МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ**

УКРАЇНСЬКИЙ ЖУРНАЛ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ

НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ

№ 1 (001)
січень – лютий 2021

Дніпро 2021

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Головний редактор Микола САВИЦЬКИЙ, д-р техн. наук, *ПДАБА, Дніпро*
Заступник головного редактора Владислав ДАНІШЕВСЬКИЙ, 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. Бєліков, 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, *Національна металургійна академія України, Дніпро.* В. М. Дерев'янко, 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. Проскуряков, 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 28.12.2019 № 1643.
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 № 7 від 23.02.2021 р.
Сайт видання	http://visnyk.pgasa.dp.ua
Наукометричні бази та електронні бібліотеки, в яких зареєстрований науково-практичний журнал	*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), CyberLeninka, OCLC WorldCat, Open Journal Systems, Національна бібліотека України ім. В. І. Вернадського.
ISSN	2710-0367 (Print) 2710-0375 (Online)
	Художній і технічний редактор Сергій МОЇСЕЄНКО *Перекладач* Олена ЛЯПІЧЕВА *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

№ 1 (001)
January – February 2021

Dnipro 2021

EDITORIAL STAFF:

Chief Editor Mykola SAVYTSKYI, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipro*
Deputy Chief Editor Vladyslav DANISHEVSKYY, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipro*
Executive Secretary Olena TYMOSHENKO, Candidate of Engineering Science, *PSACEA, Dnipro*
Executive Editor Olena TYMOSHENKO, Candidate of Engineering Science, *PSACEA, Dnipro*

MEMBERS OF EDITORIAL STAFF:

A. S. Belikov, Doctor of Engineering Science, *Prydniprovska 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, *National Metallurgical Academy of Ukraine, Dnipro.* V. M. Derevianko, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipro*. Yu. O. Kirichek, 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 "Б"), 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. 1643 dated 28.12.2019.
Certificate of State Registration	of the Print Media – Series КВ No. 24586-14526 ПР – issued by the Ministry of Justice of Ukraine dated October 09, 2020.
Founder & Publisher	State Higher Education Institution "Prydniprovska State Academy of Civil Engineering and Architecture".
	Issued 6 times a year.
Recommended for publication by	Academic Board of the Academy, No. 7 from 23.02.2021
Journal website	http://visnyk.pgasa.dp.ua
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). *Electronic Libraries and search engines:* Bielefeld Academic Search Engine (BASE), CyberLeninka, OCLC WorldCat, Open Journal Systems, Vernadsky National Library of Ukraine.
ISSN	2710-0367 (Print) 2710-0375 (Online)
	Art & Technical Editor Serhii MOISEIENKO *Translator* Olena LIAPICHEVA *Editor & Proofreader* Valentyna MALOVYK

У ЦЬОМУ НОМЕРІ

Савицький М. В.
ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ НА ШЛЯХУ МОДЕРНІЗАЦІЇ І ТРАНСФОРМАЦІЇ В «ЗЕЛЕНИЙ» УНІВЕРСИТЕТ……..……...……...…….7

Савицький М. В., Данішевський В. В., Гайдар А. М.
ДИНАМІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА РАЦІОНАЛЬНЕ ПРОЕКТУВАННЯ БУДІВЕЛЬ ІЗ ДЕМПФЕРАМИ СУХОГО ТЕРТЯ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДІВ ШТУЧНОГО РОЙОВОГО ІНТЕЛЕКТУ.....14

Бабенко В. А., Давиденко К. О.
АВТОРСЬКЕ ПРАВО НА ПРОЄКТ В АРХІТЕКТУРНИХ КОНКУРСАХ.....26

Гнілоскуренко М. В.
СЕРЕДОВИЩЕ ІСТОРИЧНИХ АРЕАЛІВ МІСТ ЯК ОСНОВА ФОРМУВАННЯ ІНТЕРАКТИВНОЇ РЕКРЕАЦІЇ.....36

Гончаренко Д. Ф., Старкова О. В., Гуділін Р. І., Дегтяр Є. Г.
ЗАСТОСУВАННЯ ПНЕВМООПАЛУБКИ ДЛЯ РЕМОНТУ ТА ВІДНОВЛЕННЯ КАНАЛІЗАЦІЙНИХ ТРУБОПРОВОДІВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ КЛІНКЕРНОЇ ЦЕГЛИ ТА ПОЛІМЕРБЕТОНУ.....45

Дерябіна О. О.
«ПОЕЗІЯ ЗЛАМУ»: АРХІТЕКТУРА МУЗЕЮ У ТВОРЧОСТІ ДАНІЕЛЯ ЛІБЕСКІНДА.....52

Діденко Л. М., Клименко Г. О., Баглай А. С., Лебедєва-Чащихіна Н. І.
ДО ПИТАННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ ПІД ЧАС СПОРУДЖЕННЯ СУЧАСНИХ БУДИНКІВ НА ВОДІ.....58

Діденко Л. М., Рибалка К. А.
ДО ПИТАННЯ ОБСТЕЖЕННЯ ТА ЕКСПЕРТИЗИ М'ЯКИХ ПОКРІВЕЛЬ.....65

Орлова Н. О.
ПІДХІД ДО ВИЗНАЧЕННЯ ГРАНИЧНИХ УМОВ НА ЗОВНІШНІХ ПОВЕРХНЯХ ВИСОТНОГО КОРПУСУ АДМІНІСТРАТИВНОГО БУДИНКУ.....73

Сакно О. П., Колеснікова Т. М.
КЕРУВАННЯ ВАРІАБЕЛЬНІСТЮ ЕФЕКТИВНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛІВ НА ОСНОВІ МЕОДУ АНАЛІЗУ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО РЕЗОНАНСУ.....80

Самойленко Є. В.
МЕТОДИ СТРУКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНОЇ РЕОРГАНІЗАЦІЇ ПРИРІЧКОВИХ МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ.....89

Середа Б. П., Сухомлін В. І., Волох В. І., Середа Д. Б.
АНАЛІЗ ПРИЧИН РОЗТРІСКУВАННЯ ТРУБ КОТЛА-УТИЛІЗАТОРА.....95

Тютіна Л. В., Давидов А. М.
ТИПОЛОГІЯ НОВІТНІХ ФАСАДНИХ СИСТЕМ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ПЛАСТИЧНУ МОВУ АРХІТЕКТУРИ ХХІ СТ. 102

Харченко К. С.
ЕКОЛОГІЯ АРХІТЕКТУРНОГО (ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННОГО) СЕРЕДОВИЩА В УМОВАХ АБІОТИЧНОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ДОВКІЛЛЯ.....109

Чебанов Л. С., Чебанов Т. Л.,Чебан В. О.
КОНСТРУКТИВНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СУЧАСНИХ БЛОКОВИХ ТЕПЛИЦЬ.....117

Шатов С. В., Маценко О. М., Скрипка Є. О., Даниленко І. О.
ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ ПЕРЕВАГИ ПЕРЕХОДУ НА 3D-ДРУК БУДІВЕЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ У РУСЛІ INDUSTRY 4.0.....124

Євсєєва Г. П., Савицький М. В.
РЕАЛІЗАЦІЯ НОРМАТИВНО-ПРАВОВИХ ЗАСАД АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ У ПДАБА: ЗДОБУТКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ.....132

INSIDE

Savytskyi M.V.
PRYDNIPROVSKA STATE ACADEMY OF CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE ON THE WAY OF MODERNIZATION AND TRANSFORMATION INTO “GREEN” UNIVERSITY……7

Savytskyi M.V., Danishevskyy V.V., Gaidar A.M.
DYNAMIC MODELLING AND OPTIMAL DESIGN OF BUILDINGS WITH FRICTION DAMPERS USING PARTICLE SWARM OPTIMIZATION……..14

Babenko V.A., Davydenko K.O.
COPYRIGHT FOR THE PROJECT IN ARCHITECTURAL COMPETITIONS…….....……..26

Hniloskurenko M.V.
ENVIRONMENT OF HISTORICAL AREAS OF CITIES AS A BASIS FOR THE FORMATION OF INTERACTIVE RECREATION.....36

Goncharenko D.F., Starkova O.V., Gudilin R.I., Degtyar Yev.G.
APPLICATION OF PNEUMATIC FORMWORK FOR REPAIR AND RESTORATION OF SEWER PIPELINES USING CLINKER BRICK AND POLYMER CONCRETE.....45

Deriabina O.O.
“THE POETRY OF BREAKING”: THE ARCHITECTURE OF THE MUSEUM IN THE PROJECTS OF DANIEL LIBESKIND.....52

Didenko L.M., Klymenko H.O., Bahlai A.S., Lebedeva-Chashchyhina N.I.
TO THE QUESTION OF LABOR SAFETY IN THE CONSTRUCTION OF MODERN HOUSES ON WATER.....58

Didenko L.M., Rybalka K.A.
ON THE QUESTION OF INSPECTION AND EXAMINATION OF SOFT ROOFS.....65

Orlova N.O.
APPROACH TO DETERMINING BOUNDARY CONDITIONS ON THE EXTERNAL SURFACE OF THE HEIGHT CASE OF THE ADMINISTRATIVE BUILDING.....73

Sakno O.P., Kolesnikova T.M.
VARIABILITY MANAGEMENT OF EFFICIENT VEHICLE OPERATION BASED ON FUNCTIONAL RESONANCE ANALYSIS METHOD.....80

Samoilenko Yev.V.
METHODS OF STRUCTURAL AND PLANNING RENOVATION RIVERSIDE URBAN TERRITORIES.....89

Sereda B.P., Sukhomlin V.I., Volokh V.I., Sereda D.B.
ANALYSIS OF THE REASONS FOR CRACKING PIPES OF THE BOILER OF THE RECOVERY.....95

Tiutina L.V., Davydov A.M.
TYPOLOGY OF THE LATEST FACADE SYSTEMS AND THEIR INFLUENCE ON THE PLASTIC LANGUAGE OF ARCHITECTURE OF THE XXI CENTURY.....102

Kharchenko K.S.
ECOLOGY OF ARCHITECTURAL (NATURAL-ANTHROPOGENIC) ENVIRONMENT UNDER ABIOTIC ENVIRONMENTAL TRANSFORMATIONS.....109

Chebanov L.S., Chebanov T.L., Cheban V.O.
CONSTRUCTIVE AND TECHNOLOGICAL FEATURES OF MODERN BLOCK GREENHOUSES.....117

Shatov S.V., Matsenko O.M., Skrypka Yev.O., Danylenko I.O.
ECOLOGICAL AND ECONOMIC BENEFITS OF THE TRANSITION TO 3D PRINTING OF BUILDINGS IN HE ROUT OF INDUSTRY 4.0…….....124

Yevsieieva H.P., Savytskyi M.V.
IMPLEMENTATION OF REGULATORY AND LEGAL PRINCIPLES OF ACADEMIC INTEGRITY IN PSACEA: ACHIEVEMENTS AND PROSPECTS.....132

УДК 378(477.63):502/504
DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.230221.7.712

ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ НА ШЛЯХУ МОДЕРНІЗАЦІЇ І ТРАНСФОРМАЦІЇ В «ЗЕЛЕНИЙ» УНІВЕРСИТЕТ

САВИЦЬКИЙ М. В., *докт. техн. наук, проф.*

Кафедра залізобетонних та кам'яних конструкцій, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 47-02-98, e-mail: sav15@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-4515-2457

Анотація. ***Постановка проблеми***. Придніпровська державна академія будівництва та архітектури є визнаним освітньо-науковим центром у галузі архітектури і будівництва, що має визначні традиції і надбання, усвідомлює свою місію в забезпеченні інноваційного розвитку України шляхом реалізації інфраструктурних проектів і програм, створення основних фондів, розвитку житлового і громадського будівництва. У 2020 році Придніпровська державна академія будівництва та архітектури відзначила 90 років із дня заснування. Проте вища інженерно-будівельна освіта у Катеринославі − Дніпропетровську − Дніпрі налічує більше 100 років: Катеринославський політехнічний інститут (1916−1921); Катеринославський вечірній робітничий будівельний технікум (1921−1930); Дніпропетровський будівельний інститут (ДБІ, 1930−1935); Дніпропетровський інженерно-будівельний інститут (ДІБІ, 1935−1994); Придніпровська державна академія будівництва та архітектури (ПДАБА з 1994 р.). Історія ПДАБА нероздільно пов'язана як з історичними подіями в країні, так і з особистостями – ректорами, які очолювали заклад і спрямовували його діяльність. 30–60-і роки – це роки становлення закладу завдяки наполегливій праці колективів ДБІ−ДІБІ та їх керівників. В 1964 році ректором ДІБІ був призначений Резніченко П. Т. Роки його керівництва ВНЗом (1964−1987 рр.) можна назвати роками розбудови, за яких було здійснене будівництво об'єктів інфраструктури – навчальних корпусів, гуртожитків, басейну, наукового полігону і багато іншого. З ректором Большаковим В. І., який очолював ДІБІ−ПДАБА 31 рік (з 1987 по 2018 рр.) пов'язане становлення ПДАБА як потужного наукового осередку будівельної науки. Нові соціально-економічні умови потребують модернізації всіх напрямів діяльності ПДАБА. ***Мета статті*** – дослідити шляхи трансформації ПДАБА в центр сучасної архітектури, науки і технологій, в зелений університет. ***Висновки.*** Подальший розвиток ПДАБА повинен відбуватися шляхом застосування та поширення через інженерну та дослідницьку творчу роботу нових знань, техніки і технологій, виховання молодого покоління в дусі принципів гуманізму, сприяння розвитку освіти, науки і виробництва за підтримки влади і громадянського суспільства. Стратегічна мета діяльності академії – стати провідним архітектурно-будівельним університетом України європейського рівня інноваційного типу завдяки інтеграції в міжнародний науково-освітній простір, збереженню та розвитку традицій і досягнень школи ДІБІ−ПДАБА, творчого застосування світового надбання у сфері фундаментальних і прикладних досліджень; трансформувати академію в «зелений» архітектурно-будівельний університет, діяльність якого базується на принципах сталого (стійкого) розвитку.

Ключові слова: *освітня діяльність; наукова діяльність; міжнародна діяльність; розвиток інфраструктури*

PRYDNIPROVSKA STATE ACADEMY OF CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE ON THE WAY OF MODERNIZATION AND TRANSFORMATION INTO "GREEN" UNIVERSITY

SAVYTSKYI M.V., *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*

Department Reinforced Concrete and Masonry Constructions, Prydniprovska State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (0562) 47-02-98, e-mail: sav15@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-4515-2457

Abstract. ***Formulation of the problem.*** Prydniprovska State Academy of Civil Engineering and Architecture is a recognized educational and scientific center in the field of architecture and construction, which has outstanding traditions and achievements, realizes its mission in ensuring innovative development of Ukraine through infrastructure projects and programs, creation of fixed assets, housing and public construction. In 2020 Prydniprovska State Academy of Civil Engineering and Architecture celebrated its 90th anniversary. However, higher engineering and construction

education in Yekaterinoslav − Dnipropetrovsk − Dnipro has more than 100 years: Yekaterinoslav Polytechnic Institute (1916−1921); Yekaterinoslav Evening Workers' Construction Technical School (1921−1930); Dnipropetrovsk Construction Institute (DCI, 1930−1935); Dnipropetrovsk Civil Engineering Institute (DCEI, 1935-1994); Prydniprovska State Academy of Civil Engineering and Architecture (PSACEA since 1994). The history of PSACEA is inextricably linked with the historical events in the country, as well as with the personalities - the rectors who headed the institution and directed its activities. The 30−60's – are the years of formation of the institution due to the hard work of DCI-DCEI and their leaders. In 1964, Reznichenko P.T. was appointed Rector of DCEI. The years of his leadership of the university (1964−1987) can be called the years of development during which the construction of infrastructure facilities was carried out – educational buildings, dormitories, swimming pool, scientific landfill and much more. Rector Bolshakov V.I., who headed DCEI − PSACEA for 31 years (from 1987 to 2018) is associated with the formation of PSACEA as a powerful scientific center of construction science. New socio-economic conditions require the modernization of all areas of PSACEA. ***The purpose of the article*** is to explore the ways of transformation of PSACEA into a center of modern architecture, science and technology, a green university. ***Conclusions.*** Further development of PSACEA should take place through the application and dissemination through engineering and research creative work of new knowledge, techniques and technologies, education of the younger generation in the spirit of humanism, promoting education, science and production with the support of government and civil society. The strategic goal of the academy is to become the leading architectural and construction university of Ukraine of European level of innovative type due to integration into the international scientific and educational space, preservation and development of traditions and achievements of DCEI−PSACEA school, creative application of world heritage in basic and applied research; to transform the academy into a "green" University of Architecture and Civil Engineering, the activities of which are based on the principles of sustainable development.

Keywords: *educational activity; scientific activity; international activity; infrastructure development*

Постановка проблеми. Дніпропетровський будівельний інститут (ДБІ) був створений у 1930 році. В 1935 році він отримав назву Дніпропетровський інженерно-будівельний інститут (ДІБІ). У 1994 році інститут був перетворений у Придніпровську державну академію будівництва та архітектури (ПДАБА).

У 2020 році ПДАБА відзначала свій 90-річний ювілей. За 90 років діяльності наш заклад підготував понад 64 тисячі висококваліфікованих спеціалістів – архітекторів, інженерів-будівельників, фахівців широкого профілю як для економіки України, так і інших країн світу. Ми пишаємося досягненнями наших випускників, серед яких були і Прем'єр-міністр України, заступник голови Ради Міністрів УРСР, міністри будівництва галузевих міністерств, керівники будівельних організацій, народні депутати України, генерали і старші офіцери збройних сил, успішні бізнесмени, всесвітньо відомі вчені, керівники закладів освіти, головні архітектори областей і міст, керівники відомих архітектурних майстерень, які примножували і сьогодні примножують славу ДІБІ–ПДАБА.

На всіх етапах свого розвитку академія завжди займала передові позиції у підготовці спеціалістів для будівельної галузі, у науково-дослідній роботі, у взаємодії з виробництвом, міжнародній освітній і науково-технічній кооперації.

Сьогодні ПДАБА – один із провідних вищих навчальних закладів архітектурно-будівельного профілю в Україні. В академії навчаються 3,5 тис. студентів і аспірантів на 5 факультетах: архітектурному, будівельному, інформаційних технологій та механічної інженерії, економічному, цивільної інженерії та екології; навчально-науковому інституті інноваційних освітніх технологій; працюють 50 навчально-наукових підрозділів. Підготовку фахівців за 20 спеціальностями забезпечують 32 кафедри, 2 науково-дослідних інститути. Навчальний процес забезпечують 405 викладачів, з них − 45 доктори наук, професори та 229 кандидати наук, доценти.

Аналіз публікацій. Теоретичні аспекти використання маркетингових технологій управління соціально-педагогічними системами розкрито у працях І. Ансоффа, Ю. Бабанського, В. Бондаря, Б. Братаніча, О. Василенка, Ю. Васильєва, Б. Гаєвського, Т. Данько, Е. Дихтлі, Г. Дмитренка, Г. Єльникової, Ю. Конаржевського, Б. Карлоф, Ф. Котлера, Ж-Ж. Ламбена, В. Маслова, В. Новака, В. Олійника,

В. Пікельної, З. Рябової, П. Третьякова, Є. Хрикова, Г. Щокіна та ін. [3; 4].

Нові соціально-економічні умови, в яких останнім часом перебуває наша країна, вимагають від системи освіти вивчення і задоволення сучасних освітніх потреб споживачів. Це обумовлює необхідність розвитку в навчальних закладах маркетингових підходів в менеджменті діяльності для планування і ухвалення управлінських рішень щодо розширення, оновлення або скорочення освітніх послуг, які надає навчальний заклад, диверсифікації діяльності, поглибленні наукової і міжнародної діяльності, розвитку матеріальної бази. Крім того, це створює позитивний імідж закладу, сприяє формуванню освітніх потреб за актуальними напрямами розвитку техніки і технологій.

На основі праць вищезазначених авторів, можна визначити сутність процесу управління соціально-педагогічними системами як упорядкування керованої підсистеми. Основним завданням є здійснення управлінських впливів на забезпечення цілеспрямованості, узгодженості функціонування й розвитку керованої підсистеми.

Виклад матеріалу. Протягом 2019−2020 рр. виконано низку заходів, що стосуються навчально-методичного, інформаційного, кадрового забезпечення освітнього процесу, створення прозорого освітнього середовища на принципах академічної доброчесності.

Розроблено 13 основоположних стандартів в вигляді Положень або Стандартів, що регулюють діяльність ПДАБА.

В 2020 році здійснено перегляд і оновлення всіх освітніх програм академії та навчальних планів за цими програмами відповідно до змін в законодавстві та вимог сьогодення.

Впроваджено стовідсоткову перевірку кваліфікаційних робіт та курсових робіт здобувачів вищої освіти з метою запобігання академічного плагіату.

В 2020 році Національним агентством із забезпечення якості освіти (НАЗЯВО) проведено планову акредитаційну експертизу 22 освітніх програм. Акредитовані терміном на 5 років 20 освітніх програм, дві освітні програми ступеня бакалавра отримали умовну (відкладену) акредитацію.

Раптові скрутні надзвичайні обставини, у яких опинився колектив академії у зв’язку з пандемією коронавірусу та оголошенням карантину, затребували від нашої академічної спільноти злагоджених дій щодо термінової організації навчального процесу з використанням дистанційних технологій.

Цей виклик наша академія витримала. Була прийняти низка організаційних та методичних рішень. Прийняті рішення та злагоджена робота колективу дозволили успішно провадити навчальний процес. Зважаючи на набутий досвід використання інформаційних технологій в академії прийнято рішення про використання для навчального процесу єдиної освітньої платформи, яку вирішено розвивати на базі корпоративного хмарного сервісу Microsoft Office 365.

Важливою задачею є це оптимізація освітніх програм. Освітні програми повинні відповідати соціально-економічним реаліям сьогодення і відповідати потребам суспільства.

Стратегічні напрями розвитку академії потребують відкриття нових напрямів підготовки. Які ми бачимо актуальні і затребувані сьогодні або в майбутньому напрями підготовки? Їх можна окреслити наступним чином:

- девелопмент нерухомості, управління проектами і програмами;
- електронні гроші і електронна економіка;
- прикладні інформаційні технології: BIM-проектування, смарттехнології будівель і територій, 3D-принт програмування, робототехніка, інтернет речей;
- нові матеріали і речовини, зокрема біополімери;
- альтернативна і відновлювана енергетика;

– зелене будівництво, зелена економіка, циркулярна економіка, екологічна архітектура.

Наукова діяльність в академії здійснюється за пріоритетними напрямами сталого розвитку, науки і техніки, що стосуються проведення теоретично-експериментальних досліджень на всіх стадіях життєвого циклу об'єктів архітектури і будівництва: в галузі матеріалознавства, розробки сучасних будівельних матеріалів та обладнання, раціональних конструкцій будівель і споруд, інноваційних архітектурно-конструктивно-технологічних систем будівництва методом 3D друку, надійності будівель і споруд, в тому числі АЕС, безпеки життєдіяльності, енергоефективних технологій, екологічної архітектури та зеленого будівництва, нового урбанізму.

В академії працюють відомі в нашій країні та її кордоном наукові школи, які очолюють відомі вчені – професори М. Савицький, В. Большаков, А. Бєліков, С. Головко, В. Данішевський, В. Дерев'янко, Ю. Кірічек, Г. Ковшов, Т. Кравчуновська, В. Красовський, Ю. Орловська, В. Сєдін, Л. Хмара та інші.

В академії є докторантура й аспірантура, функціонують дві докторські спеціалізовані вчені ради. Тільки за останні п'ять років було захищено 18 докторських і 97 кандидатських дисертацій. Також існує практика подвійних захистів кандидатських дисертацій і отримання звання доктора філософії. Сьогодні доктори філософії ПДАБА успішно працюють у вищих навчальних закладах і наукових установах Великої Британії, Німеччини, Франції, США, Канади, Туреччини, Словаччини та ін.

Активно працює науково-дослідна частина академії, в якій у 18 структурних підрозділах наукову діяльність здійснюють 51 штатний співробітник, а саме: інститути, відділи, галузеві та кафедральні науково-дослідні лабораторії та групи.

Академія є одним із національних лідерів з обсягу прикладних досліджень і розробок у будівельній, архітектурній та екологічній сферах. Протягом 2019−2020 рр. виконано за державним замовленням два проекти: «Науково-практичні засади проектування автономних екобудівель за концепцією «Потрійний Нуль», № ДР0117U006728 та «Розробка наукових основ інноваційної архітектурно-конструктивно-технологічної системи будівництва методом 3D-друку», № ДР0119U100608. В результаті виконання проекту вперше в Україні і Східній Європі запропоновано інноваційну архітектурно-конструктивно-технологічну систему будівництва методом 3D-друку будівельних об'єктів, і розроблено нормативну базу для такого методу будівництва.

За обсягом надходжень до спеціального фонду за результатами наукових та науково-технічних робіт, проектами міжнародного співробітництва, результатами наукових і науково-технічних робіт господарськими договорами та результатами надання наукових послуг на одного науково-педагогічного працівника у 2018 році академія посіла перше місце в Україні.

ПДАБА є учасником аерокосмічного кластеру за участю КБ «Південне», асоціації «Ноосфера», Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара. Ця співпраця спрямована на спільну участь у міжнародних науково-дослідницьких програмах та розвиток наукових досліджень, інноваційних проектів та стартапів, зокрема, в галузях матеріалознавства, ІТ-технологій, аерокосмічної техніки, а саме: проектування вежі вертикального монтажу й обслуговування космічних ракет; розроблення технологічного обладнання для 3D друку об'єктів та конструкцій на Місяці з місячного ґрунту; розроблення сучасних, стійких до факторів космічного середовища місячних транспортних засобів.

У вересні 2020 року в рамках наукового, науково-технічного та науково-освітнього співробітництва між ДП «КБ Південне» та ПДАБА наші вчені взяли участь у міжнародному онлайн вебінарі NON-SPACE BUSINESS GOES TO THE MOON (яким чином некосмічні індустрії могли б

посприяти становленню та розвитку поселень на Місяці). Вебінар було організовано Європейською космічною агенцією Downstream Gateway та асоціацією Moon Village (MVA) для розгляду можливостей компаній та організацій некосмічного сектору щодо їхнього внеску у створення та розвиток проєкту Moon Village.

У грудні 2020 року академія взяла участь у науково-практичній конференції, присвяченій архітектурі місячного поселення (Moon Village Architecture Working Group Workshop). Провідні вчені та фахівці ПДАБА, в тому числі автор start-up проєкту «Енергоефективний житловий модуль Місячного поселення», взяли участь у міжнародній онлайн науково-практичній конференції «Архітектура місячного поселення», яка організована Moon Village Association (MVA) Architectural Concepts спільно з Інженерною школою Вітербо Університету Південної Каліфорнії (USC) та Міжнародною академією астронавтики (IAA).

25 лютого 2021 року ПДАБА взяла участь в установчому засіданні міжнародної експертної групи зі сталої діяльності на Місяці (Global Expert Group on Sustainable Lunar Activities – GEGSLA), що була організована на платформі Moon Village Association (MVA). Метою діяльності GEGSLA є розробка рамкових матеріалів, які будуть подаватись до Комітету ООН з питань використання космічного простору в мирних цілях (UNCOPUOS).

В академії діє міжнародний відділ, підтримуються зв'язки з 9 країнами світу, з яких сьогодні навчається 192 іноземця: 126 – студенти, 26 – учні підготовчого відділення, 1 – аспірант.

Академія підтримує тісні зв'язки з відомими європейськими університетами: Ля Рошель (Франція), прикладних наук Мітвайда (Німеччина), Варшавська політехніка, Лодзинська гуманітарно-економічна академія (Польща), Кільський (Великобританія), Словацький технологічний у Братиславі, Будапештський технологій та економіки (Угорщина) та ін.

За останні два роки академія підписала 6 грантових угод з міжнародної кредитної мобільності в рамках європейської програми Erasmus+ з європейськими університетами: Словацьким технічним в Братиславі, «Гірнича академія» м. Фрайберг (Німеччина), Лодзьким (Польща), Західної Аттики (Греція) та Кільським (Великобританія).

Вперше в своїй історії академія отримала грант у рамках програми Horizon-2020 на виконання проекту за темою «Нова децентралізована система для підвищення енергоефективності та якості життя в житлових будинках (PREsCriptivE та ProacTive PRECEPT)» і буде співпрацювати з університетами, науково-дослідними установами, підприємствами з Греції, Литви, Кіпру, Німеччини, Іспанії, Нідерландів, Австрії, Угорщини, Італії, України.

Академія послідовно співпрацює з високотехнологічним бізнесом як України, так і міжнародним. Підписано більше 30 угод про співробітництво із закордонними та вітчизняними установами, організаціями фірмами, такими як Спілка наукових та інженерних об'єднань України, Енергетичний Клуб, Міжнародний енергетичний кластер, Корпорація Майкрософт, «Європа–Дніпро» – представник іспанського концерну PORCELANOSA, УДК газбетон, ТМ «БУДМАЙСТЕР», ПБМП «Строїтель-П», компанія «Хенкель Баутехнік (Україна)», компанія «Energy Glass Tehnologies», REHAU, ТОВ «ВЕКА Україна», компанія Caparol, фірма HERZ, фірма «Вайлант», ТМ «ANSERGLOB», ТМ «КНАУФ ІНСУЛЕЙШН», компанія «MAPEI», компанія «ENERGO Solar», Ventoxx GmbH, фірма «Сіка»і інш.

ПДАБА є одним з трьох ЗВО України, що виграв грант Німецького товариства міжнародного співробітництва (GIZ) на створення Енерго-інноваційного Хабу – платформи з підготовки кваліфікованих фахівців для сфери енергоефективності» в рамках проекту «Реформи в сфері енергоефективності в Україні» – і отримав

найсучасніше обладнання для проведення енергоаудиту будівель.

В співпраці із відомими міжнародними компаніями «Сен-Гобен» (Франція), Metrotile Europe NV (Бельгія), «Велюкс» (Данія), «ВЕКА» (Німеччина), Schneider Electric (Франція) та вітчизняною компанією «Доступне житло» ПДАБА була генеральним проектувальником в реалізації першого в Україні енергоефективного будинку OptimaHouse, створеного на основі європейських концепцій «Мультиком-фортний дім» та «Активний дім». Реалізований об'єкт відзначено престижними вітчизняними та європейськими нагородами.

В рамках співробітництва із всесвітньо відомою машинобудівною компанією Eigich (Німеччина) академія єдина з України і п'ята з університетів Європи одержала найсучасніший лабораторний змішувач, що дозволяє проводити дослідження інноваційних матеріалів.

В цих економічно складних умовах академія послідовно оновлює свою матеріальну базу. В першу чергу проводилось оновлення матеріальної бази для цифрових технологій. За кошти спеціального фонду в обсязі більше 750 тис. грн придбаний потужний сервер, який дозволив організувати дистанційне навчання на належному рівні; для забезпечення дистанційного навчання були закуплені мікрофони, веб-камери, телевізійне та аудіовізуальне обладнання; придбані 13 сучасних комп'ютерів; придбані багатофункціональні пристрої та інше комп'ютерне обладнання для оновлення існуючої комп'ютерної техніки; обладнання для покращення інтернет-зв'язку.

Завдяки фінансовій і матеріальній допомозі благодійників, а також залученню власних коштів за два останніх роки проведено ремонт жорстких покрівель навчального корпусу, заміна вікон висотного корпусу, старого корпусу, учбово-лабораторного корпусу, плавального басейну, спортивної зали. Капітально відремонтована зала приймальної комісії, кімната прийому ректора. Облаштовано мініконференцзал місткістю 50 осіб з інтерактивною доскою, меблюванням для проведення оффлайн і онлайн конференцій. Виконано реконструкцію 8 санітарних вузлів за сучасними будівельними та інженерними технологіями.

Майже на 1 млн грн було придбано обладнання та матеріали для модернізації та поточного ремонту систем теплопостачання, водопостачання та водовідведення (радіатори, труби та супутні вироби), проведення заходів з енергозбереження – світильники, енергозберігаючі лампи, елементи електричних схем, проведення поточних ремонтів начальних корпусів, гуртожитків господарським способом.

В наших найближчих планах – створення Музею архітектури і будівництва Придніпров'я, мистецької галереї, обладнання головного фойє академії як інформаційного простору, облаштування двох майданчиків для відпочинку студентів і працівників академії, ремонт фасадів будівель, облаштування високошвидкісних WF-зон для студентів і багато іншого.

Особлива шана і подяка нашим випускникам, спонсорам і благодійникам, які в сьогоднішніх економічно складних умовах надають фінансову і матеріальну допомогу в модернізації об'єктів інфраструктури академії. Це Басір Саламович Алієв, Євген Вікторович Бринзін, Григорій Аркадійович Гельфер, Леонід Іванович Громов, Сергій Павлович Касьянов, Сергій Олександрович Клімов, Володимир Іванович Кононов, Віктор Володимирович Крисько, Іван Іванович Куліченко, Олександр Павлович Кудрявцев, Дмитро Євгенійович Мішалов, Андрій Михайлович Ніконенко, Віктор Іванович Попов, Олександр Миколайович Савицький, Віталій Анатолійович Спиридоненков, Володимир Олександрович Чмихун, Юрій Петрович Хідько, Сергій Леонідович Філімонов.

Для об'єднання зусиль щодо розвитку академії створюється Асоціація випускників і друзів ДІБІ–ПДАБА.

За даними міжнародних і вітчизняних рейтингів академія посідає перше або друге

місце серед групи архітектурно-будівельних ЗВО України. ПДАБА за показниками діяльності увійшла в сотню кращих університетів України (77 позиція) серед майже 300 ЗВО.

Академія послідовно втілює стратегічну мету – стати зеленим університетом. діяльність якого базується на засадах загальнолюдських цінностей, гуманізму, принципах стійкого розвитку.

Ми чітко бачимо наші перспективи, прагнемо позитивних змін, рухаємося вперед, віримо в свої сили, працюємо на результат, впевнено дивимося в майбутнє нашої академії. Тому. що твердо знаємо: зодчий, будівельник – це одні з найпотрібніших, найблагородніших, найбільш затребуваних професій на землі!

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сергій Шкарлет. МОН прогнозує зміну ландшафту потрібних професій. URL: https://mon.gov.ua/ua/news/mon-prognozuye-zminu-landshaftu-potribnih-profesij-sergij-shkarlet (дата звернення: 09.02.2021).
2. Салми Дж. Создание университетов мирового класса. Москва : Изд-во «Весь Мир», 2009. 132 с.
3. Котлер Ф., Фокс К. Стратегічний маркетинг для навчальних закладів. Київ : УАМ; вид-во «Хімджест», 2011. 580 с.
4. Рябова З. В. Наукові основи маркетингового управління в освіті : монографія. Київ : Педагогічна думка, 2013. 268 с.
5. Возможно, детям нужно становиться предпринимателями со школы. Нуриэль Рубини об образовании будущего. URL: https://osvitanova.com.ua/posts/1160-vozmozhno-detiam-nuzhno-stanovytsia-predprynymateliamy-so-shkoly-nuryel-rubyny-ob-obrazovanyy-budushcheho (дата обращения : 09.02.2021).
6. Сім принципів освіти Ілона Маска. URL: https://pedpresa.com.ua/203087-7-pryntsypiv-osvity-ilona-maska.html (дата звернення : 09.02.2021).

REFERENSES

1. Serhyi Shkarlet. *MON prohnozuye zminu landshaftu potribnykh profesiy* [The Ministry of Education and Science forecasts a change in the landscape of the required professions]. (Access date : 09.02.2021). URL: https://mon.gov.ua/ua/news/mon-prognozuye-zminu-landshaftu-potribnih-profesij-sergij-shkarlet (in Ukrainian)
2. Salmi J. *Sozdanie universitetov mirovogo klassa* [Building world-class universities]. Moscow : All Peace Publ., 2009, 132 p. (in Russian)
3. Kotler F. and Fox K. *Stratehichnyy marketynh dlya navchal'nykh zakladiv* [Strategic marketing for educational institutions]. Kyiv : UAM; Khimgest Publ., 2011, 580 p. (in Ukrainian)
4. Riabova Z.V. *Naukovi osnovy marketynhovoho upravlinnya v osviti : monohrafiya* [Scientific foundations of marketing management in education: monograph]. Kyiv : Pedagogical Thought, 2013, 268 p. (in Ukrainian)
5. *Vozmozhno, detyam nuzhno stanovit'sya predprinimatelyami so shkoly. Nuri`el' Rubini ob obrazovanii buduschego* [Perhaps children need to be entrepreneurs from school. Nouriel Roubini on the education of the future]. URL: https://osvitanova.com.ua/posts/1160-vozmozhno-detiam-nuzhno-stanovytsia-predprynymateliamy-so-shkoly-nuryel-rubyny-ob-obrazovanyy-budushcheho (Access date : 09.02.2021). (in Russian)
6. *Sim pryntsypiv osvity Ilona Maska* [Seven principles of education Ilona Maska]. URL: https://pedpresa.com.ua/203087-7-pryntsypiv-osvity-ilona-maska.html (Access date : 09.02.2021). (in Ukrainian)

Надійшла до редакції : 12.02.2021.

УДК 624.04:519.6
DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.230221.14.713

ДИНАМІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА РАЦІОНАЛЬНЕ ПРОЕКТУВАННЯ БУДІВЕЛЬ ІЗ ДЕМПФЕРАМИ СУХОГО ТЕРТЯ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДІВ ШТУЧНОГО РОЙОВОГО ІНТЕЛЕКТУ

САВИЦЬКИЙ М. В.[1], *докт. техн. наук, проф.,*
ДАНІШЕВСЬКИЙ В. В.[2*], *докт. техн. наук, проф.,*
ГАЙДАР А. М.[3], *ст. викл.*

[1] Кафедра залізобетонних і кам'яних конструкцій, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 745-23-72, e-mail: ms@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0003-4515-2457
[2*] Кафедра будівельної механіки та опору матеріалів, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-33-13, e-mail: vladyslav.danishevskyy@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3049-4721
[3] Кафедра технології будівельного виробництва, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (096) 367-70-57, e-mail: nastuel_gaidar@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-8993-1458

Анотація. ***Постановка проблеми.*** Демпфери сухого тертя широко використовуються для захисту будівель від динамічних та сейсмічних навантажень. Їх перевагами є простота і надійність конструкції, низька вартість, зручність монтажу, а також високі дисипативні характеристики. Визначення місць розташування демпферів всередині будівлі є складним завданням, яке вимагає комплексного аналізу динамічних властивостей споруди і, як правило, не може бути вирішено в рамках стандартних методів проектування. Тому актуальною проблемою є розроблення нових методів розрахунку конструкцій з демпферами сухого тертя, що дозволяють знаходити оптимальні проектні рішення для мінімізації динамічних і сейсмічних впливів. ***Мета статті.*** Розвинути метод рою частинок для визначення місць раціонального розташування демпферів сухого тертя у багатоповерхових каркасних будинках для підвищення їх сейсмічної стійкості. ***Висновки.*** Розроблено аналітичну динамічну модель будинку із демпферами сухого тертя. Розроблено математичну модель сейсмічного навантаження. Досліджено нестаціонарні коливання будинку під дією сейсмічних навантажень. Одержано чисельні розв'язки нелінійних динамічних рівнянь за допомогою методу Рунге-Кутти. Визначено місця раціонального розташування демпферів сухого тертя, які забезпечують мінімальні прискорення та відносні перекоси поверхів. Одержані результати можуть використовуватись при розробленні проектів будівель і споруд із підвищеною стійкістю до сейсмічних і динамічних впливів.

Ключові слова: *сейсмостійке будівництво; демпфери сухого тертя; динамічні навантаження; нестаціонарні коливання; раціональне проектування; ройовий інтелект*

DYNAMIC MODELLING AND OPTIMAL DESIGN OF BUILDINGS WITH FRICTION DAMPERS USING PARTICLE SWARM OPTIMIZATION

SAVYTSKYI M.V.[1], *Dr. Sc. Tech.), Prof.,*
DANISHEVSKYY V.V.[2*], *Dr. Sc. (Tech.), Prof.,*
GAIDAR A.M.[3], *Senior Lecturer*

[1] Department of Reinforced Concrete and Stone Structures, Prydniprovska State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-A, Chernyshevskoho Str., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (056) 745-23-72, e-mail: ms@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0003-4515-2457
[2*] Department of Structural Mechanics and Strength of Materials, Prydniprovska State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-A, Chernyshevskoho Str., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (056) 756-33-13, e-mail: vladyslav.danishevskyy@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3049-4721
[3] Department of Construction Production Technology, Prydniprovska State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-A, Chernyshevskoho Str., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (096) 367-70-57, e-mail: nastuel_gaidar@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-8993-1458

Abstract. ***Formulation of the problem.*** Dry friction dampers are widely used for the protection of buildings from dynamic and seismic loads. Their advantages are the simplicity and reliability of the design, low costs, easy installation and maintenance, as well as high dissipative characteristics. Determining the location of friction dampers inside a building is a complex task that requires a comprehensive analysis of the dynamic properties of the structure and, as a rule, cannot be solved within the framework of standard design methods. Therefore, a crucial problem is the development of novel methods for calculating structures with dry friction dampers allowing finding optimal design solutions to minimize dynamic and seismic impacts. ***The purpose of the sudy.*** The method of particle swarm optimization is developed for the prediction of rational locations of friction dampers in multi-storey frame buildings to enhance their resistance to seismic loads. ***Conclusions.*** An analytical model describing the dynamic behavior of buildings with friction dampers is proposed. A mathematical model of seismic loads is developed. Non-stationary vibrations of a building under the seismic loads are investigated. The governing non-linear dynamical equations are integrated numerically by the Runge-Kutta method. The rational locations of friction dampers are determined ensuring the minimal inter-storey drifts and accelerations of the building. The obtained results can be used in the design of houses and structures with enhanced resistance to seismic and dynamic impacts.

Keywords: *earthquake engineering; dry friction dampers; polymer-concrete buildings; dynamic loads; non-stationary vibrations; rational design; collective intelligence*

1. Вступ. Згідно з принципами сталого розвитку та циркулярної економіки важливим завданням сучасного будівництва є розроблення й використання легких економічних конструкцій, які характеризуються низьким споживанням матеріальних та енергетичних ресурсів на всіх етапах свого життєвого циклу. Стійкість таких конструкцій до дії динамічних та сейсмічних навантажень забезпечується за допомогою спеціальних пристроїв: інерційних гасителів коливань, сейсмічної ізоляції, а також демпферів різних типів [1].

В останні роки широке поширення одержали демпфери сухого тертя. Такі пристрої складаються з двох фрикційних елементів, що прослизають відносно один одного. Фрикційні елементи можуть бути виготовлені з різних матеріалів, але найчастіше використовується сталь. Переваги демпферів сухого тертя наступні:

− простота і надійність конструкції: не потребують технічного обслуговування в процесі експлуатації;

− багаторазовість використання: не потребують заміни після землетрусу;

− невисока вартість пристроїв та їх монтажу;

− простий та швидкий монтаж: можливість зручної реконструкції будівель, які експлуатуються;

− високі дисипативні властивості;

− широкий діапазон робочих зусиль (від 2 до 1 500 кН).

На рисунку 1 наведено приклад застосування демпферів сухого тертя у хмарочосі Torres Cuarzo, зведеного у Мехіко у 2018 році. Будинок має висоту 180 м. Сейсмічний захист забезпечується за допомогою 450 демпферів, встановлених у вигляді розкосів у центральному прольоті будинку.

