблеми.

Для того, щоб дати визначення поняття «відеогра», для початку потрібно дати визначення поняття «гра», тому що відеогра – це один із жанрів гри. Які ще жанри чи типи ігор бувають: дитячі ігри, спортивні ігри з чемпіонатами світу та олімпійськими іграми, карткові ігри, настільні ігри, квести в реальності, ділові ігри, обрядові ігри. Навіть тварини грають, це закладено у них в інстинктах, хижаки тренуються, відпрацьовують навички перед справжнім полюванням. Гра – інстинктивний спосіб набуття й розвитку навичок людьми і тваринами на момент відсутності безпосередньої загрози життю [7]. Подібну функцію ігри виконують і для людей, ігри як спосіб передачі досвіду старших поколінь молодшим люди використовували з давніх часів, це можна простежити в ретроспективі розвитку ігор.

Ігри на Івана Купала, час, коли гра була частиною релігійних свят. Грали, але не рефлексували, не давали визначення поняття «гра», або нам не відомо визначення. У Стародавній Греції гра прирівнювалася до чогось позаземного, космічного. Геракліт: «Вічність – дитина, яка бавиться грою в шахи, царство належить дитині», – боги грають людьми, реальність – це ігрова модель. Платон: «Ми, живі істоти, дивні ляльки богів, зроблені ними або для забави, або з якоюсь серйозною метою» – божественна інтерпретація гри, всесвіт – це гра, а ми маємо жити, граючи. Аристотель: «...застосовувати ігри, вибираючи для них слушний час, як би даючи їх як ліки, адже рух під час ігор є заспокоєнням душі», – гра приносить задоволення, від рутинної діяльності людина задоволення не отримує, тому що вона важка, а від гри отримує, тому що вона легша, простіша, тому гра приваблива.

У Стародавньому Римі в іграх був присутній елемент корисності, ігри мали виховне значення. У наш час гра – важливий навчальний засіб для дітей. Вперше римляни подивилися на гру як на навчання дітей. Гру застосовують разом із заняттям музикою. Квінтіліан: «Гра – важливий

виховний та освітній засіб для дітей». У Середньовіччі гра представлена незначною мірою, церква боролася з іграми. Епоха Відродження повернула важливість ігор у житті. Мішель Монтень: «Діти, які будуть зацікавлені малюнком, і увага яких буде захоплена за допомогою гри та жарту, набудуть поняття про найголовніші предмети у світі».

У новий час на педагогічний потенціал ігор звернув увагу англійський філософ, педагог Джон Локк. Визначення гри як інструменту для навчання практичної та розумової діяльності, формування індивідуальності та гармонійного розвитку учнів, сьогодні знаходить своє підтвердження [8].

Але є й протилежні погляди на гру. Американський дизайнер відеоігор Джессі Шелл у книзі «Геймдизайн» порушує проблему невизначеності відносно поняття «гра» і розглядає низку спроб дати таке визначення. Фрідріх Шиллер: «Гра – це безцільна витрата надлишкової енергії». Це негативний погляд на гру. Гра для позбавлення від надмірної енергії, дія, що не має реальної мети, але як мінімум мета навчання у гри є, тому це визначення не відповідає дійсності.

Джон Барнард Гілмор: «Гра – це вид діяльності, що супроводжується станом відносного задоволення, веселощів, влади та відчуття власної ініціативи». Не тільки ігрова діяльність може супроводжуватися задоволенням, це визначення підходить багато до чого, воно не конкретно.

Існує еволюціоністська психофізіологічна теорія, яка пояснює, чому ми граємо. Ми граємо, бо мозок не може простоювати. Мозок створений для того, щоб розв'язувати задачі, ми прагнемо розв'язувати задачі. Гра являє собою приємне виконання завдання, досить складного і при цьому досить легкого. Мозок працює й отримує задоволення, тому що може працювати, тому ми граємо. Це також пояснює ефективність гри як педагогічного інструменту, навчальна діяльність складна, на заміну їй приходиться ігрова діяльність, гра виступає заміном, моделлю діяльності.



Альберт Ейнштейн: «Гра є чудовим способом настроїтися на продуктивний лад», – також трактує гру як тренування, розминку для мозку. Наступне визначення, від геймдизайнерів, Каті Зален та Еріка Циммерманна: «Гра – це вільний рух усередині закритої структури», – надто абстрактне визначення, підійде під різні види діяльності та інші динамічні процеси.