Рис. 1. Хмарочос Torres Cuarzo, Мехіко (https://www.quaketek.com)

Визначення місць розташування демпферів всередині будівлі є складною задачею, яка потребує комплексного аналізу динамічних властивостей споруди і, як правило, не може бути розв'язана у рамках стандартних методів проектування [2–4]. З математичної точки зору пошук раціонального розташування демпферів є задачею нелінійної неопуклої оптимізації, для розв'язання якої можуть застосовуватися різні підходи [5; 6]. Останніми роками інтенсивно розвиваються методи штучного колективного інтелекту [7–9], які мають ряд переваг у порівнянні з класичними процедурами: не потребують обчислення градієнту цільової функції, дозволяють рівномірно дослідити весь заданий простір розв'язків та уникають «зависання» в локальних екстремумах. Одним із таких методів є метод рою частинок (МРЧ).

МРЧ імітує поведінку біологічної системи, що складається з окремих осіб (частинок) та здатна до самоорганізації. Положення кожної частинки відповідає одному з можливих розв'язків задачі. Частинки переміщуються у просторі розв'язків відповідно до заданих правил, запам'ятовують значення цільової функції у попередніх пройдених ними точках та обмінюються цією інформацією між собою. В результаті частинки поступово наближаються до найкращого положення, яке відповідає глобальному екстремуму цільової функції. Таким чином, незважаючи на відсутність будь-якого центру керування, система в цілому демонструє колективну інтелектуальну поведінку. МРЧ був запропонований спочатку як засіб моделювання соціальної поведінки людських спільнот [10]. У монографії [11] наведено розгорнуте дослідження філософських аспектів феномену колективного інтелекту та, зокрема, МРЧ. У подальшому метод був спрощений та адаптований для розв'язання математичних задач оптимізації. Огляд практичних застосувань МРЧ у різних галузях сучасної науки і техніки наведено у оглядових статтях [12; 13]. Відмітимо, що даний метод є евристичним. Його збіжність не доведено строго математично, але експериментально встановлено, що у більшості випадків він дає достатньо хороші результати.

Дана робота присвячена динамічному моделюванню багатоповерхового каркасного будинку з демпферами сухого тертя та визначенню місць раціонального розташування демпферів за допомогою МРЧ. У розділі 2 розглянуто 2D модель будинку, складено розрахункову схему та наведено вихідні динамічні рівняння. У розділі 3 виконано модальний аналіз. Власні частоти, визначені на основі запропонованої розрахункової схеми, порівняно з результатами чисельного моделювання у програмному комплексі ЛІРА−САПР. У розділі 4 наведено процедуру чисельного розв'язання динамічних рівнянь за допомогою методу Рунге-Кутти. Розділ 5 присвячено математичному моделюванню сейсмічного навантаження. У розділі 6 визначено раціональні місця розташування демпферів сухого тертя. Висновки наведено у розділі 7.

2. Модель будинку та розрахункова схема. Розглянемо 2D модель шестиповерхового каркасного будинку (рис. 2). Матеріал каркасу – залізобетон. Перерізи елементів становлять: 400×400 мм (колони) та 250×600 мм (ригелі). Вага каркасу становить 720 кН. Демпфери сухого тертя можуть бути встановлені у вигляді розкосів у центральному прольоті; місця їх можливого розташування позначено на рисунку 2 штриховими лініями.

У випадку горизонтального сейсмічного навантаження напружено-деформований стан будинку визначається головним чином згинальними деформаціями колон, тоді як поздовжніми деформаціями елементів каркасу можна знехтувати. Відповідно до цього припущення приймемо наближену розрахункову схему у вигляді вертикального консольного стрижня із зосередженими масами, які розташовані на рівні перекриттів та можуть переміщуватись у горизонтальному напрямку (рис. 3).

Рівняння руху запишуться наступним чином:

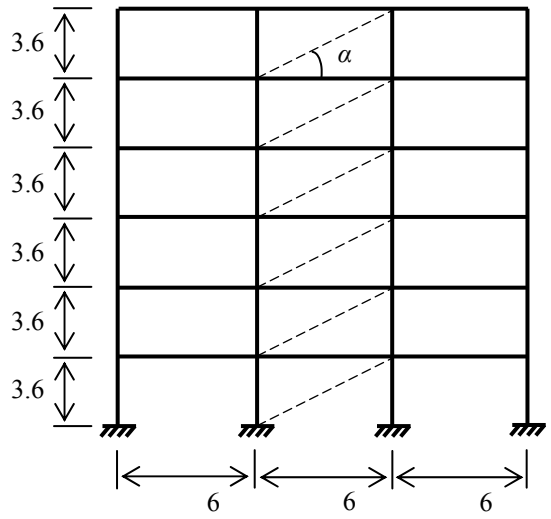


Рис. 2. Модель рами шестиповерхового каркасного будинку (розміри в метрах)

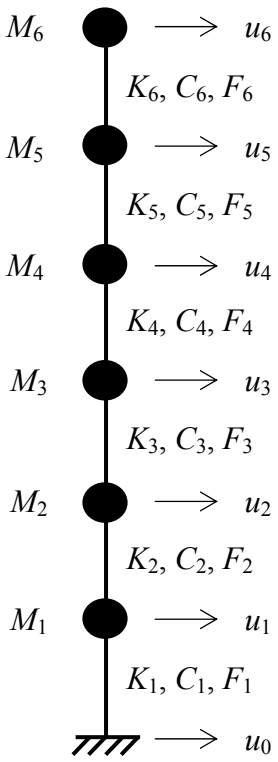


Рис. 3. Розрахункова схема із зосередженими масами

$$M_k\ddot{u}_k + K_k\left(u_k - u_{k-1}\right) + C_k\left(\dot{u}_k - \dot{u}_{k-1}\right) + F_k - \\ -K_{k+1}\left(u_{k+1} - u_k\right) - C_{k+1}\left(\dot{u}_{k+1} - \dot{u}_k\right) - F_{k+1} = 0, \quad (1)$$

де M_k – маси поверхів; K_k, C_k – коефіцієнти жорсткості та в'язкості, відповідно; F_k – сили реакції демпферів; u_k – горизонтальні переміщення поверхів; k – номер поверху, $1 \le k \le 6$; u_0 – горизонтальне переміщення основи. Точка зверху позначає диференціювання за часом. Відповідно до фізичного змісту задачі, у рівняннях (1) $u_7 = \dot{u}_7 = k_7 = C_7 = F_7 = 0$.

Модуль Юнга матеріалу каркасу E = 32.5 ГПа і густина ρ = 2 400 кг/м^3. Тоді для споруди, що розглядається, визначено M_k = 12 010 кг і $K_k = 7.13\cdot10^4$ кН/м для кожного поверху. Логарифмічний декремент коливань залізобетонної конструкції прийнято рівним ∂ = 0.3 [14]. Тоді знаходимо $C_k = \left(\delta/\pi\right)\sqrt{M_k K_k} = 88.4$ кН·с/м.

Сила реакції демпферу F_k постійна за модулем і скерована у напрямку, протилежному відносній швидкості його кінців. Її можна визначити за формулою:

$$F_k = N_{kx}\,\mathrm{sgn}\left(\dot{u}_k - \dot{u}_{k-1}\right), \quad (2)$$

де N_{kx} – проекція зусилля тертя демпферу N_k на горизонтальну вісь, $N_{kx} = N_k \cos_\alpha$; α – кут нахилу демпферу (рис. 1).

Рівняння (2) описує прямокутну петлю гістерезису непружньої деформації демпферу. Запропонована теоретична модель добре узгоджується з експериментальними даними [15] (рис. 4). Відзначимо, що співвідношення (2) вносить суттєву нелінійність у динамічне рівняння (1).

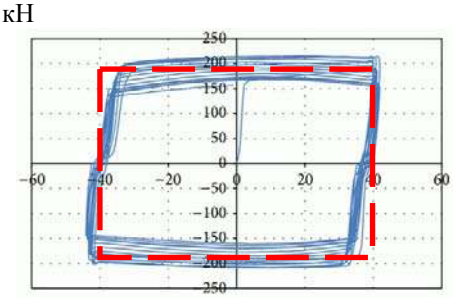


Рис. 4. Діаграма деформування демпферу сухого тертя. Червоний – теоретична модель (2); синій – експеримент [15]

3. Модальний аналіз. Для підтвердження достовірності запропонованої розрахункової схеми розглянемо вільні коливання конструкції без демпферів та внутрішнього тертя. Приймемо $C_k = F_k = 0$, $M_k = M$, $K_k = K$ та будемо шукати періодичний розв'язок у вигляді:

$$u_0 = 0,\ u_k = A_k \sin(2\pi f t), \quad (3)$$

де $A_{Ш}$ – амплітуди переміщень поверхів, f – частота коливань. Підставивши (3) у рівняння (1), одержуємо однорідну систему лінійних алгебраїчних рівнянь для невідомих амплітуд A_k:

$$\begin{aligned}
&A_5+\left(4\pi^2 f^2 M/K-1\right)A_6=0,\\
&A_4+\left(4\pi^2 f^2 M/K-2\right)A_5+A_6=0,\\
&A_3+\left(4\pi^2 f^2 M/K-2\right)A_4+A_5=0,\\
&A_2+\left(4\pi^2 f^2 M/K-2\right)A_3+A_4=0,\\
&A_1+\left(4\pi^2 f^2 M/K-2\right)A_2+A_3=0,\\
&\left(4\pi^2 f^2 M/K-2\right)A_1+A_2=0.
\end{aligned} \qquad (4)$$

Система (4) має нетривіальний розв'язок тоді і тільки тоді, якщо визначник матриці, складеної з її коефіцієнтів, дорівнює нулю. Виконуючи дану умову, знаходимо характеристичне рівняння:

$$\begin{aligned}
&4096\pi^{12}M^6 f^{12}-11264\pi^{10}KM^5 f^{10}+\\
&+11520\pi^8K^2M^4 f^8-5376\pi^6K^3M^3 f^6+\\
&+1120\pi^4K^4M^2 f^4-84\pi^2K^5Mf^2+K^6=0.
\end{aligned} \qquad (5)$$

Рівняння (5) дозволяє обчислити власні частоти конструкції.

На рисунку 5 одержані дані порівняно із результатами чисельного моделювання методом скінченних елементів, який виконано у програмному комплексі ЛІРА−САПР для вихідної 2D моделі (рис. 2). Зазначимо, що знайдені розв'язки добре узгоджуються між собою. Періоди перших двох форм власних коливань належать до діапазону переважаючих періодів сейсмічних акселерограм 0,1...2 с [14], що спричиняє небезпеку виникнення резонансу під час землетрусу.

На рисунку 6 наведено перші шість форми власних коливань, визначені за допомогою програмного комплексу ЛІРА−САПР для вихідної 2D моделі будинку. Аналіз характеру деформацій конструкції свідчить, що переважаючими є горизонтальні переміщення поверхів. Динамічний напружено-деформований стан будівлі визначається насамперед згинальними деформаціями колон. При цьому поздовжні деформації конструктивних елементів, спричинені коливаннями, є незначними і у першому наближенні ними можна знехтувати. Це підтверджує справедливість фізичних припущень, покладених в основу моделі із зосередженими масами. Зауважимо, що зі збільшенням частоти точність даної моделі буде зменшуватися.

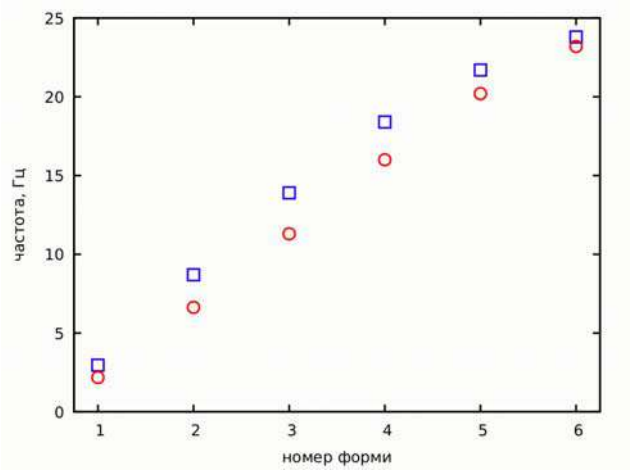


Рис. 5. Власні частоти вільних коливань: □ – модель із зосередженими масами; ○ – вихідна модель, розрахунок у програмному комплексі ЛІРА−САПР

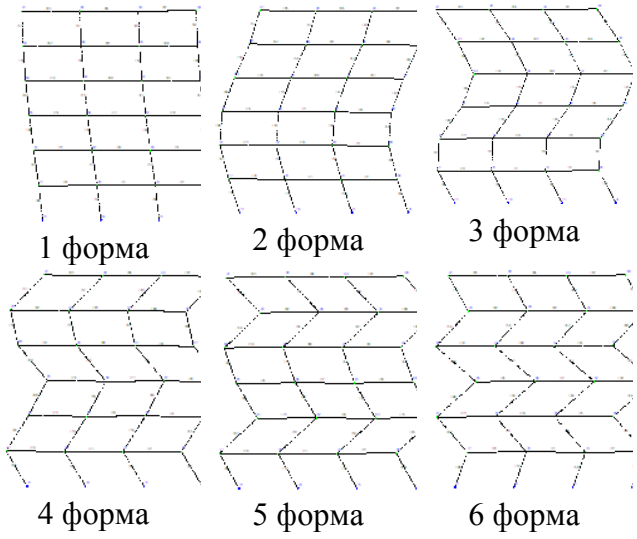


Рис. 6. Форми власних коливань, визначені у програмному комплексі ЛІРА−САПР

4. Застосування методу Рунге-Кутти. У подальшому нелінійні рівняння руху (1), доповнені відповідними початковими умовами, інтегроване чисельно за допомогою методу Рунге-Кутти четвертого порядку. Чисельна процедура зводиться до наступного.

Шляхом заміни змінних $\dot{u}_k = v_k$ запишемо шість диференційних рівнянь руху другого порядку (1) у вигляді дванадцяти диференційних рівнянь першого порядку:

$$\dot{u}_k = Q_k(v_k),$$
$$\dot{v}_k = R_k\left(u_{k-1}, u_k, u_{k+1}, v_{k-1}, v_k, v_{k+1}\right), \qquad (6)$$

де:

$$Q_k\left(v_k\right) = v_k,$$
$$R_k\left(u_{k-1}, u_k, u_{k+1}, v_{k-1}, v_k, v_{k+1}\right) =$$
$$-\frac{1}{M_k}\Big[K_k\left(u_k - u_{k-1}\right) + C_k\left(v_k - v_{k-1}\right) + F_k -$$
$$-K_{k+1}\left(u_{k+1} - u_k\right) - C_{k+1}\left(v_{k+1} - v_k\right) - F_{k+1}\Big].$$

Фізичний зміст введених змінних: v_k – швидкості поверхів; v_0 – швидкість основи.

Дискретизуємо інтервал інтегрування $0 \le t \le t_{\max}$ сіткою з кроком Δt, так що $t = m\Delta t$, $m = 0, 1, 2, \ldots$. Позначимо значення функцій, що розшукуються, у вузлах сітки наступним чином: $u_k^{(m)} = u_k(m\Delta t)$, $v_k^{(m)} = v_k(m\Delta t)$. Початкові умови мають вигляд: $u_0(0) = u_0^{(0)}$, $u_k(0) = u_k^{(0)}$, $v_0(0) = v_0^{(0)}$, $v_k(0) = v_k^{(0)}$. Знаючи $u_0^{(0)}$, $u_k^{(0)}$, $v_0^{(0)}$, $v_k^{(0)}$ розв'язок системи (6) обчислюється за ітераційними формулами [16]:

$$u_k^{(m+1)} = u_k^{(m)} + \frac{1}{6}\left(p_1 + 2p_2 + 2p_3 + p_4\right), \quad (7)$$
$$v_k^{(m+1)} = v_k^{(m)} + \frac{1}{6}\left(s_1 + 2s_2 + 2s_3 + s_4\right),$$

де

$$p_1 = Q_k\left(v_k^{(m)}\right)\Delta t, \qquad (8)$$
$$s_1 = R_k\left(u_{k-1}^{(m)}, u_k^{(m)}, u_{k+1}^{(m)}, v_{k-1}^{(m)}, v_k^{(m)}, v_{k+1}^{(m)}\right)\Delta t,$$
$$p_2 = Q_k\left(v_k^{(m)} + \frac{s_1}{2}\right)\Delta t,$$
$$s_2 = R_k\left(u_{k-1}^{(m)} + \frac{p_1}{2}, u_k^{(m)} + \frac{p_1}{2}, u_{k+1}^{(m)} + \frac{p_1}{2},\right.$$
$$\left. v_{k-1}^{(m)} + \frac{s_1}{2}, v_k^{(m)} + \frac{s_1}{2}, v_{k+1}^{(m)} + \frac{s_1}{2}\right)\Delta t,$$
$$p_3 = Q_k\left(v_k^{(m)} + \frac{s_2}{2}\right)\Delta t,$$
$$s_3 = R_k\left(u_{k-1}^{(m)} + \frac{p_2}{2}, u_k^{(m)} + \frac{p_2}{2}, u_{k+1}^{(m)} + \frac{p_2}{2},\right.$$
$$\left. v_{k-1}^{(m)} + \frac{s_2}{2}, v_k^{(m)} + \frac{s_2}{2}, v_{k+1}^{(m)} + \frac{s_2}{2}\right)\Delta t,$$
$$p_4 = Q_k\left(v_k^{(m)} + s_3\right)\Delta t,,$$
$$s_4 = R_k\left(u_{k-1}^{(m)} + p_3, u_k^{(m)} + p_3, u_{k+1}^{(m)} + p_3,\right.$$
$$\left. v_{k-1}^{(m)} + s_3, v_k^{(m)} + s_3, v_{k+1}^{(m)} + s_3\right)\Delta t.$$

Динамічні розрахунки каркасних будівель методом Рунге-Кутти виконано у середовищі комп'ютерної алгебри з відкритим кодом Maxima. Чисельну процедуру (7), (8) реалізовано із використанням бібліотек стандартних підпрограм.

5. Математична модель сейсмічного навантаження. Навантаження, що виникають внаслідок землетрусів, носять стохастичний характер. Відповідно до методів математичної статистики такі фізичні явища можуть бути представлені у вигляді гауссовського процесу – сукупності випадкових величин із нормальним законом розподілу [17]. Поділимо переважаючий частотний діапазон землетрусів $0.2 \le f \le 34$ Гц на інтервали шириною Δf_j, $j = 1 \ldots j_{\max}$. Ширину та кількість $j_{\max}$ інтервалів прийнято відповідно до нормативних вимог [14]. Прискорення ґрунту опишемо стохастичним гауссовським процесом у вигляді суперпозиції гармонічних хвиль із дискретно заданими частотами f_j і випадковими фазами φ_j:

$$\ddot{u}_0 = \sum_{j=1}^{j_{\max}} \sqrt{2S(f_j)\Delta f_j}\cos(2\pi f_j t + \varphi_j), \qquad (9)$$

де $f_{j+1} = f_j + \Delta f_j$, φ_j – випадкові величини із нормальним розподілом в інтервалі $0 \le \varphi_j \le 2\pi$; $S(f)$ – спектральна густина енергії землетрусу.

Спектральну густину енергії землетрусу визначено за допомогою емпіричної моделі Канаі-Таїмі [18; 19]:

$$S(f) = S_0 \frac{1+4\zeta_g^2\left(f/f_g\right)^2}{\left[1-\left(f/f_g\right)^2\right]^2+4\zeta_g^2\left(f/f_g\right)^2},$$

$$S_0 = \frac{a_p^2}{p_g^2\pi^2 f_g\left[2\zeta_g+\left(2\zeta_g\right)^{-1}\right]}. \qquad (10)$$

У формулах (10) f_g – переважаюча частота коливань ґрунту; ς_g – безрозмірний коефіцієнт, що враховує демпфуючі властивості ґрунту; a_p – пікове прискорення ґрунту; p_g – коригуючий коефіцієнт, p_g = 3. При подальших розрахунках прийнято a_p = 0.4g, що відповідає району сейсмічністю 9 балів [14].

Параметри f_g і ς_g залежать від властивостей ґрунту у районі будівництва (табл. 1). На рисунку 7 наведено розподіл енергії землетрусу залежно від частоти для різних типів ґрунтів. М'які ґрунти характеризуються високою концентрацією сейсмічної енергії на низьких частотах 1…1.5 Гц. Для скельних ґрунтів характерним є більш рівномірний розподіл енергії, яка досягає максимуму в діапазоні приблизно 2…6 Гц. Акселерограми землетрусів, побудовані на основі моделей (9) та (10), представлені на рисунку 8.

Таблиця 1

Динамічні параметри ґрунтів [20]

Тип ґрунту	f_g, Гц	ς_g	Тривалість землетрусу, с
М'який	1.2	0.85	25
Жорсткий	2.5	0.6	20
Скельний	4	0.6	15

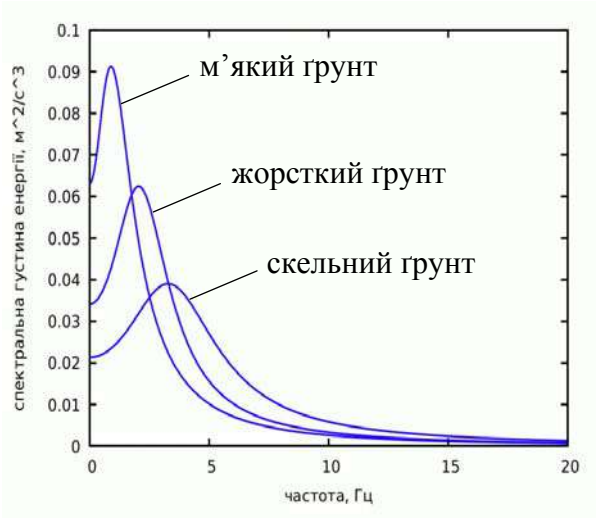
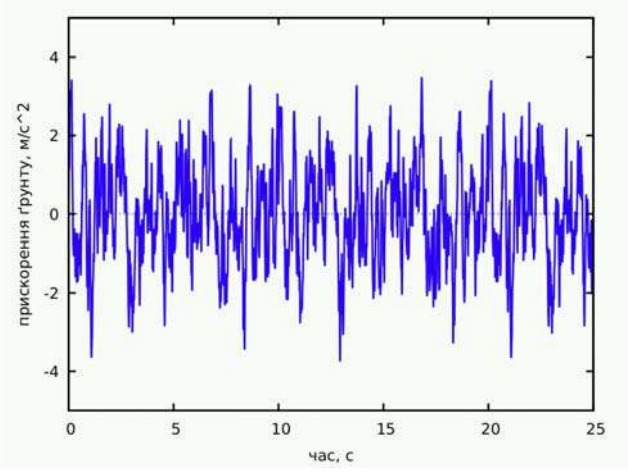
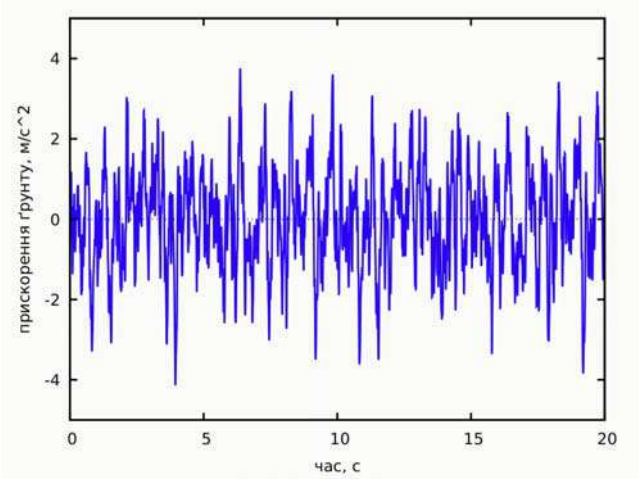


Рис. 7. Спектральна густина S(f) енергії землетрусу

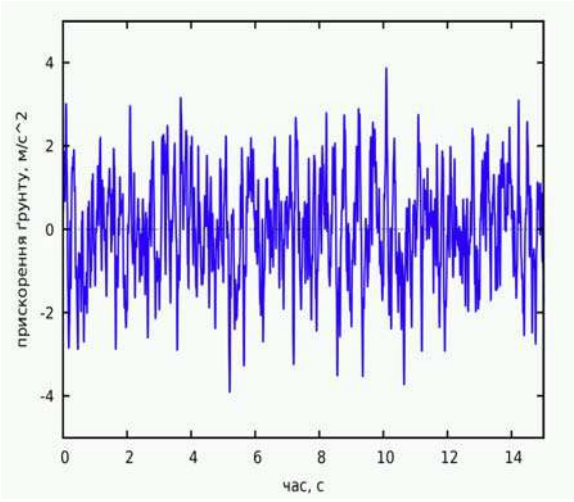
6. Раціональне розташування демпферів сухого тертя. Приймемо, що у центральному прольоті будинку може бути встановлено три демпфери у вигляді розкосів. Можливі місця розташування демпферів позначені на рисунку 2 штриховими лініями. Зусилля тертя кожного демпферу становить N = 120 кН, а сума їх зусиль дорівнює половині ваги конструкції, що відповідає рекомендаціям, наведеним у літературі [1; 3; 4]. Необхідно визначити, на яких поверхах потрібно розташувати демпфери для максимального сейсмічного захисту споруди.



а) м'який ґрунт



б) жорсткий ґрунт



в) скельний ґрунт

Рис. 8. Акселерограми для різних типів ґрунтів

Для визначення місць раціонального розташування демпферів застосовуємо МРЧ. Чисельна процедура зводиться до наступного [21; 22]. Початкові положення частинок $\mathbf{x}_n^{(0)}$ задаються випадковим чином, а на кожній ітерації їх нові координати визначаються за формулою:

$$\mathbf{x}_n^{(i+1)} = \mathbf{x}_n^{(i)} + \mathbf{v}_n^{(i)}, \qquad (11)$$

де $\mathbf{x}_n^{(i)}$, $\mathbf{v}_n^{(i)}$ – вектори координат та зміщень (швидкостей) частинок; i – номер ітерації, i = 0, 1, 2,...; n – номер частинки, n = 1, 2, 3,…N; N – кількість частинок. Компоненти вектору $\mathbf{x}_n^{(i)}$ – це параметри, від яких залежить цільова функція (номери поверхів, на яких встановлено демпфери). Розмірність векторів $\mathbf{x}_n^{(i)}$, $\mathbf{v}_n^{(i)}$ однакова та дорівнює розмірності задачі D. У випадку, що розглядається, відшукуються найкращі положення трьох демпферів, тому D = 3.

Швидкості частинок обчислюються так:

$$\mathbf{v}_n^{(i+1)} = c_0\mathbf{v}_n^{(i)} + c_1r_1\left(\mathbf{p}_n^{(i)} - \mathbf{x}_n^{(i)}\right) + c_2r_2\left(\mathbf{g}^{(i)} - \mathbf{x}_n^{(i)}\right), \qquad (12)$$

де $\mathbf{p}_n^{(i)}$ – координати найкращого положення, знайденого частинкою; $\mathbf{g}^{(i)}$ – координати найкращого положення всього рою; r_1, r_2 – випадкові величини, $0 \le r_1, r_2 \le 1$; c_0, c_1, c_2 – вагові коефіцієнти. Рекомендовані значення $0.4 \le c_0 \le 0.9$, $0.5 \le c_1, c_2 \le 2$ [9].

Перший доданок у формулі (12) визначає продовження руху частинки «за інерцією» у попередньому напрямку. Другий доданок скеровує частинку у сторону її особистого найкращого положення, а третій – у сторону найкращого положення, яке знайдено роєм. За умови правильно обраних значень вагових коефіцієнтів швидкість частинок поступово зменшується і частинки концентруються поблизу точки екстремуму.

Критерії завершення процесу пошуку можуть бути наступні:

1. виконання заданої кількості ітерацій;
2. досягнення заданого значення екстремуму цільової функції;
3. стагнація пошуку, коли знайдене значення екстремуму не покращується протягом декількох останніх ітерацій;
4. зупинка руху частинок у точці екстремуму.

Умови обмежень, що накладаються на аргументи цільової функції, визначають область пошуку:

$$x_d^{\min} \le x_d \le x_d^{\max}, \qquad (13)$$

де d = 1, 2, 3, …, D. Якщо частинка потрапляє за межі області, заданої співвідношенням (13), її положення не враховується при оновленні значень $\mathbf{p}_n^{(i)}$ та $\mathbf{g}^{(i)}$. Тоді на наступних ітераціях частинка повертається до області пошуку. Такий алгоритм відповідає моделі «прозорої границі», яка забезпечує рівномірне дослідження усієї заданої області [23].

Розглянемо дві цільові функції, які необхідно мінімізувати:

− переміщення поверхів

$$\max\left[u_k\left(k_1,k_2,k_3\right)\right]\to\min; \qquad (14)$$

− відносні перекоси поверхів

$$\max\left(\frac{\left|u_k-u_{k-1}\right|}{h_k}\right)\to\min. \qquad (15)$$

Тут h_k – висота поверху; k_1, k_2, k_3 – номери поверхів, на яких можуть бути встановлено демпфери. Умови обмежень (13) запишуться у вигляді:

$$1\le k_1,k_2,k_3\le 6. \qquad (16)$$

Чисельні розв'язки, що описують коливання будинку під дією сейсмічного навантаження, одержано шляхом інтегрування рівнянь руху (1) методом Рунге-Кутти (розділ 4) з урахуванням співвідношення (9) і початкових умов:

$$u_0(0)=0;\ u_k(0)=\dot{u}_k(0)=\ddot{u}_k(0)=0;\ \ 1\le k\le 6.$$

Крок інтегрування прийнято рівним $\Delta t=0.001$ с, що дозволило визначити переміщення u_k із точністю у три значущих цифри. Інтервал інтегрування дорівнює розрахунковій тривалості землетрусу (табл. 1).

Для розв'язання задач оптимізації (14), (16) і (15), (16) використано популяцію із 16 частинок. Виконано розрахунки для випадку жорсткого ґрунту. Оптимальні розв'язки знайдено на 3 ітерації, а для повної зупинки руху частинок знадобилося 9 ітерацій. Розв'язок задачі (14), (16) (мінімізація переміщень поверхів) передбачає встановлення демпферів на поверхах 1, 3, 4; а розв'язок задачі (15), (16) (мінімізація перекосів) – на поверхах 1, 2, 3. В останньому випадку також досягнуто найменших прискорень поверхів, що робить такий варіант кращим.

Одержані результати для перекосів та прискорень поверхів будинку показані на рисунках 9–12. Червоні лінії відповідають конструкції без демпферів, а сині – знайденому раціональному розташуванню демпферів на поверхах 1, 2, 3. Аналіз результатів свідчить, що раціональне розташування демпферів дозволяє знизити відносні перекоси поверхів у 3,8 рази, тоді як максимальні прискорення зменшуються приблизно у 3 рази.

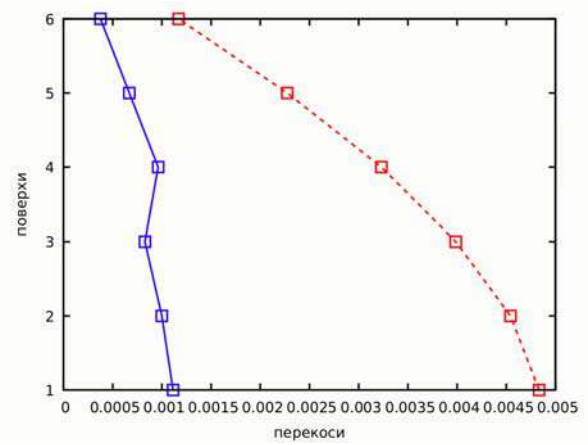


Рис. 9. Перекоси поверхів будинку під дією сейсмічного навантаження

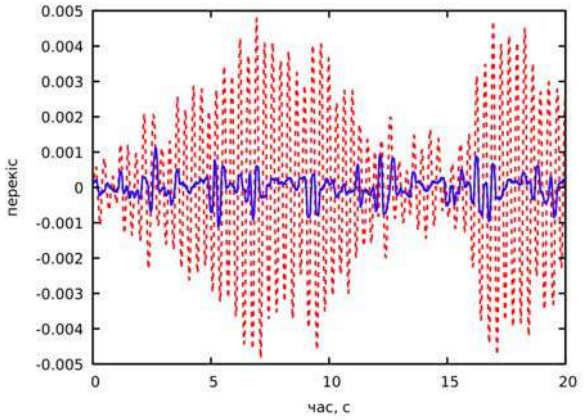


Рис. 10. Перекіс 1-го поверху будинку під дією сейсмічного навантаження

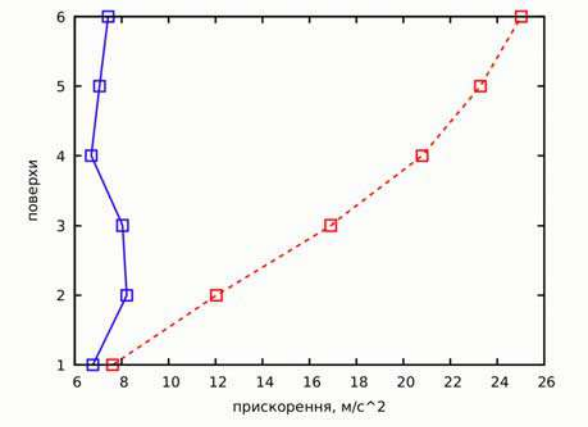


Рис. 11. Прискорення поверхів під дією сейсмічного навантаження

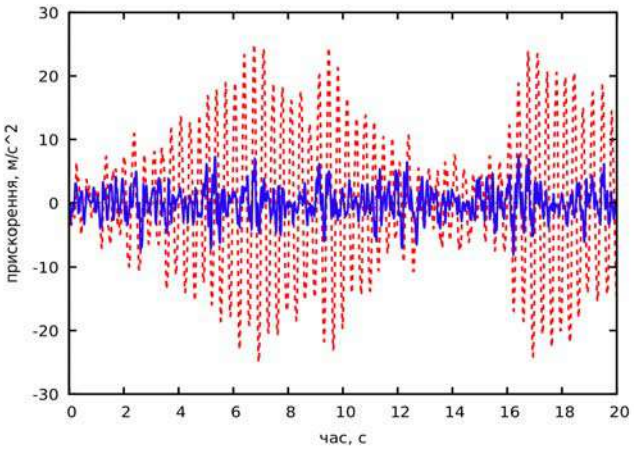


Рис. 12. Прискорення 6-го поверху під дією сейсмічного навантаження

7. Висновки. У роботі розвинуто МРЧ для визначення місць раціонального розташування демпферів сухого тертя у каркасних будівлях для підвищення їх сейсмостійкості, зменшення переміщень і прискорень, що виникають внаслідок динамічних навантажень. Визначено розрахункові формули, за якими обчислюються положення частинок у просторі розв'язків на кожній ітерації процесу пошуку. Задано умови обмежень, які визначають область пошуку. Сформульовано критерії завершення процесу пошуку. Розроблено програмний код для реалізації методу рою частинок у середовищі комп'ютерної алгебри Maxima.

Розроблено наближену аналітичну динамічну модель багатоповерхового каркасного будинку із демпферами сухого тертя. Розрахункову схему прийнято у вигляді вертикального консольного стрижня із зосередженими масами, які розташовані на рівні перекриттів та можуть переміщуватись у горизонтальному напрямку. Складено вихідну систему нелінійних диференційних рівнянь руху. Для підтвердження достовірності моделі виконано порівняння аналітичних результатів для власних частот із чисельним розрахунком у ПК ЛІРА−САПР. Одержані аналітичні та чисельні розв'язки добре погоджуються між собою. Аналіз перших шести форм власних коливань, визначених у ПК ЛІРА−САПР, свідчить, що переважаючими є горизонтальні переміщення поверхів за рахунок згинальних деформацій колон, тоді як поздовжніми деформаціями елементів каркасу можна знехтувати. Це підтверджує справедливість фізичних припущень, покладених в основу запропонованої аналітичної моделі. Для чисельного інтегрування вихідної системи диференційних рівнянь застосовано метод Рунге-Кутти.

Розроблено математичну модель сейсмічного навантаження. Прискорення ґрунту представлено у вигляді суперпозиції періодичних хвиль із дискретно заданими частотами і випадковими фазами. Розподіл спектральної густини енергії землетрусу описано за допомогою емпіричної моделі Канаі-Таїмі. Побудовано акселерограми для різних типів ґрунтів.

На основі запропонованих моделей, досліджено нестаціонарні коливання багатоповерхового каркасного будинку під дією сейсмічних навантажень. Одержано чисельні розв'язки нелінійних динамічних рівнянь та визначено раціональні місця розташування демпферів сухого тертя.

Результати роботи можуть використовуватися під час розроблення проектів будівель і споруд із підвищеною стійкістю до сейсмічних і динамічних навантажень, а також під час реконструкції існуючих будівель з метою підвищення їх сейсмічного захисту. Розвинутий МРЧ можна застосовувати для розв'язання широкого класу задач оптимального проектування будівельних конструкцій.

Робота виконана за підтримки наукового гранту ЄС за програмою Горизонт 2020, номер гранту 958284.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Soong T. T., Dargush G. F. Passive Energy Dissipation Systems in Structural Engineering. Chichester, New York: Wiley, 1997. 368 p.

2. Nabid N., Hajirasouliha I., Petkovski M. Adaptive low computational cost optimisation method for performance-based seismic design of friction dampers. *Engineering Structures*. 2019. Vol. 198. Pp. 109549-1–109549-12.

3. Ontiveros-Pérez S.P., Miguel L.F.F., Riera J.D. Reliability-based optimum design of passive friction dampers in buildings in seismic regions. *Engineering Structures*. 2019. Vol. 190. Pp. 276–284.

4. Ontiveros-Pérez S.P., Miguel Letícia F.F., Miguel Leandro F.F. A new assessment in the simultaneous optimization of friction dampers in plane and spatial civil structures. *Mathematical Problems in Engineering*. 2017. Article ID 6040986. 18 p.

5. Mordecai A. Nonlinear Programming: Analysis and Methods. Mineola, NY : Dover Publishing, 2003. 512 p.

6. Ruszczyński A. Nonlinear Optimization. Princeton, NJ : Princeton University Press, 2006. 464 p.

7. Simon D. Evolutionary Optimization Algorithms: Biologically-Inspired and Population-Based Approaches to Computer Intelligence. Hoboken, New Jersey : Wiley, 2013. 784 p.

8. Yang X.S. Nature-Inspired Optimization Algorithms. Amsterdam, Boston : Elsevier, 2014. 300 p.

9. Карпенко А. П. Современные алгоритмы поисковой оптимизации. Алгоритмы, вдохновленные природой. Москва : Издательство МГТУ им. Баумана, 2017. 446 с.

10. Kennedy J., Eberhart R. Particle Swarm Optimization. *Proceedings of IEEE International Conference on Neural Networks*. 1995. Vol. 4. Pp. 1942–1948.

11. Eberhart R., Shi Yu., Kennedy J. Swarm Intelligence. San Francisco : Morgan Kaufmann, 2001. 512 p.

12. Poli R. Analysis of the publications on the applications of particle swarm optimization. *Journal of Artificial Evolution and Applications*. 2008. Article ID 685175. 10 p.

13. Bonyadi M. R., Michalewicz Z. Particle swarm optimization for single objective continuous space problems: a review. *Evolutionary Computation*. 2017. Vol. 25. Pp. 1–54.

14. ДБН В.1.1-12-2014. Будівництво у сейсмічних районах України. [Чинний від 16.05.2014]. Київ : Мінрегіон України, 2014. 110 с.

15. Samani H. R., Mirtaheri M., Zandi A. P., Bahai H. The Effects of Dynamic Loading on Hysteretic Behavior of Frictional Dampers. *Shock and Vibration*. 2014. Vol. 2014. Pp. 181534-1–181534-9.

16. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. Москва : Наука, 1974. 832 с.

17. Shinozuka M., Jan C.-M. Digital simulation of random processes and its applications. *Journal of Sound and Vibration*. 1972. Vol. 25. Pp. 111–128.

18. Tajimi H. A statistical method of determining the maximum response of a building structure during an earthquake. *Proceedings of the 2nd World Conference in Earthquake Engineering*, Tokyo, Japan. 1960. Pp. 781–797.

19. Kanai K. An empirical formula for the spectrum of strong earthquake motions. *Bulletin of the Earthquake Research Institute*. 1961. Vol. 39. Pp. 85–95.

20. Seya H., Talbott M. E., Hwang H.H.M. Probabilistic seismic analysis of a steel frame structure. *Probabilistic Engineering Mechanics*. 1993. Vol. 8. Pp. 127–136.

21. Данішевський В. В., Гайдар А. М. Метод рою частинок для розв'язання задач нелінійної оптимізації. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. 2019. № 6. С. 18–25.

22. Данішевський В. В., Гайдар А. М. Оптимізація розташування демпферів сухого тертя для сейсмічного захисту каркасних будівель за допомогою методу рою частинок. *Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури*. 2020. Т. 80. С. 34–42.

23. Xu S., Rahmat-Samii Y. Boundary conditions in particle swarm optimization revisited. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*. 2007. Vol. 55. Pp. 760–765.

REFERENSES

1. Soong T.T. and Dargush G.F. Passive Energy Dissipation Systems in Structural Engineering. Chichester, New York: Wiley, 1997, 368 p.

2. Nabid N., Hajirasouliha I. and Petkovski M. Adaptive low computational cost optimisation method for performance-based seismic design of friction dampers. Engineering Structures. 2019, vol. 198, pp. 109549-1–109549-12.

3. Ontiveros-Pérez S.P., Miguel L.F.F. and Riera J.D. Reliability-based optimum design of passive friction dampers in buildings in seismic regions. Engineering Structures. 2019, vol. 190, pp. 276–284.

4. Ontiveros-Pérez S.P., Miguel Letícia F.F. and Miguel Leandro F.F. A new assessment in the simultaneous optimization of friction dampers in plane and spatial civil structures. Mathematical Problems in Engineering. 2017. Article ID 6040986. 18 p.

5. Mordecai A. Nonlinear Programming: Analysis and Methods. Mineola, NY : Dover Publishing, 2003, 512 p.

6. Ruszczyński A. Nonlinear Optimization. Princeton, NJ : Princeton University Press, 2006, 464 p.

7. Simon D. Evolutionary Optimization Algorithms: Biologically-Inspired and Population-Based Approaches to Computer Intelligence. Hoboken, New Jersey : Wiley, 2013, 784 p.

8. Yang X.S. Nature-Inspired Optimization Algorithms. Amsterdam, Boston : Elsevier, 2014, 300 p.

9. Karpenko A.P. *Sovremennyie algoritmyi poiskovoy optimizatsii*. *Algoritmyi, vdohnovlennyie prirodoy* [Modern search engine optimization algorithms. Algorithms inspired by nature]. Moscow : MGTU im. Baumana Publ., 2017, 446 p. (in Russian)

10. Kennedy J. and Eberhart R. Particle Swarm Optimization. Proceedings of IEEE International Conference on Neural Networks. 1995, vol. 4, pp. 1942–1948.

11. Eberhart R., Shi Yu., Kennedy J. Swarm Intelligence. San Francisco : Morgan Kaufmann, 2001, 512 p.

12. Poli R. Analysis of the publications on the applications of particle swarm optimization. Journal of Artificial Evolution and Applications. 2008. Article ID 685175. 10 p.

13. Bonyadi M.R. and Michalewicz Z. Particle swarm optimization for single objective continuous space problems: a review. Evolutionary Computation. 2017, vol. 25, pp. 1–54.

14. DBN V.1.1-12-2014. *BudIvnitstvo u seysmIchnih rayonah UkraYini* [Construction in seismic regions of Ukraine]. Ranked from 16.05.2014. Kyiv : Minrehion Ukrainy Publ., 2014, 110 p. (in Ukrainian)

15. Samani H.R., Mirtaheri M., Zandi A.P. and Bahai H. The Effects of Dynamic Loading on Hysteretic Behavior of Frictional Dampers. Shock and Vibration. 2014, vol. 2014, pp. 181534-1–181534-9.

16. Korn G. and Korn T. *Spravochnik po matematike dlya nauchnyih rabotnikov i inzhenerov* [Mathematics reference for scientists and engineers]. Moscow : Nauka Publ., 1974, 832 p. (in Russian)

17. Shinozuka M. and Jan C.-M. Digital simulation of random processes and its applications. Journal of Sound and Vibration. 1972, vol. 25, pp. 111–128.

18. Tajimi H. A statistical method of determining the maximum response of a building structure during an earthquake. Proceedings of the 2nd World Conference in Earthquake Engineering, Tokyo, Japan, 1960, pp. 781–797.

19. Kanai K. An empirical formula for the spectrum of strong earthquake motions. Bulletin of the Earthquake Research Institute. 1961, vol. 39, pp. 85–95.

20. Seya H., Talbott M.E. and Hwang H.H.M. Probabilistic seismic analysis of a steel frame structure. Probabilistic Engineering Mechanics. 1993, vol. 8, pp. 127–136.

21. Danishevskyy V.V. and Gaidar A.M. *Metod royu chastinok dlya rozv'yazannya zadach nelsiniynoyi optimizatsiyi* [Method of rotation of particles to solve the problems of nonlinear optimization]. *Visnik Pridniprovskoy i derzhavnoy i akademiyi budivnitstva ta arhitekturi* [Bulletin of Prydniprovska State Academy of Civil Engineering and Construction]. 2019, no. 6, pp. 18–25. (in Ukrainian)

22. Danishevskyy V.V. and Gaidar A.M. *Optimizatsiya roztashuvannya dempferiv suhogo tertya dlya seysmichnogo zahistu karkasnih budivel za dopomogoyu metodu royu chastinok* [Optimization of the location of dry friction dampers for seismic protection of frame buildings using the particles method]. *Visnik Odeskoyi derzhavnoyi akademiyi budivnitstva ta arhitekturi* [Bulletin of Odessa State Academy of Civil Engineering and Construction]. 2020, vol. 80, pp. 34–42. (in Ukrainian)

23. Xu S. and Rahmat-Samii Y. Boundary conditions in particle swarm optimization revisited. IEEE Transactions on Antennas and Propagation. 2007, vol. 55, pp. 760–765.

Надійшла до редакції: 15.02.2021.

УДК 347.78.025:72.092
DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.230221.26.714

АВТОРСЬКЕ ПРАВО НА ПРОЄКТ В АРХІТЕКТУРНИХ КОНКУРСАХ

БАБЕНКО В. А.[1*], *канд. іст. наук, доц.,*
ДАВИДЕНКО К. О.[2], *магістрант арх.*

[1*] Кафедра українознавства, документознавства та інформаційної діяльності, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 46-94-98, e-mail: ukr@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-7105-4653
[2] Кафедра архітектури, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 46-94-98, e-mail: katerynadavydenko97@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6481-7747

Анотація. ***Постановка проблеми.*** Архітектурне проєктування, в процесі якого створюються об'єкти авторського права, є одією з ключових індустрій, на якій базуються економіки країн сучасного світу. Значення архітектурної діяльності для гармонійного розвитку суспільства беззаперечне, як із точки зору розроблення проєктів та створення споруд, культурна цінність яких має духовний характер, так і завдяки функціональній цінності архітектури, що містить у собі естетичну, соціальну та побутову складові. Авторське право на архітектурні твори – це важлива форма охорони та захисту прав архітекторів і нехтування цим правом зазвичай викликає судові спори. В Україні до сьогодні існує проблема обізнаності з питань авторського права, як щодо архітектурних проєктів, так і щодо багатьох аспектів архітектурної діяльності, зокрема, дотримання авторських прав архітекторів у разі участі їх проєктів в архітектурних конкурсах. ***Мета статті*** − дослідити архітектурні твори, що подаються на конкурси, як об'єкти права інтелектуальної власності, вивчити та узагальнити існуючі правила участі архітектурних проєктів в архітектурних конкурсах, правомірність їх використання замовниками конкурсів та дотримання авторських прав архітекторів, у тому числі студентів та магістрантів архітектури. ***Висновки***. Участь архітекторів в архітектурних конкурсах наразі постає надзвичайно важливою проблемою у зв'язку з питанням дотримання авторського права як досвідчених, так і молодих архітекторів, особливо якщо учасниками конкурсу стають студенти архітектурних та будівельних навчальних закладів. Комплекс прав автора на результат його творчої діяльності в галузі архітектури виникає з моменту створення твору (у тому числі проєкту), незалежно від того, був він закінчений і оприлюднений або ні. Після реалізації проекту права автора на побудовані будівлі, споруди й інші твори як об'єкти авторського права також належать авторові, якщо вони не були передані за договором, а також з урахуванням норм законодавства відносно прав на об'єкти, створені в результаті виконання трудового договору і на замовлення. Авторське право на проєкт належить тільки автору (авторам) і охороняється згідно із Законами України. Як бачимо, судова та законодавча системи України дають змогу архітектору (або іншому власнику авторських прав) захистити свій проєкт і права на нього, покарати тих, хто посягає на чужу інтелектуальну власність, та притягнути порушників до відповідальності. Правова захищеність рівна для всіх учасників конкурсу і може допомогти юним архітекторам не лише здобути досвід у процесі розроблення проєкту, на різних стадіях конкурсу, а й у разі перемоги, надалі брати участь у його реалізації, за умови дотримання замовником та організатором установлених правил та умов.

Ключові слова: *право інтелектуальної власності; авторське право; архітектурний твір; архітектурний проєкт; архітектурні конкурси*

COPYRIGHT FOR THE PROJECT IN ARCHITECTURAL COMPETITIONS

BABENKO V.A.[1*], *Cand. Sc. (Hist.), Assoc. Prof.,*
DAVYDENKO K.O.[2], *Master*

[1*] Department of Ukrainian Study, Documentation and Information Activities, Prydniprovska State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (0562) 46-94-98, e-mail: ukr@.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-7105-4653
[2.] Department of Architecture, Prydniprovska State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (093) 25-46-196, e-mail: katerynadavydenko97@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6481-7747

Abstract. ***Problem statement.*** Works of architecture, as objects of copyright, is one of the key industries on which the economies of the countries of the modern world are based. The importance of architectural activity for the

harmonious development of society is unquestioning, both from the point of view of the development of projects and the creation of structures, the cultural value of which is of a spiritual nature, and due to the functional value of architecture, includes aesthetic, social and everyday components. Copyright in architectural works is an important form of protecting and enforcing the rights of architects and neglect of this right usually leads to litigation. There is a problem of awareness of copyright issues in Ukraine, both in architectural projects and in many aspects of architectural activities, in particular, the observance of the copyright of architects when their architectural projects participate in architectural competitions. ***The main objective.*** Research of architectural works submitted to competitions as objects of intellectual property rights, study and generalization of existing rules of participation of architectural projects in architectural competitions, legality of their use by competition customers and observance of copyrights of architects, including students and masters of architecture. ***Conclusions.*** The participation of architects in architectural competitions is an extremely important issue due to the copyright of both experienced and young architects, especially if the participants in the competition are students of architectural and construction universities. The complex of copyright on the result of his creative activity in the field of architecture arises from the moment of creation of the work (including the project), regardless of whether it was completed and published or not. After the implementation of the project, the author's rights to constructed buildings, structures and other works as objects of copyright also belong to the author, if they were not transferred under the contract, as well as taking into account the law on rights to objects created by the employment contract and to order. The copyright for the project belongs exclusively to the author (authors) and is protected in accordance with the Laws of Ukraine. As we can see, the judicial and legislative systems of Ukraine allow an architect (or other copyright owner) to protect his project and rights to it, to punish those who encroach on someone else's intellectual property and to bring violators to justice. Legal protection is equal for all participants of the competition and can help young architects not only to gain experience in project development, at different stages of the competition, but also in case of victory, to further participate in its implementation, subject to compliance with the rules and conditions.

Keywords: *intellectual property law; copyright; architectural work; architectural project; architectural competitions*

Постановка проблеми. Твори архітектури як об’єкти авторського права є результатом однієї з ключових індустрій, на якій базуються економіки країн сучасного світу. Значення архітектурної діяльності для гармонійного розвитку суспільства беззаперечне, як із точки зору розроблення проектів та створення споруд, культурна цінність яких має духовний характер, так і завдяки функціональній цінності архітектури, що містить у собі естетичну, соціальну та побутову складові.

«В архітектурному творі взаємозалежними є функціональні (корисність), естетичні (краса) і технічні (якість) функції» [1, с. 95]. Твори архітектури як об’єкти авторського права потребують особливої охорони та захисту в сучасному суспільстві. Авторське право на архітектурні твори – це важлива форма охорони та захисту прав архітекторів і нехтування цим правом зазвичай викликає судові спори.

В Україні до сьогодні існує проблема обізнаності з питань авторського права, як щодо архітектурних проєктів, так і щодо багатьох аспектів архітектурної діяльності, зокрема, щодо використання архітектурних проєктів як об’єктів права інтелектуальної власності (далі ОПІВ) у архітектурних конкурсах.

Згідно з Бернською конвенцією та Законом України «Про авторське право і суміжні права» (ст. 11) авторське право на твір «…виникає внаслідок факту його створення і не потребує виконання будь-яких формальностей у відповідному відомстві» [2]. Вказаний закон (ст. 8) відносить до об’єктів авторського права твори архітектури, містобудування і садово-паркового мистецтва та визначає поняття «твір архітектури» як «твір у галузі мистецтва спорудження будівель і ландшафтних утворень (креслення, ескізи, моделі, збудовані будівлі та споруди, парки, плани населених пунктів тощо)» [2].

Велика частка архітектурних творів виникає у вигляді проєктів та збудованих на їх основі архітектурних споруд унаслідок проведення архітектурних конкурсів різного рівня. Тому особливо актуальними на сьогодні постають наукові дослідження щодо правомірності використання авторських прав на архітектурні проєкти в архітектурних конкурсах.

Аналіз публікацій. Проблемі охорони та захисту архітектурних творів як об’єктів авторського права, приділяли увагу провідні вчені у галузі права ІВ, зокрема: П. Ю. Цибулев, Ю. Л. Бошицький, О. А. Підопригора, О. О. Підопригора, Р. В. Дробязко та інші. Наукова розвідка Н. Мироненко та Л. Работягової «Твір архітектури як об’єкт договірних відносин» не тільки аналізує нормативно-правову законодавчу базу в Україні, а й розкриває питання авторського права на архітектурний твір на різних стадіях проєктування [3].

Важливі аспекти захисту авторського права на твори архітектури та містобудування висвітили А. В. Солонар, О. В. Солонар, А. О. Вербицькою [4; 5]. Зокрема, стаття А. Вербицької «Окремі питання правового статусу суб’єктів авторського права в галузі архітектури» присвячена розкриттю прав співавторів архітектурного проекту [5].

Останніми роками з’явилися інші дослідження щодо авторських прав на твори архітектури, проблеми їх охорони та захисту, у яких взяли участь і молоді архітектори [6−8]. Однак ці дослідження не розглядають проблему дотримання прав інтелектуальної власності архітекторів на архітектурні проекти, що подаються на конкурси. У цьому аспекті заслуговує на особливу увагу лише монографія Ганни Бондар «Архітектурні конкурси та конкурси розвитку територій: демократія в дії», де розкрито структуру проведення конкурсів в Україні, нормативно-регулювальні фактори впливу на перебіг конкурсу, права та умови участі для учасників та замовників, висвітлено необхідність популяризації конкурсної практики, як обов’язкового елемента розроблення тендерних архітектурних проєктів і містобудівної документації [9].

Але проблему дотримання авторських прав архітекторів, у тому числі молодих архітекторів (студентів та магістрантів архітектурних спеціальностей) – учасників конкурсів досліджено недостатньо, вона потребує більш глибокого розгляду та вивчення, узагальнень та класифікації.

Мета роботи – розгляд архітектурних творів, що подаються на конкурси, як об’єктів права інтелектуальної власності, вивчення та узагальнення існуючих правил участі архітектурних проєктів в архітектурних конкурсах, правомірність їх використання замовниками конкурсів та дотримання авторських прав архітекторів, у тому числі студентів та магістрантів архітектури.

Виклад матеріалу. Конкурсні розробки проєктів набувають все більшої популярності в архітектурному середовищі, бо допомагають «гуманізувати» процеси аналізу середовища та архітектурного проєктування для забудови міст за допомогою залучення майстрів із різним рівнем практики та досвіду. Архітектурні конкурси – це форма творчого змагання, участь у якому дає змогу й студентам архітектурних та будівельних ЗВО поборотися на одному рівні з відомими архітекторами в абсолютно рівних умовах.

Участь архітекторів у творчих проєктних конкурсах наразі постає надзвичайно важливою проблемою у зв’язку з дотриманням авторського права молодих архітекторів, особливо якщо учасниками конкурсу стають студенти архітектурних та будівельних навчальних закладів.

Постановою Кабінету Міністрів України встановлено єдині вимоги до організації і проведення архітектурних та містобудівних конкурсів для виявлення кращих архітектурно-планувальних, інженерно-технічних та економічних проєктних пропозицій, ідей, концепцій щодо об'єктів архітектури та містобудування і визначення виконавців проєктно-кошторисної та містобудівної документації [10].

Розроблення проєктів об'єктів архітектури, згідно із Законом України «Про архітектурну діяльність», здійснюється тільки на конкурсній основі, бо реалізація цих проєктів має суттєвий вплив на розвиток і формування забудови населених пунктів, а також об'єктів, які розміщуються в зоні охорони пам'яток історії та культури або можуть негативно впливати на території та об'єкти природно-заповідного фонду.

Необхідність проведення таких конкурсів визначається згідно з вимогами містобудівного законодавства та за рішеннями центральних і місцевих органів виконавчої влади, виконавчих органів місцевих рад, а також за ініціативою замовників та об'єднань професійних архітекторів [11].

Архітектурні та містобудівні конкурси (місцеві, регіональні, всеукраїнські, міжнародні) проводяться «…для виявлення кращих архітектурно-планувальних, інженерно-технічних та економічних проектних пропозицій щодо об'єктів містобудування та архітектури і визначення виконавців проєктної документації <…> і можуть організовуватися також для виявлення кращої проектної пропозиції щодо забудови конкретних земельних ділянок. Архітектурні та містобудівні конкурси можуть проводитися також із метою виявлення оптимальних шляхів розв'язання науково-технічних проблем удосконалення будівництва і будівельного виробництва, вирішення окремих складних інженерно-технічних питань» [11, ст. 6].

Як відомо, існують різні види архітектурних конкурсів. В Україні з кожним днем набувають популярності відкриті архітектурні конкурси. Особливість саме відкритого типу конкурсів у тому, що вони проводяться без обмеження кількості учасників та доступні для всіх майстрів, професійний рівень яких відповідає вимогам, установленим умовами конкурсу. На думку Г. Бондар, відкритий конкурс – «радше “конкурс ідей”, а не проектів», «радше конкурс концепцій…» [9, с. 51]. Та чи на рівних відбувається дотримання авторських прав молодих та маститих учасників конкурсів? Ця проблема потребує більш глибокого дослідження.

Окрім відкритого, існують також закритий та замовлений види конкурсу. До участі у закритому конкурсі запрошуються конкретні учасники, або учасники методом відбору на умовах, що встановлюються замовником конкурсу. Закритий конкурс – це «радше «конкурс проєктів», а не ідей» [9, с. 52].

Замовлений конкурс проводиться у формі закритого конкурсу із замовленням проектів на договірних засадах. Інколи можливе проведення першого туру за умовами відкритого конкурсу, без обмежень кількості учасників та їх професійного рівня, а запрошення до другого туру учасники отримують безпосередньо за правилами закритого або замовленого конкурсу. Види архітектурних конкурсів за їх сутнісними ознаками подано в таблиці 1.

Таблиця 1

Сутнісні ознаки архітектурних конкурсів за їх основними видами*

Назва конкурсу	Форма проведення конкурсу	Відбір учасників (кількісний та якісний)	Доступність конкурсу
Відкритий «Конкурс ідей», а не проектів», «конкурс концепцій»	Відкрита	Проводиться без обмеження кількості учасників	Доступний для всіх майстрів, професійний рівень яких відповідає вимогам, установленим умовами конкурсу.
Закритий «Конкурс проектів», а не ідей»	Закрита	Конкретні учасники, будь-які учасники методом відбору	Відбір на умовах, установлених замовником конкурсу.
Замовлений	Форма закритого конкурсу	З обмеженнями щодо учасників закритого або замовленого конкурсу	Відбір учасників із замовленням проектів на договірних засадах.
	Змішана форма: − перший тур за умовами відкритого конкурсу, − другий тур за умовами закритого або замовленого конкурсу.	− без обмежень кількості учасників та їх професійного рівня; − з обмеженнями закритого або замовленого конкурсу	− доступний для всіх майстрів, професійний рівень яких відповідає вимогам, установленим умовами конкурсу; − відбір на умовах, установлених замовником конкурсу.

*Таблицю створено авторами на основі джерел [9; 10; 13].

Архітектурні конкурси, як особливе явище в професійному середовищі, досить популярні серед замовників, бо надають змогу і задовольнити потреби замовника і,

одночасно, поліпшити архітектурне середовище для його майбутніх користувачів. Проте сам процес проведення конкурсів дуже складний, багатоетапний, потребує чіткої організації і структурованості, збереження анонімності та абсолютної нейтральності членів журі, до складу якого повинно входити не менш як дві третини висококваліфікованих фахівців у сфері містобудування та архітектури.

Програми й умови архітектурних та містобудівних конкурсів складаються за участю Національної спілки архітекторів України або її місцевих організацій. Тривалість відкритого конкурсу з одного туру повинна бути не меншою ніж чотири місяці, при цьому часу на розроблення проєктів відводиться не менше двох місяців [11, ст. 6].

Конкурсний проєкт належить автору (авторам) та охороняється згідно з пунктом 59 Постанови Кабінету Міністрів України від 25 листопада 1999 р. № 2137 «Порядок проведення архітектурних та містобудівних конкурсів», Законами України «Про авторське право і суміжні права» та «Про архітектурну діяльність» [10].

Для чіткого врегулювання відносин між авторами конкурсного проєкту та організатором укладається декларація авторства – основний документ, підписаний авторами та замовником (організатором), яка унеможливлює непорозуміння на етапі оприлюднення результатів. Цей документ базується на положеннях ст. 32 Закону України «Про авторське право і суміжні права» та ст. 6 Закону України «Про архітектурну діяльність», щодо яких: «Інформація про оголошення і результати конкурсу повинна бути оприлюднена у відповідних друкованих засобах масової інформації» [2; 11]. Інформація про учасників команди та авторів проєкту (прізвища, імена, по батькові, адреси, банківські реквізити, ідентифікаційні коди), а також пропозиції щодо розподілу можливої премії між членами авторського колективу, завірені їх підписами, подаються в запечатаному конверті з девізом.

Декларація авторства звільняє замовника конкурсу від проблеми розподілу досягнень в авторському колективі, та чітко прописує відсоткові співвідношення витрачених зусиль для розподілу ймовірних подальших грошових винагород. Але замовник має пам’ятати, що згідно із Законом України «Про архітектурну діяльність», «автор проєкту, який переміг у конкурсі, має переважне право на подальше розроблення проєктної документації, якщо інше не передбачено умовами конкурсу», а також, що «особа, конкурсний проєкт якої визнано кращим, користується переважним правом його реалізації» [11].

Важливим аспектом, з точки зору охорони авторських прав архітекторів – переможців конкурсу, є прописане у пункті 56 Постанови Кабінету Міністрів України «Порядок проведення архітектурних та містобудівних конкурсів» положення, згідно з яким: «Якщо переможець конкурсу з будь-яких причин не може безпосередньо здійснювати подальше розроблення проєктно-кошторисної або містобудівної документації, за ним зберігається право на авторську участь у цій роботі або, за його згодою, на отримання відповідної авторської винагороди за використання його конкурсного проєкту в порядку, встановленому законодавством» [10]. У разі відмови переможця конкурсу від подальшої реалізації його конкурсного проєкту замовник конкурсу на підставі рекомендацій журі, викладених у протоколі про підсумки конкурсу, може обрати для реалізації інший премійований проєкт.

Найчастіше автором проєкту виступає не одна людина, а творчий колектив, який може складатися з різних за фахом та кваліфікаційним рівнем осіб. І тоді виникає питання співавторства та його основних принципів, прописаних у законодавстві. Особливо важливий принцип, який регулює значущість роботи кожного з учасників у відсотковому співвідношенні до повного обсягу проєкту та який має оговорюватися співавторами в усній або письмовій угоді перед початком роботи над проектом. Таким чином, за допомогою декларації авторства,

організатор (замовник) знімає із себе відповідальність щодо вирішення спірних ситуацій серед команди (авторського колективу учасників) та в разі їх виникнення має право вилучити проєкт із фіналу конкурсу.

Авторське право, у випадку колективної роботи над проєктом, належить усім співавторам незалежно від того, чи утворює такий твір одне нерозривне ціле або складається із частин, кожна з яких має самостійне значення (роздільне і нероздільне співавторство). Якщо твір, створений у співавторстві, утворює одне нерозривне ціле, жоден із співавторів не може без достатніх підстав відмовити іншим у дозволі на опублікування, інше використання або зміну твору.

Слід зауважити, що право на твір рівнозначне навіть у разі співпраці різних за рівнем досвіду творців, як, наприклад, у студентських командах під керівництвом досвідченого архітектора. Але у разі порушення спільного авторського права кожен співавтор може доводити своє право в судовому порядку [2]. Результати конкурсу також можна оскаржити в судовому порядку [9, с. 34]. Лише якщо твір, створений у співавторстві, складається з частин, кожна з яких має самостійне значення, кожен із співавторів має право використовувати створену ним частину твору на власний розсуд, якщо інше не передбачено угодою між співавторами.

Оголошення інформації та результатів конкурсу зазвичай відбувається у відповідних друкованих засобах масової інформації, згідно з попередньо узгодженими термінами. Виявлення переможців передбачає надання автору переможного проєкту, окрім визнання та матеріальної винагороди, заохочувального права на розроблення робочої документації на всіх стадіях реалізації проєкту (якщо в декларації не зазначено інше) [10]. У випадку порушень щодо авторського права учасників конкурсу ціна відповідальності визначається згідно з чинним законодавством України. Зокрема, адміністративна і кримінальна відповідальність за порушення прав інтелектуальної власності передбачається ст. 51-2 Кодексу України «Про адміністративні правопорушення», яка визначає покарання у вигляді штрафу від 170 до 3 400 грн, та ст. 176 Кримінального кодексу України, що передбачає відповідальність порушника авторських прав у вигляді штрафу від 3 400 до 51 000 грн або позбавлення волі на термін від трьох до шести років із забороною певної професійної діяльності на строк до трьох років або таку, що вимагає конфіскації і знищення всіх екземплярів твору [12].

Під час проведення архітектурних конкурсів, участь у яких беруть і студенти (магістранти) архітектурних спеціальностей будівельних ЗВО, трапляються непоодинокі випадки недотримання замовниками (організато-рами) конкурсів авторського права молодих архітекторів на розроблений ними проєкт. Як відомо, студенти та магістранти архітектурних спеціальностей охоче беруть участь у подібних конкурсах.

На слушну думку Ганни Бондар, «Конкурс є соціальним ліфтом для молодих фахівців. Суто на конкурсній основі молоді команди можуть отримати важливе, значуще для суспільства замовлення» [9, с. 32]. На практиці відомі факти, коли після перемоги у конкурсі архітектурного проекту та його подальшої реалізації імена авторів-студентів не було внесено в авторський колектив розробників. Окрім цього, під час підписання декларацій авторства допускаються нечіткі або протирічні формулювання, що можуть спричинити порушення авторських прав учасників конкурсу.

Прикладом зазіхання на майнове право автора можна вважати Міжнародний архітектурний конкурс, що проводився навесні 2020 року у Львові під керівництвом організації Contest, яка в декларації авторства зазначила пункт 4: «Співавтори погодилися передати виключні майнові авторські права Замовнику Міжнародного відкритого архітектурного конкурсу на кращу проєктну пропозицію торгового центру з готельним блоком Grand Hotel Lviv

та конференц-залом по вул. Дорошенка, 2 у м. Львові (далі − Замовник). Виключні майнові авторські права передаються Замовнику на строк охорони авторського права і діють (розповсюджуються) як на території України, так і за її межами».

Згідно з усіма законодавчими та нормативними документами, зокрема, Законом України про авторське право і суміжні права, до майнових прав автора (чи іншої особи, яка має авторське право) належать: право на використання твору; виключне право дозволяти використання твору; право перешкоджати неправомірному викори-станню твору, у тому числі забороняти таке використання.

Діючі в Україні «Рекомендації щодо забезпечення правомірності створення та використання творів архітектури» чітко прописують виключні права авторів на використання творів архітектури, містобудування, садово-паркового мистецтва та передбачають і право їх участі в реалізації проєктів цих творів. Якщо автори проєктів архітектурних конкурсів згодні передати свої виключні майнові права, вони мають укласти договори про передачу прав на використання творів архітектури.

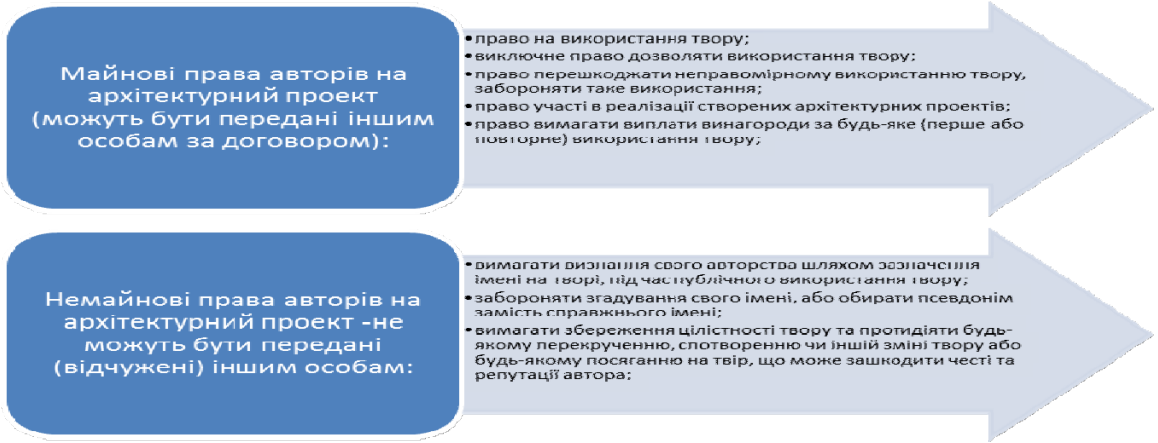
Договори укладаються в письмовій формі. Важливим аспектом в укладанні подібного договору постає таке: «Договір про передачу прав на використання творів вважається укладеним, якщо між сторонами досягнуто згоди щодо всіх істотних умов (строку дії договору, способу використання твору, території, на яку поширюється передаване право, розміру та порядку виплати авторської винагороди, а також інших умов, щодо яких на вимогу однієї із сторін має бути досягнуто згоди)».

Як бачимо, у наведеній вище декларації авторства, такі важливі пункти використання об’єкта права інтелектуальної власност, як розмір та порядок виплати авторської винагороди не були прописані в означеному документі. Навіть територію використання ОПІВ чітко не визначено [13].

На практиці реальна ситуація визнання авторських прав через судову систему найчастіше виникає у випадках, коли конкурсний проект передається на стадію робочої документації без попереднього узгодження з авторами. В такій ситуації учасник може звернутися до Постанови Кабінету Міністрів, яка визначає, що премії та додаткові види заохочень не наділяють організаторів жодними майновими правами на відзначений ними проект [10]. Тому автори проєктів мають право, користуючись своїми майновими правами, вимагати окремої винагороди (незалежно від отриманої премії) за будь-яке (перше чи повторне) використання твору. Майнові та немайнові права авторів архітектурних проєктів, що подаються на конкурси, можна класифікувати та навести у вигляді таблиці (табл. 2.).

Таблиця 2

Майнові та немайнові права авторів архітектурних проектів в архітектурних конкурсах*



*Таблицю створено авторами на основі джерел [2; 10].

За висновками вказаного конкурсу не було виявлено порушень щодо майнових прав, автори-переможці були визначені та отримали власні винагороди, а колектив, що посів перше місце, отримав право на подальше розроблення проєкту. В даному випадку цей пункт можна вважати просто юридично нечітко прописаним за формулюванням, але якби виникла суперечлива ситуація, довести свою правоту та захистити свої майнові права авторам було б досить важко, або навіть неможливо.

Висновки. Таким чином, комплекс прав автора на результат його творчої діяльності в галузі архітектури виникає з моменту створення твору (у тому числі проєкту), незалежно від того, був він закінчений і обнародуваний або ні. Після реалізації проєкту права автора на побудовані будівлі, споруди й інші твори як об'єкти авторського права також належать авторові, якщо вони не були передані за договором, а також з урахуванням норм законодавства відносно прав на об'єкти, створені в результаті виконання трудового договору і на замовлення.

У разі відмови переможця конкурсу від подальшої реалізації його конкурсного проєкту замовник конкурсу на підставі рекомендацій журі, викладених у протоколі про підсумки конкурсу, може обрати для реалізації інший премійований проєкт, але не може займатися подальшим розробленням на базі існуючих напрацювань. Авторське право на проєкт належить тільки автору (авторам) і охороняється згідно із Законами України [2; 10; 11; 13].

Як бачимо, судова та законодавча системи України дають змогу архітектору (або іншому власнику авторських прав) захистити свій проєкт і права на нього, покарати тих, хто посягає на чужу інтелектуальну власність та притягнути порушників до відповідальності. Правова захищеність рівна для всіх учасників конкурсу і може допомогти юним архітекторам-початківцям не лише здобути досвід у процесі розроблення проєкту, на різних стадіях конкурсу, а й, у разі перемоги, надалі брати участь у його реалізації, за умови дотримання замовником та організатором установлених правил та умов.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Право інтелектуальної власності : науково-практичний коментар до Цивільного кодексу України. За заг. ред. М. В. Паладія, Н. М. Мироненка, В. О. Жарова. Київ : Парламентське вид-во, 2006. 432 с.
2. Про авторське право і суміжні права : Закон України від 23.12.1993 № 3792-XII. URL: http://zakon3.rada.gov.ua/ laws/show/3792-12
3. Мироненко Н., Работягова Л. Твір архітектури як об'єкт договірних відносин. *Теорія і практика інтелектуальної власності.* 2013. № 6. С. 10–18. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Tpiv_2013_6_3
4. Солонар А. В., Солонар О. В. Питання захисту авторського права у сфері архітектури й містобудування: практичний аспект. *Порівняльно-аналітичне право*. 2016. № 4. С. 157−160.
5. Вербицька А. О. Архітектурні твори як об’єкти права інтелектуальної власності. Тенденції та інновації. *Інтернаука. Серія: «Юридичні науки».* 2018. № 4 (9). С. 21−25.
6. Бабенко В. А., Рижкова А. І. Законодавство України щодо творів архітектури та його правозастосування. *Законодавство України у сфері інтелектуальної власності та його правозастосування : національні, європейські та міжнародні виміри* : матер. VII Всеукр. наук.-практ. конф. мол. вч. та студ. з проблем інтелектуальної власності. Київ : КНУ, 2019. С. 23−27.
7. Бабенко В. А., Рижкова А. І. Проблеми правової охорони та захисту творів архітектури, як об’єктів права інтелектуальної власності. *Проблеми та перспективи розвитку в інформаційному суспільстві* : тези Всеукр. наук.-практ. конф. «Інтелектуальна власність в Україні». Упорядники : М. В. Савицький, Г. П. Євсєєва, В. А. Бабенко. Київ − Дніпро : НДІ ІВ НАПрНУ − ПДАБА, 2019. 424 с. С. 308−316.
8. Бабенко В. А., Терно Ю. В. Види порушень авторських прав на архітектурні твори. *Проблеми та перспективи розвитку в інформаційному суспільстві :* тези Всеукр. наук.-практ. конф. «Інтелектуальна власність в Україні». Упорядники : М. В. Савицький, Г. П. Євсєєва, В. А. Бабенко. Київ − Дніпро : НДІ ІВ НАПрНУ − ПДАБА, 2019. 424 с. С. 347−353.
9. Бондар Г. Архітектурні конкурси та конкурси розвитку територій : демократія в дії. Київ : Арт-Книга, 2017. С. 83−87, 262−267.

10. Про затвердження Порядку проведення архітектурних та містобудівних конкурсів : Постанова Кабінету Міністрів України від 25.11.1999 № 2137-99-п. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2137-99

11. Про архітектурну діяльність : Закон України від 20.05.1999 № 687. URL : https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/687-14

12. Кримінальний кодекс України : Кодекс України, Кодекс, Закон від 05.04.2001 № 2341-III. *Відомості Верховної Ради України (ВВР).* Ст. 176 № 1977-VIII від 23.03.2017.

13. Рекомендації щодо забезпечення правомірності створення та використання творів архітектури. URL:https://www.me.gov.ua/Documents/Detail?lang=uk-UA&id=b2fa2348-98d5-4ba5-8c6e7963432eaff7&title=RekomendatsiiSchodoZabezpechenniaPravomirnostiStvorenniaTaVikoristanniaTvorivArkhitekturi&isSpecial=true

REFERENCES

1. *Pravo intelektualnoi vlasnosti : naukovo-praktychnyi komentar do Tsyvilnoho kodeksu Ukrainy by M. V. Paladiia, N. M. Myronenko, V. O. Zharova* [Intellectual property law: Scientific and practical commentary to the Civil Code of Ukraine. For gen. ed. M.V. Palladium, N.M. Mironenko, V.O. Zharova]. Kyiv : Parlamentske vydavnytstvo Publ., 2006, 432 p. (in Ukrainian)

2. *Pro avtorske pravo i sumizhni prava : Zakon Ukrainy vid 23.12.1993 № 3792-XII* [On copyright and related rights : Law of Ukraine of 23.12.1993 no. 3792-XII]. URL: http://zakon3.rada.gov.ua/ laws/show/3792-12 (in Ukrainian)

3. Myronenko N. and Rabotiahova L. *Tvir arkhitektury yak obiekt dohovirnykh vidnosyn* [The work of architecture as an object of contractual relations]. *Teoriia i praktyka intelektualnoi vlasnost* [Theory and practice of intellectual property]. 2013, no. 6, pp. 10–18. URL : http://nbuv.gov.ua/UJRN/Tpiv_2013_6_3. (in Ukrainian)

4. Solonar A.V. and Solonar O.V. *Pytannia zakhystu avtorskoho prava u sferi arkhitektury y mistobuduvannia: praktychnyi aspekt* [Issues of copyright protection in the field of architecture and urban planning: a practical aspect]. *Porivnialno-analitychne parvo* [Comparative and analytical law]. 2016, no. 4, pp. 157−160. (in Ukrainian)

5. Verbytska A.O. *Arkhitekturni tvory yak obiekty prava Intelektualnoi vlasnosti. Tendentsii ta innovatsii* [Architectural works as objects of intellectual property law. Trends and innovations]. *Internauka. Seriia: «Iurydychni nauky»* [Internauka. Series "Legal Sciences"]. 2018, no. 4 (9), pp. 21−25. (in Ukrainian)

6. Babenko V.A. and Ryzhkova A.I. *Zakonodavstvo Ukrainy shchodo tvoriv arkhitektury ta yoho pravozastosuvannia* [Legislation of Ukraine on architectural works and its law enforcement]. *Natsionalni, yevropeiski ta mizhnarodni vymiry : materialy VII Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii molodykh vchenykh ta studentiv z problem intelektualnoi vlasnosti «Zakonodavstvo Ukrainy u sferi intelektualnoi vlasnosti ta yoho pravozastosuvannia* [National, European and international dimensions : Proceedings of the VII All-Ukrainian scientific-practical conference of young scientists and students on intellectual property “Legislation of Ukraine in the field of intellectual property and law enforcement”. Kyiv : KNU Publ., 2019, pp. 23−27. (in Ukrainian)

7. Babenko V.A. and Ryzhkova A.I. *Problemy pravovoi okhorony ta zakhystu tvoriv arkhitektury, yak obiektiv prava intelektualnoi vlasnosti* [Problems of legal protection and protection of architectural works as objects of intellectual property law]. *Intelektualna vlasnist v Ukraini: problemy ta perspektyvy rozvytku v informatsiinomu suspilstvi : tezy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii 28-29 november 2019* [Intellectual property in Ukraine: problems and prospects of development in the information society : abstracts of the All-Ukrainian scientific-practical conference. Correct by M.V. Savytskyi, H.P. Yevsieieva and V.A. Babenko. Kyiv – Dnipro : NDI IV NAPrNU – PDABA Publ., 424 p., pp. 308–316. (in Ukrainian)

8. Babenko V.A. and Terno Yu.V. *Vydy porushen avtorskykh prav na arkhitekturni tvory* [Types of Copyright Infringements on Architectural Works]. *Intelektualna vlasnist v Ukraini: problemy ta perspektyvy rozvytku v informatsiinomu suspilstvi : tezy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii* [Intellectual Property in Ukraine: Problems and Prospects for Development in the Information Society : abstracts of the All-Ukrainian Scientific and Practical Conference]. Correct by M.V. Savytskyi, H.P. Yevsieieva and V.A. Babenko. Kyiv – Dnipro : NDI IV NAPrNU – PDABA Publ., 424 p., pp. 347–353. (in Ukrainian)

9. Bondar H. *Arkhitekturni konkursy ta konkursy rozvytku terytorii : demokratiia v dii* [Architectural and territorial development competitions : democracy in action]. Kyiv : Art-Knyha Publ., 2017, pp. 83–87, 262–267. (in Ukrainian)

10. *Pro zatverdzhennia Poriadku provedennia arkhitekturnykh ta mistobudivnykh konkursiv : Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 25.11.1999 № 2137-99-p* [About the statement of the Order of carrying out architectural and town-planning competitions : the Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine from 11/25/1999 № 2137-99-p]. URL : https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2137-99. (in Ukrainian)

11. *Pro arkhitekturnu diialnist: Zakon Ukrainy vid 20.05.1999 № 687* [On architectural activity : law of Ukraine of 20.05.1999 no. 687]. URL : https://zakon.rada.gov.ua/ laws/show/687-14. (in Ukrainian)

12. *Kryminalnyi kodeks Ukrainy : Kodeks Ukrainy, Kodeks, Zakon vid 05.04.2001 № 2341-III. Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy (VVR), st. 176 № 1977-VIII vid 23.03.2017* [Criminal Code of Ukraine : Code of Ukraine, Code, Law of 05.04.2001 no. 2341-III. Information of the Verkhovna Rada of Ukraine (VVR), art. 176 no. 1977-VIII of 23.03.2017]. (in Ukrainian)

13. *Rekomendatsii shchodo zabezpechennia pravomirnosti stvorennia ta vykorystannia tvoriv arkhitektury* [Recommendations for ensuring the legality of the creation and use of architectural works]. URL:https://www.me.gov.ua/Documents/Detail?lang=uk-UA&id=b2fa2348-98d5-4ba5-8c6e7963432eaff7&title=RekomendatsiiSchodoZabezpechenniaPravomirnostiStvorenniaTaVikoristanniaTvorivArkhitekturi&isSpecial=true. (in Ukrainian)

Надійшла до редакції: 12.01.2021.

УДК 711.43:379.8
DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.230221.36.715

СЕРЕДОВИЩЕ ІСТОРИЧНИХ АРЕАЛІВ МІСТ ЯК ОСНОВА ФОРМУВАННЯ ІНТЕРАКТИВНОЇ РЕКРЕАЦІЇ

ГНІЛОСКУРЕНКО М. В., *аспір.*

Кафедра теорії, історії архітектури та синтезу мистецтв, Національна академія образотворчого мистецтва та архітектури, Вознесенський узвіз, 20, 02000, Київ, Україна, тел. +38 (096) 412-11-39, e-mail: maria.gniloskurenko@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3578-4752

Анотація. ***Постановка проблеми.*** В сучасній містобудівній практиці розвитку історичних міст досі недостатньо визначені роль та потенціал середмістя, не розкриті особливості його збереження та можливого розвитку. В Україні досі не існує чіткого визначення поняття «середмістя», що не сприяє сталому містобудівному та архітектурному розвитку історичних міст. Наразі існують різні трактування такої містобудівної категорії як середмістя. За дослідником М. Бевзом, «середмістя» дає рідкісну можливість прослідкувати тисячолітню еволюцію міського планувального укладу, що в Україні мало де можна спостерегти. Деякі дослідники вважають, що середмістя – це важливий комунікаційний вузол і особливий простір, у який впроваджено різноманітні функції міського життя, в усій його еволюції, видозміні, значеннях і сприйняттях (О. Рибчинський «Формування і ревіталізація середмість історичних міст України»). Автор дослідження вважає найдоцільнішим розглядати поняття «середмістя» як ідентичне до поняття «історичне ядро міста». Характеристика поняття «історичний ареал міста» з'явилася лише у 2000 році в Законі України «Про охорону культурної спадщини» як частина населеного місця, що зберегла об'єкти культурної спадщини і пов'язані з ними розпланування та форму забудови, які походять із попередніх періодів розвитку, типові для певних культур або періодів розвитку. Одним із найвагоміших методів збереження та належної модернізації середовища історичних ареалів слід вважати «реваloризацію», що сприяє підвищенню культурної цінності історичного центру міста. **Мета статті –** висвітлити значення історичного ареалу як основи формування інтерактивної рекреації. **Результати**. Впровадження в теорію і практику вітчизняної реконструкції міського середовища реваloризації на основі всебічних і ґрунтовних теоретичних досліджень, а також ідей з поліпшення та облаштування міського простору з орієнтацією на вдалі зарубіжні рішення з використання культурного потенціалу центральних ареалів історичних міст у системі інтерактивної рекреації. Місто повинно розглядатись як мультифункціональне явище в розмаїтті проявів через його загальне культурно-історичне значення. У цьому контексті історичний центр міста є концентрацією інтерактивного спілкування мешканців. Інтерактивне спілкування – це в першу чергу обмін ідеями щодо вдосконалення міського середовища й активізації інформаційного обміну між людьми. У такій взаємодії людей та середовища особливого значення набуває відображення емоційної реакції людини на складене архітектурно-містобудівне середовище з його історично сформованим «людським» масштабом і багатством форм, що, у свою чергу, являє собою необхідну захисну реакцію сучасної людини на «стандартизацію» нового міського будівництва. Створення інтерактивної рекреації на основі культурного потенціалу історичних ареалів міста дозволяє формувати в цих ареалах повноцінні інтерактивні рекреаційні простори в об'єднанні існуючої та нової забудови. ***Наукова новизна і практична значимість.*** Через активне зростання вимог до якості та комфортності містобудівного простору історичного ядра міста практичним значенням дослідження бачиться вивчення історично сформованої субстанції міста, її автентичності; збереження, відродження та розвитку історичного образу середмістя на принципах реваloризації. Сьогодні виникла необхідність пошуку та розроблення методів активізації середмість, одним із яких стало створення інтерактивних рекреацій, що допоможе відповідно адаптувати містотвірне та функціональне значення їх історичних ареалів до нових потреб.