Проаналізувавши ще кілька визначень, автор виокремлює деякі аспекти гри. Еліот Аведон і Браян Саттон-Сміт: «Ігри – демонстрація добровільних систем управління, за допомогою яких відбувається зіставлення сил, обмежене правилами, які забезпечують нерівноважний результат». Грег Костікян: «Гра – інтерактивна структура ендогенного значення, яка вимагає від гравців боротися за результат». Трейсі Фуллертон, Кріс Свейн та Стівен Хоффман: «Гра – це замкнута формальна система, яка залучає гравців до структурованого конфлікту з нерівним результатом».

Виділено десять аспектів, що найчастіше зустрічаються у визначеннях поняття «гра»: в ігри починають грати за власним бажанням; в іграх є мета; в іграх є конфлікт; в іграх є правила; гру можна або виграти, або програти; ігри інтерактивні; в іграх є складність; ігри можуть створювати власну внутрішню цінність; ігри залучають гравця; ігри – це закриті формальні системи.

Підсумовуючи отримані ознаки, Джессі Шелл отримав визначення: «Гра – це процес вирішення проблеми в ігровій манері». Нерозгорнуте коротке визначення, яке вводить незрозумілий термін «ігрова манера», не вирішує проблему визначеності та вимагає доопрацювання. Але, крім того, слід звернути увагу, як автор поділяє паралелі між архітектурою – грою, та архітектурним проектуванням – геймдизайном, які також мають схожості, розгляд яких – предмет окремого дослідження. Тобто не коректно порівнювати процес гри та процес архітектурного проектування, процес архітектурного проектування можна порівняти з процесом створення гри.

Також проводиться межа між грою та іграшкою, іграшка – це предмет, необхідний для ігрового процесу. У цьому сенсі будівлі та інші архітектурні об'єкти – це ще не сама архітектура – це необхідні елементи її виникнення [9].

Поняття «архітектура» зазвичай включає у себе дві складові – як процес архітектурного проектування, так і його результат. Прирівняти архітектуру у широкому сенсі до гри не вдасться, оскільки вона включає поняття «геймдизайн». Можна зосередитись на архітектурі як творі. Крім цього, в архітектурі немає альтернативи похідному від гри поняттю «грати». Натомість можна підібрати деякі альтернативи: використовувати, жити, взаємодіяти, сприймати та ін.

Підсумовуючи вищезазначене, можна виділити диференціальні ознаки, які мають ігри: в ігри грають заради отримання нового позитивного досвіду; ігри здатні навчити чогось нового; ігри пов'язані з реальною діяльністю, вони підміняють діяльність; ігри здійснюються в ігровому просторі, заданому, організованому правилами гри. Об'єднавши диференціальні ознаки отримуємо:

Гра – організований простір реалізації заміненої діяльності, під час якої виробляється новий досвід: емоції, знання, навички.

Різниця між грою та відеогрою в тому, що простір відеогри організований засобами віртуальної реальності:

Відеогра – організований комп'ютерно згенерований віртуальний простір для здійснення заміненої діяльності, під час якої виробляється новий досвід: емоції, знання, навички.

Визначення в такому вигляді може бути застосоване до архітектури, достатньо змінити диференціальні ознаки відеогри на диференціальні ознаки архітектури, «віртуальний простір» на реальний «простір», «замінену діяльність» на «діяльність»:

Архітектура – організований простір для реалізації діяльності, у ході якої виробляється новий досвід: емоції, знання, навички.

## Висновки

В отриманому визначенні є низка моментів, на які слід звертати увагу. «Організований простір» передбачає процес організації чи проектування. «Новий досвід» виробляється не в результаті «діяльності», а «під час діяльності», згадуваний досвід не пов'язаний з діяльністю, він зумовлений якістю організації простору і формується у взаємодії з ним.

Незважаючи на знаходження диференціальних ознак архітектури та формулювання визначення, слід

констатувати неможливість отримання остаточного визначення у зв'язку з постійною зміною ситуації, у зв'язку з очікуваною появою нових видів сучасних мистецтв та розвитком вже існуючих.