Ключові слова: *середмістя; центральний ареал; історичне місто; історичне середовище; реваloризація; інтерактивна рекреація*

ENVIRONMENT OF HISTORICAL AREAS OF CITIES AS A BASIS FOR THE FORMATION OF INTERACTIVE RECREATION

HNILOSKURENKO M.V., *Postgraduate Student*

Department of Theory, History of Architecture and Synthesis of Arts, National Academy of Fine Arts and Architecture, 20,Voznesenskyi Descent, 02000, Kyiv, Ukraine, tel. +38 (096) 412-11-39, e-mail: maria.gniloskurenko@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3578-4752

Abstract. ***Problem statement.*** In the modern urban planning practice of development of historical cities the role and potential of the city center are still insufficiently defined, features of its preservation and possible development are not revealed. In Ukraine, there is still no clear definition of the concept of "city center", which does not contribute to the sustainable urban and architectural development of historic cities. Today there are different interpretations of such an urban category as "city center". According to the researcher M. Bevz, the "city center" provides a rare opportunity to trace the millennial evolution of the urban planning system, which is rare in Ukraine. Some researchers believe that the city center is an important communication hub and a special space in which various functions of urban life are introduced, in all its evolution, modification, meanings and perceptions (O. Rybchynsky "Formation and revitalization of historical cities of Ukraine"). The author of the study considers it most appropriate to consider the concept of "city center" as identical to the concept of "historical core of the city". Characteristics of the concept of "historic area of the city" appeared only in 2000 in the Law of Ukraine "On Protection of Cultural Heritage" as part of the settlement, which preserved cultural heritage sites and related planning and form of construction that originate from previous periods of development, typical of certain crops or periods of development. One of the most important methods of preserving and properly modernizing the environment of historical areas should be considered "revalorization", which contributes to the cultural value of the historic city center. ***The purpose of the article*** is to highlight the importance of the historical area as a basis for the formation of interactive recreation. ***Results.*** Implementation of revalorization into the theory and practice of domestic reconstruction of the urban environment on the basis of comprehensive and deep theoretical research, as well as ideas for improving and arranging urban space with a focus on successful foreign solutions for using the cultural potential of the central areas of historical cities in the system of interactive recreation. The city should be considered as a multifunctional phenomenon in the diversity of manifestations due to its general cultural and historical significance. In this context, the historic city center is a concentration of interactive communication between residents. Interactive communication is primarily an exchange of ideas for improving the urban environment and enhancing information exchange between people. In such interaction of people and environment of special importance acquires the reflection of human emotional reaction to the made architectural and town-planning environment with its historically formed "human" scale and richness of forms that in turn is necessary protective reaction of the modern person to "standardization" of new city building. The creation of interactive recreation based on the cultural potential of the historic areas of the city allows to form in these areas full-fledged interactive recreational spaces in the combination of existing and new buildings. ***Scientific novelty and practical significance.*** Due to the active growth of requirements for the quality and comfort of the urban space of the historic core of the city, the practical significance of the study is to study the historically formed substance of the city, its authenticity; preservation, revival and development of the historical image of the city center on the principles of revalorization. Today there is a need to find and develop methods of activating the environment, one of which is the creation of interactive recreation, which will help to adapt the city-forming and functional significance of their historic areas to new needs.

Keywords: *city center; central area; historical city; historical environment; revalorization; interactive recreation*

Постановка проблеми. В останні десятиліття в містобудівній практиці надто інтенсифікувалось нове будівництво в складеній структурі історичного ареалу *середмістя*. Це досі перманентно створює низку проблем у взаємодії історично складеної міської субстанції й часто надто агресивних у стосунку до історичного середовища нових споруд і комплексів. Крім того, така практика викликає прояви дискомфорту для міського соціуму, головно в аспекті забезпечення гармонійної системи міської рекреації. Все це викликає потребу створення комфортної інтерактивної відпочинкової мережі, яка могла б хоч частково компенсувати мешканцям і гостям міста предметні та моральні втрати, спровоковані дисонансним вторгненням нової забудови в історичну тканину середмість. Однак ця тема досі не отримала ґрунтовного дослідження, необхідного для формування стратегії подальшого розвитку історичних міст.

Аналіз публікацій. Починаючи з другої половини XX ст. у світовій містобудівній практиці теоретичні та практичні напрацювання викладені у численних міжнародних документах – хартіях (Венеціанська хартія 1964 р., Флорентійська хартія 1981 р., Краківська хартія 2000 р. та ін.), конвенціях (конвенція UNESCO про захист світової культурної та природної спадщини 1972 р., Конвенція про охорону нематеріальної культурної спадщини 2003 р.), рекомендаціях UNESCO (рекомендація про охорону на національному рівні культурної та природної спадщини 1972 р., рекомендація про збереження і сучасну роль історичних ансамблів 1976 р. та ін.) та актах,

розроблених та схвалених міжнародними організаціями, що займаються охороною містобудівної спадщини історичних міст (UNESCO, ICOMOS та ін.) [1].

Нині в українському законодавстві відбувається поступова адаптація та впровадження цих документів. Питаннями дослідження методів охорони та реставрації пам'яток займалися такі зарубіжні дослідники як Р. Андрас («Reconstruction – from the Venice charter to the Charter of Krakow») [2], А. Томашевський («Environmental preventive conservation») [3], Б. Римашевський та В. Борусевич («Реконструкционные и реставрационные проблемы старых городов Польши») [4], Д. Клосек-Козловська («The protection of urban heritage: the social evaluation of the space in historic towns») [5] та ін.

У вітчизняній практиці дослідження історичної архітектурної спадщини міст почалося з публікацій про окремі архітектурні пам'ятки у XIX–XX ст. Прикладами можуть слугувати праці М. Берлінського («Краткое описание Киева») [6], В. Тимофієнка («Формирование градостроительной культуры Юга Украины») [7] та ін. У 1957 році була видана праця «Нариси історії архітектури Української РСР» [8] в більшості про мурована архітектуру України.

Тільки починаючи з 70-х років XX ст. пам'яткоохоронні дослідження розповсюдились і на навколишнє історичне середовище пам'ятки. Серед праць можна виділити дослідження А. Іконникова («Старое и новое в системе города. Памятники архитектуры в структуре городов СССР») [9], М. Гуляницького («О современном значении понятия «памятник архитектуры»», «Историко-архитектурное наследие в структуре современного города») [10; 11], О. Беккера («О сохранении градостроительных систем прошлого», «Градостроительные проблемы сочетания нового строительства с историко-культурным наследием») [12; 13], М. Кудрявцева («Развитие планировочной структуры городов с учетом историко-архитектурного наследия») [14] та ін.

У розробленні методик та теоретичних засад із охорони та збереження пам'яток архітектури у системі історичного міста відомі праці Ю. Ранінського («Памятники архитектуры и градостроительства») [15] та Л. Андреєва («Основы исследования и реконструкции города») [16]. Тема охорони урбаністичних пам'яток відображена у працях Т. Устенко, Є. Кондратенка та Є. Водзинського («Формирование архитектурно-художественного облика центров городов») [17], Л. Скорик («Особливості функціонального використання історичної спадщини в структурі міського центру») [18], В. Вечерського («Спадщина містобудування України») [19], Б. Колоска («Пам'ятки містобудування та їх охорона») [20] та ін. Однак більшість цих дослідженнь мало торкалася теми розкриття цінності та ролі *середмість історичних міст*.

Результати дослідження. Термін *«історичне місто»* вперше озвучений в «Міжнародній хартії про охорону історичних міст (1987 р.)», ухваленій Міжнародною радою з питань пам'яток і визначних місць (ICOMOS). У хартії наголошувалось на необхідності визнання охорони історичної спадщини невіддільною складовою у векторі сучасного розвитку історичних міст [21]. В українському законодавстві використовується термін *«історичне населене місце»* та *«історичний ареал населеного місця»*. Згідно з Постановою КМ України від 26 липня 2001 р. створено список історичних населених місць України, за яким їх налічується 401 [22].

Із давніх часів на формування міст впливали природні умови, соціальні процеси, рівень розвитку культури, що відобразилось у міській просторовій структурі із характерною для неї системою вулиць, площ, забудовою, що з часом змінювалась, розвивалась залежно від резервних умов території та містобудівних тенденцій, формуючи міське середовище значної урбаністичної вартості в кожному часовому відрізку. За Є. Михайловським, *«історичне середовище»* – важлива складова сформованого міського середовища, що

складається із системи будівель та споруд, просторового оточення, структури вулиць та площ, у комплексі всіх явищ, що виникають у їх взаємодії [23].

Безперервний розвиток міст уявнив потребу збереження культурної архітектурно-містобудівної спадщини та розроблення методів її охорони. В цьому процесі виникло поняття комплексної охорони *«історичного ареалу»*, що згідно зі ст. 1 Закону України «Про охорону культурної спадщини» визначається як частина населеного місця, в якій збереглися об'єкти культурної спадщини на історичному розпланування і в тканині забудови, що віддзеркалює різні періоди розвитку міст [24; 25]. У Порядку, затвердженому Кабінетом Міністрів, визначаються межі та режими використання історичних ареалів [26].

Межі історичних ареалів визначаються спеціальною науково-проектною документацією під час розроблення історико-архітектурних опорних планів історичних міст і зазвичай проводяться вздовж їх розпланувальних і природних рубежів, що нерідко відокремлюють історичний ареал від решти міських територій. Історико-архітектурні опорні плани розробляються на основі комплексних досліджень усієї території історичного населеного місця та його найближчого оточення [26].

Режими використання історичних ареалів визначаються їх історико-культурним потенціалом (кількістю, видами, типами й категоріями об'єктів культурної спадщини, загальною містобудівною структурою, наявністю чи відсутністю заповідників, а також установленими зонами охорони пам'яток) [26].

Історико-культурний потенціал історичних ареалів відіграє особливу роль у збереженні традиційного автентичного характеру міського середовища [24], просторове планування якого визначається ландшафтом, планувальною мережею, забудовою, наявністю пам’яток і т. д. В історичному ареалі необхідне визначення охоронних зон об’єктів культурної спадщини, територій археології, заповідного ландшафту тощо [27].

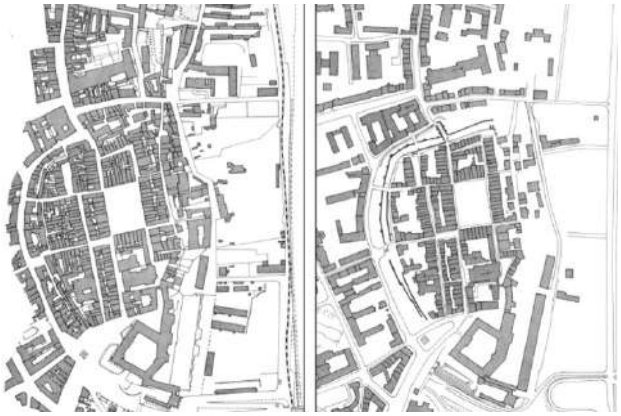
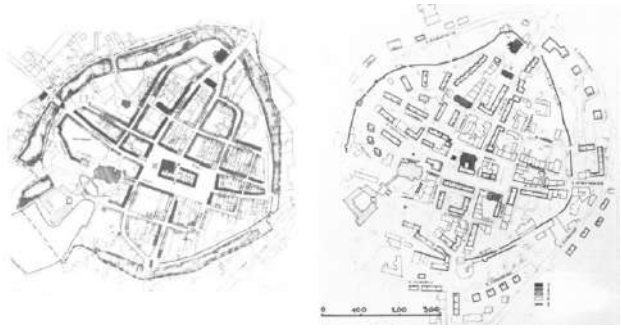


Рис. 1. План забудови району Старого Міста Варшави, Польща, перед 1939 р. та після відбудови. (Biegański P. & Kalinowski W., 1986) [30]



а *б*

Рис. 2. Олесниця, Польща : а – концептуальний проект ревалоризації центру міста 1955 р.; б – реалізований проект регенерації центру міста Олесниця, 1972 р. (Przyłęcki M., 1986) [30]

Найвагомішим методом збереження середовища історичних ареалів можна вважати *ревалоризацію* (фр. Revalorisation, англ. value – значення, цінність) – комплекс дій, завдяки яким відбувається переосмислення цінності міського історично та культурно сформованого середовища, зберігається та відновлюється автентичне обличчя історичного міста, що сприяє підвищенню культурної цінності регіону та інтенсифікації його розвитку. У вітчизняній пам’яткоохоронній практиці ще недостатньо усталене це поняття, лише в окремих публікаціях у 70-х роках ХХ ст. зрідка почало з’являтися поняття *«ревалоризація»* [28], хоч у зарубіжній практиці метод ревалоризації досить поширений [27; 29].

Одним із найдоцільніших методів ревалоризації історичних ареалів наразі слід

вважати створення нових інтерактивних просторів у їх структурі.

Історично сформована планувальна структура історичного центру міста значною мірою продиктована транспортною інфраструктурою, яка ще й досі часто залишається основним вектором у міському плануванні, що нерідко позбавляє цілі комплекси, окремі видатні споруди й ландшафти належного експонування в структурі історичних ареалів.

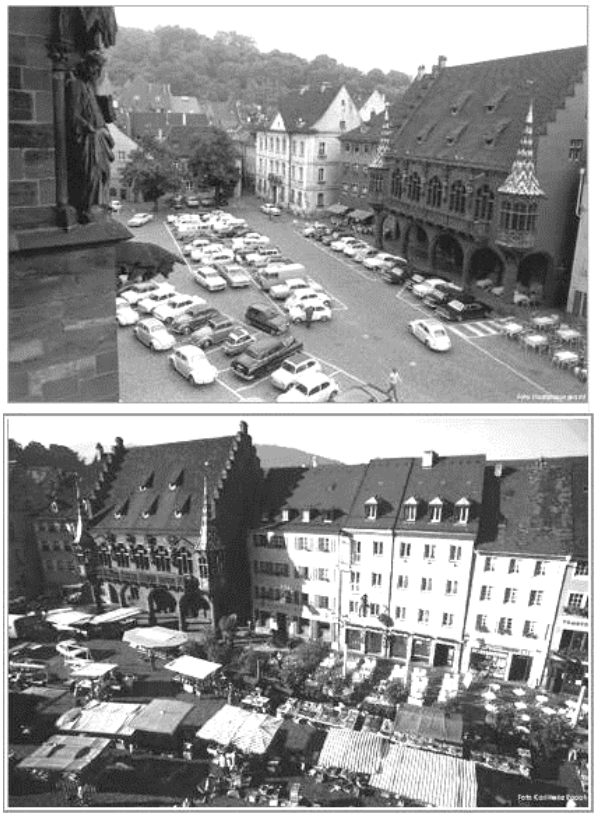


Рис. 3. Фрайбург, Німеччина [31]: до та після реконструкції

Особливо цінною бачиться практика реставрації та *ревалоризації* історичних ареалів міст Європи, зруйнованих під час світових воєн.

Прикладами вдалого реставраційного відтворення втраченої забудови в історичних центрах міст із врахуванням масштабності та стилістики автентичної та нової забудови в межах *історичного ядра (середмістя*) з адаптацією до сучасних вимог можуть слугувати такі міста Польщі (які в більшості були зруйновані під час Другої світової війни) як Варшава, Лодзь, Гданськ, Щецин, Тарнув та ін. У польському місті Олесниця художніми методами була адаптована нова габаритна забудова до історично сформованого середовища з організацією рекреаційних зон у системі історичних кварталів, що зазнають виправданої санації [30].

Рис. 4. Ковентрі, Великобританія. План реконструкції центральної частини міста за проектом арх. А. Лінга [32]

Рис. 5. Ковентрі, Великобританія. Схема плану реконструкції Ковентрі арх. Д. Гібсона [33]. Червоні лінії – нова система радіально-кільцевих магістралей; чорна заливка – новостворювані промислові райони; перехресна штриховка – нові житлові райони; точки – забудована територія; зелені прямокутники – існуючі і проектовані магазини; кола – районні торгові центри; зелена заливка – загальноміський центр

У німецькому місті Фрайбург центр був зруйнований під час Другої світової війни та з часом відбудований з адаптацією внутрішніх просторів кварталів під рекреацію. Під час ревалоризації історичного центру міста був зроблений акцент на громадський транспорт та велодоріжки. У 1970-х роках центральна площа міста нагадувала величезну площу для паркування, нині тут розміщується ринок та громадські простори [30].

У списку майже повністю зруйнованих міст перебуває м. Ковентрі у Великобританії. Проекту його відновлення приділено багато уваги завдяки тому, що методи включали плани зі значного розширення і розвитку його торгових та промислових функцій. Фактично на 30-ті роки ХХ ст. місто складалося із декількох промислових та житлових поселень навколо історично сформованого середньовічного міського ядра, що, на жаль, не забезпечувало їх поєднання між собою.

Проект, який розроблявся під керівництвом місцевого архітектора Д. Гібсона, а згодом А. Лінгом, мав на меті створення загальноміського центру, що об'єднав би окремі поселення в єдину планувальну композицію. Також через глобальні руйнування значно загострилася житлова криза, що виникла в результаті розвитку хаотичної забудови та зумовила необхідність прийняття комплексних містобудівних заходів щодо відбудови міста. Створено радіально-кільцеву система магістралей для запобігання скупчення транспорту в центрі міста, у планах значилось звільнення від наскрізного руху центрального району, але це не було реалізовано, і досі магістралі розрізають центральний район на острівні квартали.

Особливу увагу архітектори приділили створенню пішохідних торгових вулиць (пасажів) у центральній частині міста, на які виходять вітрини численних магазинів та торгових комплексів. У результаті у внутрішньому кільці на руїнах створено новий центральний район із збереженням уцілілих пам'яток середньовічної архітектури, що були включені в нове просторове планування міста, а дзвіниця готичного собору стала основною архітектурною домінантою, яка об'єднала композицію різних частин міста. Торговий центр Ковентрі став популярною та найбільш відвідуваною частиною міста [32].

В Україні в післявоєнні роки, незважаючи на значні руйнування центрів історичних міст, як, наприклад, Кам'янця-Подільського, не було здійснено комплексної реваloризації втраченої міської історичної субстанції.

Сьогодні в Україні поки що спорадично розробляються програми реваloризації центрів історичних міст із залученням методики створення нових інтерактивних рекреаційних просторів за допомогою перетворення транспортних зв'язків в історичних ареалах середмість на пішохідні зони, як, наприклад, пропозиції щодо максимально можливого виведення транспорту з історичного ядра Львова.

Висновки. Соціум потребує поліпшення якості життя у місті, що невід'ємне від переосмислення міського середовища та розроблення програм для створення та розвитку публічних громадських місць. Головною засадою для досягнення такого переосмислення бачиться широке впровадження в теорію і практику реконструкції міського середовища реваloризації на основі всебічних і ґрунтовних теоретичних досліджень.

Останнім часом у деяких вітчизняних містах активно впроваджують ідеї з поліпшння та облаштування міського простору з орієнтацією на вдалі зарубіжні приклади використання культурного потенціалу історичних ареалів у системі інтерактивної рекреації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Документи щодо пам'яткоохоронної діяльності. Міжнародні документи. URL: http://kyiv-landuse.com/sites/default/files/Документи%20№%201-14.pdf (дата звернення 30.03.2020).

2. Andras R. Reconstruction – from the Venice charter to the Charter of Krakow 2000. ICOMOS : XIII Assemble General, Madrid. 2002. Pp.117–119.

3. Tomaszewski E. F. Environmental preventive conservation. ICOMOS : XIII Assemble General, Madrid. 2002. Pp. 264–266.

4. Рымашевский Б., Борусевич В. Реконструкционные и реставрационные проблемы старых городов Польши. *Архитектурно-историческая среда*. Москва : Стройиздат, 1990. С. 223–401.

5. Klosek-Kozlovska D. The protection of urban heritage: the social evaluation of the space in historic towns. ICOMOS : XIII Assemble General. Madrid. 2002. Pp. 87–89.

6. Берлинский М. Краткое описание Киева, содержащее исторический перечень сего города, также показание достопримечательностей и древностей оного. Санкт-Петербург, 1820. 204 с.

7. Тимофеенко В. И. Формирование градостроительной культуры Юга Украины. Киев : КиевНИИТИ, 1986. 284 с.

8. Асєєв Ю. С., Грицай М. О., Ігнатов О. Н. та ін. Нариси історії архітектури Української РСР : дожовтневий період. Київ : Держбудвидав УРСР, 1957. 560 с.

9. Иконников А. В. Старое и новое в системе города. Памятники архитектуры в структуре городов СССР. Москва : Стройиздат, 1978. С. 45–70.

10. Гуляницкий Н. О современном значении понятия «памятник архитектуры». Теория и практика реставрационных работ. Москва : Стройиздат, 1972. С. 13–15.

11. Гуляницкий Н. Историко-архитектурное наследие в структуре современного города. Методика и практика сохранения памятников архитектуры. Москва : Стройиздат, 1974. С. 8–14.

12. Беккер А. Ю. О сохранении градостроительных систем прошлого. Теория и практика реставрационных работ. Москва : Стройиздат, 1972. С. 21–24.

13. Беккер А. Ю. Градостроительные проблемы сочетания нового строительства с историко-культурным наследием. Современная городская среда и архитектурное наследие. Москва : Стройиздат, 1986. С. 153–194.

14. Кудрявцев М. П. Развитие планировочной структуры городов с учетом историко-архитектурного наследия. Памятники архитектуры в структуре городов СССР. Москва : Стройиздат, 1978. С. 89–106.

15. Ранинский Ю. В. Памятники архитектуры и градостроительства. Москва : Высшая школа, 1988. 64 с.

16. Андреев Л. В. Основы исследования и реконструкции города. Москва : МАРХИ, 1983. 72 с.

17. Устенко Т. В., Кондратенко Е. С., Водзинский Е. Е. Формирование архитектурно-художественного облика центров городов. Київ : Будівельник, 1989. 120 с.

18. Скорик Л. П. Особливості функціонального використання історичної спадщини в структурі міського центру. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування.* Вип. 51. Київ, 2018. С. 351–358.

19. Вечерський В. В. Спадщина містобудування України. Київ : НДІТІАМ, ГоловКиївархітектура, 2003. С. 2–128.

20. Колосок Б. В. Пам’ятки містобудування та їх охорона. Праці Центру пам’яткознавства. Вип. 3. Київ, 2001. С. 49–72.

21. Історичне місто : у 6 т. Юридична енциклопедія. Під ред. кол. Ю. С. Шемшученко (відп. ред.) та ін. Т. 2 : Д-Й. Київ : Українська енциклопедія ім. М. П. Бажана, 1998. 744 с. ISBN 966-7492-00-8.

22. Про затвердження списку історичних населених місць України : Постанова № 878 Кабінету Міністрів України від 26 липня 2001 року. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/878-2001-%D0%BF#Text (дата звернення: 10.08.2020).

23. Михайловский Е. Историческая городская среда и ее использование. Памятники архитектуры в структуре городов СССР. Москва : Стройиздат, 1978. С. 71–88.

24. Прибєга Л. В. Охорона та реставрація об’єктів архітектурно-містобудівної спадщини України : методологічний аспект. Київ : Мистецтво, 2009. 304 с.

25. Закон України «Про охорону культурної спадщини» : Відомості Верховної Ради України (ВВР). 2000. № 39. 333 с. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1805-14#Text (дата звернення 15.09.2020).

26. Про затвердження Порядку визначення меж та режимів використання історичних ареалів населених місць, обмеження господарської діяльності на території історичних ареалів населених місць : Закон України «Про охорону культурної спадщини». Київ, 2003. С. 113−130. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/318-2002-%D0%BF#Text (дата звернення: 15.09.2020).

27. Прибєга Л. В. Архітектурна спадщина України: пам’яткоохоронний аспект : монографія. Київ : Інститут культурології НАМ України, 2015.

28. Логвин Г. Настінні розписи в дерев’яних будовах. Історія українського мистецтва. Т. 3. Київ : УРЕ, 1968. С. 154–171.

29. Пруцын О. И., Рымашевский Б., Борусевич В. Архитектурно-историческая среда. Москва : Стройиздат, 1990. 408 с.

30. Ясінський М. Р. Відтворення кварталів житлової забудови центральних частин малих історичних міст : автореф. дис. ... канд. архітектури : 18.00.01. Львів : Держ. ун-т «Львівська політехніка», 2018. 24 с.

31. Фрайбург. Німеччина. Центр міста. *Твоє місто* : веб-сайт. URL: http://tvoemisto.tv/exclusive/zmina_aktsentiv_ta_priorytetiv_yak_integrovana_kontseptsiya_zminyla_frayburg_i_mozhe_zminyty_lviv_100992.html (дата звернення: 12.05.2020).

32. Создание новых центров в исторически сложившихся городах (Гавр, Ковентри, Кассель). *Townevolution*: веб-сайт. URL: http://townevolution.ru/books/item/f00/s00/z0000016/st052.shtml (дата звернення: 02.06.2020).

33. Современная архитектура Англии. Реконструкция городов. *Архитектурный справочник* : веб-сайт. URL: https://architect.dovidnyk.info/index.php/home/sovryemyennayaarhityekturaanglii/22-ryekonstrukciya_gorodov (дата звернення: 02.06.2020).

REFERENCES

1. *Dokumenty shhodo pam'jatkookhoronnoji dijaljnosti. Mizhnarodni dokumenty* [Documents on monument protection activities. International documents]. (in Ukrainian). URL: http://kyiv-landuse.com/sites/default/files/Dokumenty%20#%201-14.pdf

2. Andras R. Reconstruction – from the Venice charter to the Charter of Krakow 2000. ICOMOS : XIII Assemble General, Madrid, 2002, pp. 117–119.

3. Tomaszewski E.F. Environmental preventive conservation. ICOMOS : XIII Assemble General, Madrid, 2002, pp. 264–266.

4. Rymashevskiy B. and Borusevich V. *Rekonstruktsionnye i restavratsionnye problemy starykh gorodov Polshi* [Reconstruction and restoration problems of old cities in Poland]. *Arkhitekturno-istoricheskaya sreda* [Architectural and historical environment]. Moscow : Stroyizdat Publ., 1990, pp. 223–401. (in Russian)

5. Klosek-Kozlovska D. The protection of urban heritage : the social evaluation of the space in historic towns. ICOMOS : XIII Assemble General. Madrid, 2002, pp. 87–89.

6. Berlinskyi M. *Kratkoe opisanie Kieva, soderzhashchee istoricheskuyu perechen sego goroda, takzhe pokazanie dostoprimechatelnostey i drevnostey onogo* [A brief description of Kyiv, containing a historical list of this city, as well as an indication of the sights and antiquities of it]. Saint-Petersburg, 1820, 204 p. (in Russian).

7. Timofeenko V.I. *Formirovanie gradostroitelnoy kultury Yuga Ukrainy* [Formation of urban planning culture in the South of Ukraine]. Kyiv : KyivNIITI, 1986, 284 p. (in Russian)

8. *Narysy istoriji arkhitektury Ukrajinsjkoji RSR : dozhovtnevyj period* [Essays on the history of architecture of the Ukrainian SSR: pre-October period]. Ju.S. Asjejev, M.O. Ghrycaj, O.N. Ighnatov and oth. Kyiv : Derzhbudvydav URSR Publ., 1957, 560 p. (in Ukrainian)

9. Ikonnikov A.V. *Staroe i novoe v sisteme goroda. Pamyatniki arkhitektury v strukture gorodov SSSR* [Old and new in the city system. Architectural monuments in the structure of cities in the USSR]. Moscow : Stroyizdat Publ., 1978, pp. 45–70. (in Russian)

10. Gulyanitskyi N. *O sovremennom znachenii ponyatiya «pamyatnik arkhitektury». Teoriya i praktika restavratsionnykh rabot* [On the modern meaning of the concept of "architectural monument". Theory and practice of restoration work]. Moscow : Stroyizdat Publ., 1972, pp. 13–15. (in Russian)

11. Gulyanitskyi N. *Istoriko-arkhitekturnoe nasledie v strukture sovremennogo goroda. Metodika i praktika sokhraneniya pamyatnikov arkhitektury* [Historical and architectural heritage in the structure of a modern city. Methods and practice of preserving architectural monuments]. Moscow : Stroyizdat Publ., 1974, pp. 8–14. (in Russian)

12. Bekker A.Yu. *O sokhranenii gradostroitelnykh sistem proshlogo. Teoriya i praktika restavratsionnykh rabot* [On the preservation of urban planning systems of the past. Theory and practice of restoration work]. Moscow : Stroyizdat Publ., 1972, pp. 21–24. (in Russian)

13. Bekker A.Yu. *Gradostroitelnye problemy sochetaniya novogo stroitelstva s istoriko-kulturnym naslediem. Sovremennaya gorodskaya sreda i arkhitekturnoe nasledie* [Urban planning problems of combining new construction with historical and cultural heritage. Contemporary urban environment and architectural heritage]. Moscow : Stroyizdat Publ., 1986, pp. 153–194. (in Russian)

14. Kudryavtsev M.P. *Razvitie planirovochnoy struktury gorodov s uchetom istoriko-arkhitekturnogo naslediya. Pamyatniki arkhitektury v strukture gorodov SSSR* [Development of the planning structure of cities, taking into account the historical and architectural heritage. Architectural monuments in the structure of cities in the USSR]. Moscow : Stroyizdat Publ., 1978, pp. 89–106. (in Russian).

15. Raninskiy Yu.V. *Pamyatniki arkhitektury i gradostroitelstva* [Monuments of architecture and urban planning]. Moscow : Vysshaya Shkola Publ., 1988, 64 p. (in Russian)

16. Andreev L.V. *Osnovy issledovaniya i rekonstruktsii goroda* [Basics of City Research and Reconstruction]. Moscow : MARKhI Publ., 1983, 72 p. (in Russian)

17. Ustenko T.V., Kondratenko Yev.S. and Vodzinskiy Yev.Yev. Formirovanie arkhitekturno-khudozhestvennogo oblika tsentrov gorodov [Formation of the architectural and artistic appearance of city centers]. Kyiv : Budivelnyk Publ., 1989, 120 p. (in Russian)

18. Skoryk L.P. *Osoblyvosti funkcionaljnogho vykorystannja istorychnoji spadshhyny v strukturi misjkogho centru* [Features of functional use of historical heritage in the structure of the city center]. *Suchasni problemy arkhitektury ta mistobuduvannja : nauk.-tekhn. zbirnyk* [Modern problems of architecture and urban planning : scientific and technical collection]. Kyiv, 2018, no. 51, pp. 351–358. (in Ukrainian)

19. Vechersjkyj V.V. *Spadshhyna mistobuduvannja Ukrajiny* [Heritage of urban planning of Ukraine]. Kyiv : NDITIAM, GholovKyjivarkhitektura Publ., 2003, pp. 2–128. (in Ukrainian)

20. Kolosok B.V. *Pam'jatky mistobuduvannja ta jikh okhorona. Praci Centru pam'jatkoznavstva* [Urban monuments and their protection. Proceedings of the Center for Monument Studies]. Kyiv, 2001, no. 3, pp. 49–72. (in Ukrainian)

21. *Istorychne misto* [Historical city]: u 6 tomah. *Jurydychna encyklopedija* [Legal encyclopedia]. Edited by Ju.S. Shemshuchenko and oth. Kyiv : Ukrajinsjka encyklopedija im. M. P. Bazhana Publ., 1998, vol. 2 : D-J, 744 p. ISBN 966-7492-00-8. (in Ukrainian)

22. *Pro zatverdzhennja Spysku istorychnykh naselenykh miscj Ukrajiny : Postanova № 878 Kabinetu Ministriv Ukrajiny vid 26 lypnja 2001 roku* [On approval of the List of historical settlements of Ukraine : Resolution no. 878 of the Cabinet of Ministers of Ukraine of July 26, 2001]. (in Ukrainian). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/878-2001-%D0%BF#Text

23. Mikhaylovskyi Yev. *Istoricheskaya gorodskaya sreda i ee ispolzovanie. Pamyatniki arkhitektury v strukture gorodov SSSR* [Historical urban environment and its use. Architectural monuments in the structure of cities in the USSR]. Moscow : Stroyizdat Publ., 1978, pp. 71–88. (in Russian)

24. Prybjegha L.V. *Okhorona ta restavracija ob'jektiv arkhitekturno-mistobudivnoji spadshhyny Ukrajiny : metodologhichnyj aspekt* [Protection and restoration of objects of architectural and urban heritage of Ukraine: methodological aspect]. Kyiv : Mystectvo Publ., 2009, 304 p. (in Ukrainian)

25. *Zakon Ukrajiny «Pro okhoronu kuljturnoji spadshhyny» : Vidomosti Verkhovnoji Rady Ukrajiny (VVR)* [Law of Ukraine "On Protection of Cultural Heritage": Information of the Verkhovna Rada of Ukraine (VVR)]. 2000, no. 39, 333 p. (in Ukrainian). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1805-14#Text

26. *Pro zatverdzhennja Porjadku vyznachennja mezh ta rezhymiv vykorystannja istorychnykh arealiv naselenykh miscj, obmezhennja ghospodarsjkoji dijaljnosti na terytoriji istorychnykh arealiv naselenykh miscj : Zakon Ukrajiny «Pro okhoronu kuljturnoji spadshhyny»* [About the statement of the Order of definition of borders and modes of use of historical areas of settlements, restriction of economic activity in the territory of historical areas of settlements: the Law of Ukraine "About protection of cultural heritage"]. Kyiv, 2003, pp. 113−130. (in Ukrainian). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/318-2002-%D0%BF#Text.

27. Prybjegha L.V. *Arkhitekturna spadshhyna Ukrajiny : pam'jatkookhoronnyj aspekt : monoghrafija* [Architectural heritage of Ukraine : monument protection aspect: monograph]. Kyiv : Instytut kuljturologhiji NAM Ukrajiny Publ., 2015. (in Ukrainian)

28. Loghvyn Gh. *Nastinni rozpysy v derev'janykh budovakh. Istorija ukrajinsjkogho mystectva* [Wall paintings in wooden buildings. History of Ukrainian art]. Vol. 3. Kyiv : URE Publ., 1968, pp. 154–171. (in Ukrainian)

29. Prutsyn O.I., Rymashevskiy B. and Borusevich V. *Arkhitekturno-istoricheskaya sreda* [Architectural and historical environment]. Moscow : Stroyizdat Publ., 1990, 408 p. (in Russian)

30. Jasinsjkyj M.R. *Vidtvorennja kvartaliv zhytlovoji zabudovy centraljnykh chastyn malykh istorychnykh mist* [Reproduction of residential quarters in the central parts of small historic towns] : avtoref. dys. ... kand. arkhitektury : 18.00.01. Lviv : Lviv Polytechnic State University, 2018, 24 p. (in Ukrainian)

31. *Frajburgh. Nimechchyna. Centr mista* [Freiburg. Germany. City center]. Tvoje misto : veb-sajt. (in Ukrainian). URL: http://tvoemisto.tv/exclusive/zmina_aktsentiv_ta_priorytetiv_yak_integrovana_kontseptsiya_zminyla_frayburg_i_mozhe_zminyty_lviv_100992.html

32. *Sozdanie novykh tsentrov v istoricheski slozhivshikhsya gorodakh* (Gavr, Koventri, Kassel) [Establishment of new centers in historic cities (Le Havre, Coventry, Kassel)]. Townevolution : veb-sayt. (in Russian). URL: http://townevolution.ru/books/item/f00/s00/z0000016/st052.shtml

33. *Sovremennaya arkhitektura Anglii. Rekonstruktsiya gorodov* [Modern architecture of England. Reconstruction of cities]. Arkhitekturnyy spravochnik : veb-sayt. (in Russian). URL: https://architect.dovidnyk.info/index.php/home/sovryemyennayaarhityekturaanglii/22-ryekonstrukciya_gorodov

Надійшла до редакції: 27.12.2020.

УДК 65.05+628.23
DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.230221.45.716

ЗАСТОСУВАННЯ ПНЕВМООПАЛУБКИ ДЛЯ РЕМОНТУ ТА ВІДНОВЛЕННЯ КАНАЛІЗАЦІЙНИХ ТРУБОПРОВОДІВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ КЛІНКЕРНОЇ ЦЕГЛИ ТА ПОЛІМЕРБЕТОНУ

ГОНЧАРЕНКО Д. Ф.[1*], *докт. техн. наук, проф.,*
СТАРКОВА О. В.[2], *докт. техн. наук, доц.,*
ГУДІЛІН Р. І.[3], *аспір.,*
ДЕГТЯР Є. Г.[4], *аспір.*

[1*] Кафедра технології будівельного виробництва, Харківський національний університет будівництва та архітектури, вул. Сумська, 40, 61002, Харків, Україна, тел. +38 (057) 700-02-40, e-mail: gonch@kstuca.kharkov.ua, ORCID ID: 0000-0003-1278-0895
[2] Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних технологій, Харківський національний університет будівництва та архітектури, вул. Сумська, 40, 61002, Харків, Україна, тел. +38 (057) 706-20-49, e-mail: starkova@kstuca.kharkov.ua, ORCID ID: 0000-0002-9034-8830
[3] Кафедра технології будівельного виробництва, Харківський національний університет будівництва та архітектури, вул. Сумська, 40, 61002, Харків, Україна, тел. +38 (066) 299-58-79, e-mail: r.i.gudilin@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-7218-2179
[4] Кафедра технології будівельного виробництва, Харківський національний університет будівництва та архітектури, вул. Сумська, 40, 61002, Харків, Україна, тел. +38 (095) 466-79-67, e-mail: evgeniydegtyar.kh@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-5212-2438

Анотація. ***Постановка проблеми.*** Значна частина стічних вод у містах України відводиться за допомогою каналізаційних колекторів діаметром від 300 до 1 400 мм, глибина закладання яких перебуває в межах 3...8 м. Значна їх частина зруйнована внаслідок корозійних процесів, які відбуваються в надводному просторі. Наразі проблема ремонту й відновлення мереж водовідведення стає особливо актуальною у зв'язку з підвищенням вимог до охорони навколишнього середовища. Руйнування на каналізаційних трубопроводах, зазвичай. стає причиною проникнення стічних вод у грунтові води і в грунт. Під час ремонту й відновлення колекторів водовідведення застосовуються відкриті й закриті способи виконання робіт. Беручи до уваги, що значна частина колекторів водовідведення проходить через місця, де відсутні транспортні артерії, через сільськогосподарські угіддя і мають незначну глибину залягання, а також те, що, як правило, їх лоткова частина не підлягає руйнації внаслідок корозії, доцільно виконувати ремонтно-відновлювальні роботи на них відкритим способом. Аналіз аварій на колекторах водовідведення, які мали місце в різних містах України, показав, що, як правило, внаслідок корозії відбувається інтенсивна руйнація склепової частини колекторів. В той же час лоткова частина колекторів через те, що вона постійно заповнена стічними водами, залишається неушкодженою. Для ремонту таких ділянок мереж водовідведення в останні роки експлуатуючі організації використовують поліетиленові та склопластикові труби. Ці труби меншого діаметра монтуються в збережену лоткову частину, зменшуючи при цьому діаметр мережі. Вартість нових труб досить висока, що, у свою чергу, збільшує експлуатаційні витрати. Пневмоопалубка дозволяє створити новий колектор, при цьому як основний несний елемент можна використати збережену лоткову частину. ***Мета статті*** – оцінювання можливості застосування відомих матеріалів для виготовлення пневматичної опалубки, яка дозволить виконувати ремонтні роботи зі створення нового склепу з використанням як несної конструкції лоткової частини каналізаційного колектора, що дозволить значно знизити витрати на ремонт порівняно з використанням труб із полімерних матеріалів. ***Висновок.*** Досліджені зразки матеріалів – тканина Mare 1400 та хайполон (ORCA 828) – можуть бути придатними для виготовлення пневмоопалубки, адже лабораторні випробування дозволили зробити висновок про відсутність будь-якої адгезії між бетоном та зразками матеріалів.

Ключові слова: *ремонт та відновлення; каналізаційні трубопроводи; відкритий спосіб; пневматична опалубка*

APPLICATION OF PNEUMATIC FORMWORK FOR REPAIR AND RESTORATION OF SEWER PIPELINES USING CLINKER BRICK AND POLYMER CONCRETE

GONCHARENKO D.F.[1*], *Dr. Sc. (Tech.), Prof.,*

STARKOVA O.V.[2], *Dr. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.,*
GUDILIN R.I.[3], *Postgraduate Student,*
DEGTYAR Yev.H.[4], *Postgraduate Student*

[1*] Department of Construction Production Technology, Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture, 40, Sumska Str., 61002, Kharkiv, Ukraine, tel. +38 (057) 700-02-40, e-mail: gonch@kstuca.kharkov.ua, ORCID ID: 0000-0003-1278-0895
[2] Department of Computer Science and Information Technology, Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture, 40, Sumska Str., 61002, Kharkiv, Ukraine, tel. +38 (057) 706-20-49, e-mail: starkova@kstuca.kharkov.ua, ORCID ID: 0000-0002-9034-8830
[3] Department of Construction Production Technology, Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture, 40, Sumska Str., 61002, Kharkiv, Ukraine, tel. +38 (066) 299-58-79, e-mail: r.i.gudilin@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-7218-2179
[4] Department of Construction Production Technology, Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture, 40, Sumska Str., 61002, Kharkiv, Ukraine, tel. +38 (095) 466-79-67, e-mail: evgeniydegtyar.kh@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-5212-2438

Abstract. ***Raising of problem.*** A significant part of wastewater in Ukrainian cities is discharged using sewer collectors with a diameter of 300 to 1 400 mm, the depth of which is within 3…8 m. A significant part of them is destroyed due to corrosion processes that take place in the surface space. Today, the problem of repair and restoration of sewerage networks is becoming especially relevant in connection with the increased requirements for environmental protection. Failure in sewer lines usually results in wastewater infiltration into groundwater and soil. During the repair and restoration of sewage collectors, open and closed methods of work are used. Taking into account that a significant part of sewage collectors passes through areas where there are no transport arteries, through agricultural land and have an insignificant depth of occurrence, and also the fact that their trough part, as a rule, cannot be destroyed due to corrosion, it is advisable to carry out repair and restoration work on them in an open way. Analysis of accidents on sewage collectors, which took place in different cities of Ukraine, showed that, as a rule, due to corrosion, intensive destruction of the roof of the collectors occurs. At the same time, the trough part of the collectors remains intact due to the fact that it is constantly filled with waste water. When repairing such sections of sewerage networks in recent years, operating organizations have been using polyethylene and fiberglass pipes. These smaller pipes are installed in the retained trough part, thus reducing the network diameter. The cost of new pipes is quite high, which in turn increases operating costs. The use of pneumatic formwork allows you to create a new collector, and as the main bearing element, you can use the saved tray part. ***Purpose.*** Evaluation of the possibility of using known materials for the manufacture of pneumatic formwork, which will make it possible to carry out repair work to create a new vault using the trough part of the sewer collector as a supporting structure, which will significantly reduce repair costs compared to using pipes made of polymer materials. ***Conclusion.*** The investigated samples of materials – fabric Mare 1400 and Hypolon (ORCA 828) – can be used for the manufacture of pneumatic formwork, since laboratory tests made it possible to conclude that there was no adhesion between concrete and material samples.

Keywords: *repair and restoration; sewerage pipelines; open method; pneumatic formwork*

Постановка проблеми. Одним із факторів, який на початку XX століття став причиною заміни в містах України цегляних та кам'яних колекторів на збірні залізобетонні трубопроводи, стала необхідність улаштування складних за контуром конструкцій для зведення лоткової та склепової частин колекторів різних діаметрів. На рисунку 1 показана досить складна конструкція для створення лотка та склепу під час будівництва каналізаційного колектора по вул. Греківській у Харкові на початку минулого століття [1].

Аналіз публікацій. Як показують аналіз сучасних зарубіжних досліджень [3; 8−10] та дослідження, проведені авторами [1], на сьогодні значна частина залізобетонних трубопроводів зруйнована внаслідок корозійних процесів, які відбуваються в надводному просторі.

У першу чергу це стосується колекторів діаметром 800…1 500 мм.

Рис. 1. Каналізаційний колектор у Харкові по вул. Греківській у процесі будівництва

Беручи до уваги той факт, що значна їх частина проходить через сільськогосподарські угіддя, де відсутній рух транспорту, а також враховуючи, що закладені вони на глибині 3…7 м та мають, як правило, незруйновану лоткову частину, доцільним бачиться виконання ремонтно-відновлювальних робіт відкритим способом із використанням клінкерної цегли або полімербетону.

Не беручи до уваги роботи з інженерної підготовки до ремонту та відновлення колекторів, до основних робіт із використанням клінкерної цегли слід віднести такі технологічні процеси з їх виконанням у такій послідовності:

- очищення колектора від елементів руйнації;
- монтаж пневматичної опалубки;
- цегляне мурування склепу поверх пневматичної опалубки;
- армування поверх цегляної кладки;
- торкретбетонування поверх цегляної кладки;
- демонтаж пневматичної опалубки після того як розчин набере міцності у стиках цегляної кладки та бетонної суміші.

Відмінна риса такого рішення полягає в тому (рис. 2), що незруйнована лоткова частина трубопроводу використовується як основа для відновлення. Склепова частина створюється із клінкерної цегли з подальшим армуванням та бетонуванням поверхні склепу для надання новоствореному колектору необхідних міцнісних параметрів.

За такого способу необхідне застосування пневматичної опалубки для виконання робіт із відновлення склепової частини колектора.

У даному випадку опалубка, що сприймає нормальні зусилля об’ємних зігнутих структур, належить до «елегантних» та ефективних несних конструкцій, які нині може застосовувати інженер-проектувальник [4].

Існує варіант відновлення склепу колектора з використанням армованого полімербетону (рис. 3). За цим варіантом передбачено таку послідовність робіт:

- очищення колектора від елементів зруйнованої склепової частини;
- установлення пневмоопалубки в лотковій частині, що збереглася;
- армування склепу колектора, в тому числі з’єднання нової арматури з випусками арматури лоткової частини, що збереглася;
- установлення інвентарної опалубки з боків пневмоопалубки;
- бетонування склепу полімербетоном;
- демонтаж пневмо- та інвентарної опалубки після того як бетон набере необхідної міцності.

Досвід роботи з пневматичними опалубками [6] доводить їх особливе значення, що підтверджується виконанням ними таких вимог:

- швидкий монтаж та демонтаж опалубки;
- можливість її використання для просторових поверхонь складної (викривленої) форми, навіть із великими прогонами;
- багаторазова оборотність опалубки.

Мета статті – оцінення можливості використання відомих матеріалів для виготовлення пневматичної опалубки, яка дозволить виконувати ремонтні роботи зі створення нового склепу з використанням у як несної конструкції лоткової частини каналізаційного колектора, що дозволить значно знизити витрати на ремонт порівняно з використанням труб із полімерних матеріалів.

Виклад матеріалу. Як відомо [7], до матеріалів, із яких виготовляють м'які оболонки пневматичних конструкцій, пред'являють дві основні вимоги – міцність та повітронепроникність.

Такими матеріалами могли бути полімерні плівки або текстильні тканини, якби міцність повітронепроникних плівок була б достатньою, а тканина не пропускала повітря. Поєднання позитивних якостей цих двох матеріалів спонукає до армування плівок текстилем (тканиною або сіткою), або до накладання шару полімербетону (плівки або пасти) на тканину. Таким чином з'являються два споріднені матеріали – армовані плівки та імпрегновані тканини (тканини, покриті полімерами).

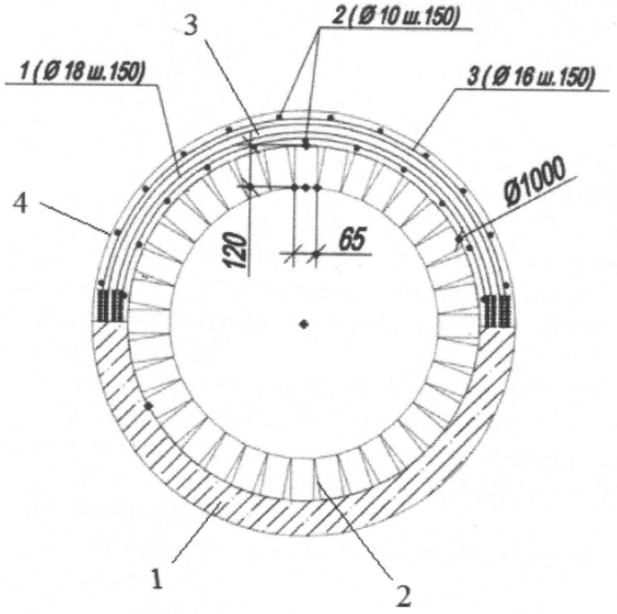


Рис. 2. Схема влаштування та армування колектора з клінкерної цегли із захисним склепом із монолітного бетону: 1 – лоткова частина колектора, що відновлюється; 2 – цегляна кладка; 3 – армування склепу; 4 – захисний шар із монолітного бетону

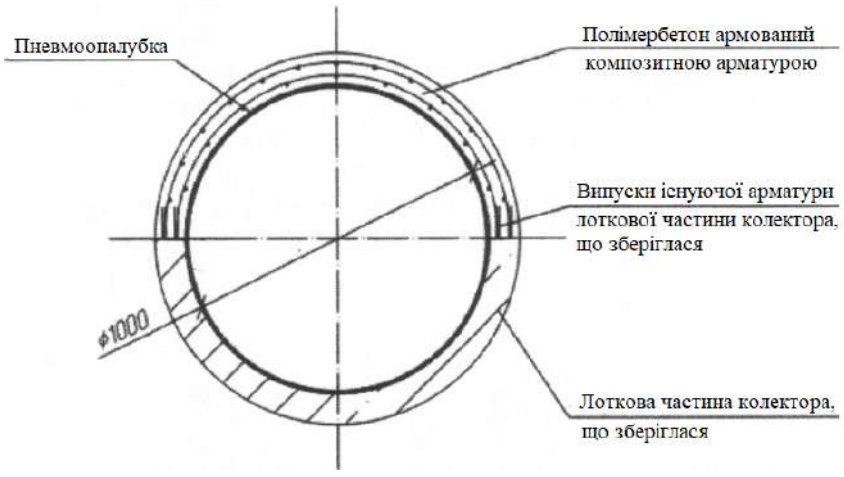


Рис. 3. Схема відновлення зруйнованого корозією колектора армованим полімербетоном

Основним матеріалом для сучасних м'яких одношарових оболонок служать тканини із синтетичного волокна з полімерним покриттям.

Найчастіше використовують волокна поліамідні і поліефірні, рідше – поліакрилнітрильні, полівінілспиртові, поліпропіленові.

Достатньо широко застосовуються оболонки опалубки на основі тканини з поліестеру з ПВХ насиченням і поліамідні тканини з покриттям із синтетичного каучуку.

Відомо, що товщина складчастих оболонок, напружених тільки силами натягу, складає 1...1,5 мм, а їх вага 0,9...1,3 кг/м^2.

Пневмоопалубку укладають на підготовлену поверхню вцілілого лотка, надувають за допомогою будівельного компресора, укладають в необхідне місце для опалубки і захищають від плавучості за допомогою цегли або армування. Тиск контролюють вмонтованими манометрами.

За допомогою створення різниці між її зовнішньою та внутрішньою стороною оболонка опалубки попередньо напружується. При цьому створюється надлишковий тиск у внутрішньому просторі опалубки. Крім цього, також можуть застосовуватись вакуумні стабілізувальні системи або системи, які стабілізуються за допомогою тиску рідини. Різницею величин тиску регулюються сили опору в оболонці (мембрані) опалубки і її жорсткість, тобто її пружність за дії додаткового навантаження. Під час ремонтно- відновлювальних робіт, послідовність яких розглянута раніше, рівень тиску обирається залежно від технологічної послідовності, яку визначають виконавці робіт.

Після цегляного мурування склепу колектора пневматична опалубка може бути демонтована перед бетонуванням поверхні відновленого склепу. При цьому величина тиску може встановлюватись залежно від тиску, який спричиняє на неї кладка, але за умови набору міцності до 75 % в стиках кладки.

В іншому разі величина тиску в опалубці може встановлюватись за умови навантаження на неї цегляної кладки, яка на той час не набрала достатньої міцності, навантаження від арматури та бетонної суміші на поверхні цегляної кладки.

Необхідно зазначити, що опалубка може деформуватись не тільки від перезавантаження під час звичайного безперервного процесу цегляного мурування та бетонування, але також через вплив вітрового навантаження. Крім цього, цегляна кладка та бетон, які містяться на поверхні опалубки, теж можуть деформуватись. Створені конструкції схильні до деформації, характер та величина якої залежить від набраного значення міцності та яка за певних обставин спричинює те, що бетон, який частково набрав міцності, частину навантаження передає на пневматичну опалубку.

Для дослідження обрано зразки матеріалів (рис. 4), які використовуються на одному з виробництв Харківської області у виготовленні подібної продукції.

Рис. 4. Зразки матеріалів для виготовлення пневмоопалубки

Перший зразок – чорного кольору з ПВХ (тканина Mare 1 400), що має такі якісні показники: вага – 1 400 г (для США – 41 унція/ярд); межа міцності – 3 000/3 000/Н/5 см; міцність на розтяг – 343/343 фунтів/дюйм; товщина – 1,2 мм (для США – 47 мілідюймів) [5].

Другий зразок – світло-сірого кольору – хайполон (ORCA 828). Якісні показники зразка: тканина-основа: поліестер високої

міцності 1 100 dtex – 990 deniers; покриття ззовні – хлорсульфінірований поліетилен (CSM) / поліхлоропен (CR); внутрішнє покриття – поліхлоропен (CR); міцність на розрив – 350 даН/5 см; міцність на розрив – 20...16 даН; щільність – 1 340 (+10 %) кг/м^2 [2].

Вибору зразка для виготовлення пневмоопалубки повинні передувати дослідження для підтвердження міцнісних характеристик цих матеріалів, а також дослідження адгезії між наведеними зразками та будівельними матеріалами, а саме клінкерною цеглою та полімербетоном.

У лабораторії кафедри будівельних матеріалів та виробів ХНУБА проведено дослідження адгезії між матеріалами, з яких виготовляється пневматична опалубка, та бетоном.

Зразки, наведені на рисунку 4, проходили випробування без попереднього покриття будь-яким матеріалом.

Зразки розміщались на дні форми для виготовлення бетонних кубів (рис. 5). Для виготовлення кубів використовувалась бетонна суміш В30. Заповнена поверх зразків бетонна суміш витримувалась протягом 28 днів до набирання необхідної проектної міцності (рис. 6).

Рис. 5. Розміщення зразків Mare 1400 та ORCA 828 на дні форми

Рис. 6. Форма для виготовлення бетонних кубів, заповнена бетонною сумішшю, з розміщеними на дні зразками тканини

Рис. 7. Бетонні куби зі зразками матеріалів після випробування

Рис. 8. Демонстрація відсутності адгезії між зразками та бетонною сумішшю

Бетонні куби що набрали міцності звільняли із форми. Зняття зразків із бетонних кубів показало відсутність будь-якої адгезії між бетоном та зразками (рис. 7, 8).

Висновок. Дослідження підтверджує можливість використання представленого матеріалу для виготовлення пневматичної опалубки, яка дозволить виконувати ремонтні роботи зі створення нового склепу з використанням як несної конструкції лоткової частини каналізаційного колектора, що дозволить значно знизити витрати на ремонт порівняно з використанням труб із полімерних матеріалів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алейнікова А. І., Волков В. М., Гончаренко Д. Ф., Зубко Г. Г., Старкова О. В. Методологічні основи подовження експлуатаційного ресурсу підземних інженерних мереж. Під заг.ред. Старкової О. В. Харків : Раритеты Украины, 2017. 320 с.

2. Специально разработанные ткани ORCA для лодок RIB: [Електронний ресурс]. URL: http://orca.eu/ru/produit/50362-2/

3. Fischer W. Unterschiede von Rohren aus gefülltem und ungefülltem Polypropylen in Prüfung und Anwendung. KA Korrespondenz Abwasser, Abfall. 2015. № 9 (60). Pp. 765−772.

4. Goncharenko D. F., Ubyivovk A. V., Garmash O. O., Gorokh M. P. Restoration of urban underground workings using secondary polymer composites. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2019. Vol. 1 (169). Pp. 110−116.

5. HEYtex. Texineering – industrial HEYboat. [Електронний ресурс]. URL: http://heytex.com/en/portfolio-item/texineering-industrial-heyboats/

6. Hlozek H., Smetaczek A. Rationeller Kanalbau für Profilkanäle mit der Pneumoschalung. *Korrespondenz Abwasser.* 1998. № 6. Pp. 1107−1109.

7. Johnstone D. The use of epoxy and polymer modified cementitious coatings to re-line old concrete and brick manholes and sewer structures. *Corrosion and Prevention.* 2017. Vol. 2. Pp. 845−852.

8. König K. Linerendmanschette im begehbaren Kanal. *Wasser. Abwasser.* 2015. № 3. pp. 384−387.

9. Raganowicz A. Der kritische Zustand von Abwasserkanälen. *Wasser und Abfall.* 2015. № 9. Pp. 28−31.

10. Stein R. Stand und Einsatzbereiche der Injektionsverfahren bei der Kanaisanierung. *KA Korrespondenz Abwasser, Abfall.* 2015. № 5 (61). Pp. 386−398.

REFERENCES

1. Aleynikova A.I., Volkov V.M., Honcharenko D.F., Zubko H.H. and Starkova O.V. *Metodolohichni osnovy podovzhennya ekspluatatsiynoho resursu pidzemnykh inzhenernykh merezh* [Methodological bases of extension of operational resource of underground engineering networks]. Kharkiv, 2017, 320 p. (in Ukrainian)

2. *Spetsial'no razrabotannyye tkani ORCA dlya lodok RIB* [Specially designed ORCA fabrics for RIB boats]. Electronic resource. URL: http://orca.eu/ru/produit/50362-2/ (in Russian)

3. Fischer W. Unterschiede von Rohren aus gefülltem und ungefülltem Polypropylen in Prüfung und Anwendung. KA Korrespondenz Abwasser, Abfall, 2015, no. 9 (60), pp. 765−772.

4. Goncharenko D.F., Ubyivovk A.V., Garmash O.O. and Gorokh M.P. Restoration of urban underground workings using secondary polymer composites. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. 2019, no. 1 (169), pp. 110−116.

5. HEYtex. Texineering – industrial HEYboat: Electronic resource. URL: http://heytex.com/en/portfolio-item/texineering-industrial-heyboats/

6. Hlozek H. and Smetaczek A. Rationeller Kanalbau für Profilkanäle mit der Pneumoschalung. Korrespondenz Abwasser. 1998, no. 6, pp. 1107−1109.

7. Johnstone D. The use of epoxy and polymer modified cementitious coatings to re-line old concrete and brick manholes and sewer structures. Corrosion and Prevention. 2017, no. 2, pp. 845−852.

8. König K. Linerendmanschette im begehbaren Kanal. Wasser. Abwasser. 2015, no 3, pp. 384−387.

9. Raganowicz A. Der kritische Zustand von Abwasserkanälen. Wasser und Abfall. 2015, no. 9, pp. 28−31.

10. Stein R. Stand und Einsatzbereiche der Injektionsverfahren bei der Kanaisanierung. KA Korrespondenz Abwasser, Abfall. 2015, no. 5 (61), pp. 386−398.

Надійшла до редакції: 16.11.2020.

УДК 72.01
DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.230221.52.717

«ПОЕЗІЯ ЗЛАМУ»: АРХІТЕКТУРА МУЗЕЮ У ТВОРЧОСТІ ДАНІЕЛЯ ЛІБЕСКІНДА

ДЕРЯБІНА О. О., *канд. арх., доц.*

Кафедра основ архітектури, Харківський національний університет будівництва та архітектури, вул. Сумська, 40, 61002, Харків, Україна, тел. +38 (063) 707-78-85, e-mail: olya.deriabina@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3478-2544

Анотація. ***Постановка проблеми.*** Дослідження творчості митців архітектури кінця XX – початку XXI ст., як правило, відбуваються в руслі розгляду характерних рис, притаманних тому чи іншому автору. Більшість наукових праць констатують приналежність споруди до якоїсь течії, напряму, стилю. Але вибір архітектором художніх засобів залишається не зрозумілим, що відбивається в розбіжності образного рішення з призначенням будівлі у сприйнятті споживача. Тому актуальним бачиться розгляд творчості архітекторів, у роботах яких художні та смислові характеристики набувають органічного злиття. Серед таких майстрів − Даніель Лібескінд, який зробив складну мову деконструктивізму єдино можливою для своїх архітектурних робіт. Стаття присвячена розгляду витоків художньої мови видатного архітектора на прикладі проектів музеїв, що складають значну частину його творчості. ***Мета статті*** − проаналізувати характерні риси художньої мови Даніеля Лібескінда на прикладі проектів музеїв. Дослідження проведене на матеріалі творів майстра, які присвячені національній трагедії єврейського народу − війні та Голокосту. ***Висновок.*** Обставини особистого життя Даніеля Лібескінда, а також його захоплення філософією та музикою мали великий вплив на його творчість. Художня мова майстра дуже індивідуальна: в межах одного проекту він поєднує дисонанс та гармонію, трагедію війни та прагнення мирного життя. Композиційні засоби, які архітектор використовує для втілення цих категорій, такі: асиметрія, суперечливі поєднання об'ємів та просторів, віртуозні переплетення ліній та площин. Художня мова всіх будівель музеїв Лібескінда має спільні риси, які можна дослідити в кожному проекті, а саме: зламані, не паралельні лінії, гострокінцеві форми, вторгнення, контраст та сценарій.

Ключові слова: *деконструктивізм; художня мова Даніеля Лібескінда; архітектура музеїв*

"THE POETRY OF BREAKING": THE ARCHITECTURE OF THE MUSEUM IN THE PROJECTS OF DANIEL LIBESKIND

DERIABINA O.O., *PhD., Assoc. Prof.*

Department of Fundamentals of Architecture, Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture, 40, Sumska Str., 61002, Kharkiv, Ukraine, tel. +38 (063) 707-78-85, e-mail: olya.deriabina@gmail.com, ORCID ID 0000-0002-3478-2544

Abstract. ***Raising of problem.*** The study of the creativity of masters of architecture of the late XX − early XXI centuries, as a rule, occurs in line with the consideration of the characteristic features inherent in one or another author. Most of the scientific works state that the structure belongs to a certain trend, direction, style. But the choice of artistic means by the architect remains unclear, which is reflected in the discrepancy between the figurative solution and the purpose of the building in the perception of the consumer. Therefore, it is relevant to consider the creativity of architects, in whose works artistic and semantic characteristics acquire an organic fusion. Among such masters is Daniel Libeskind, who made the complex language of deconstructivism the only one possible for his architectural work. The article is devoted to the consideration of the origins of the artistic language of the outstanding architect on the example of his museum projects, which constitute a significant part of his work. ***Purpose*** is to analyze the characteristic features of the artistic language of Daniel Libeskind on the example of museum projects. The research was carried out on the material of the master's works dedicated to the national tragedy of the Jewish people − the war and the Holocaust. ***Conclusion.*** The circumstances of Daniel Libeskind's personal life, as well as his passion for philosophy and music, had a great influence on his work. The Libeskind's artistic language is very individual: within the framework of one project, he combines dissonance and harmony, the tragedy of war and the desire for a peaceful life. The compositional means the architect uses to embody these categories are: asymmetry, contradictory combinations of volumes and spaces, virtuoso interweaving of lines and planes. The artistic language of all Libeskind's museum buildings has similarities that can be traced in each project, namely broken, non-parallel lines, pointed forms, invasions, contrast and script.

Keywords: *deconstructivism; artistic language of Daniel Libeskind; architecture of museums*

Постановка проблеми. Дослідження творчості митців архітектури XX–XXI ст., як правило, відбуваються в руслі розгляду характерних рис, притаманних тому чи іншому автору. Більшість наукових праць констатують приналежність споруди до якоїсь течії, напряму, стилю. Але вибір архітектором художніх засобів залишається не зрозумілим, що відбивається в розбіжності образного рішення з призначенням будівлі у сприйнятті споживача. Тому актуальним бачиться розгляд творчості архітекторів, у роботах яких художні та смислові характеристики набувають органічного злиття. Серед таких майстрів − Даніель Лібескінд, який зробив складну мову деконструктивізму єдино можливою для своїх архітектурних робіт. Стаття присвячена розгляду витоків художньої мови видатного архітектора на прикладі проектів музеїв, що складають значну частину його творчості.

Аналіз публікацій. Дослідження художньої мови у творчості сучасних архітекторів, зокрема, деконструктивістів, почалося в кінці XX сторіччя. Роботи таких авторів як А. В. Іконніков, С. М. Лінда, О. В. Рябушин, Б. С. Черкес присвячені етапам становлення архітектури кінця XX століття, особливостям її розвитку та подальшого впливу на архітектурну практику. Становлення та розвиток архітектури деконструктивізму, а також пояснення до проектів описані у працях П. Айзенмана, Р. Б'янчіні, М. Віглі, Ф. Джонсона, Р. Кулхаса, Д. Лібескінда, З. Хадід та ін.

Мета статті − проаналізувати характерні риси художньої мови Даніеля Лібескінда на прикладі проектів музеїв.

Виклад матеріалу. Даніель Лібескінд − один із провідних архітекторів сучасності та засновників деконструктивізму. Після навчання у Нью-Йорку працював із Річардом Мейєром, згодом отримав другу освіту з теорії архітектури в Лондоні, де співпрацював із Пітером Айзенманом. У 1988 році взяв участь у виставці «Deconstructivist Architecture», що відбувалася в Музеї сучасного мистецтва (Нью-Йорк), куратором якої були Філіп Джонсон та Марк Віглі. Разом із Френком Гері, Ремом Колхасом, Пітером Айзенманом, Захою Хадід, Бернардом Чумі та фірмою Coop Himmelblau, Лібескінд представив свій проект «City Edge», виконаний для Берліна. І хоча всі проекти мали досить «схожі форми як результат» [1], згодом архітектор створює свій унікальний стиль.

Багато уваги у своїй творчості Лібескінд приділяє проектуванню та реконструкції музеїв, проекти яких мають характерні спільні риси. Перший реалізований проект архітектора − музей Фелікса Нуссбаума (Felix Nussbaum Haus, Osnabrück, Germany, 1998) в німецькому містечку Оснабрюк, являє собою розширення Музею історії та культури та Музею повсякденного життя містян. Будівля нового музею – це прибудова до історичного ансамблю кінця XIX сторіччя, яка складається із трьох взаємозв'язаних об'ємів, кожен з яких присвячений різним етапам життя Нуссбаума.

Раптові перерви в огляді експозиції, непередбачувані перетини, замкнуті простори та глухі кути − архітектурне рішення музею відображає скрутне становище Нуссбаума як єврейського художника в Німеччині перед Другою світовою війною. Відвідувачі входять у перший об'єм, високий і вузький бетонний коридор якого веде до основних крил музею. Чисте бетонне «полотно», простір без горизонту викликає внутрішнє відчуття того, як малював Нуссбаум під час ув'язнення в Освенцімі, й дають розуміння його творчості.

Другий об'єм, дерев'яний, − головний виставковий простір, де представлено ранні картини художника. Третій − цинковий міст − демонструє недавно виявлені роботи Нуссбаума та з'єднує нову і стару будівлі музею [2]. Листок відривного календаря, який ви бачите в кутку останньої відомої на сьогоднішній день картини − маленька деталь, яка говорить про життєлюбність

художника, що творив до останніх днів, незважаючи на депресію та смуток, що пронизували його творчість в період Другої світової та Голокосту. Ці емоції посилюються архітектурним образом музею. У 2011 році була завершена друга прибудова (Extension to the Felix Nussbaum Haus), також спроектована Лібескіндом, для розміщення нового вестибюля музейного комплексу з різними послугами для населення (рис. 1 *а, б*).

У 1987 році уряд Берліна організував анонімний конкурс на розширення Єврейського музею в Берліні (Jewish Museum Berlin, Berlin, Germany, 1999), який було відкрито в 1933 році, в «барочній» будівлі Коллегіуму. У 1988 році Даніель Лібескінд став переможцем цього конкурсу. Для архітектора проект розширення Єврейського музею був чимось більшим, ніж просто конкурс чи чергове замовлення; йшлося про становлення та закріплення ідентичності євреїв у Берліні, втраченої під час Другої світової війни. Концепція архітектора полягала в намаганні створити відчуття пустоти, прагненні використати архітектуру як засіб розповіді, що дає можливість відчути вплив Голокосту як на єврейську культуру, так і на місто Берлін.

Незважаючи на те, що прибудова Лібескінда виглядає як окрема будівля, зовнішнього входу на фасаді немає. Щоб потрапити в новий музей, необхідно увійти зі старої будівлі в підземний коридор, котрий веде до початку трьох маршрутів, кожен з яких розповідає свою історію. Перший − у глухий кут, Вежу Голокосту. Другий − з будівлі музею в Сад Вигнання та еміграції, місце пам'яті про тих, хто був змушений покинути Берлін. Третій і найдовший веде до Сходів Безперервності, а потім до виставкових просторів музею, підкреслюючи неперервність історії та безкінечність життя.

Один із просторів, який справляє найбільш емоційний і потужний вплив на відвідувачів будівлі − Порожнеча, висотою 20 м, яка проходить через усю будівлю. Порожнеча прорізає зигзагоподібний план нової будівлі та символізує відчуженість. Щоб потрапити з одного кінця експозиції на інший, відвідувачі повинні перетнути один із 60 мостів, що ведуть у Порожнечу. Бетонні стіни створюють холодну, гнітючу атмосферу в просторі, де єдине світло виходить із невеликої щілини у верхній частині приміщення [3]. Даніель Лібескінд, який під час окупації Польщі втратив близько 80 родичів, створив гнітючі простори, в котрих сприйняття експонатів підсилюється звуковими та візуальними ефектами (рис. 1 *в*).

2001 року в Манчестері відкрито ще один музей — Імперський воєнний музей «Північ» (Imperial War Museum North, Manchester, United Kingdom, 2001), експозиція якого розповідає про вплив війн на долю англійців, починаючи з 1914 року. В цьому проекті Лібескінд зображує зруйнований у результаті війн світ, який потім було знову зібрано з уламків.

Будівля складається із трьох величезних окремих частин — «арен» воєнних дій: Суші, Повітря та Води. Поверхня кожного уламку відповідає формі якоїсь частини Землі. Уламок, що символізує Сушу, становить основу будівлі музею. В Повітрі, що нагадує формою ангар для літаків, розташовано головний вхід до музею, а також обсерваторії, навчальні приміщення та оглядовий майданчик, звідки відвідувачі можуть помилуватися видами Манчестера. Уламок, відповідний до Водної стихії, схожий на судно в морі. У ньому розмістився ресторан із прекрасним видом на Манчестерський судноплавний канал, а також місце для публічних виступів [4] (рис. 1 *г*).

Несподіване переплетення старого склепінного цегляного простору та унікальної форми виставкового простору створює динамічний діалог між архітектурою минулого та майбутнього. Датський Єврейський музей (Danish Jewish Museum, Copenhagen, Denmark, 2003) у Копенгагені відрізняється від інших європейських єврейських музеїв тим, що датські євреї, в цілому, були врятовані від нацистів зусиллями своїх співвітчизників. Цей історичний акт милосердя або Міцви

являє собою головну концепцію дизайну музею та відображується в його формі, структурі та світлі. В цьому проекті студія Даніеля Лібескінда розробила тільки внутрішній простір, лишивши незмінною історичну будівлю бібліотеки XVII сторіччя.

В архітектурно-художньому рішенні музею автор не використовує прямих ліній. Він навмисно нахилив стіни та дерев'яну підлогу, щоб глядачі відчули, що вони стоять на човні: нагадування про хвилі в морі, яке перетнули тисячі євреїв, тікаючи з окупованої нацистами Данії в нейтральну Швецію. Облицювання стін зі світлого дерева − це натяк на скандинавське оточення. Світлі смуги, прорізані на стінах, − ще одне посилання на Міцву [5] (рис. 1 *д, є*).

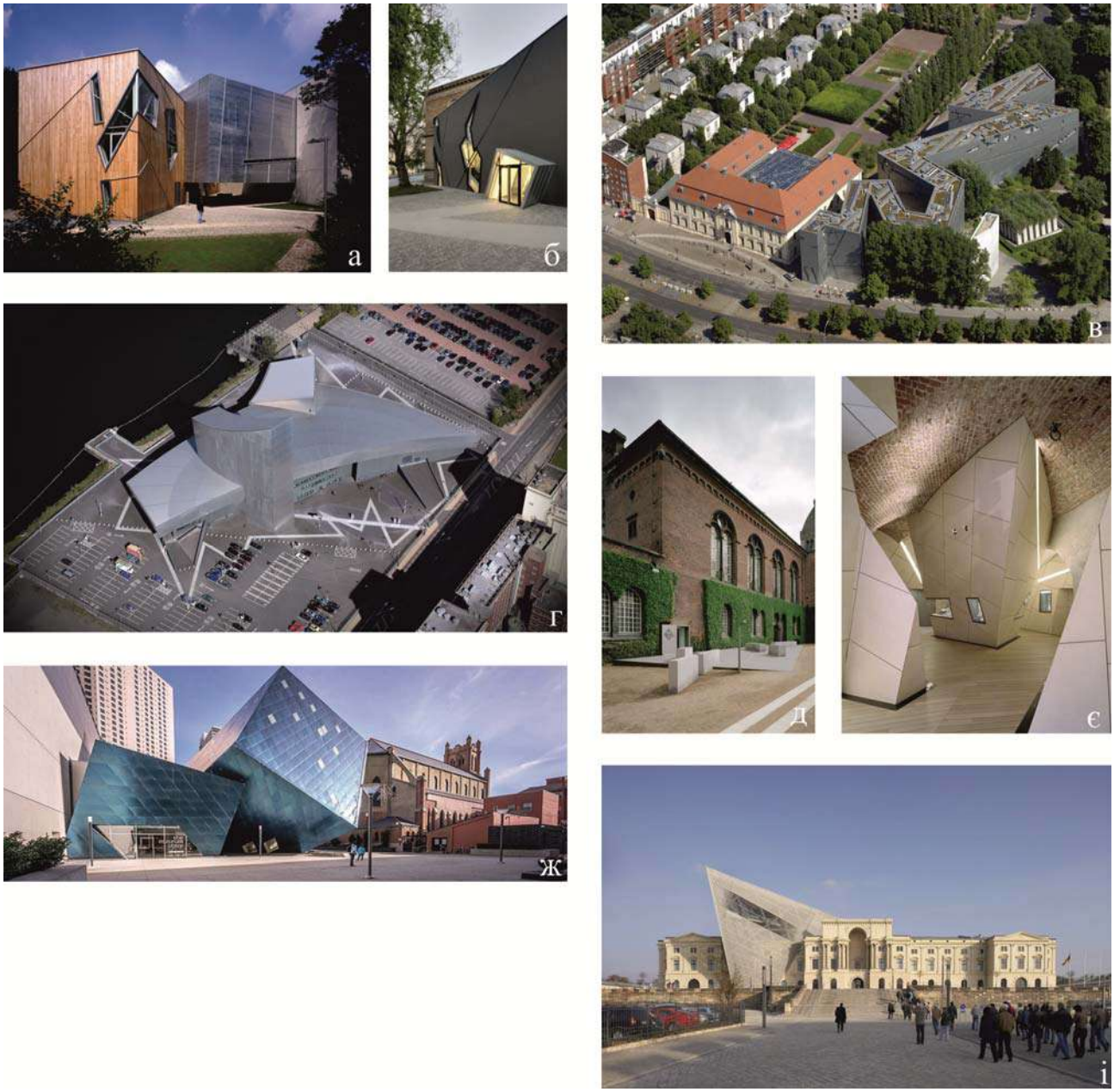


Рис. 1. Музеї в творчості Даніеля Лібескінда:
(а, б − музей Фелікса Нуссбаума, Оснабрюк, Німеччина, 1998 р.; в − Єврейський музей, Берлін, Німеччина, 1999 р.; г − Імперський воєнний музей «Північ», Манчестер, Англія, 2001 р.; д, є − Датський Єврейський музей, Копенгаген, Данія, 2003 р.; ж − Сучасний Єврейський музей у Сан-Франциско, Каліфорнія, США, 2008 р.; і − Дрезденський музей військової історії, Дрезден, Німеччина, 2011 р.
Фото з ресурсів: libeskind.com, aeroengland.co.uk, liffed.com)

2008 року Даніель Лібескінд знов розробляє новий внутрішній простір в історичній будівлі. Сучасний Єврейський музей у Сан-Франциско (Contemporary Jewish Museum, San Francisco, California, USA, 2008) розташований у будівлі колишньої підстанції Pacific Gas & Electric Jessie Street Substation, яка була побудована в 1881 та перебудована в 1907 році Віллісом Полком після землетрусу в Сан-Франциско 1906 року. Окрім нового внутрішнього простору площею близько 6 000 м^2, архітектор спроектував нову деконструктивістську кубічну конструкцію, яка розширює його. Нахилений темно-синій куб із нержавіючої сталі врізано в цегляну стіну старої підстанції, що демонструє взаємозв'язок між новим та старим. У проектному рішенні автор зберігає головні частини старої будівлі Полка, включаючи цегляний фасад, ферми та мансардні вікна.

Подібно до Датського Єврейського музею в Копенгагені, в Сучасному Єврейському музеї архітектор включає текст у свій дизайн. Натхненний фразою «L'chaim», що означає «За життя», Лібескінд дозволив єврейським літерам, що пишуться як «chet» та «yud», надихнути форму будівлі. Сам архітектор пояснював: «Чет» забезпечує загальну безперервність виставкових та освітніх приміщень, а «Юд» з його 36 вікнами, служить для спеціальних виставок, вистав та подій» [6].

Ромбоподібні вікна нової кубічної будівлі «Юд» освітлюють верхній поверх металевого куба. Інший розділ музею, косий прямокутник, відомий як «Чет», містить вузький вестибюль, навчальний центр та частину галереї.

На відміну від Єврейського музею в Берліні, під час проектування музею у Сан-Франциско Лібескінд відійшов від традиційного підходу до концепції єврейського музею, призначення якого найчастіше зводиться до збереження пам'яті про гоніння, страти та пошуки порятунку. «Не зважаючи на все, що відбулося, життя триває і не потрібно зациклюватися тільки на сумному», — впевнений автор проекту [7] (рис. 1 *ж*).

Ще один варіант роботи з історичною будівлею архітектор демонструє у проекті розширення Дрезденського музею військової історії (Military History Museum Dresden, Germany, 2011). Стара будівля раніше слугувала військовим арсеналом, потім — як Музей саксонської армії, далі — як нацистський військовий музей, і, нарешті, як радянський та східнонімецький музей. Не впевнений у ролі закладу у возз'єднаній державі, німецький уряд закрив музей та розпочав міжнародний конкурс із пошуку нової концепції.

Порушивши правила оригінального завдання конкурсу, яке вимагало, щоб нова прибудова не перешкоджала історичній будівлі, студія Лібескінда представила, як завжди, сміливе проектне рішення, яке контрастувало як зі старою будівлею, так і з навколишнім середовищем. Головною концепцією проекту була зміна ідентичності музею. П'ятиповерховий клин зі скла, бетону та сталі розірвав симетрію оригінальної будівлі та порушив класичний порядок колишнього арсеналу. Оглядовий майданчик на висоті майже 24 м (найвища точка клину − 29 м) забезпечує захоплюючий вид на сучасний Дрезден. Його зорієнтовано на район, де розпочалося бомбардування міста. Тут створено місце для роздумів.

Знакова форма стала значною національною пам'яткою та оживила навколишній громадський простір. Відкритість та прозорість нового фасаду протиставлені непрозорості та жорсткості старої будівлі, яка відображає суворість авторитарного минулого, тоді як перше відображає прозорість військових питань у демократичному суспільстві. Взаємодія між цими частинами формує характер нового Військово-історичного музею [8] (рис. 1 *і*).

Висновок. У результаті дослідження встановлено, що обставини особистого життя Даніеля Лібескінда мали великий вплив на його творчість. Його проекти − це симбіоз архітектури, музики та філософії. Мова майстра дуже індивідуальна. В межах одного проекту він поєднує дисонанс та гармонію, трагедію війни та прагнення

мирного життя. Художніми засобами для втілення цих категорій стали асиметрія, суперечливі поєднання об'ємів та просторів, віртуозні переплетення ліній та площин. Архітектор у кожному проекті повертається до своєї абстрактної та загадкової графіки.

Художня мова всіх будівель музеїв Лібескінда має спільні риси, які можна дослідити в кожному проекті, а саме:

– *зламані, непаралельні лінії*, як правило, збираються «в пучок» десь глибоко під землею, а зверху − розходяться. Також *лінія* може бути напрямною, яка розсікає поверхню стіни та утворює світлові прорізи;

– *гострокінцеві форми,* що пронизують простір;

– *вторгнення* − сторонні форми агресивно проникають в існуюче середовище;

– *контраст* − який застосовано як на рівні форми, так і у використанні нетипових оздоблювальних матеріалів в інтер'єрі та екстер'єрі будівлі;

– *сценарій* − архітектор примушує відвідувача рухатись певним маршрутом з метою переживання останнім певних емоцій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Philip Johnson, Mark Wigley. Deconstructivist Architecture. New-York : The Museum of Modern Art : Distributed by New-York Graphic Society Books, Little Brown and Co. 1988. 104 p.

2. Riccardo Bianchini. Felix Nussbaum Haus − Osnabrück [online] URL: https://www.inexhibit.com/mymuseum/felix-nussbaum-haus-osnabruck-daniel-libeskind/ (last access: 05.09.2020)

3. Evan Pavka. AD Classics: Jewish Museum, Berlin. Studio Libeskind ArchDaily. URL: https://www.archdaily.com/ 91273/ad-classics-jewish-museum-berlin-daniel-libeskind> ISSN 0719-8884 (last access: 05.09.2020)

4. Imperial War Museum North. [online] URL: https://libeskind.com/work/imperial-war-museum-north/ (last access: 01.09.2020)

5. Kirsten Kiser. Danish Jewish Museum. [online] URL: https://dac.dk/en/knowledgebase/architecture/danish-jewish-museum/ (last access: 02.09.2020)

6. Riccardo Bianchini. Daniel Libeskind − the CJM museum in San Francisco [online] URL: https://www.inexhibit.com/case-studies/daniel-libeskind-architecture-cjm-museum-san-francisco/ (last access: 05.09.2020)

7. Новый Еврейский музей в Сан-Франциско посвящен будущему [Электронный ресурс]. URL: https://jewish.ru/ru/news/articles/120024/ (дата обращения: 06.09.2020)

8. Military History Museum. [online] URL: https://libeskind.com/work/military-history-museum/ (last access: 05.09.2020)

REFERENCES

1. Philip Johnson, Mark Wigley. *Dekonstruktyvist·s'ka arkhitektura* [Deconstructivist Architecture]. New-York : The Museum of Modern Art : Distributed by New-York Graphic Society Books, Little Brown and Co., 1988, 104 p.

2. . Riccardo Bianchini. Felix Nussbaum Haus − Osnabrück. URL: https://www.inexhibit.com/mymuseum/felix-nussbaum-haus-osnabruck-daniel-libeskind/.

3. Evan Pavka. AD Classics: Jewish Museum, Berlin. Studio Libeskind ArchDaily. URL: https://www.archdaily.com/91273/ad-classics-jewish-museum-berlin-daniel-libeskind> ISSN 0719-8884.

4. Imperial War Museum North. URL: https://libeskind.com/work/imperial-war-museum-north/

5. Kirsten Kiser. Danish Jewish Museum. URL: https://dac.dk/en/knowledgebase/architecture/danish-jewish-museum/

6. Riccardo Bianchini. Daniel Libeskind − the CJM museum in San Francisco. URL: https://www.inexhibit.com/case-studies/daniel-libeskind-architecture-cjm-museum-san-francisco/

7. *Novyy Yevreyskiy muzey v San-Frantsisko posvyashchen budushchemu* [San Francisco's New Jewish Museum dedicated to the future]. URL: https://jewish.ru/ru/news/articles/120024/ (in Russian).

8. Military History Museum. URL: https://libeskind.com/work/military-history-museum/

Надійшла до редакції: 02.12.2020.

УДК 624.134.4
DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.230221.58.718

ДО ПИТАННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ ПІД ЧАС СПОРУДЖЕННЯ СУЧАСНИХ БУДИНКІВ НА ВОДІ

ДІДЕНКО Л. М. [1*], *канд. техн. наук, проф.,*
КЛИМЕНКО Г. О. [2], *канд. техн. наук, доц.,*
БАГЛАЙ А. С.[3], *студ.,*
ЛЕБЕДЄВА-ЧАЩИХІНА Н. І.[4], *студ.*

[1*] Кафедра безпеки життєдіяльності, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-34-57, e-mail: didenko.leon@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0410-4953
[2] Кафедра безпеки життєдіяльності, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (096) 763-76-17, e-mail: klimenkoannaalexandr@i.ua, ORCID ID : 0000 - 0002 - 6885 – 3144
[3] Кафедра безпеки життєдіяльності, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-34-57, e-mail: angelica.malysheva96@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-8147-6187
[4] Кафедра безпеки життєдіяльності, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-34-57, e-mail: Nataliya.Lebedeva.1@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-0131-6974

Анотація. ***Постановка проблеми.*** Архітектура біля річок та інших водойм відображує художньо-стилістичні особливості міст. Сучасна надводна архітектура визначилась у дві великі групи та включає велику кількість типологічних одиниць. Перша група – це великі гідротехнічні споруди (канали, дамби, шлюзи, мости). Друга – будівлі та споруди із громадською та житловою функціями. Незважаючи на різне призначення, об'єкти даної групи мають загальну конструктивну схему, що наведена двома складовими: плавуча основа та надбудова [1]. Сьогодні будинки на воді користуються великою популярністю в усьому світі. Основні причини цього – перенаселення території, високі податки на земельні ділянки та ін. Такі будинки популярні в Німеччині, Нідерландах, Великобританії, Сполучених Штатах Америки, Венеції, Франції, Індії, Чехії тощо. В Україні зведення будинків на воді перспективне, й може стати популярним із таких причин: достатньо швидкий строк реалізації замовлення; відносно довгий термін експлуатації (до 50 років); велика кількість місць для швартування; близькість до природи; приватність відпочинку тощо [2]. З огляду на те, що процес зведення будівель на воді досить складний і охоплює одразу декілька галузей виробництва, питання гарантування безпечних умов праці при цьому постає актуальним та необхідним. Також це питання має свою специфіку, пов'язану з відбіром робітників та забезпеченням безпеки під час проведення робіт на воді. ***Мета статті*** − аналіз стану безпеки та організації безпечних умов праці під час зведення сучасних будинків на воді. ***Висновки.*** 1. Показники смертельного травматизму в будівельній галузі стабільно за останні роки підвищуються. 2. Відсоткове співвідношення основних причин виникнення нещасних випадків, пов'язаних із виробництвом, перебуває практично в сталому стані. Вплив основних небезпечних виробничих чинників, пов'язаних зі зведенням будівель на воді, у своїй більшості призводить до нещасних випадків. 3. Створення рекомендацій з безпечного виконання послідовно усіх етапів зведення будівель на воді − важливе питання сьогодення, тому що таке будівництво має великі перспективи розвитку в нашій державі.