Можливість провести паралель між, на перший погляд, несхожими явищами – грою та архітектурою, потребує звернути додаткову увагу на сучасні відеоігри. Цей вид сучасного мистецтва може бути потенційним джерелом рішень архітектурних проблем.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Никитин В., Чудновский Ю. *Метатеатура* : сб. ст. и докл. Киев : Оптима, 2016. 316 с.
2. Степанов Ю. С. *Семиотика*. Антология. Москва : Академический Проект, 2001. 691 с.
3. Gamification : The Future Interface of Architectural Design, Pluralsight, 2020. URL: <https://www.pluralsight.com/blog/film-games/siggraph-2014-news-autodesk-looks-gamifying-design>.
4. Nvidia Omniverse, 2022. URL : <https://www.nvidia.com/ru-ru/omniverse/>.
5. Stouhi D. From Backdrop to Spotlight : The Significance of Architecture in Video Game Design, Enscape, 2020. URL: <https://www.archdaily.com/938307/from-backdrop-to-spotlight-the-significance-of-architecture-in-video-game-design>.
6. Crook L. Why aren't architects designing the environments for video games? asks Liam Young. Dezeen, 2019. URL : <https://www.dezeen.com/2019/10/30/liam-young-dezeen-day/>.
7. Dugatkin L. A., Rodrigues S. Games Animals Play. Berkeley, Greater Good Magazine, 2008. URL: [https://greatergood.berkeley.edu/article/item/games\\_animals\\_play](https://greatergood.berkeley.edu/article/item/games_animals_play).
8. Надолинская Т. В. Игра в контексте истории философии, культуры и педагогики. *Образование и наука*. 2013. № 7 (106). С. 138–152.
9. Шелл Д. Геймдизайн. Альпина Диджитал, 2019. 551 с.

## REFERENCES

1. Nikitin V. and Chudnovskiy Yu. *Metatektura : sbornik statey i dokladov* [Metatektura : collection of articles and reports]. Kyiv : Optima Publ., 2016, 316 p. (in Russian).
2. Stepanov Yu.S. *Semiotika. Antologiya* [Semiotics. Anthology]. Moscow : Akademicheskij Proyekt, 2001, 691 p. (in Russian).
3. Gamification : The Future Interface of Architectural Design, Pluralsight, 2020. URL: <https://www.pluralsight.com/blog/film-games/siggraph-2014-news-autodesk-looks-gamifying-design>.
4. Nvidia Omniverse, 2022. URL : <https://www.nvidia.com/ru-ru/omniverse/>.
5. Stouhi D. From Backdrop to Spotlight : The Significance of Architecture in Video Game Design, Enscape, 2020. URL: <https://www.archdaily.com/938307/from-backdrop-to-spotlight-the-significance-of-architecture-in-video-game-design>.
6. Crook L. Why aren't architects designing the environments for video games? asks Liam Young. Dezeen, 2019. URL: <https://www.dezeen.com/2019/10/30/liam-young-dezeen-day/>.
7. Dugatkin L.A. and Rodrigues S. Games Animals Play. Berkeley, Greater Good Magazine, 2008. URL: [https://greatergood.berkeley.edu/article/item/games\\_animals\\_play](https://greatergood.berkeley.edu/article/item/games_animals_play).
8. Nadolinskaya T.V. *Igra v kontekste istorii filosofii, kul'tury i pedagogiki* [Game in the Context of the History of Philosophy, Culture and Pedagogy]. *Obrazovaniye i nauka* [Education and Science]. 2013, no. 7 (106), pp. 138–152. (in Russian).
9. Shell D. *Geymdizayn* [Game design]. Al'pina Didzhital, 2019, 551 p. (in Russian).

Надійшла до редакції: 09.11.2022.

Відповідальність за достовірність інформації, що міститься в друкованих матеріалах,  
несуть автори.

Редколегія не завжди поділяє авторську точку зору.

Комп'ютерну верстку виконано в редакційно-видавничому відділі ПДАБА.

Адреса редакції:

✉ вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Україна, м. Дніпро,  
кімната 501 (відповідальний секретар)

☎ +38(050) 452-43-63

e-mail: [mitomdnipro1997@gmail.com](mailto:mitomdnipro1997@gmail.com)

Підписано до друку 30.12.2022 р. Формат 60×84 1/8.

Друк цифровий. Умовн. друк. арк. 7,31. Умовн. фарб.-відб. арк. 7,31.

Обл.-видавн. арк. 14,62. Наклад 50 прим. Зам. 195

---

---

Authors are responsible for the accuracy of the information  
contained in the printed materials.

Editors do not always agree with the author's point of view.

Desktop publishing is performed in the Editorial Department of PSACEA.

Editorial address:

✉ room 501 (Executive Secretary)

24-a, Architect Oleh Petrov Str., Dnipro, 49005, Ukraine

☎ +38 (050) 452-43-63

e-mail: [mitomdnipro1997@gmail.com](mailto:mitomdnipro1997@gmail.com)

Sent to press on 30 December 2022. Format 60×84 1/8.

Digital printing. Conventional quire 7,31. Conventional colour imprints 7,31.

Publisher's signatures 14,62. Number of copies 50. Order 195