Ключові слова: *безпека праці; будинок на воді; будівництво; машинобудування; дебаркадер*

ON THE QUESTION OF LABOR SAFETY IN THE CONSTRUCTION OF MODERN HOUSES ON WATER

DIDENKO L.M.[1*], *Cand. Sc. (Tech), Prof.,*
KLYMENKO H.O. [2], *Cand. Sc. (Tech), Assoc. Prof.,*
BAHLAI A.S.[3], *Stud.,*
LEBEDEVA-CHASHCHYHINA N.I.[4], *Stud.*

[1*] Department of safety of vital functions, Prydniprovska State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (056) 756-34-57, e-mail: didenko.leon@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0410-4953

[2] Department of safety of vital functions, Prydniprovska State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (096) 763-76-17, e-mail: klimenkoannaalexandr@i.ua, ORCID ID : 0000 - 0002 - 6885 – 3144
[3] Department of safety of vital functions, Prydniprovska State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (056) 756-34-57, e-mail: angelica.malysheva96@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-8147-6187
[4] Department of safety of vital functions, Prydniprovska State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (056) 756-34-57, e-mail: Nataliya.Lebedeva.1@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-0131-6974

Abstract. ***Problem statement.*** Architecture near rivers and other bodies of water reflects the artistic and stylistic features of cities. Modern surface architecture has been devided in two large groups and includes a large number of typological units. The first group is large hydraulic structures (canals, dams, locks, bridges). The second group are the buildings and structures with social and housing functions. Despite the different purposes, the objects of this group have a common structural scheme, which is represented by two components: a floating base and a superstructure [1]. Today buildings on water are very popular all over the world. The main reasons for this are overpopulation of the territory, high taxes on land and others. Such buildings are popular in Germany, the Netherlands, Great Britain, the United States of America, Venice, France, India, the Czech Republic and others. In Ukraine, the construction of buildings on water is promising and may become popular for the following reasons: rather short term of order implementation; long service life (up to 50 years); a large number of mooring places; closeness to nature; privacy of rest and others [2]. Due to the fact that the process of erecting buildings on water is quite complicated and covers several branches of production at once, consideration of the issue of ensuring safe working conditions is relevant and necessary. Also, this issue has its own specifics associated with the selection of workers and ensuring safety when working on water. ***Purpose of the article*** is an analysis of the state of safety and organization of safe working conditions during the erection of modern buildings on the water. ***Conclusions***. 1. Fatal injury rates in the construction industry have consistently exceeded those in the mechanical engineering industry in recent years. At the same time, the indicators of fatal injuries in recent years have a tendency to increase and constancy in both industries. 2. The percentage of the main causes of occupational accidents is almost constant. The influence of the main hazardous production factors associated with the construction of buildings on water, for the most part, leads to the occurrence of accidents. 3. Drawing up recommendations for the safe implementation of consistently all stages of the construction of buildings on water is an important issue of our time, since such construction has great development prospects in our country.

Keywords: *labour safety; house on the water; building; mechanical engineering; landing stage*

Постановка проблеми. Архітектура біля річок та інших водойм відображує художньо-стилістичні особливості міст. Сучасна надводна архітектура визначилась у дві великі групи та включає велику кількість типологічних одиниць. Перша група – це великі гідротехнічні споруди (канали, дамби, шлюзи, мости). Друга – будівлі та споруди із громадською та житловою функціями. Незважаючи на різне призначення, об’єкти цієї групи мають загальну конструктивну схему, що наведена двома складовими: плавуча основа та надбудова [1].

Сьогодні будинки на воді користуються великою популярністю в усьому світі. Основні причини цього – перенаселення території, високі податки на земельні ділянки тощо. Такі будинки популярні в Німеччині, Нідерландах, Великобританії, Сполучених Штатах Америки, Венеції, Франції, Індії, Чехії тощо.

В Україні зведення будинків на воді бачиться перспективним і може стати популярним з таких причин: достатньо швидкий термін реалізації замовлення; відносно тривалий строк експлуатації (до 50 років); велика кількість місць для швартування; близькість до природи; приватність відпочинку тощо [2]. З огляду на те, що процес зведення будівель на воді досить складний і охоплює одразу декілька галузей виробництва, питання гарантування безпечних умов праці при цьому досить актуальне. Також це питання має свою специфіку, пов’язану із відбіром спеціалістів та забезпеченням безпеки під час робіт на воді.

Аналіз публікацій. Вивченню питань архітектури малоповерхових житлових будинків на воді та проектування об'єктів із включенням води у свою просторову структуру приділено увагу в багатьох працях, як вітчизняних, так і закордонних дослідників. Серед них: І. С. Економов,

О. А. Пахолюк, С. В. Ротко, О. Суботіна, Л. Тхионг, К. Олтуіса, Р. Фалетті, Ж. Нувель, З. Хадід, П. Солері, Ф. Гері, К. Танге, Т. Андо, М. Савицький, С. Шехоркіна [3; 11].

Технологія зведення залізобетонних дебаркадерів та різних видів понтонів і гідротехнічних споруд описана в працях О. І. Ольховик, А. А. Білецького, І. Н. Сіверцева , Г. Я. Булатова, Н. М. Єгорова, А. А. Мильта, В. І. Миронова, В. Б. Протопопова, І. І. Рибалова.

При цьому питанню безпеки виконання робіт із зведення будівель на воді приділено мало уваги. В основному описано безпеку праці за окремими видами робіт, а не безпечне виконання послідовно усіх етапів спорудження будівель на воді.

Мета статті – аналіз стану безпеки та організації безпечних умов праці під час зведення сучасних будинків на воді.

Результати досліджень. На воді створюються магазини, ресторани, нічні клуби, розважальні центри, лазні, готелі, житлові будівлі тощо. Плавучий будинок може бути: сезонним та цілорічним; стаціонарним або мобільним; розміщеним у селищі чи за його межами; обладнаним на судновій основі, палях чи понтонах. Після закінчення будівництва дебаркадера належить його документально оформити, адже господар споруди фактично стає судновласником. Власника дебаркадера чекають додаткові етапи: отримання документів на право власності; огляд; введення в експлуатацію (пожежна та санітарно-епідеміологічна інспекція); отримання бортового номера; отримання дозволу на швартування; страхування будинку (бажано) [4].

Будинок на воді – це плавучий засіб, тому поняття «фундамент» для нього деякою мірою умовне. Будинок стоїть на понтоні. Понтон може бути сталевим, залізобетонним, на пластикових поплавках або модульним пластиковим.

Будувати дебаркадер можна тільки за проектом. При цьому послуг архітектора, який проектує звичайні будівлі, в даному випадку недостатньо. Проект будинку на воді повинен розробляти фахівець, що має спеціальну ліцензію Річкового судноплавства України. До того ж, дебаркадери будують спеціальні підприємства, що мають ліцензію [5].

Понтони для будинків на воді є найпопулярніша основа. Ці конструкції забезпечують будівлі стабільний стан, надійність, довгий строк експлуатації. Існують готові фабричні споруди, але якщо треба збільшити площу та є бажання змінити дизайн, треба зводити будівлю на спеціальних понтонах для плавучих будинків.

Понтонні основи можуть бути виготовлені зі стальних елементів, залізобетонних матеріалів, склопластику.

Вибір залежить від габаритів будинку, специфіки будівництва, експлуатації. Залізобетонні конструкції мають високу стійкість до навантажень, довговічність, відмінно придатні для зведення стаціонарних споруд. Достойні технічні показники у сталевих конструкцій. За умови якісного складання, надійної антикорозійної обробки вони виконують свої функції протягом багатьох років. Обов'язковим елементом споруди повинен стати металевий каркас. Він не дозволяє змінитися геометрії будинку. Всі елементи обробляються вологовідштовхувальними, антикорозійними засобами. Проектування будинку треба довірити кваліфікованим фахівцям. Вони правильно обчислять центр тяжіння, враховуючи вітрове навантаження. В облицюванні використовують панельні матеріали, що можуть зберігати цілісність під час хитавиці [6].

Наразі існує цілий напрямок будівництва, що займається зведенням споруд на воді, які повністю придатні для проживання.

Технологія зведення будівель на дебаркадерах більш монументальна, оскільки передбачає будівництво на базі бетоних дебаркадерів. В основному ця технологія використовується для зведення плавучих ресторанів або готелів, але є приклади реалізації такої технології у

житловому будівництві. Основні переваги: з'являється свобода дій для реалізації різноманітних архітектурних задумок. На бетоному дебаркадері можна зводитити досить великі будівлі висотою в декілька поверхів [7].

Будинки на воді мають велику перспективу розвитку в Україні. Найбільш поширене їх зведення на залізобетонних понтонах, для виготовлення яких використовується спеціальний гідротехнічний бетон. Усередині понтона розміщується міцний металевий каркас – спеціальні рами для підйому понтонів краном під час транспортування та тунелі для прокладення всіх необхідних комунікацій.

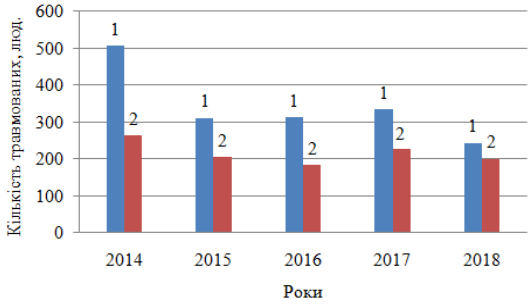


Рис. 1. Аналіз травматизму в машинобудівній та будівельній галузях промисловості України: 1 – машинобудівна галузь; 2 – будівельна галузь

Транспортується великий плавучий будинок від місця складання до місця стоянки буксиром. Серія модульних будинків може перевозитися водним транспортом до акваторії, де буде виконуватись їх зведення та подальша експлуатація. Після доставки готових модулів на місце розташування виконується монтаж будинку з використанням відповідних механізмів і пристроїв. Установлюється плавучий стояковий будинок на місці швартування за допомогою залізобетонних якорів та якірних ланцюгів або паль [8].

При цьому сумарна вага конструкції будівлі на воді може коливатися від 50 до 200 й більше тонн.

Зведення будівель на воді охоплює одразу декілька галузей промисловості, серед яких основні – машинобудування (суднобудування входить до складу цієї галузі) та будівництво. В ході дослідження за даними статистичних джерел ми виконали порівняльний аналіз травматизму по цих галузях. На рисунку 1 наведено аналіз травматизму в машинобудівній та будівельній галузях промисловості України. На рисунку 2 – аналіз смертельного травматизму в машинобудівній та будівельній галузях промисловості України.

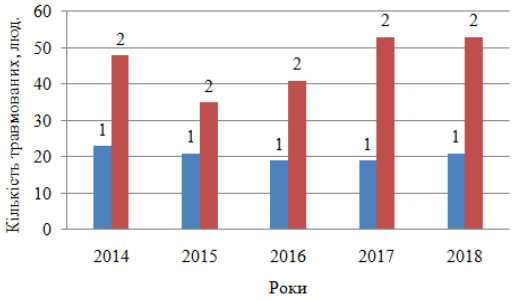


Рис. 2. Аналіз смертельного травматизму в машинобудівній та будівельній галузях промисловості України: 1 – машинобудівна галузь; 2 – будівельна галузь

Із цих рисунків видно, що загальний травматизм у машинобудівній галузі має набагато вищі показники, ніж загальний травматизм у будівельній галузі України. При цьому показники травматизму мають тенденцію до зниження. Показники смертельного травматизму в будівельній галузі стабільно за останні роки майже вдвічі перевищують показники в машинобудівній галузі. А показники смертельного травматизму за останні роки мають тенденцію до збільшення в обох галузях.

Умовно весь процес зведення будівлі на воді можна поділити на три великі етапи: виготовлення основи будинку, транспортування її до місця швартування та спорудження самої будівлі. У виконанні всіх етапів необхідно дотримуватись вимог не тільки ДБН А.3.2-2-2009, а й Державної інспекції енергетичного нагляду України та Державної служби України з питань праці, а також санітарних і протипожежних норм, інших документів з охорони праці, чинних для будівельної і машинобудівельної галузей. Також треба враховувати, що під час регулярного обслуговування будівель можуть використовуватися водолазні роботи

для профілактичних оглядів підводної частини будівлі на предмет виявлення пробоїн та дефектів. При цьому виникає велика кількість шкідливих та небезпечних виробничих чинників, що відповідають кожному з етапів під час зведення будівель на воді.

У ході дослідження, для більшої його достовірності, застосовано декілька методів, основні з яких – це аналіз літературних джерел, в тому числі й реальних проектів зведення будівель на воді та метод експертних оцінок, у якому брали участь кваліфіковані фахівці, думку яких можна вважати узгодженою. Такі дослідження показали, що найскладніше, найнебезпечніше і, водночас, наймонументальніше – це зведення будівель на воді на основі залізобетонних та металевих дебаркадерів.

У галузі використовується великий відсоток немеханізованої праці робітників. Трудова діяльність супроводжується шкідливими та небезпечними виробничими чинниками, що призводять до професійних захворювань та травматизму [9].

До основних шкідливих та небезпечних виробничих чинників належать: вплив шуму, пилу, вібрації, випаровування шкідливих речовин під час зварювання та антикорозійної обробки елементів конструкції, робота на висоті, падіння предметів з висоти, рухливі частини машин та механізмів, дія електричного струму, легкозаймисті та вибухонебезпечні речовини, дорожньо-транспортні пригоди під час транспортування (як по воді, так і наземним транспортом).

Аналіз літературних та статистичних джерел показав, що за останні роки відсоткове співвідношення основних причин виникнення нещасних випадків, пов'язаних із виробництвом у промисловості України перебуває практично в сталому стані. Так, на рисунку 3 наведено аналіз відсоткового співвідношення основних причин виникнення нещасних випадків, пов'язаних із виробництвом, в Україні в 2017 році [10].

Рис. 3. Аналіз відсоткового співвідношення основних причин нещасних випадків, пов'язаних із виробництвом, в Україні в 2017 році: 1 – ДТП; 2 – падіння, обвалення, обвал предметів, матеріалів, породи, ґрунту тощо; 3 – падіння потерпілого; 4 – дія предметів і деталей, що рухаються, розлітаються та обертаються; 5 – ураження електричним струмом; 6 – вибухи (7 %, що залишилися, припадають на інші причини, пов'язані з виробництвом)

Із рисунка 3 видно, що дія основних небезпечних виробничих чинників, що можуть бути пов'язаними зі зведенням будівель на воді, у своїй більшості спричинює виникнення нещасних випадків. Отже, з огляду на те, що будівництво на воді має великі перспективи розвитку в Україні та являє собою комплексний складний процес, що охоплює не одну галузь виробництва та багато видів робіт, створення рекомендацій з безпечного виконання послідовно усіх етапів зведення будівель на воді постає важливим питанням сьогодення.

Висновки. 1. В Україні за останні роки загальний травматизм у машинобудівній галузі має набагато вищі показники, ніж у будівельній галузі. При цьому показники травматизму мають тенденцію до зниження. Показники смертельного травматизму в будівельній галузі за останні роки майже вдвічі стабільно перевищують показники в машинобудівельній галузі. При цьому показники смертельного травматизму за останні роки мають тенденцію до збільшення.

2. Відсоткове співвідношення основних причин виникнення нещасних випадків, пов'язаних із виробництвом, перебуває практично в сталому стані. Вплив основних небезпечних виробничих чинників, пов'язаних зі зведенням будівель на воді, у

своїй більшості призводить до нещасних випадків.

3. Створення рекомендацій з безпечного виконання послідовно усіх етапів зведення будівель на воді – важливе питання сьогодення, оскільки таке будівництво має великі перспективи розвитку в нашій державі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Родина О. А. Особенности архитектурно-типологического формирования дебаркадеров (на примере Волжско-Камского бассейна), том 1: дис. … канд. архитектуры: 05. 23. 21. ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет». Нижний Новгород, 2016. 156 с.

2. Дома на воде в Украине : перспективы развития: веб-сайт. URL : https://topyachts.com.ua/doma-na-vode (дата звернення: 01.06.2020).

3. Антоненко І. В., Сафронова О. О. Особливості формування плавучих модульних будівель на території України. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування.* Вип. 52. Київ : Київський національний університет будівництва і архітектури, 2018. С. 264–276.

4. Як побудувати будинок на воді : веб-сайт. URL : http://bud-porada.in.ua/kak-postroit-dom-na-vode.htm (дата звернення: 01.06.2020).

5. Как построить дом на воде : обустроить, поселиться и жить : веб-сайт. URL : http://www.accbud.ua/house/building-house/karkasnye-doma/dom-na-vode (дата звернення: 01.06.2020).

6. Оригинальное решение для временного и постоянного жилья – дом на воде: веб-сайт. URL : https://yellowhome.ru/2018/05/18/originalnoe-reshenie-dlya-vremennogo-i-postoyannogo-zhilya-dom-na-vode/ (дата звернення: 01.06.2020).

7. Дома на воде : веб-сайт. URL : https://www.rmnt.ru/story/realty/doma-na-vode-mirovoy-i-otechestvennyy-opyt.373754/ (дата звернення: 01.06.2020).

8. Дома на воде – техническая торона вопроса : веб-сайт. URL : https://budzirka.com.ua/tehnik-stati/dom-na-vode-tekhnicheskaya-storona-voprosa (дата звернення: 01.06.2020).

9. Окуловский Г. Н., Ушакова Л. В., Игнатюк А. Н. Социально-гигиенические аспекты производственного травматизма рабочих массовых профессий судостроения и судоремонта. *Общественное здоровье и здравоохранение. Вестник Санкт-Петербургской Государственной Медицинской Академии им. И. И. Мечникова.* Санкт-Петербург : Северо-Западный государственный медицинский университет имени И. И. Мечникова, 2005. № 2 (6). С. 26–29.

10. События : веб-сайт. URL : https://interfax.com.ua/news/general/501724.html (дата звернення: 01.06.2020).

11. Шехоркина С. Е., Савицкий Н. В. Конструктивное решение подводной части малоэтажных жилых зданий на воде. *Строительство. Материаловедение. Машиностроение. Серия : Инновационные технологии жизненного цикла объектов жилищно-гражданского, промышленного и транспортного назначения*. 2014. Вып. 77. С. 228−232. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/smmit_2014_77_43

REFERENCES

1. Rodina O.A. *Osobennosty` arhy`tekturno-ty`pology`cheskogo formy`rovany`ya debarkaderov (na pry`mere Volzhsko-Kamskogo bassejna), tom 1 ... kand. arxy`tektury: 05. 23. 21* [Features of the architectural and typological formation of landing stages (on the example of the Volga-Kama basin). Vol. 1 : diss. ... PhD in Architecture: 05. 23. 21]. Nizhnyi Novgorod, 2016, 156 p. (in Russian)

2. *Doma na vode v Ukray`ne : perspekty`vy razvy`ty`ya* [Houses on the water in Ukraine : development prospects]. SkyscraperPage : web-site. (Accessed: 01 June 2020). (in Russian)

3. Antonenko I.V. and Safronova O.O. *Osobly`vosti formuvannya plavuchy`x modul`ny`x budivel` na tery`toriyi Ukrayiny`* [Features of formation of floating modular buildings on the territory of Ukraine]. *Suchasni problemy` arxitektury` ta mistobuduvannya* [Modern Problems of Architecture and Urban Planning]. Vol. 52. Kyiv : Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture, 2018, pp. 264–276. (in Ukrainian)

4. *Yak pobuduvaty` budy`nok na vodi* [How to build a house on the water: equip, settle and live]. Web-site. (Accessed: 01 June 2020). (in Ukrainian)

5. *Kak postroy`t` dom na vode:obustroy`t`, posely`t`sya y` zhy`t`:*[How to build a house on the water]. Web-site. (Accessed: 01 June 2020). (in Russian)

6. *Ory`gy`nal`noe resheny`e dlya vremennogo y` postoyannogo zhy`l`ya – dom na vode:* [An original solution for temporary and permanent housing − a house on the water]. Web-site. (Accessed: 01 June 2020). (in Russian)

7. *Doma na vode* [Houses on the water]. Web-site. (Accessed: 01 June 2020). (in Russian)

8. *Doma na vode – texny`cheskaya torona voprosa* [Houses on the water − the technical side of the issue]. Web-site. (Accessed: 01 June 2020). (in Russian)

9. Okulovsky`j G.N., Ushakova L.V. and Y`gnatyuk A.N. *Socy`al`no-gy`gy`eny`chesky`e aspekty proy`zvodstvennogo travmaty`zma rabochy`x massovыx professy`j sudostroeny`ya y` sudoremonta. Obshhestvennoe zdorov`e y` zdravooxraneny`e* [Social and hygienic aspects of industrial injuries of workers of mass professions of shipbuilding and ship repair. Public Health]. *Vestny`k Sankt-Peterburgskoj Gosudarstvennoj Medy`cy`nskoj Akademy`y` y`m. Y`. Y`. Mechny`kova* [Bulletin of the St. Petersburg State Medical Academy after I.I. Mechnykov]. Saint-Petersburg : Northwestern State Medical University after I.I. Mechnykov, no. 2 (6), 2005, pp. 26–29. (in Russian)

10. Sobyty`ya [Events]. Web-site. (Accessed: 01 June 2020). (in Russian)

11. Shekhorkina S. Yev., Savytskyi N.V. *Konstruktivnoe reshenie podvodnoj chasti malo`etazhnyh zhilyh zdanij na vode* [Constructive solution for the underwater part of low-rise residential buildings on the water]. *Stroitel'stvo. Materialovedenie. Mashinostroenie. Seriya : Innovacionnye tehnologii zhiznennogo cikla ob`ektov zhilischno-grazhdanskogo, promyshlennogo i transportnogo naznacheniya* [Building. Materials Science. Mechanical Engineering. Series: Innovative technologies of the life cycle of objects of housing and civil, industrial and transport purposes]. 2014, vol. 77, pp. 228−232. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/smmit_2014_77_43 (in Russian)

Надійшла до редакції: 15.11.2020.

УДК 699.887.3
DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.230221.65.719

ДО ПИТАННЯ ОБСТЕЖЕННЯ ТА ЕКСПЕРТИЗИ М'ЯКИХ ПОКРІВЕЛЬ

ДІДЕНКО Л. М.[1*] , *канд. техн. наук, проф.,*
РИБАЛКА К. А.[2] , *канд. техн. наук, доц.*

[1*] Кафедра безпеки життєдіяльності, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (067) 769-62-06, e-mail: didenko.leon@gmail.com, ORCIDID: 0000 0002-6885-3144
[2] Кафедра безпеки життєдіяльності, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (050) 905-51-42, e-mail: ekaterina.rybalka1980@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-7049-6871

Анотація. ***Постановка проблеми.*** Невідповідність між вимогами до м'яких покрівель та їх фактичним станом поступово наростає, особливо в умовах значного обмеження коштів, що виділяються на їх утримання і ремонт. У цих умовах організації, що виконують ремонт і реставрацію покрівель, компенсують витрати на ремонт або улаштування нових із використанням менш якісних матеріалів, зменшуючи кількість шарів як основного рулонного килима, що укладається, так і в деталях сполучення покрівлі з виступаючими елементами на покриттях (парапетів, ліхтарних конструкцій, вентиляційних шахт тощо). Із цих позицій узагальнення досвіду проведення експертиз і вдосконалення методики перевірки ефективності використання засобів, передбачених на влаштування або ремонт покрівель, наразі становить актуальне завдання. ***Мета статті*** – навести рекомендації до підвищення якості експертиз, що виконуються з обстеження введених в експлуатацію м'яких покрівель, та порядок визначення на предмет відповідності їх вимогам діючої нормативно-технічної документації. ***Висновок.*** Визначення якості і перевірка ефективності використання засобів, що передбачаються для будівництва, проведення реконструкції і ремонту м'яких покрівель у нашій країні з метою поліпшення їх стану на даний момент, як і раніше, – дуже актуальне питання. Підготовка фахівців із питанньь, що стосуються ремонту й експлуатації покрівель. на сучасному рівні має недоліки. Діюча нормативно-технічна документація у сфері ремонту, реконструкції та експлуатації сучасних покрівель не містить достатньої інформації з урахуванням сучасних технологій їх улаштування. Для якісної, оперативної та об'єктивної оцінки якості обстежуваних м'яких покрівель та визначення вартості об'ємів фактично виконаних робіт із будівництва, реконструкції і ремонту потрібне забезпечення усіх зацікавлених учасників сучасними приладами, що дозволяють значно поліпшити якість виконуваних експертиз.

Ключові слова: *м'яка покрівля; експертиза; ремонт; реконструкція; технологія улаштування*

TO THE QUESTION OF INSPECTION AND EXAMINATION OF SOFT ROOFS

DIDENKO L.M.[1*], *Cand. Sc.(Tech.), Prof.,*
RYBALKA K.A.[2], *Cand. Sc.(Tech.), Assoc. Prof.*

[1*] Department of Life Safety, Prydniprovska State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (067) 769-62-06, e–mail:didenko.leon@gmail.com, ORCID ID: 0000 0002-6885-3144
[2] Department of Life Safety, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (050) 905-51-42, e-mail: ekaterina.rybalka1980@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-7049-6871

Abstract. ***Problem statement.*** The discrepancy between the requirements for soft roofs and their actual condition is gradually increasing, especially in conditions of significant restrictions on the funds allocated for their maintenance and repair. Under these conditions, organizations repairing and restoring roofs reimburse the cost of repairing or installing new ones using lower quality materials, reducing the number of layers of both the main roll carpet, which is laid, and the details of combining the roof with protruding elements on the floor (parapets, lanterns). structures, ventilation shafts, etc.). From these positions, the generalization of the experience of examinations and the improvement of the methodology for verifying the effectiveness of the use of funds provided for the installation or repair of roofs, is a very important task today. ***Purpose of the article***. Recommendations for improving the quality of examinations performed on the inspection of commissioned soft roofs, and the procedure for determining whether they comply with the requirements of current regulatory and technical documentation. ***Conclusion***. Determining the quality and checking the effectiveness of the use of funds provided for the construction, reconstruction and repair of soft roofs in our country in order to improve their condition at the moment is still a very important issue. The training of specialists in matters

related to the repair and operation of roofs at the current level has shortcomings. The current regulatory and technical documentation in the field of repair, reconstruction and operation of modern roofs does not contain sufficient information, taking into account modern technologies of their device. For qualitative, operative and objective assessment of quality of inspected soft roofs and definition of cost of volumes, actually executed works on construction, reconstruction and repair it is necessary to equip all interested participants with the modern devices allowing to improve quality of performed examinations considerably.

Keywords: *soft roof; examination; repair; reconstruction; device technology*

Постановка проблеми. Невідповідність між вимогами до м'яких покрівель та їх фактичним станом поступово наростає, особливо в умовах значного обмеження коштів, що виділяються на їх утримання і ремонт. У цих умовах організації, що виконують ремонт і реставрацію покрівель, компенсують витрати на ремонт або улаштування нових із використанням менш якісних матеріалів, зменшуючи кількості шарів як основного рулонного килима, що укладається, так і в деталях сполучення покрівлі з виступаючими елементами на покриттях (парапетів, ліхтарних конструкцій, вентиляційних шахт тощо). Із цих позицій узагальнення досвіду проведення експертиз і вдосконалення методики перевірки ефективності використання засобів, передбачених на улаштування або ремонт покрівель, на сьогодні становить дуже актуальне завдання.

Аналіз публікацій. Робота виконувалася відповідно до Закону [13] та нормативно-технічних і будівельних стандартів України [1; 5; 10; 11].

Мета статті – надати рекомендації до підвищення якості експертиз, що виконуються з обстеження введених в експлуатацію м'яких покрівель, та порядок визначення на предмет відповідності їх вимогам діючої нормативно-технічної документації.

Виклад матеріалу. Покрівля являє собою конструктивний елемент практично будь-якої будівлі або споруди, що виконує основну функцію − захищати будівлю від атмосферних опадів та інших дій довкілля.

Технічний стан цивільних і промислових будівель, як найбільш поширених, багато залежить від стану покрівлі, включаючи організацію водовідвідних систем. Враховуючи, що свої властивості і первинні якості покрівельні матеріали втрачають значно раніше, ніж нормативний термін проектної експлуатації окремих конструктивних елементів і будівлі в цілому, необхідність заміни і ремонту їх виникають у коротші терміни.

Не зважаючи на те, що вагомість трудомісткості робіт з облаштування покрівель від загальних об'ємів витрат на зведення будівель не значна (для житлових будівель 6…11 %, промислових – 10…15 %), із часом, у зв'язку з необхідністю ремонту покрівельного покриття, вона збільшується у декілька разів і може досягати до 25…30 %.

Наразі понад 60 % покрівель будинків і споруд виконані з відхиленнями від вимог ДБН В. 2.6-220:2017 «Покриття будівель і споруд», а з урахуванням того, що упродовж тривалого часу на їх ремонт виділялося мало коштів, роботи виконувалися з низькоякісних матеріалів, недосконалими методами, тому понад 80 % покрівель вимагають ремонту, повної заміни усіх або декількох шарів.

Щорічні фінансові втрати, пов'язані з порушенням технології виконання робіт і застосуванням неякісних матеріалів, в Україні складають близько 1 млрд грн.

Нині, на практиці сучасного будівництва, як водоізоляційний шар використовують: рулонні та мастичні матеріали, азбестоцементні хвилясті та сталеві або мідні листи, металевий профнастил, металочерепицю з дрібноштучних матеріалів (черепиця, азбестоцементні плоскі та бітумно-полімерні плитки).

Найбільше поширення за останні роки отримали рулонні (м'які) покрівлі, що використовуються для покриття житлових, громадських, промислових будівель і спеціальних споруд та виконані з бітумних і

бітумно-полімерних матеріалів з армувальною скло-, синтетичною або картонною основою, а також з еластомерних вулканізованих плівкових матеріалів.

Таке широке використання цих матеріалів пов'язане з певними їх перевагами, а саме: відносною простотою укладання порівнянно з іншим покриттям; відсутністю необхідності використання складної техніки у процесі виконанні робіт; їх високими показниками відносно шумо-, гідро- і теплоізоляції.

До недоліків рулонних покрівель відносять виникнення різних дефектів і руйнувань у відносно короткі терміни. Візуально видимі дефекті та руйнування, що найчастіше трапляються, такі:

− нерівності поверхні покрівлі (горбистість) з великою кількістю відшаровувань верхнього шару рулонного матеріалу від шарів, що пролягають нижче (фото 1);

− здуття усього покрівельного килима або окремих його шарів (рис. 1);

− відшаровування в зонах напусту та місцях стикування полотен матеріалу (рис. 2);

− відсутність ухилів, що спричинює скупчення води (рис. 3);

− поява грибка, моху і гниття в ямках, тріщинах (рис. 4.);

− механічні дефекти на поверхні парапетів (рис. 5), в місцях контакту покрівлі з розтяжками, антенами, гілками, льодом;

− протікання в місцях примикання покрівельного покриття до парапетів та інших вертикальних поверхонь (рис. 6).

− відсутність або недостатня кількість наклеюваних шарів додаткового покрівельного килима для посилення в місцях примикань;

− неоднорідність структури захисного шару на поверхні покрівель у вигляді чергування смуг крупнозернистої посипки з їх обмазкою бітумом;

− велика кількість поперечних тріщин у покривному шарі руберойду або іншого рулонного матеріалу з крупнозернистою посипкою;

− протікання біля воронок внутрішнього водостоку.

Рис. 1. Візуальний дефект покрівлі – здуття покрівельного килима

Рис. 2. Відшаровування в зонах напусту килима

Рис. 3. Скупчення води на існуючій рулонній покрівлі

Рис. 4. Поява рослин та моху в тріщинах покрівлі

Рис. 5. Порушення ізоляції стиків між парапетними плитами

Рис. 6. Пошкодження примикання шарів руберойду до парапету

Більшість із вищеперелічених дефектів і руйнувань покрівельного покриття пов'язані з порушенням технології його улаштування і використання будівельних матеріалів, не передбачених проектною документацією, а саме: зменшення ширини стику; непроплавлення поверхні рулону під час його наклеювання; зменшення кількості шарів, що укладаються, використання інших марок руберойдового килима.

Виявлення зазначених причин появи недоліків у покрівлях, вимагає негайного проведення експертних досліджень, які дозволили б не лише з’ясувати причини виникнення дефектів, а і вказати розміри очікуваного збитку.

У ході складання висновку або експертизи найчастіше опрацьовуються такі питання:

1. Виявлення відхилень виконаної покрівлі від проектно-кошторисної документації (товщина стяжки, покриття парапетів і виходів на покрівлю, товщина утеплювача та ін.).

2. Перевірка якості використаних будівельних матеріалів і міра їх відповідності вимогам проекту.

3. Оцінювання основних параметрів елементів покрівлі (ухили, висота примикання до вертикальних поверхонь).

4. Оцінювання якості ремонтно-будівельних робіт з облаштування покрівельних елементів на відповідність вимогам діючих нормативних документів.

5. Визначення товщини і кількості улаштованих шарів руберойду.

6. Оцінювання наявності та якості виконаних водовідвідних пристроїв.

7. Аналіз кошторисів на достовірне визначення вартості робіт за проектом.

8. Аналіз актів приймання виконаних робіт (форма КБ-2в), в частині відповідності переліку, об'ємам і вартості проведених будівельних і ремонтних робіт проектно-кошторисній і виконавчій документації, необхідним державним вимогам.

9. Визначення економічного збитку, завданого в результаті застосування неякісних будівельних матеріалів, завищення об’ємів порівнянно з фактично виконаними роботами тощо.

Виконання експертизи складається з декількох етапів.

На *першому етапі* здійснюється вивчення та аналіз усієї проектної документації з визначенням обсягів робіт узгоджених проектних рішень і кошторисної документації, в частині застосованих розцінок у локальних кошторисах для визначення кошторисної вартості реконструкції або ремонту покрівлі.

Рис. 7. Наявність неприбраних шарів під новоукладеними

Рис. 8. Мініпальники, що використовуються для заклеювання розтину килима

На *другому етапі* здійснюється вивчення та аналіз усієї виконавчої документації і звітних документів: довідок про вартість виконаних підрядних робіт (форма КБ-3); актів приймання виконаних підрядних робіт (форма КБ-2в); актів на приховані роботи; підсумкових відомостей ресурсів, протоколів лабораторних випробувань, журналів та ін.

На *третьому етапі*, для отримання достовірних даних, проводиться інструментальне обстеження покрівлі, за результатами якого встановлюються: характеристики матеріалів, застосованих під час виконання робіт; геометричні параметри обстежуваних ділянок покрівлі (площа, висота примикань, ухили, наявність водовідвідних комунікацій та ін.).

Найбільш поширений спосіб інструментального обстеження, – це «вирубування», тобто розтин покрівлі, що дозволяє визначити наявність старого шару руберойду, кількість нових укладених шарів килима, наявність додаткових шарів у районі розташування водостічних воронок і примикань до парапетів та вентиляційних каналів, товщини і стан вирівнювальних шарів, товщини утеплювача, стан і вологісний режим теплоізоляції, міцність приклеювання пароізоляційного і гідроізоляційного шарів до основи, величину зашморгування полотнищ. Недолік цього методу полягає в тому, що порушується цілісність шарів гідроізоляційного килима, яку необхідно усунути, використовуючи мініпальники і новий рулонний матеріал (рис. 7, 8).

Виявлення протікань м'якої покрівлі можливе і неруйнівними методами. До сучасних методів пошуку можна віднести: електровекторне картування із скануванням (апарат ЕВК); інфрачервону термографію (тепловізор testo − 870-2); індикаторний (дефектоскоп Buckley's PD 240); випробування повітропроникності наддуванням або розрідженим повітрям.

На даний момент метод електро-векторного картування (ЕВК), розроблений у Німеччині, – практично єдиний неруйнівний метод контролю протікань покрівлі, за допомогою якого за результатами технічного обстеження м'якої покрівлі будівлі отримують карту порушень гідроізоляційного шару і фотофіксацію цих місць. Іншими словами, цим способом можна знайти дефекти, які неможливо знайти візуальними методами.

Метод інфрачервоної термографії дозволяє визначити не місця протікань, а

місця скупчення вологи в «покрівельному пирогу», що на практиці далеко не одне й те саме.

Проте слід зазначити, що провідні НВІСЕ та приватні експерти, на жаль, не мають на озброєнні сучасних приладів і. природно, не використовують неруйнівні методи обстеження м'яких покрівель.

На *четвертому етапі* робиться лабораторний аналіз відібраних фрагментів руберойду, утеплювача з метою визначення відповідності його проектним вимогам і нормативним документам, який виявляється найбільш трудомістким, але при цьому відрізняється найдостовірнішими результатами. Лабораторні дослідження виконують тільки ті лабораторії (організації), які володіють існуючою ліцензією й усім необхідним устаткуванням з наявністю відповідних сертифікатів перевірки на точність вимірів.

Випробування зразків руберойдового килима, відібраних із верхнього і нижнього шарів покрівельного покриття виконують відповідно до розд. 10, 23 [9], відібраних згідно з Додатком А [9]. Загальні вимоги до оформлення результатів випробувань виконують згідно з вимогами розд. 40 [9].

На *п'ятому етапі* розраховується вартість за фактичним обсягом виконаних робіт і тими розцінками, які відповідають фактичному застосованому матеріалу (для руберойду, оцинкованого металу, утеплювача, стяжки) та складу робіт відповідно до робочих креслень за кожним кошторисом і виводиться загальна фактична вартість виконаних робіт.

На *шостому етапі* за підсумками аналізу і проведених досліджень складається експертний висновок, в якому відбиваються отримані технічні й економічні результати, підтверджені нормативними нормами і правилами будівельного проектування та експериментальними лабораторними дослідженнями.

Висновки. Визначення якості і перевірка ефективності використання засобів, що передбачаються для будівництва, проведення реконструкції і ремонту м'яких покрівель у нашій країні з метою поліпшення їх стану на даний момент як і раніше, постає дуже актуальним. Підготовка фахівців із питань, що стосуються ремонту й експлуатації покрівель, на сучасному рівні має недоліки.

Чинна нормативно-технічна документація у сфері ремонту, реконструкції та експлуатації сучасних покрівель не містить достатньої інформації з урахуванням сучасних технологій їх улаштування.

Для якісного, оперативного та об'єктивного оцінювання якості обстежуваних м'яких покрівель та визначення вартості обсягів фактично виконаних робіт із будівництва, реконструкції і ремонту потрібне забезпечення усіх зацікавлених учасників сучасними приладами, що дозволяють значно поліпшити якість виконуваних експертиз.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН А.2.2-3:2014. Склад та зміст проектної документації на будівництво. Київ : Мінрегіон України, 2014. 36 с.

2. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. Київ : Мінрегіон України, 2016. 51 с.

3. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12). Київ : Мінрегіон України, 2009. 122 с.

4. ДБН В. 2.6-31:2016. Конструкції будівель і споруд. Теплова ізоляція будівель. Київ : Мінрегіон України, 2017. 37 с.

5. ДБН В.2.6-220:2017. Покриття будівель і споруд. Київ : Мінрегіон України, 2017. 59 с.

6. ДК 018-2000 Державний класифікатор будівель та споруд. Київ : Держстандарт України, 2000. 84 с.

7. ДСТУ Б EN 13163:2012. Матеріали будівельні теплоізоляційні вироби зі спіненого полістиролу (EPS). Технічні умови. Київ : Мінрегіон України, 2013. 68 с.

8. ДСТУ Б В.2.7-101-2000. Матеріали рулонні покрівельні та гідроізоляційні. Загальні технічні умови. Київ : Держбуд України, 2000. 17 с.

9. ДСТУ Б В.2.7-83:2014. Матеріали рулонні покрівельні та гідроізоляційні. Методи випробувань. Київ : Мінрегіон України, 2014. 63 с.

10. ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016. Настанова що до обстеження будівель і споруд для визначення їх технічного стану. Київ : ДП «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва», 2017. 47 с.

11. Інструкція про призначення та проведення судових експертиз та експертних досліджень від 03.11.1998 року № 705/3145. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0705-98#Text (дата звернення: 09.08.2020).

12. Нормативні документи з питань з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд. Київ : Держкомбуд України, 2003. 142 с.

13. Про судову експертизу : Закон України від 25 лютого 1994 року № 4038-XII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4038-12#Text (дата звернення: 09.08.2020).

14. Руководство по проектированию и устройству кровель из битумно-полимерных материалов кровельной компании «ТехноНИКОЛЬ». URL: https://www.tn.ru/img_out/BitumPolimer_Ruk_12-10-2012_WEB.pdf (дата звернення: 09.08.2020)

15. СОУ ЖКГ 75.11 – 35077234. 0015:2009. Правила визначення фізичного зносу житлових будинків. Київ : НИИпроектреконструкция, 2009. 50 с.

REFERENCES

1. *DBN A.2.2-3:2014. Sklad ta zmist proektnoi dokumentatsii na budivnytstvo* [DBN A.2.2-3: 2014. Structure and content of project documentation for construction]. Official edition. Kyiv : Minrehion Ukrainy, 2014, 36 p. (Ministry of Development of Communities and Territories of Ukraine). (in Ukrainian)

2. *DBN A.3.1-5:2016. Orhanizatsiia budivelnoho vyrobnytstv* [DBN A.3.1-5:2016. Organization of construction product]. Official edition. Kyiv : Minrehion Ukrainy, 2016, 51 p. (Ministry of Development of Communities and Territories of Ukraine). (in Ukrainian)

3. *DBN A.3.2-2-2009. Systema standartiv bezpeky pratsi. Okhorona pratsi i promyslova bezpeka u budivnytstvi. Osnovni polozhennia (NPAOP 45.2-7.02-12)* [DBN A.3.2-2-2009. The system of standards of safety of labour. Protection of labour and industrial safety in building construction. Principal provisions]. Official edition. Kyiv : Minrehion Ukrainy, 2009, 122 p. (Ministry of Development of Communities and Territories of Ukraine). (in Ukrainian)

4. *DBN V. 2.6-31:2016. Konstruktsii budivel i sporud. Teplova izoliatsiia budivel* [DBN V. 2.6-31:2016. Constructions of buildings and structures. Thermal insulation of buildings]. Official edition. Kyiv : Minrehion Ukrainy, 2017, 37 p. (Ministry of Development of Communities and Territories of Ukraine). (in Ukrainian)

5. *DBN V.2.6-220:2017. Pokryttia budivel i sporud* [DBN V.2.6-220: 2017. Coverages of buildings and structures] Official edition. Kyiv : Minrehion Ukrainy, 2017, 59 p. (Ministry of Development of Communities and Territories of Ukraine). (in Ukrainian)

6. *DK 018-2000 Derzhavnyi klasyfikator budivel ta sporud.* [DK 018-2000. State classifier of buildings and structures]. Official edition. Kyiv : Derzhstandart Ukrainy, 2000, 84 p. (State Committee of Ukraine on Standardization, Metrology and Certification). (in Ukrainian)

7. *DSTU B EN 13163:2012. Materialy budivelni teploizoliatsiini vyroby zi spinenoho polistyrolu (EPS). Tekhnichni umovy* [DSTU B EN 13163: 2012. Thermal insulation products for buildings. Factory made products of expanded polystyrene (EPS). Specification]. Official edition. Kyiv : Minrehion Ukrainy, 2013, 68 p. (Ministry of Development of Communities and Territories of Ukraine). (in Ukrainian)

8. *DSTU B V.2.7-101-2000. Materialy rulonni pokrivelni ta hidroizoliatsiini. Zahalni tekhnichni umovy* [DSTU B B.2.7-101-2000. Roofing and hydraulic insulating materials in rolls. General specifications]. Official edition. Kyiv : Derzhbud Ukrainy, 2000, 17 p. (State Standard of Ukraine). (in Ukrainian)

9. *DSTU B V.2.7-83:2014. Materialy rulonni pokrivelni ta hidroizoliatsiini. Metody vyprobuvan* [DSTU B B. 2.7-83:2014. Rolled proofing and waterproof materials. Methods of testing]. Official edition. Kyiv : Minrehion Ukrainy, 2014, 63 p. (Ministry of Development of Communities and Territories of Ukraine). (in Ukrainian)

10. *DSTU-N B V.1.2-18:2016. Nastanova shcho do obstezhennia budivel i sporud dlia vyznachennia yikh tekhnichnoho stanu* [DSTU-N B B.1.2-18: 2016. Guidelines for inspection of buildings and facilities. for identification and evaluation of their technical condition]. Official edition. Kyiv : DP “Naukovo-doslidnyi instytut budivelnoho vyrobnytstva”, 2017, 47 p. (SE "Research Institute of Construction Production"). (in Ukrainian)

11. *Instruktsiia pro pryznachennia ta provedennia sudovykh ekspertyz ta ekspertnykh doslidzhen vid 03.11.1998 roku № 705/3145* [Instruction on appointment and conduct of forensic examinations and expert examinations dated 03.11.1998 no. 705/3145]. (in Ukrainian). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0705-98#Text

12. *Normatyvni dokumenty z pytan z pytan obstezhen, pasportyzatsii, bezpechnoi ta nadiinoi ekspluatatsii vyrobnychykh budivel i sporud* [Regulatory documents on inspections, certification, safe and reliable operation of industrial buildings and structures]. Kyiv : Derzhkombud Ukrainy, 2003, 142 p. (State Committee of Ukraine on Construction and Architecture). (in Ukrainian)

13. *Zakon Ukrayini «Pro sudovu ekspertyzu» 25 liutoho 1994 roku № 4038-XII* [The Law of Ukraine "About forensic examination" dated February 25, 1994 no. 4038-XII]. (in Ukrainian). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4038-12#Text

14. *Rukovodstvo po proektyrovanyiu y ustroistvu krovel yz bytumno-polymernыkh materyalov krovelnoi kompanyy «TekhnoNYKOL»* [Guide for the design and installation of roofs from bituminous and polymeric materials of the roofing company "TechnoNICOL"]. (in Ukrainian). URL: https://www.tn.ru/img_out/BitumPolimer_Ruk_12-10-2012_WEB.pdf

15. *SOU ZhKH 75.11 – 35077234. 0015:2009. Pravyla vyznachennia fizychnoho znosu zhytlovykh budynkiv* [SOU ZhKH 75.11-35077234. 0015: 2009. Rules for determining the physical wear and tear of residential buildings]. Kyiv : NIIproektrekonstruktsyia, 2009, 50 p. (NIIproektrekonstruktsiya). (in Ukrainian)

Надійшла до редакції: 30.11.2020.

УДК 536.24
DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.230221.73.720

ПІДХІД ДО ВИЗНАЧЕННЯ ГРАНИЧНИХ УМОВ НА ЗОВНІШНІХ ПОВЕРХНЯХ ВИСОТНОГО КОРПУСУ АДМІНІСТРАТИВНОГО БУДИНКУ

ОРЛОВА Н. О., *канд. техн. наук, с. н. с.*

Відділ когенераційних систем, Інститут проблем машинобудування ім. А. М. Підгорного НАН України, вул. Пожарського, 2/10, 61000, Харків, Україна, тел. +38 (066) 170-16-95, e-mail: orlova@ipmach.kharkov.ua. ORCID ID: 0000-0002-9387-6823

Анотація. ***Постановка проблеми.*** Вплив зовнішнього клімату на тепловий режим огорож приміщень і будівель комплексний. Розрахункові значення і поєднання параметрів обчислюють, як правило, з урахуванням коефіцієнта забезпеченості розрахункових умов. Основні показники холодного періоду року – це температура зовнішнього повітря і швидкість вітру. Як відомо, збільшення швидкості вітру за незмінної температури зовнішнього повітря викликає збільшення тиску на навітряному фасаді будівлі, в результаті чого збільшуються тепловтрати приміщення, пов'язані з нагріванням повітря, що надходить. Швидкість і напрямок вітру чинять сильніший вплив на розподіл повітряних потоків у системі вентиляції і на витрати інфільтрації, ніж температура зовнішнього повітря. Зміна температури зовнішнього повітря від −15 до −30 ˚С викликає таке саме збільшення повітрообміну у квартирі, як і збільшення швидкості вітру від 3 до 6 м/с. ***Мета статті –*** визначення коефіцієнтів тепловіддачі на зовнішній стороні адміністративної будівлі. ***Результати.*** Наведено основні принципи розрахунку коефіцієнтів тепловіддачі. Пропонується зонування приміщень інституту з урахуванням їх теплового режиму і граничних умов на зовнішніх поверхнях. ***Наукова новизна і практична значимість.*** З'ясовано оригінальні значення коефіцієнтів тепловіддачі, які розглядаються на прикладі кліматичних умов м. Харків для комплексу ІПмаш НАН України. На підставі наведеної методики визначення коефіцієнтів тепловіддачі (КТВ) планується в подальшому представити цю будівлю як єдину енергетичну систему з трьома основними енергетично взаємопов'язаними підсистемами: енергетичним впливом зовнішнього клімату на оболонку будівлі; енергією, що міститься в оболонці будівлі, тобто в зовнішніх огороджувальних конструкціях будівлі; енергією, що міститься всередині обсягу будівлі, тобто у внутрішньому повітрі, внутрішньому обладнанні, внутрішніх конструкціях і т. д. Тоді математична модель будівлі як єдиної енергетичної системи буде складатися із трьох підмоделей: математичної моделі впливу зовнішнього клімату на огороджувальні конструкції будівлі; математичної моделі теплопередачі через оболонку будівлі; математичної моделі променистого і конвективного теплообміну в приміщеннях будівлі.

Ключові слова: *коефіцієнт тепловіддачі; тепловтрати; адміністративна будівля; швидкість повітря*

APPROACH TO DETERMINING BOUNDARY CONDITIONS ON THE EXTERNAL SURFACE OF THE HEIGHT CASE OF THE ADMINISTRATIVE BUILDING

ORLOVA N.O., *Cand. Sc.(Tech), Sen. Res. Assist.*

A. Pidgorny's Institute of Mechanical Engineering Problems of the National Academy of Sciences of Ukraine, 2/10, Pozharskoho Str., 61000, Kharkiv, Ukraine, tel. (+38) 066-170-1695, e-mail: orlova@ipmach.kharkov.ua, ORCID ID: 0000-0002-9387-6823

Abstract. ***Problem statement.*** The influence of the external climate on the thermal regime of the enclosures of premises and buildings is complex. The calculated values and combinations of parameters are determined, as a rule, taking into account the security factor of the calculated conditions. The main indicators of the cold season are the outdoor temperature and wind speed. As you know, an increase in wind speed with a constant outside air temperature causes an increase in pressure on the windward facade of the building, as a result of which the heat loss of the room, associated with heating of the incoming air, increases. Wind speed and direction have a stronger influence on the distribution of air flows in the ventilation system and on the infiltration costs than the outside temperature. A change in the outside air temperature from −15 to −30 °C leads to the same increase in air exchange in the apartment as an increase in wind speed from 3 to 6 m/s. ***The purpose of the article*** is to determine the heat transfer coefficients on the outside of an office building. ***Results.*** The basic principles of calculating heat transfer coefficients are presented. The zoning of the premises of the Institute is proposed, taking into account their thermal regime and boundary conditions on

external surfaces. ***Scientific novelty and practical significance.*** The original values of the heat transfer coefficients, which are considered on the example of the climatic conditions of the city of Kharkov for the IP Mash complex of the NAS of Ukraine. On the basis of the presented methodology for determining the heat transfer coefficients, it is planned to present this building as a single energy system with three main energetically interconnected subsystems: the energy effect of the external climate on the building envelope; energy that is contained in the building envelope, that is, in the external building envelope; energy, which is contained within the volume of the building, that is, in the internal air, internal equipment, internal structures, etc. Then the mathematical model of the building as a unified energy system will consist of three submodels: the mathematical model of the influence of the external climate on the building envelope; mathematical model of heat transfer through the building envelope; mathematical model of radiant and convective heat transfer in the premises of the building.

Keywords: *heat transfer coefficient; heat loss; office building; air speed*

Постановка проблеми. Протягом багатьох років було відсутнє планомірне відновлення і підвищення експлуатаційних характеристик житлового фонду, адміністративних і громадських будівель, а також інженерної інфраструктури міст. На сьогодні вони морально застаріли, мають низку конструктивних недоліків і не відповідають чинним нормам. Енерговитрати таких будинків перевищують сучасні нормативи у 2,5…3 рази. Експлуатаційні витрати на надані послуги з опалення, водопостачання та енергопостачання невиправдано великі.

На відміну від житлових будівель, моральний знос яких відбувається поступово, у міру зміни санітарно-гігієнічних норм, адміністративні будівлі вимагають постійної реконструкції.

Вплив клімату на тепловий режим огорож приміщень будівлі комплексний. Основні показники холодного періоду року – температура зовнішнього повітря і швидкість вітру. Як відомо, збільшення швидкості вітру за незмінної температури зовнішнього повітря викликає підвищення тиску на навітряному фасаді будівлі, в результаті чого збільшуються тепловтрати приміщення [1].

Аналіз публікацій. Умови теплообміну на зовнішніх і внутрішніх поверхнях огороджувальних конструкцій будівель і споруд, нарівні з температурою зовнішнього повітря, визначають величину теплових втрат і впливають на рівень енергоефективності будівлі [1; 2].

Для точного аналізу теплового навантаження і оцінювання результатів математичного моделювання необхідно мати аналітичну залежність зміни КТВ від швидкості і напрямку вітру з урахуванням розміщення будівлі в міській забудові. Відомі експериментальні дослідження з визначення теплового режиму приміщень, спрямовані, зокрема, на те, щоб перевірити на практиці достовірність результатів теоретичних досліджень.

Так, у працях [3; 4] досліджується тепловіддача при натіканні струменя на поверхню пластини, розташованої нормально до його напрямку. У працях [5; 6] досліджуються відривні течії, проведені при дозвукових швидкостях повітря, але стосовно до поверхонь будівель вимагають адаптації і додаткового дослідження.

Таким чином, для побудови моделі нагріву окремих приміщень комплексу ІПмаш НАН України необхідно досліджувати функціональний зв'язок КТВ з метеорологічними параметрами.

Мета статті – аналіз розподілу коефіцієнтів тепловіддачі на зовнішніх поверхнях комплексу споруд Інституту проблем машинобудування імені А. М. Підгорного НАН України для забезпечення рівня комфортності експлуатованих адміністративних будівель за умови зниження рівня енергоспоживання.

Результати дослідження. Досліджується натікання північного вітру на висотний корпус. Повітряний потік розглядається як імпактний струмінь, що натікає на поверхню корпусу, який має складну в плані форму. Тому основним фактором, що формує КТВ, постає не тільки стаціонарна, а й пульсаційна складова швидкості потоку, що натікає.

Рівень КТВ досліджується за швидкістю вітру U – 5 м/с, 10 м/с, 15 м/с і зимовою температурою зовнішнього повітря. Для визначення КТВ на поверхні будівлі залежно від структури потоку і швидкості вітру прийнята нумерація панелей. Зміна швидкості вітру по висоті визначається згідно [7; 8]:

$$\mathrm{U(h)} = \mathrm{U_0}\left(\frac{\mathrm{h}}{10}\right)^{0,25}. \qquad (1)$$

Згідно з даними [9], одержаними під час метеорологічних досліджень, пульсаційна складова швидкості U' може бути представлена як:

$$\mathrm{U'} = 0,3 \cdot \overline{\mathrm{U}}(\mathrm{h}). \qquad (2)$$

Для визначення КТВ на поверхні будівлі залежно від структури потоку і швидкості вітру прийнята нумерація панелей, наведена на рисунку.

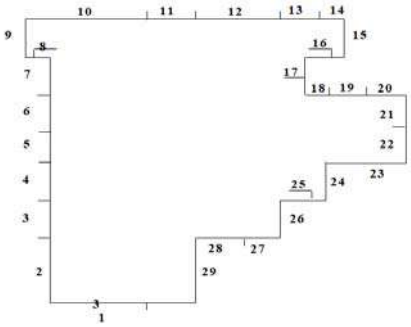


Рис. Нумерація зовнішніх панелей висотного корпусу

З урахуванням розрахункової зимової температури найхолоднішої п'ятиденки для м. Харків $t_{\text{н.п.}} = -23\ ^0\text{C}$ за P = 101 000 Па, $\rho_{\text{н.в.}}$ = 1,41 кг/м^3, середнє значення коефіцієнта тепловіддачі визначаємо згідно з [7] як:

$$\alpha_{\text{ср}} = 0,48 \cdot \alpha_{\max} = 14,21 \cdot U'(h), \qquad (3)$$

а максимальне його значення має вигляд:

$$\alpha_{\max} = 29.61 \cdot U'(h). \qquad (4)$$

Рівень $\alpha_{\text{ср}}$, міститься в зоні відриву повітряного потоку від поверхонь 27, 25 23, тобто в області підвищених КТВ, і згідно з [6; 7], додатково помножується на коефіцієнт 1,08, тобто:

$$\alpha_{\text{ср}}^{\text{відр}} = 1,08 \cdot \alpha_{\text{ср}}. \qquad (5)$$

Панелі 26, 24, 29 розміщені в зоні відриву повітряного потоку. Для визначення розмірів області відриву, яка формується на бічній поверхні корпусу при натіканні повітряного потоку на його навітряну поверхню, отримано рівняння з урахуванням режиму повітряного потоку, розміру цієї області, індивідуальних геометричних характеристик будівлі [6]:

$$\mathrm{h_{відр}} = 0.434 \cdot \mathrm{H_0}, \qquad (6)$$

де $\mathrm{h_{відр}}$ – висота області відриву, H_0 – довжина області відриву.

Швидкість течії на межі переходу основного повітряного потоку до області відриву визначається за формулою:

$$U_{відр} = 1,41 \cdot \mathrm{U_0}. \qquad (7)$$

Згідно з рисунком H_0 = 3 м з формули (6) отримаємо, що $h_{\text{відр}}$ = 1,3 м.

Панелі 23, 24, 27, 28 повністю перебувають в області відриву. З урахуванням (3), (1) КТВ визначаються згідно із залежністю:

$$\alpha_{\text{з}}^{\text{біч}} = 2,2 \cdot \mathrm{U(h)}. \qquad (8)$$

Панелі 18, 19, 20 і 16 також перебувають у зоні відриву повітряного потоку, довжина панелей складає L = 12 м, тому коефіцієнт тепловіддачі обчислюється за формулою (8).

Як показують проведені розрахунки, обтікання північним вітром більшості панелей висотного корпусу має яскраво виражений відривний характер. Вниз по потоку за будівлею утворюється велика протяжна область рециркуляційної течії, яка характеризується невисоким рівнем швидкостей, поворотними струмами, сильним розрядженням і значним рівнем турбулентної кінетичної енергії. При цьому зі збільшенням висоти будівлі структура цієї зони на його завітряній стороні змінює свою структуру і розміри, це необхідно враховувати у визначенні коефіцієнтів тепловіддачі.

Середнє значення КТВ на зовнішній стороні південного фасаду будівлі, з урахуванням теплофізичних характеристик повітря за $t_{\text{н.п.}} = -23\ ^0\text{C}$ визначається згідно з [8; 9] як:

$$\alpha_{ср}^{завітр} = 0{,}0207\left(\frac{U}{\nu}\right)^{\frac{2}{3}} \cdot \left(\frac{\lambda}{\frac{1}{t^{\frac{1}{3}}}}\right) Pr^{0.43}, \quad (9)$$

де λ − теплопровідність повітря; ν − кінематична вологість.

З урахуванням впливу теплофізичних властивостей повітря, що залежать від температури, рівняння (9) може бути представлене в такий спосіб:

для панелей 10−14:

$$\alpha_{ср}^{завітр} = 0{,}293 \cdot U^{0{,}667};$$

для панелей 19−20:

$$\alpha_{ср}^{завітр} = 0{,}413 \cdot U^{0{,}667};$$

для панелей 16−18:

$$\alpha_{ср}^{завітр} = 0{,}25 \cdot \alpha_{ср}^{завітр\ 19{,}20}. \quad (10)$$

Для панелей 16, 17, 18 коефіцієнти тепловіддачі визначаються з урахуванням умов природної конвекції. З урахуванням того, що висота південного фасаду H = 67,315 м і $(Gr \cdot Pr) > 6 \cdot 10^{10}$ число Грасгофа визначиться як:

$$Gr = g \cdot \beta \frac{\Delta t \cdot H^3}{\nu^2},$$

де g − прискорення вільного падіння, g = 9,8 м/с^2; β − температурний коефіцієнт об'ємного розширення повітря, $\beta = 1/(273+t_{н.п})$, K^{-1}.

За $t_{н.п.}$ = −23 °С і фізичних параметрів повітря λ = 0,00226 Вт/(м К), ν = 11,4×10^{-6} м^2/с, Pr = 0,718 число Нуссельта визначиться як:

$$Nu_x = 0{,}15 \cdot (Gr_x \cdot Pr)^{\frac{1}{3}}, \quad (11)$$

враховуючи, що $Gr_x = 9{,}21 \cdot 10^{14}$ отримаємо:

$$Nu_x = 12\,920. \quad (12)$$

Тоді коефіцієнт тепловіддачі для панелей 16, 17, 18 з урахуванням (10) – (12) дорівнює:

$$\alpha_{прир}^{завітр} = 4{,}34 \quad Вт/(м^2 \cdot К).$$

Зведений коефіцієнт тепловіддачі на завітряній стороні будівлі може бути представлений як:

$$\alpha_{прив}^{завітр} = \sqrt{\alpha_{прир}^{завітр} + \alpha_i} = \sqrt{18{,}84 + \alpha_i}, \quad (13)$$

а його значення наведені в таблиці 3.

Швидкість повітря для цих панелей з урахуванням розмірів області відриву становить:

$$U_{15}^{завітр} = 0{,}35 \cdot U(h_i),$$

а коефіцієнт тепловіддачі дорівнює:

$$\alpha_{15}^{завітр} = 1{,}83 \cdot U_{15}^{завітр}.$$

Висновки. Відповідно до даного підходу обчислено значення коефіцієнтів тепловіддачі на зовнішніх поверхнях огородження для прийнятих швидкостей вітру.

Значення коефіцієнтів тепловіддачі поверхово при розташуванні панелей, згідно з рисунком і заданих швидкостях вітру наведені в таблицях 1–3 $U_{15}^{завітр} = 0{,}35 \cdot U(h_i)$.

Аналіз значень КТВ, наведений у таблицях 1−3, показує нерівномірність його зміни по панелях будівлі для кожного поверху. Видно, що коефіцієнт тепловіддачі змінюється у 2 і більше разів. Ця оцінка важлива для організації оптимального теплового режиму будівлі, з урахуванням напрямку і швидкості вітру, його величини і температури зовнішнього повітря.

При цьому слід зазначити, що коефіцієнти тепловіддачі на завітряній стороні змінюються в межах від 0,7 до 3,5 ВТ/(м^2 ^{0}С). З таблиць 2–3 випливає, що на різній висоті одного номера розташування панелей КТВ збільшується у 2 і більше разів. При цьому значне збільшення КТВ спостерігається за підвищення швидкості вітру. Так, за зміни швидкості вітру від 5 до 10 м/с КТВ збільшується на 20...25 %.

Таблиця 1

Коефіцієнт тепловіддачі на завітряній стороні будівлі для панелей 10-14, 19, 20, 16-18, Вт/(м^2·К)

№ поверху	U_0 = 5 м/с		U_0 = 10 м/с			U_0 = 15 м/с			$\alpha_{16\text{-}18}$
	$\alpha_{10\text{-}14}$	$\alpha_{19\text{-}20}$	$U(h_i)$, м/с	$\alpha_{10\text{-}14}$	$\alpha_{19\text{-}20}$	$U(h_i)$, м/с	$\alpha_{10\text{-}14}$	$\alpha_{19\text{-}20}$	
1	0,66	0,93	6,7	1,04	1,47	10,15	1,38	1,94	Вимушена конвекція відсутня, тому $\alpha_{прир}$ = 4,34
2	0,79	1,12	8,9	1,26	1,78	13,36	1,65	2,33	
3	0,86	1,22	10,1	1,37	1,93	15,2	1,8	2,54	
4	0,91	1,29	11,0	1,44	2,05	16,51	1,90	2,68	
5	0,95	1,34	11,7	1,513	2,13	17,59	1,98	2,79	
6	0,99	1,39	12,32	1,56	2,21	18,49	2,05	2,89	
7	1,01	1,42	12,8	1,61	2,26	19,2	2,1	2,96	
8	1,03	1,45	13,17	1,64	2,3	19,75	2,14	3,02	
9	1,05	1,48	13,5	1,66	2,35	20,28	2,18	3,07	
10	1,07	1,5	13,8	1,69	2,38	20,77	2,22	3,12	
11	1,08	1,52	14,1	1,71	2,41	21,22	2,25	3,17	
12	1,09	1,54	14,4	1,74	2,45	2165	2,28	3,21	
13	1,11	1,57	14,76	1,77	2,49	22,14	2,31	3,26	
14	1,12	1,58	14,95	1,78	2,51	22,42	2,33	3,29	
15	1,13	1,59	15,19	1,79	2,54	22,79	2,36	3,32	
16	1,14	1,61	15,42	1,82	2,56	23,13	2,38	3,36	
17	1,16	1,63	15,65	1,84	2,59	23,48	2,41	3,39	
18	1,16	1,64	15,95	1,86	2,62	23,93	2,44	3,43	
19	1,19	1,67	16,23	1,88	2,65	24,35	2,46	3,47	

Таблиця 2

Середнє значення КТВ (Вт(м^2 °С)) на поверхнях панелей за швидкості вітру U_0=15 м/с, Вт/(м^2·К)

№ поверху	$U(h_i)$, м/с	Номери панелей							
		2	3	4	5	6	7	9	8
1	10,15	18,47	26,19	23,95	21,21	18,98	15,43	18,47	46,69
2	13,36	24,32	34,47	31,53	28,06	24,98	20,31	24,32	61,46
3	15,2	27,66	39,22	35,87	31,92	28,42	23,1	27,66	69,92
4	16,51	30,05	42,6	38,96	34,67	30,87	25,1	30,05	75,95
5	17,59	32,01	45,38	41,51	36,94	32,89	26,74	32,01	80,91
6	18,49	33,65	47,7	43,64	38,83	34,58	28,1	33,65	85,05
7	19,2	34,94	49,54	45,31	40,32	35,9	29,18	34,94	88,32
8	19,75	35,95	51,09	46,61	41,48	36,93	30,02	35,95	90,85
9	20,28	36,91	52,32	47,86	42,59	37,92	30,83	36,91	93,29
10	20,77	37,8	53,59	49,02	43,62	38,84	31,57	37,8	95,54
11	21,22	38,62	54,75	50,08	44,56	39,68	32,25	38,62	97,61
12	2165	39,4	55,6	51,1	45,47	40,49	32,91	39,4	99,59
13	22,14	40,29	57,12	52,25	46,49	41,4	33,65	40,29	101,84
14	22,42	40,8	57,84	52,91	47,08	41,93	34,08	40,8	103,13
15	22,79	41,48	58,8	53,78	47,86	42,62	34,64	41,48	104,83
16	23,13	42,1	59,68	54,59	48,57	43,25	35,16	42,1	106,4
17	23,48	42,73	60,58	55,41	49,31	4391	35,69	42,73	108,01
18	23,93	43,55	61,74	56,47	50,25	44,75	36,37	43,55	110,08
19	24,35	44,32	62,82	57,47	51,14	45,53	37,01	44,32	112,01

Таблиця 3

Зміна КТВ на поверхнях панелей № 21, 22 залежно від швидкості вітру, Вт/(м^2·К)

№ поверху	U_0 = 5 м/с		U_0 = 10 м/с		U_0 = 15 м/с	
	$U(h_i)$, м/с	$\alpha_{ср}$	$U(h_i)$, м/с	$\alpha_{ср}$	$U(h_i)$, м/с	$\alpha_{ср}$
1	Панелі відстуні					
2	4,5	7,650	8,90	15,130	13,36	22,712
3	5,1	8,670	10,10	17,170	15,20	25,840
4	5,5	9,350	11,00	18,700	16,51	28,067
5	5,86	9,962	11,70	19,890	17,59	29,903
6	6,2	10,540	12,32	20,944	18,49	31,433
7	6,4	10,880	12,80	21,760	19,20	32,64
8	6,5	11,050	13,17	22,389	19,75	33,575
9	6,7	11,390	13,50	22,950	20,28	34,476
10	6,9	11,730	13,80	23,460	20,77	35,309
11	7,0	11,900	14,10	23,970	21,22	36,074
12	7,2	12,240	14,40	24,480	21,65	36,805
13	7,4	12,580	14,76	25,092	22,14	37,638
14	7,5	12,750	14,95	25,415	22,42	38,114
15	7,6	12,920	15,19	25,823	22,79	38,743
16	7,7	13,090	15,42	26,214	23,13	39,321
17	7,8	13,260	15,65	26,605	23,48	39,916
18	7,9	13,430	15,95	27,115	23,93	40,681
19	8,1	13,770	16,23	27,591	24,35	41,395

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Новицкая М. П. Коэффициент конвективного теплообмена на поверхности здания. Анализ исследований. *Промышленная теплотехника.* 2013. Т. 35, №1 . С. 55–61.

2. Юдаев Б. Н., Михайлов М. С., Савин В. К. Теплообмен при взаимодействии струй с преградами. Москва: Машиностроение, 1977. 248 с.

3. Маляренко В. А., Барсуков В. А. Обобщенная методика расчета коэффициентов теплоотдачи в камерах регенеративного отбора паровых турбин. *Энергетическое машиностроение*. 1980. Вып. 30. С.74–83.

4. Шляжас Р. Б. Турбулентный перенос импульса и тепла в пограничном слое за препятствием : автореф. дис…. канд. техн. наук. Каунас : ин-т ФТПЭ, 1982. 17 с.

5. Чжен П. Отрывные течения. Т. 2. Москва : Мир, 1973. 280 с.

6. Isyumov N., Davenport A. G. The Group Level Wind Environment in Build-Up Areas. In Proceedings of the Fourth International Conference on Wind Effect on Building and Structures. London : Cambridge University Press, 1976. Pp. 403–422.

7. Реттер Э. И. Аэродинамическая характеристика промышленных зданий. Челябинск : УФАСиА СССР, 1959. 231 с.

8. ДСТУ 3992-2000. Кліматологія. Терміни та визначення основних понять. Київ : Держстандарт, 1994. 78 с.

9. Голощапов В. Н., Маляренко В. А., Орлова Н. А. Условия однозначности в задачах управления тепловым режимом зданий. *Коммунальное хозяйство городов*. 2006. № 74. С. 344–349.

REFERENCES

1. Novitskaya M.P. *Koeffitsient konvektivnogo teploobmena na poverhnosti zdaniya. Analiz issledovaniy* [Convective heat transfer coefficient on the building surface. Research analysis]. *Promyishlennaya teplotehnika* [Industrial heating technology]. 2013, vol. 35, no. 1, pp. 55–61. (in Russian)

2. Yudaev B.N., Mihaylov M.S. and Savin V.K. *Teploobmen pri vzaimodeystvii struy c pregradami* [Heat transfer during interaction of jets with obstacles]. Moskow : Mashinostroenie Publ., 1977, 248 p. (in Russian)

3. Malyarenko V.A. and Barsukov V.A. *Obobschennaya metodika rascheta koeffitsientov teplootdachi v kamerah regenerativnogo otbora parovyih turbin* [Generalized method for calculating heat transfer coefficients in regenerative extraction chambers of steam turbines]. *Energeticheskoe mashinostroenie* [Energy Mechanical Engineering]. 1980, no. 30, pp.74–83. (in Russian)

4. Shlyazhas R.B. *Turbulentnyiy perenos impulsa i tepla v pogranichnom sloe za prepyatstviem : avtoref. dis…. kand. tehn. nauk* [Turbulent transfer of momentum and heat in the boundary layer behind an obstacle : abstract of Candidate of Technical Sciences]. Kaunas : In-t FTPE Publ., 1982, 17 p. (in Russian)

5. Chzhen P. *Otryivnyie techeniya* [Separation currents]. Vol. 2. Moskow : Mir Publ., 1973, 280 p. (in Russian)

6. Isyumov N. and Davenport A.G. The Group Level Wind Environment in Build-Up Areas. In Proceedings of the Fourth International Conference on Wind Effect on Building and Structures. London : Cambridge University Press, 1976, pp. 403–422.

7. Retter E.I. *Aerodinamicheskaya harakteristika promyishlennyih zdaniy* [Aerodynamic characteristics of industrial buildings]. Chelyabinsk : UFASiA USSR Publ., 1959, 231 p. (in Russian)

8. *DSTU 3992-2000. Klimatologiya. Termini ta viznachennya osnovnih ponyat* [SSTC 3992-2000. Climatology. Terms and definitions of basic understand]. Kyiv : Derzhstandart Publ., 1994, 78 p. (in Ukranian)

9. Goloschapov V.N., Malyarenko V.A. and Orlova N.A. *Usloviya odnoznachnosti v zadachah upravleniya teplovyim rezhimom zdaniy* [Conditions of unambiguity in problems of management of a thermal mode of buildings]. *Kommunalnoe hozyaystvo gorodov* [Municipal utilities]. 2006, no. 74, pp. 344–349. (in Russian)

Надійшла до редакції: 03.11.2020.

УДК 629.017:65
DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.230221.80.721

КЕРУВАННЯ ВАРІАБЕЛЬНІСТЮ ЕФЕКТИВНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛІВ НА ОСНОВІ МЕТОДУ АНАЛІЗУ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО РЕЗОНАНСУ

САКНО О. П.[1*], *канд. техн. наук, доц.,*
КОЛЕСНІКОВА Т. М.[2], *канд. техн. наук, доц.*

[1*] Кафедра експлуатації та ремонту машин, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (050) 295-51-16, e-mail: sakno-olga@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-4672-6651
[2] Кафедра експлуатації та ремонту машин, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (095) 225-52-53, e-mail: tnk1403@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-8568-4688

Анотація. ***Постановка проблеми.*** Методологія, наведена в цьому дослідженні, спрямована на моделювання варіабельності технічного стану під час експлуатації автомобіля в складній соціально-технічній системі «автомобіль − людина − навколишнє середовище». Це дозволяє змоделювати зміну експлуатаційних властивостей автомобіля залежно від його експлуатації, що впливає на зміну технічного стану, методом аналізу функціонального резонансу (МАФР). Варіабельністю технічної експлуатації автомобіля потрібно керувати, а не знижувати чи ліквідувати, оскільки це є перевагою, а також умов для безпеки та функціонування складних соціально-технічних систем. Щоб керувати ними, спочатку слід контролювати варіабельність технічної експлуатації автомобіля. Це вимагає виявлення та розроблення наборів відповідних показників. Їх інтерпретація дозволяє робити висновки щодо рівня технічного стану, експлуатаційних властивостей автомобіля і безпеки руху та підтримує прогнозування виникнення майбутніх подій (відмова, несправність). ***Висновок.*** Визначено основні принципи МАФР щодо моделювання варіабельності технічного стану під час експлуатації автомобіля в складній соціально-технічній системі «автомобіль − людина − навколишнє середовище». Встановлено взаємозв'язок між визначенням безпеки руху, моделлю МАФР та показниками експлуатаційних властивостей автомобіля. Розроблено модель МАФР щодо технічного обслуговування ходової частини автомобілів. Вона складається з набору функцій, які описують дії, що проводяться з обслуговування автомобілів для забезпечення їх справного стану. Розроблено структурну схему реалізації функціонально-орієнтованих технологій для технічного обслуговування та ремонту автомобілів, що враховує особливості конструкцій та рівень технологій для технічних впливів. Це дозволяє об'єктивно визначити необхідний обсяг робіт із ТО залежно від результатів діагностики та наявності технологічного обладнання.

Ключові слова: *автомобіль; метод аналізу функціонального резонансу; технічний стан; технічні впливи; технологія; технічне обслуговування*

VARIABILITY MANAGEMENT OF EFFICIENT VEHICLE OPERATION BASED ON FUNCTIONAL RESONANCE ANALYSIS METHOD

SAKNO O.P.[1*], *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.,*
KOLESNIKOVA T.M.[2], *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*

[1*] Department of Operation and Maintenance of Machines, Prydniprovska State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (050) 295-51-16, e-mail: sakno-olga@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-4672-6651
[2] Department of Operation and Maintenance of Machines, Prydniprovska State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (095) 225-52-53, e-mail: tnk1403@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-8568-4688

Abstract. ***Raising of problem.*** The methodology presented in this study is aimed at modeling the variability of the technical condition when operating a car in a complex social and technical system "car − person − environment". This allows you to simulate the change in the operational properties of the car depending on its operation, affecting the change in the technical condition by the Functional Resonance Analysis Method (FRAM). ***Purpose.*** The variability of

the technical operation of the car needs to be managed, and not reduced or eliminated, since this is an advantage, as well as conditions for the safety and functioning of complex socio-technical systems. To control it, you must first monitor the variability of the vehicle's technical operation. A set of relevant indicators needs to be identified and developed. Their interpretation makes it possible to draw conclusions about the level of technical condition, operational properties of the vehicle and traffic safety and supports the prediction of the occurrence of future events (failure occurrence). ***Conclusion.*** Thus, the basic principles of the FRAM for modeling the variability of the technical condition when operating a car in a complex social and technical system "car − person − environment" have been determined. The relationship has been established between the definition of traffic safety, the FRAM model and the performance indicators of the vehicle. The developed model of the FRAM for maintenance of the undercarriage of cars, consisting of a set of functions that describe the actions taken to maintain cars to ensure their good condition. A block diagram of the implementation of functionally oriented technologies for the maintenance and repair of cars has been developed, taking into account the design features and the level of technology for technical influences. This allows you to objectively determine the required scope of maintenance work, depending on the results of diagnostics and the availability of technological equipment.

Keywords: *vehicle; functional resonance analysis method; technical condition; technical influences; technology; maintenance*

Постановка проблеми. Необхідно змоделювати зміну експлуатаційних властивостей автомобіля залежно від його експлуатації, що впливає на зміну технічного стану (ТС), методом аналізу функціонального резонансу (МАФР).

Аналіз публікацій. МАФР [1] підтримує процес системного аналізу, спрямований на виявлення взаємо-залежностей та системних поведінок (ефективність експлуатації автомобілів), потенційно важливих для інструмента, який зосереджується на взаємозалежності процесу та їх динаміці (зміна технічного стану автомобіля). МАФР – це метод моделювання складних організаційно-технічних систем, отриманий з теорії стійкого забезпечення здоров'я [2], яка допомагає досягти успіху роботи технічної системи за допомогою її адаптації в складних умовах [3]. Останні документи показали застосування МАФР для розуміння імплементації керівних принципів та для керування зусиллями з управління безпекою [4]. МАФР передбачає виявлення функцій (технологічної, людської чи організаційної діяльності) у повсякденній роботі функціонування технічної системи [5−6].

Виклад матеріалу. Діяльність МАФР полягає в тому, щоб із системної точки зору зафіксувати, наприклад, вплив ТС ходової частини на зміну експлуатаційних властивостей автомобіля. Застосування МАФР набуває системної перспективи, це означає, що аналіз не може бути обмежений певною частиною соціально-технічної системи, але він повинен розглянути більш широку картину, коли організація розглядається як ціле, а не як обслуговування та складання компонентів ходової частини автомобілів [7]. МАФР аналізує організацію як соціально-технічну систему, де технологія вбудована в соціальний контекст, який розробляє, тестує, запускає та підтримує справний технічний стан автомобіля.

МАФР базується на чотирьох основних принципах. Стосовно технічної експлуатації автомобіля, це:

I. *Принцип еквівалентності*: працездатність і непрацездатність автомобіля рівнозначні, – тому, що вони обидві випливають із змінної роботи його функціональних частин (ФЧ) та експлуатації в цілому.

II. *Принцип приблизних коригувань*: мінливість як спосіб пристосувати людину до керування системою технічного обслуговування і ремонт (ТОіР) та умов експлуатації автомобіля. Люди (фахівці) завжди мають коригувати те, що вони роблять, щоб відповідати ситуації (безпеці руху). Така мінливість ефективності неминуча, повсюдна і необхідна і розглядається як система «автомобіль – людина».

III. *Принцип несподіваності*. Поява працездатності і непрацездатності не є прямим результатом мінливості в межах певної задачі чи функції, це поєднання

мінливості багатьох функцій. Змінність функціонування ФЧ може поєднуватися несподівано, що зумовлює непропорційно великі результати (нелінійні ефекти). Результат виникає, якщо його не можна віднести або пояснити (неправильними) функціями системи.

IV. *Принцип функціонального резонансу*: несподівані «посилені» ефекти взаємодій між різними джерелами мінливості лежать в основі явища, описаного функціональним резонансом. Функціональний резонанс – це детектовний сигнал (тобто можна виявити), який виходить із ненавмисної комбінації мінливості багатьох сигналів. Функціональний резонанс – це також альтернатива лінійній причинності. Сучасна конструкція автомобіля дозволяє виявити сигнал датчику ФЧ, що характеризує її роботу (відмову).

Методологія, описана в цьому дослідженні, спрямована на моделювання варіабельності (variabilis – змінний, мінливий) ТС під час технічної експлуатації автомобіля в складній соціально-технічній системі «автомобіль − людина − навколишнє середовище». Після виявлення та моделювання змінності технічної експлуатації автомобіля наступні логічні кроками такі:

1) керувати системою;

2) не допустити, щоб це стало проблемою цілісності та безпеки технічної системи (автомобіля для людини чи навколишнього середовища).

На сучасному етапі розроблення методологія не пропонує будь-яких рівнів прийнятності для поєднання варіабельності експлуатації автомобіля. Важливо пам’ятати, що аналіз змінності експлуатації автомобіля повинен проводитися на рівні обов’язкових регламентних робіт. Змінність ресурсу агрегатів може бути порівняно невеликою, але потрібно передбачити виникнення так званого резонансного ефекту. Для того, щоб апріорно оцінити, за яких обставин зміна продуктивності може стати проблематичною для безпеки системи, виявлення критичних функцій для функціонування системи стає однією з можливих. Для цих функцій слід визначити пороги прийнятності.

Щоб запобігти тому, щоб мінливість результативності перевищувала межі прийнятності, організацією вона повинна ефективно керувати. МАФР включає п’ять етапів, чотири з яких поки що розроблені на практичному рівні. П’ятий крок стосується визначення та реалізації ефективних контрзаходів щодо керування мінливістю ресурсом агрегатів.

Поглиблена увага до технічної експлуатації автомобілів полягає у визначенні декількох шарів бар'єрів, що вводяться в систему для запобігання помилкам людини та захисту технічної системи від їх наслідків. Відповідно до цієї точки зору, фізичні, функціональні, символічні та нематеріальні бар'єри мають на меті захищати технічні системи автомобіля від крихкості людини, і навпаки, захищати людей від менш досконалої передбачуваності функціонування системи [1]. Також бар'єри повинні пом'якшити ризики, обмежуючи результативність, зменшуючи розсуд і, отже, мінливість діяльності.

Насправді це свідчить, що варіабельністю технічної експлуатації автомобіля потрібно керувати, а не знижувати чи ліквідувати, оскільки це є перевагою, а також небезпекою для безпеки та функціонування складних соціально-технічних систем.

Щоб керувати ними, спочатку слід контролювати мінливість технічної експлуатації автомобіля. Це вимагає виявлення та розроблення наборів відповідних показників. Їх інтерпретація дозволяє робити висновки щодо рівня технічного стану, експлуатаційних властивостей і безпеки та підтримує прогнозування виникнення майбутніх подій (відмова, несправність) (рис. 1).

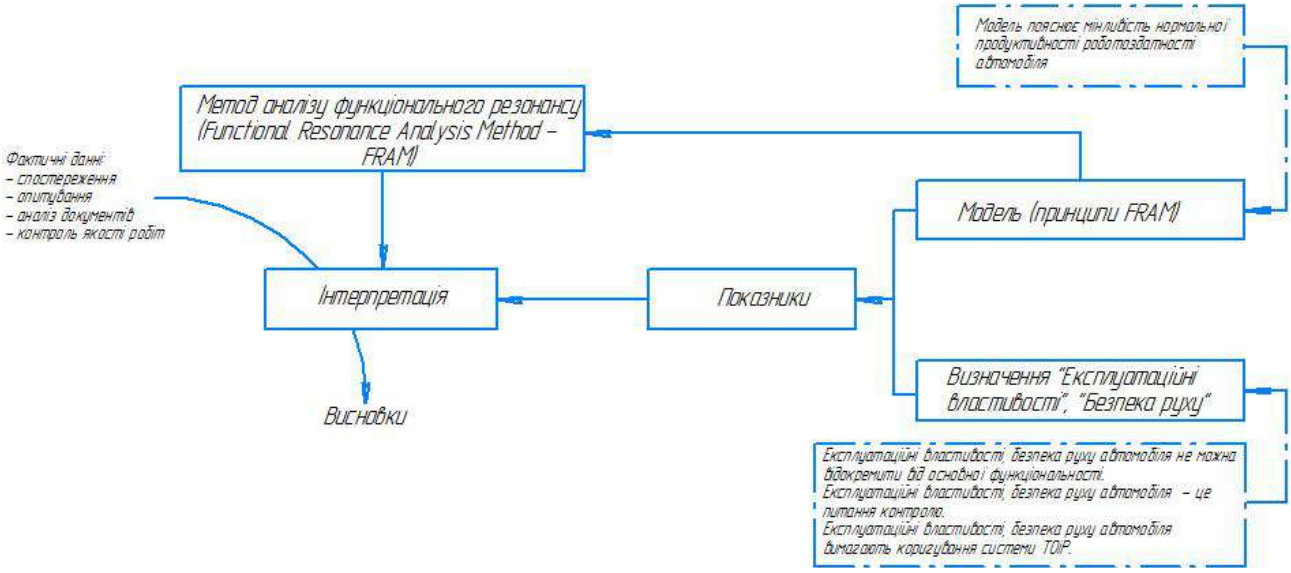


Рис. 1. Зв'язок між визначенням безпеки руху, моделлю МАРФ та показниками експлуатаційних властивостей автомобіля

Вибір показників – це часто прагматична справа, що являє собою поєднання оперативних та значущих факторів – або компроміс між ефективністю та реальністю. У деяких випадках їх обґрунтованість є емпіричною (або статистичною), тобто йдеться про широкий набір спостережень, зокрема, про кореляції між двома подіями або набори даних паспорта автомобіля. Таким чином, необхідно знайти належний баланс між вимірюваним та значущим показником.

МАФР може підтримувати ідентифікацію значущих показників ефективності шляхом виявлення відповідності функціонального зв'язку для мінливості продуктивності експлуатації автомобіля. За допомогою набору примірників можна зрозуміти динаміку системи та її ймовірність резонувати.

Збирання даних для моделювання МАФР проводили у три різні фази. По-перше, весною 2019 року було організовано дводенне відвідування СТО, що обслуговують фірмові легкові автомобілі в м. Дніпро. В рамках візиту було ознайомлення із загалом щодо відмови організації в конкретних випадках та конкретно з оточенням та завданням ТОіР легкових автомобілів. Під час візиту дослідники мали можливість взаємодіяти з технічними працівниками, які обслуговують автомобілі, і почати будувати попереднє розуміння як завдання ТОіР, так і викликів і обмежень, з якими повинні справлятися фахівці під час своєї роботи.

Візит також дозволив дослідникам зрозуміти деяку інформацію про зв'язки між різними ролями, обов'язками та поточною діяльністю під час щорічного оновлення програми для діагностування фірмових автомобілів. Це полегшило наступні взаємодії з обслуговуючим персоналом та допомогло зрозуміти природу діяльності системи, що моделюється. Під час візиту зібрано офіційні матеріали та документація, складено перелік необхідної інформації та погоджено з контактною особою. Зокрема, отримано перелік завдань, дозволів на роботу та відповідний графік. Цей список дослідники використали для складання попереднього проекту МАФР моделі обслуговування автомобілів.

Другим етапом збирання даних став семінар, який відбувся на початку осені 2019 року. У роботі семінару брали участь дослідники, контактна особа та, головне, механічні працівники, які обслуговували легкові автомобілі. Метою семінару було обговорення, перегляд та оновлення попередньої моделі МАФР, розробленої на основі інформації, зібраної під час відвідування фірмової СТО та офіційної документації. Семінар допоміг дослідникам

визначити деякі функції та визначити їх аспекти (вхід, вихід, контроль, передумови, час та ресурси для забезпечення справного стану автомобіля).

Зібрані дані використано для розроблення моделі МАФР технічного обслуговування ходової частини автомобілів. Модель складається з набору функцій, які описують дії, що проводяться з обслуговування автомобілів для забезпечення їх справного стану.

У нашому випадку для забезпечення заданих експлуатаційних властивостей та безпеки руху автомобілів у процесі експлуатації необхідно проводити періодичні технічні впливи, наприклад, ходової частини: її діагностика, перевірка стану амортизаторів, пружин, опорних чашок, гальмівних колодок, дисків, шлангів, люфтів у кульових опорах, рульових наконечниках, сайлент-блоків, регулювання і заміна підшипників маточині, розвал-сходження, перевірка стану автомобільної шини та контроль за ресурсом автомобільної шини.

Все це впливає на властивості автомобіля в процесі експлуатації: стійкість, керованість, паливна економічність. Коли ресурс автомобільної шини наближається до граничного стану [8], підвищується вірогідність виникнення дорожньо-транспортних пригод. Таким чином, на ресурс систем ФЧ автомобіля впливають технології регламентних робіт ТОіР.

Можна зазначити, що під технологією ТОіР автомобіля мається на увазі послідовний процес його поділу на ФЧ за рівнями конструкції, реалізація на цих рівнях безлічі технологічних впливів потоків матеріального забезпечення, фінансів та інформації, а також забезпечення властивостей функціональних елементів залежно від особливостей їх експлуатації або від заданого, необхідного і граничного експлуатаційного потенціалу всього автомобіля [9].

Потоки матеріального забезпечення – це сукупність сировини, матеріалів, запасних частин тощо в умовах системи ТОіР автомобілів. Потоки інформаційного забезпечення – сукупність функціонуючих у системі ТОіР автомобілів різних відомостей (технологічні процеси ТОіР автомобілів, розподіл, обмін та споживання матеріальних ресурсів), які можна фіксувати, передавати, перетворювати і використовувати для здійснення таких функцій керування, як планування, облік, економічний аналіз, регулювання тощо (це збирання, збереження та обробка даних щодо ресурсу ТС агрегатів автомобілів, періодичність регламентних робіт тощо).

Фінансові потоки – це сукупність усіх грошових коштів, які є в розпорядженні підприємства для формування необхідних активів із метою здійснення всіх видів діяльності як за рахунок доходів, накопичень і капіталу, так і за рахунок різного виду надходжень.

У цій статті пропонується виконувати процес поділу автомобілів на функціональні частини за шістьма рівнями, а саме:

1-й рівень − рівень автомобілів за конструкцією;

2-й − рівень функціональних частин;

3-й − рівень функціональних складових;

4-й − рівень функціональних з’єднань;

5-й − рівень функціональних деталей;

6-й − рівень функціональних елементів.

При цьому процес поділу постає ієрархічною структурою, а саме, на кожному рівні поділу виконується розподіл автомобіля на функціональні частини (елементи) даного рівня поділу.

Слід зазначити, що наведений процес поділу автомобіля на рівні дозволяє більш ретельно, тонко реалізовувати технологічні впливи обладнання і засобів обробки на місцевому рівні та забезпечувати властивості функціональних елементів залежно від експлуатаційних особливостей або від заданого, необхідного, граничного експлуатаційного потенціалу автомобіля. У цих умовах у процесі технічного обслуговування та ремонту автомобіля він може повністю адаптуватися до особливостей експлуатації [10−11].

Зауважимо, що організаційно-технологічна форма функціонально-орієнтованого технологічного процесу може

будуватися за двома варіантами технологій: одинична та уніфікована.

У разі організації технологічного процесу за одиничною технологією для кожного функціонального елемента кожного рівня технології складаються спеціальні операції і застосовується необхідне спеціальне обладнання, призначене тільки для даного функціонального елемента або частини [9].

Таблиця 1

МАФР-модель технічного обслуговування (ТО) ходової частини легкового автомобіля − опис функцій

F-Функція	Опис функції	*I*-Вхід	*O*-Вихід	*C*-Контроль	P-*Передумова*	R-*Ресурси*	T-*Час*
Ресурс автомобільної шини		Відповід-ність НТД виробника	Пробіг до ТО				
			Система ТО				
Перевірка стану автомобільної *шини*	Система ТО	Планування профіла-ктики	*Відповід-ність* НТД виробника	Процедура згідно з ПДР	*ТС ходової частини*	1 технік	1 година
			Ремонт (або заміна)		*Система ТО*		
Діагностика стану розвалу-сходження	Система ТО	Планування профілак-тики	*Відповід-ність* НТД виробника	Процедура згідно з НТД виробника	*ТС ходової частини*	1−2 техніки	1–2 години
			Ремонт (або заміна)		*Система ТО*		
Перевірка, регулювання і заміна підшипників маточини	Система ТО	Планування профілакти-ки	*Відповід-ність* НТД виробника	Процедура згідно з НТД виробника	*ТС ходової частини*	1−2 техніки	1–2 години
			Ремонт (або заміна)		*Система ТО*		
Перевірка стану сайлент-блоків і інших вузлів ходової частини АТЗ	Система ТО	Планування профілакти-ки	*Відповід-ність* НТД виробника	Процедура згідно з НТД виробника	*ТС ходової частини*	1−2 техніки	1–2 години
			Ремонт (або заміна)		*Система ТО*		
Перевірка відсутності люфтів у кульових опорах, рульових наконечниках	Система ТО	Планування профілакти-ки	*Відповід-ність* НТД виробника	Процедура згідно з НТД виробника	*ТС ходової частини*	1−2 техніки	1–2 години
			Ремонт (або заміна)		*Система ТО*		
Перевірка гальмівних колодок, дисків, шлангів	Система ТО	Планування профілакти-ки	*Відповід-ність* НТД виробника	Процедура згідно з НТД виробника	*ТС ходової частини*	1−2 техніки	1–2 години
			Ремонт (або заміна)		*Система ТО*		

Примітка: ТО – технічне обслуговування, НТД – нормативно-технічна документація, ТС – технічний стан.

Уніфіковані технології – універсальний засіб спрощення складної структури технологічного процесу на безлічі функціональних елементів. При цьому вони можуть формуватися на базі типових, групових, модульних або інших видів технологій. У цьому випадку функціональні елементи різних рівнів технології об'єднуються в типи, групи, модулі або класи.

Після виконання процесу поділу автомобіля на функціональні елементи виконується об'єднання функціональних частин (елементів) в ієрархічну структуру підмножин залежно від рівнів об'єднання:

1. Рівень технології технічних впливів (діагностика, технічне обслуговування та ремонт).
2. Особливості дії експлуатаційних функцій, заданого, необхідного, граничного експлуатаційного рівня автомобіля.
3. Ступені необхідності застосування особливих принципів орієнтації технологічних впливів і техніко-експлуатаційних та економічних властивостей автомобіля.
4. Властивості, якості і точності функціональних частин (елементів, деталей).
5. Просторова взаємодія функціонального елемента.
6. Габаритних розмірів функціонального елемента.
7. Перелік обов'язкових та додаткових технічних впливів.
8. Застосування обладнання й устаткування.
9. Застосування технології технічних впливів нового покоління.
10. Інші параметри.

За цими рівнями об'єднання виконується класифікація функціональних елементів до реалізації технічних впливів.

На рисунку 2 показано структурну схему реалізації технічних впливів для забезпечення ефективної технічної експлуатації автомобілів. Зображено: *І* – вхідні дані щодо технічного стану автомобіля; *О* – вихідні параметри системи; ФЧ – функціональні частини автомобіля; ТВ – технічні впливи; *А, Д* – процес аналізу та досліджень, що виконуються для реалізації процесу поділу кожного виробу на ФЧ за рівнями технології ТВ; $m_1 + m_i$ – процес аналізу та досліджень, що виконуються для об'єднання ФЧ кожної безлічі в ієрархічну структуру підмножин в залежності від рівнів об'єднання.

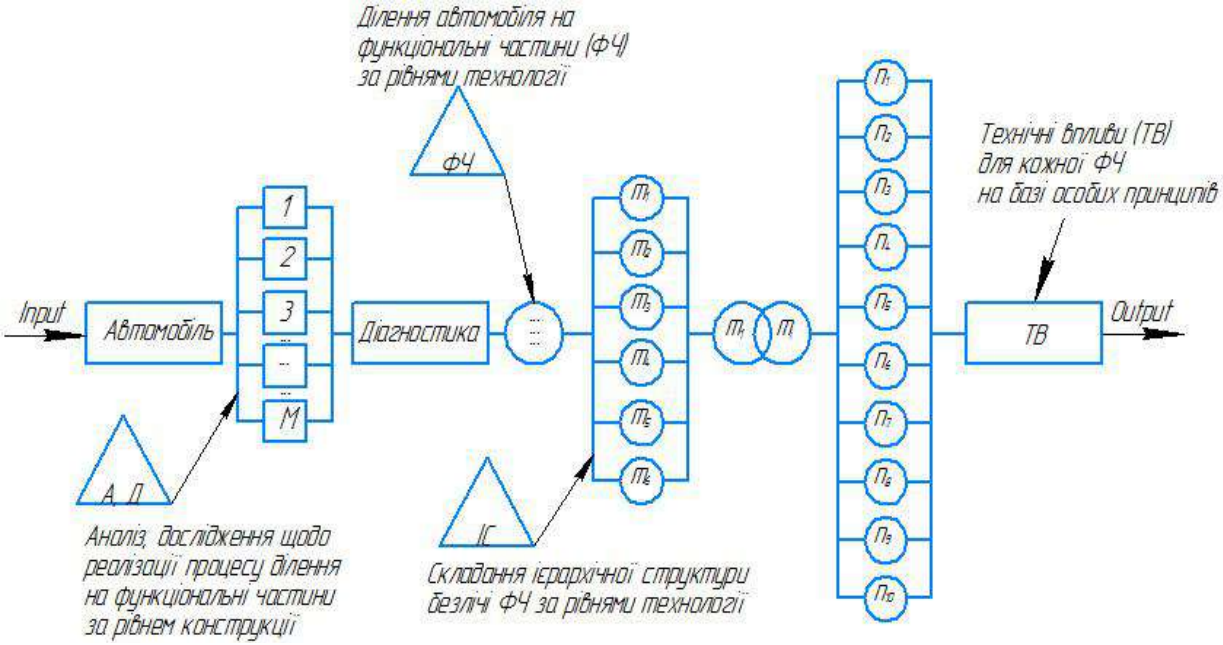


Рис. 2. Структурна схема реалізації функціонально-орієнтованих технологій для ТОіР автомобілів

Безлічі функціональних елементів за рівнями технології ТВ можна визначити, як:

$$\left.\begin{array}{l} m_1 = \{f_{11}, f_{12}, f_{13}, ..., f_{1v_1}\} \\ m_2 = \{f_{21}, f_{22}, f_{23}, ..., f_{2v_2}\} \\ m_3 = \{f_{31}, f_{32}, f_{33}, ..., f_{3v_3}\} \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ m_6 = \{f_{61}, f_{62}, f_{63}, ..., f_{6v_6}\} \end{array}\right\}, \quad (1)$$

де $f_{j\eta}$ − η-й функціональний елемент j-го рівня технології ТВ; v_i − порядки множин $m_1, m_2, m_3, ..., m_6$.

Порядок множин може бути визначений за такими формулами:

$$\left.\begin{array}{l} v_1 = M \\ v_j = \sum\limits_{k_j=1}^{v_{(j-1)}} v_{jk_j} \\ j = 2, 3, 4, ..., 6 \end{array}\right\}, \quad (2)$$

де M − кількість автомобілів або агрегатів тощо; v_{jk_j} − порядок k_j-ї підмножини j-го рівня технології ТВ; j − номер рівня технології ТВ.

Після виконання процесу поділу (декомпозиції) автомобіля на ФЧ за рівнями технології ТВ знову виконується аналіз і дослідження автомобіля та об'єднання (композиція) функціональних елементів кожної безлічі в ієрархічну структуру підмножин залежно від рівнів об'єднання (10 рівнів об'єднання):

$$\left.\begin{array}{l} n_1 = \{p_{11}, p_{12}, p_{13}, ..., p_{1u_1}\} \\ n_2 = \{p_{21}, p_{22}, p_{23}, ..., p_{2u_2}\} \\ n_3 = \{p_{31}, p_{32}, p_{33}, ..., p_{3u_3}\} \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ n_{10} = \{p_{101}, p_{102}, p_{103}, ..., p_{10u_{10}}\} \end{array}\right\}, \quad (3)$$

де $p_{\varphi\xi}$ − ξ-е підмножина φ-го рівня об'єднання функціональних елементів; $u_1, u_2, u_3, ..., u_{10}$ − порядки множин $n_1, n_2, n_3, ..., n_{10}$.

Процес об'єднання функціональних елементів у підмножини і їх класифікація за рівнями об'єднання виконується до реалізації заданої технології ТВ. При цьому для кожної підмножини функціональних елементів проводиться орієнтація заданої множини технологічних впливів і властивостей функціональних елементів залежно від особливостей експлуатації на базі особливих принципів орієнтації.

Далі виконується необхідний обсяг ТВ згідно з регламентом.

Висновок. Визначено основні принципи МАФР щодо моделювання варіабельності ТС під час технічної експлуатації автомобіля в складній соціально-технічній системі «автомобіль − людина − навколишнє середовище».

Установлено взаємозв'язок між визначенням безпеки руху, моделлю МАФР та показниками експлуатаційних властивостей автомобіля.

Розроблено модель МАФР для технічного обслуговування ходової частини автомобілів, що складається з набору функцій, які описують дії, з обслуговування автомобілів для забезпечення їх справного стану.

Розроблено структурну схему реалізації функціонально-орієнтованих технологій для ТОіР автомобілів, що враховує особливості конструкцій та рівень технологій для технічних впливів. Це дозволяє об’єктивно визначити необхідний обсяг робіт із ТО залежно від результатів діагностики та наявності технологічного обладнання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Hollnagel E. From FRAM (Functional Resonance Accident Model) to FRAM (Functional Resonance Analysis Method). Presentation at the FRAM workshop. École des Mines de Paris Centre for Research on Risk and Crises (CRC). 20–22 February. Sophia Antipolis, France. 2008.

2. Braithwaite J., Wears R.L., Hollnagel E. Resilient health care: turning patient safety on its head. *International Journal for Quality in Health Care*. 2015. Vol. 27, iss. 5. Pp. 418–420. URL: https://doi.org/10.1093/intqhc/mzv063

3. Anderson J. E., Kodate N. Learning from patient safety incidents in incident review meetings: organisational factors and indicators of analytic process effectiveness. *Saf. Science.* 2015. Vol. 80. Pp. 105–114.

4. Clay-Williams R., Hounsgaard J., Hollnagel E., Clay-Williams R. Where the rubber meets the road: using FRAM to align work-as-imagined with work-as-done when implementing clinical guidelines Implement. *Science*. 2015. Vol. 10 (1). Pp. 125–136.

5. Pickup L., Atkinson S., Hollnagel E. et al. Blood sampling – two sides to the story. *Appl. Ergon*. 2017. Vol. 59. Pp. 234–242.

6. Raben D. C., Bogh S. B., Viskum B. et al. Proposing leading indicators for blood sampling: application of a method based on the principles of resilient healthcare. *Cognit. Technol. Work*. 2017. Vol. 19 (4). Pp. 809–817.

7. Rutkowska P., Krzyżanowski M. FRAM modelling of the transfer of control over aircraft. *Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport.* 2018. Vol. 101. Pp. 159–166.

8. Kravchenko A., Sakno O., Lukichov A. Trucks tires resource controlling by control of process of their wearing-out. *Transport Problems*. 2014. Vol. 9, iss. 1. Pp. 83–94. URL: http://transportproblems.polsl.pl/pl/Archiwum/2014/zeszyt1/2014t9z1_00.pdf

9. Михайлов А. Н. Основы синтеза функционально-ориентированных технологий машиностроения. Москва : Машиностроение, 2009. 346 с.

10. Сакно О. П., Медведєв Є. П., Колеснікова Т. М. та ін. Дослідження впливу прогресивних технологій обслуговування на технічний стан автотранспортних засобів. *Вісник машинобудування та транспорту.* 2020. Вип. 1 (11). С. 107–114. DOI: https://doi.org/10.31649/2415-3486-2020-11-1-107-114

11. Сакно О. П., Колеснікова Т. М., Олло В. П. Моделювання системи технології технічних впливів на автомобіль. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури.* 2019. Вип. 1 (249–250). С. 102–109.

REFERENCES

1. Hollnagel E. *From FRAM (Functional Resonance Accident Model) to FRAM (Functional Resonance Analysis Method)*. Presentation at the FRAM workshop, École des Mines de Paris Centre for Research on Risk and Crises (CRC) 20-22 February, Sophia Antipolis, France. 2008.

2. Braithwaite J., Wears R.L. and Hollnagel E. Resilient health care: turning patient safety on its head. *International Journal for Quality in Health Care*. 2015, no. 27 (5), pp. 418–420. URL: https://doi.org/10.1093/intqhc/mzv063

3. Anderson J.E. and Kodate N. Learning from patient safety incidents in incident review meetings : organisational factors and indicators of analytic process effectiveness. Saf. Science. 2015, no. 80, pp. 105–114.

4. Clay-Williams R., Hounsgaard J., Hollnagel E. and Clay-Williams R. Where the rubber meets the road : using FRAM to align work-as-imagined with work-as-done when implementing clinical guidelines. Implement. Science. 2015, no 10 (1), pp. 125–136.

5. Pickup L., Atkinson S., Hollnagel E. et al. Blood sampling – two sides to the story. Appl. Ergon. 2017, no. 59, pp. 234–242.

6. Raben D. C., Bogh S. B., Viskum B. et al. Proposing leading indicators for blood sampling : application of a method based on the principles of resilient healthcare. Cognit. Technol. Work. 2017, no. 19 (4), pp. 809–817.

7. Rutkowska P. and Krzyżanowski M. FRAM modelling of the transfer of control over aircraft. Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport. 2018, no. 101, pp. 159–166.

8. Kravchenko A., Sakno O. and Lukichov A. Trucks tires resource controlling by control of process of their wearing-out. Transport Problems. 2014, no. 9, iss. 1, pp. 83–94. URL: http://transportproblems.polsl.pl/pl/Archiwum/2014/zeszyt1/2014t9z1_00.pdf

9. Mihaylov A.N. *Osnovyi sinteza funktsionalno-orientirovannyih tehnologiy mashinostroeniya* [Basics of the synthesis of function-oriented engineering technologies]. Moscow : Mashinostroenie Publ., 2009, 346 p. (in Russian)

10. Sakno O., Medvediev Yev. and Kolesnikova T. *Doslidzhennia vplyvu prohresyvnykh tekhnolohii obsluhovuvannia na tekhnichnyi stan avtotransportnykh zasobiv* [Research influence of breakthrough maintenance technologies on the technical condition of vehicles]. *Visnyk mashynobuduvannia ta transportu* [Bulletin of Mechanical Engineering and Transport]. 2020, no. 1 (11), pp. 107–114. DOI: https://doi.org/10.31649/2415-3486-2020-11-1-107-114 (in Ukrainian)

11. Sakno O.P., Kolesnikova T.M. and Ollo V.P. *Modeliuvannia systemy tekhnolohii tekhnichnyi vplyviv na avtomobil* [Simulation of the system of the technology of technical influences on vehicle]. *Visnyk Prydniprovskoi derzhavnoi akademii budivnytstva ta arkhitektury* [Bulletin of Prydniprovs'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture]. 2019, no. 1 (249–250), pp. 102–109. (in Ukrainian)

Надійшла до редакції: 14.12.2020.

УДК 711.4
DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.230221.89.722

МЕТОДИ СТРУКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНОЇ РЕОРГАНІЗАЦІЇ ПРИРІЧКОВИХ МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ

САМОЙЛЕНКО Є. В., *acc.*

Кафедра архітектурного проектування та містобудування, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (067) 156-31-57, e-mail: jsamoilik@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-2813-4767

Анотація. ***Мета.*** Мета статті полягає у виявленні методів структурно-просторових змін в межах сформованих міських прирічкових територій. В результаті дослідження сформульовано необхідність переосмислення ставлення до міського планування в цілому, та в межах прирічкового простору зокрема. Завданням є ревіталізація території в межах акваторії за допомогою створення громадських просторів, відновлення екологічного каркасу за допомогою впровадження екологічних кластерів та створення зелених коридорів, збереження економічної активності на основі промисловості, при її частковій трансформації, збереження сформованої системи просторів і споруд та їх часткове перепрофілювання. ***Результати дослідження.*** Виявлено потенціал сталого розвитку прирічкових територій, в контексті формування рекреаційного простору в його структурі в результаті реновації. Розроблено методи структурно-планувальних перетворень в межах акваторії. Будується модель структурної трансформації прирічкового простору в межах міста, на базі якої відбувається апробація виявлених принципів реабілітації території. Значимість отриманих результатів полягає в розвитку нових підходів до формування цілісної рекреаційної прирічкової структури; в формулюванні основних принципів, що лежать в основі структурно-планувальних перетворень і побудові моделі містобудівної реновації прирічкової зони. В межах дослідження використовувалися графоаналітичні методи, а також вивчення і аналіз зарубіжного і вітчизняного досвіду реновації та ревіталізації прирічкових промислових територій. У дослідженні було проаналізовано генеральний план міста, визначені функціональні зони в межах прирічкового простору. ***Висновок.*** Доцільність реабілітації території, впровадження нових, актуальних функцій обумовлює економічний, соціальний, культурний, психологічний і естетичний розвиток міста.

Ключові слова: *прирічкові території; планувальна структура міста; реновація; функціональне зонування; освоєння; реабілітація*

METHODS OF STRUCTURAL AND PLANNING RENOVATION RIVERSIDE URBAN TERRITORIES

SAMOILENKO Yev.V., *Assist.*

Department of Architectural Project and Urban Planning, Prydniprovska State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (067) 156-31-57, e-mail: jsamoilik@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-2813-4767

Abstract. ***Purpose.*** The purpose of the article is to identify methods of structural and spatial changes within the existing urban riparian areas. As a result of the research, the need to rethink the attitude to urban planning in general, and within the river space in particular, was formulated. The task is to revitalize the territory within the water area by creating public spaces, restoring the ecological framework through the introduction of ecological clusters and creating green corridors, maintaining economic activity based on industry, with its partial transformation, maintaining the existing system of spaces and structures and their partial redevelopment. ***Results.*** The potential of sustainable development of riparian areas in the context of the formation of recreational space in its structure as a result of renovation is revealed. Methods of structural and planning transformations within the water area have been developed. A model of structural transformation of the river space within the city is being built, on the basis of which the identified principles of rehabilitation of the territory are being tested. The significance of the obtained results lies in the development of new approaches to the formation of a holistic recreational river structure; in the formulation of the basic principles underlying the structural and planning transformations and the construction of a model of urban renovation of the riparian zone. The study used grapho-analytical methods, as well as the study and analysis of foreign and domestic experience in the renovation and revitalization of riverside industrial areas. The study analyzed the master plan of the

city, identified functional areas within the river space. ***Conclusion.*** The expediency of rehabilitation of the territory, introduction of new, actual functions determines the economic, social, cultural, psychological and aesthetic development of the city.

Keywords: *riparian territories; planning structure of the city; renovation; functional zoning; development; rehabilitation*

Постановка проблеми. Прирічкові території в межах великих міст піддаються інтенсивній експансії урбанізованих структур, внаслідок чого відбувається стрімка деградація їх природних ресурсів. Така тенденція втілюється в межах планувальної структури у різкому скороченні площ відкритих міських просторів рекреаційного призначення, у порушенні цілісності та безбар'єрності пішохідного простору, у якості та кількості зелених насаджень. Наслідком є функціональна перенасиченість, втрата естетичних характеристик рекреації, порушення екологічної стійкості природного компонента ландшафту прирічкових територій. Втрата ландшафтної домінанти, водно-зеленого діаметру призведе до порушення балансу природних і антропогенних елементів міської структури.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Аналізуючи досвід роботи з постіндустріальними територіями в межах великих акваторій, можна констатувати, що тематичні дослідження мають різну природу, місце розташування, історію, їх аналіз дає можливість зрозуміти, чи можуть виявлені основні принципи, методи, тенденції міського формування бути потенційно застосовані в межах будь-якої акваторії, з урахуванням різних соціально-економічних і культурних умов міського та регіонального контексту. Оновлення міських набережних можна побачити в якості принципу основного економічного розвитку пост-індустріального міста. Аналізуючи тематичні дослідження можна зробити висновок, що комплексний, багатофакторний синергетичний підхід має важливе значення для аналітики та впровадження реабілітаційних методів в подальшому. Тенденції є спільними для світової практики, проявляються в залежності від характеристик акваторії та безпосередньо її містобудівного положення [2]. Розвиток теоретичних підходів та стратегій формування контактних зон між містом та акваторією в роботах розглядається як своєрідне поле «діалогу двох стихій» [3]. В основі організації взаємодії лежить концепція симбіозу ідентичного та глобального. Одним з напрямків можливого структурування та змістовного наповнення такого простору знаходиться в площині багаторівневих просторових, візуальних та композиційних взаємодій акваторії, прирічкового простору, міського середовища. В процесі формується прирічковий архітектурно-ландшафтний простір з урахуванням комплексу факторів. Важливим спостереженням, що виходить з цього дослідження є те, що методика базується на лакальних впровадженнях в містобудівну тканину на мікрорівні, при розумінні комплексних змін та стратегій макрорівня.

Мета статті. Мета статті полягає у виявленні методів структурно-просторових змін в межах сформованих міських прирічкових територій. На сучасному етапі пошуку нових контактних областей і стійких моделей взаємодії урбанізованого і природнього середовища питання розглядається в площині сталого розвитку, моделюючи екологічно стійкі культурні ландшафти прирічкових територій в структурі міста.

Виклад основного матеріалу. Особливості прирічкового ландшафту, його взаємодія з урбанізованим простором визначають ускладнення підходів до трансформацій прирічкових територій рішенням функціонально-планувальних потреб міста та архітектурно-ландшафтної організації рекреаційних просторів у його структурі [1]. Аналіз планувальної структури міст на великих річках дозволив

виділити прирічкові території як важливий територіальний резерв у розвитку міста. Залежно від композиції генерального плану міста, величиною прирічкових територій та їх положенням в структурі міста, складається основний характер взаємозв'язку міської структури і просторів вздовж акваторії. Аналіз природних умов виявив, що за величиною і розташуванням відносно сформованої планувальної структури міста характерними є наступні чотири типи взаємозв'язку між структурою міста в цілому та прирічковою територією.

Міста з розчленованою планувальною структурою. Для першого типу характерна наявність локальних заплавних ділянок, що входять до планувальної структури міста. Ділянки прирічкових територій включені в структуру міста або безпосередньо до неї примикають. Наявність таких територій в міському середовищі обумовлена практикою тривалого виключення прирічкових територій зі сфери містобудівного використання. Взаємозв'язок міста і прирічкової зони будується умовно за принципом наявності її в місті, «прирічкові території в місті».

Міста з компактною планувальною структурою. Другий тип взаємозв'язку характерний для однобережних міст, що мають в безпосередній близькості від сформованого міста природні зони, великі заплавні масиви, природні території з особливими умовами користування. Прирічкові території основної водної артерії, займають переважно низинний берег, протилежний щодо сформованого на високому березі міста. Зазначені території не входять до планувальної структури міста, займають протилежні щодо міста береги річок. За умови, що місто зберігає їх природній стан, взаємозв'язок між ними можна характеризувати за принципом «місто і прирічкові території».

Міста з лінійною планувальною структурою. Третій тип взаємозв'язку характерний для одно- та двобережних міст, з характерним рельєфом, витягнуті вздовж акваторії. Прирічкові території входять до планувальної структури міста, місто трансформує їх природній стан. Взаємозв'язок цих зон характеризується за принципом «природній коридор в структурі міста».

Міста з розосередженою планувальною структурою. До червертої групи увійшли міста, композиція плану яких обумовлена особливо складними природно-географічними умовами, та розосередженим характером розміщення промислових зон. В наслідок природних умов, характеру розміщення виробництва, містом вибірково освоєні найбільш придатні ділянки. Загальний характер міської структури розосереджений, для якого характерно формування планувальних районів з дисперсною структурою. Освоєння прирічкових територій для досягнення максимальної компактності.

Аналізуючи розвиток архітектурно-планувальної структури міст на великих рівнинних річках, які мають резерви неосвоєних прирічкових територій, встановлено:

− прирічкові території в такій структурі міста є однією з причин його розчленованості. Наявність таких територій не стоїть на заваді процесу упорядкування планувальної структури і вони поступово урбанізуються. Ступінь трансформації та характер містобудівного використання освоюваних ділянок обумовлені загальним рішенням генерального плану з урахуванням історичного аспекту у формуванні архітектурно-просторової композиції прибережної зони;

− поступовий розвиток планувальної структури однобережного міста на прирічкових територіях притилежного берега обґрунтовується комплексним аналізом. Якщо місто отримує розвиток на іншому березі річки, то цей процес виправданий економічно, в разі великомасштабним розвитком міської структури на довгу перспективу;

− специфікою функціональної організації прибережних районів є розміщення в їх структурі житлової, рекреаційної, промислової зон, що підпорядковане ідеї створення

взаємопов'язаної системи міста, без уваги на природні особливисті. Питання співвідношення забудовуються і відкритих просторів є основою функціонального зонування прирічкових територій, зважаючи на її особливу містобудівну цінність як для розміщення житлового будівництва, так і для формування рекреаційних просторів;

− формування природного коридору у внутрішньому присторі міста передбачає комплексне освоєння прирічкових територій з диференціацією за ступенем трансформацій, в залежності від подальшого функціонального використання. Зважаючи на те, що освоєнню підлягають вільні від забудови території великих площ з різними природними характеристиками, зростає роль раціональних способів інженерної підготовки у формуванні архітектурно-планувальної структури прирічкової зони;

− розвиток планувальної структури міст, в яких характерна фрагментарна освоєність прирічкової зони, в перспективі залежить від містобудівної політики: збереження рекреаційної складової в її структурі чи поступове комунікаційне освоєння прирічкових територій, а в подальшому розвиток всіх складових зон міста. Характер інженерних заходів в цьому випадку зводиться до заходів по забезпеченню поступової трансформації природного комплексу і пристосування його до умов міського середовища;

− характерним типам міської структури притаманна загальна тенденція до створення рівноважної, щодо акваторіальної мережі, композиції плану міста незалежно від його географічного положення. В результаті цього процесу відбувається трансформація прирічкових територій основного русла ріки та її притоків при наявності у внутрішньо міські відкриті простори, з поступовим їх містобудівним використанням;

− залежно від сформованої структури міського плану, розташування акваторії та величини прирічкових територій складаються наступні типи взаємозв'язку між містом і прирічковою зоною: «прирічкові території в місті», «місто і прирічкові території», «природній коридор в структурі міста»;

− в основі функціонального використання прирічкових територій переважне значення ріки, як рекреаційного простору. Потреба у використанні прирічкових територій як в рекреаційних цілях так і для розміщення житлової забудови потребують комплексного підходу. Варіативність методів залежить від резерву наявних в місті прирічкових територій та їх стан.

Формування в межах прирічкових територій екологічно позитивного, соціально-адаптованого, функціонального, просторово-різноманітного та естетично-наповненого рекреаційного простору, є можливим впроваджуючи методи їх ландшафтно-містобудівної реконструкції: *метод реструктуризації набережних; метод зонування прирічкових територій; метод візуального орієнтування простору.* Дані методи розроблені на основі запропонованих принципів ландшафтно-містобудівної реконструкції, моделей розвитку рекреаційних зон в структурі прирічкових територій, моделей і принципів забезпечення сталого розвитку рекреаційної діяльності в межах акваторії,

Метод реструктуризації набережних заснований на розмежуванні простору набережної за категоріями «форми просторового розвитку», «функції», «учасники руху» відповідно до основних моделей формування прирічкового простору: «глибинної», «поздовжньої», «висотної». Важливим фактором виступає їх диференціація в залежності від структури, та взаємодії основних елементів: природного каркасу, функціональним наповненням комунікаційного простору та зонами суспільної активності. Основними системними елементами структури прирічкової території, набережної в межах міста, є зони громадської активності; природний каркас; комунікаційні простори. У формуванні моделей є залежність від особливостей функціонального наповнення. Зони громадської активності виконують функцію з обслуговування населення. Зони

громадської активності за формами просторового розвитку диференціюються за «висотною моделлю», розміщуючись у всіх рівнях існуючого простору, з активним використанням особливостей природного і штучного рельєфу. По функціях пріоритетно диференціюються за «поздовжньою» моделлю, за принципом чергування для досягнення якості функціонального розмаїття. Комунікаційні простори забезпечують взаємозв'язок різних функціональних зон території. За формами просторового розвитку диференціюються за «висотною моделлю» наступним чином: пріоритет віддається пішохідній зоні і в разі експансії автомобільними комунікаціями ділянок, їх структура підлягає змінам, вони опускаються в підземний рівень, накриваються пішохідними еспланадами, для того, щоб залишити необхідний простір для безпечного і комфортного відпочинку. Пішохідні простори розміщуються в різних рівнях і під різними вузлами в залежності від умов просторового формування. Допоміжні функції диференціюються за «поздовжньою моделлю». Уздовж магістралей, паралельних осі набережної, з певним інтервалом розміщуються паркувальні майданчики, зупинки громадського транспорту, центри обслуговування, зони для короткочасного відпочинку. Впроваджуються рекреаційні простори лінійного типу, або влаштовуються зелені зони на наплавних конструкціях. Виділяються три типи учасників руху − пішохід, велосипедист, автомобіліст, які диференціюються в межах «глибинної моделі», виділяючи велику зону для пішоходів, що тяжіє до акваторії. Простір між учасниками руху розділяється рахунок використання компонентів природного каркасу. Природний каркас в структурі прирічкової зони акомулює набір функцій: екологічна оптимізація території; формування природного різноманіття; реабілітація конфліктних екологічно не стійких функціональних зон.

Метод зонування прибережних територій полягає в зонуванні території за принципами, які забезпечують стабільність рекреаційної функції, включаючи: «чергування» різних функціональних зон; створення «зон стабілізації» через 500…1 500 м; створення неперервних зелених зв'язків, розвитку активних видів відпочинку в зоні рекреації. Для контактних забруднених територій пропонується використовувати схеми заміщення функцій. Зони стабілізації − це території з постійною рекреаційної функцією, яка досягається за рахунок впровадження архітектурних об'єктів цілорічної експлуатації та рекреаційних кластерів з сезонно-трансформуються функціями. Розміщуючи ці зони через 500 м, ми формуємо певні зв'язки між ними навіть в зимовий період, коли прибережна зона мало використовується в рекреаційних цілях. Для більш комфортного доступу до прирічкової зони пропонується влаштування поперечних зелених зв'язків.

Метод візуального орієнтування полягає у створенні в структурі простору візуальних орієнтирів, які працюють за категоріями: «орієнтування безперервності руху зеленим коридором», «орієнтування розташування функцій», «сигнальне орієнтування конфліктних зон», «емоційне орієнтування» за рахунок використання засобів ландшафтного дизайну. Реалізація запропонованих методів на практиці сприятиме поверненню прирічковим територіям статусу природно-рекреаційного простору міста. Метод зонування дозволить збільшити частку зелених компонентів в структурі акваторії, забезпечити стабільність рекреаційної функції. Метод структурування набережних забезпечить функціональну та просторову різноманітність, забезпечить максимально комфортні умови для рекреації. Метод візуального орієнтування дозволить сформувати естетичний, рекреаційний пішохідний простір вздовж всієї акваторії в межах міста.

Висновки. Аналізуючи можливі вектори розвитку прирічкового простору в межах міста, та формування контактної зони в його структурі, як інструмента проектного моделювання, можливе регулювання

структурних компонентів забудови і просторів в межах акваторії, створення контактної області зі змістовними рівнями взаємодії складових прирічкових територій Компонентами структури прирічкових територій наразі виступають: комплексні середовищні ансамблі, групи та одиночні домінуючі об'єкти, інженерні споруди, фонові об'єкти. Структурними компонентами ландшафту міської акваторії виступають ландшафтні особливості, геопластика рельєфу, характер озеленення та його планувальні параметри, особливості конфігурації акваторії та її берегової смуги. Дані положення дозволяють сформувати типи контактних просторів в межах прирічкових територій, як сукупність кількох рівнів діалогової взаємодії: функціонального, об'ємно-просторового, композиційного, візуального, пластичного, історико-культурного. Формування в межах прирічкових територій екологічного, соціально-адаптованого рекреаційного простору, є можливим впроваджуючи методи їх ландшафтно-містобудівної реконструкції: метод реструктуризації набережних, метод зонування прирічкових територій, метод візуального орієнтування простору.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вадімов В. М. Методологічні основи еколого-містобудівного освоєння прирічкових урбанізованих територій (в умовах України) : дис. докт. архітектури за спеціальністю 18.00.01 − теорія архітектури, реставрація пам’яток архітектури. Київ, 2003. 198 с.

2. Вязовская А. В. Аспекты преобразования и развития городских приречных территорий : автореф. дис. на соиск. науч. степ. канд. архитектуры по специальности 18.00.01 − теория архитектуры, реставрация памятников архитектуры. Москва, 2012. 24 с.

3. Кернична О. О. Ландшафтний аналіз індустріально-урбанізованих територій (на прикладі міста Дніпропетровська) : автореф. дис... канд. геогр. наук : 11.00.11 − конструктивна географія і раціональне використання природних ресурсів. Харків: Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна, 2002. 19 с.

REFERENCES

1. Vadimov V.M. *Metodologichni osnovi ekologo-mistobudivnogo osvoєnnya pririchkovikh urbanizovanikh teritoriy (v umovakh Ukraïni)* [Methodological basis of environmental and urban development riverine urban areas (in terms of Ukraine)]. Dissertation for the degree of doctor of architecture, specialty 18.00.01: Theory of architecture, restoration of architectural monuments. Kyiv, 2003, 198 p. (in Ukrainian)

2. Vyazovskaya A.V. *Aspekty preobrazovaniya i razvitiya gorodskikh prirechnykh territoriy* [Aspects of the transformation and development of urban riverside areas]. Dissertation abstract for the degree of candidate of architecture, specialty 18.00.01: Theory of architecture, restoration of architectural monuments. Moscow, 2012, 24 p. (in Russian)

3. Khernychna O.O. *Landshaftniy analiz industrialno-urbanizovanikh teritoriy (na prikladi mista Dnipropetrovska)* [Landscape analysis of the industrial and urban areas (for example, the city of Dnipropetrovsk]. Dissertation author's abstract for the degree of candidate of geographical sciences: 11.00.11 − Constructive Geography and Rational Use of Natural Resources. Kharkiv : Khark. Nat. Un-t after V.N. Karazina, 2002, 19 p. (in Ukrainian)

Надійшла до редакції 12.01.2021.

УДК 620.19.40
DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.230221.95.723

АНАЛІЗ ПРИЧИН РОЗТРІСКУВАННЯ ТРУБ КОТЛА-УТИЛІЗАТОРА

СЕРЕДА Б. П [1], *докт. техн. наук, проф.,*
СУХОМЛІН В. І.[2], *канд. техн. наук, доц.,*
ВОЛОХ В. І.[3*], *аспір.,*
СЕРЕДА Д. Б [4], *канд. техн. наук*

[1*] Кафедра автомобільного господарства, Державний вищий навчальний заклад «Дніпровський державний технічний університет», вул. Дніпробудівська, 2, 51918, Кам'янське, Україна, тел. +38 (0569) 53-02-62,e-mail: seredabp@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-4353-136
[2] Кафедра фізики конденсованого стану, Державний вищий навчальний заклад «Дніпровський державний технічний університет», вул. Дніпробудівська, 2, 51918, Кам'янське, Україна, тел. +38 (0569) 53-02-62, e-mail: v_suhomlyn@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-3673-1353
[3] Кафедра фізики конденсованого стану, Державний вищий навчальний заклад «Дніпровський державний технічний університет», вул. Дніпробудівська, 2, 51918, Кам'янське, Україна, тел. +38 (098) 899-51-55, e-mail: aliha2004@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-9476-2465
[4] Кафедра машинобудування, Державний вищий навчальний заклад «Дніпровський державний технічний університет», вул. Дніпробудівська, 2, 51918, Кам'янське, Україна, тел. +38 (0569) 53-02-62,e-mail: seredabp@ukr.net, ORCID ID:0000-0002-9518-381X

Анотація. ***Постановка проблеми.*** Одне з основних завдань виробництва продукції – надійна і безаварійна експлуатація обладнання. У киснево-конвертному процесі під час продування чавуну в конверторі виділяється велика кількість оксиду вуглецю, який має температуру понад 1 700 °С вихідних газів. Охолоджуються конверторні гази в котлі-утилізаторі. Вихід конверторних газів характеризується циклічною нерівномірністю. При цьому відбувається нерівномірне нагрівання стінок труб котла утилізатора. Циркуляційними насосами хімічно очищена вода подається для примусового охолодження стінок котла. Коли вихідні гази піднімаються відбувається перетворення охолоджувальної води на пару з подальшою її подачею споживачеві. Дослідженням розв'язується науково-прикладна задача щодо причин утворення дефектів і виявлення тріщин на трубах котла утилізатора. ***Мета роботи*** − магнітнопорошковим і коерцитиметричним методами контролю дослідити причини розвитку поперечних тріщин на трубопроводах котла утилізатора ОКГ в конверторному виробництві сталі. ***Висновки***. Одна з основних причин появи масових тріщини на трубах циліндричних кесонів – це термічна втома, викликана високими тепловими навантаженнями. Поперечні тріщини мають характер термовтомного руйнування, що підтверджується змінами у феритно-перлітній структурі металу, – наслідком нерівномірного локального охолодження стін кесона. Причини, що викликають порушення циркуляції води в котлі, – це падіння тиску в котлі і різке скидання, навантаження − випуск води з котла.

Ключові слова: *коерцитивна сила; спеціальні межі; величина зерна; тріщина; твердість; структура; хімічний склад*

ANALYSIS OF THE REASONS FOR CRACKING PIPES OF THE BOILER OF THE RECOVERY

SEREDA B.P.[1], *Dr. Sc. (Tech.), Prof.,*
SUKHOMLIN V.I.[2],*Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.,*
VOLOKH V.I.[3*], *Postgrad. Student,*
SEREDA D.B.[4], *Cand. Sc. (Tech.)*

[1] Department of Automotive Engineering, State Higher Educational Institution "Dnieper State Technical University", 2, Dniprobudivska Str., 51918, Kamianske, Ukraine, tel. +38 (095) 905-86-75, e-mail: seredabp@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-4353-1365
[2] Department of Condensed Matter Physics, State Higher Educational Institution "Dnieper State Technical University", 2, Dniprobudivska Str., 51918, Kamianske, Ukraine, tel. +38 (056) 756-34-76, e-mail: v-suhomlyn@ ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-3673-1353
[3*] Department of Condensed Matter Physics, State Higher Educational Institution "Dnieper State Technical University", 2, Dniprobudivska Str., 51918, Kamianske, Ukraine, tel., +38 (056) 756-33-66, e-mail: aliha2004@ukr.net, ORCID ID:0000-0002-9518-381X

[4] Department of Automotive Engineering, State Higher Educational Institution “Dnieper State Technical University”, 2, Dniprobudivska Str., 51918, Kamianske, Ukraine. tel.+38 (095) 905-86-75, e-mail: seredabp@ukr.net, ORCID ID:0000-0002-9518-381X

Abstract. ***Formulation of the problem.*** One of the main tasks of production is reliable and trouble-free operation of equipment. In the oxygen-envelope process, when cast iron is purged, a large amount of carbon monoxide CO is emitted in the converter, which has a high temperature of more than 1 700 °C of the outgoing gases. The envelope gases in the waste heat boiler are cooled. Converter gas output is characterized by cyclic unevenness In this case, uneven heating of the walls of the boiler pipes occurs. By circulation pumps, chemically purified water is supplied for forced cooling of the boiler walls. When raising the outgoing gases, the cooling water is converted to pars by its subsequent supply to the consumer. The study is dedicated to solving the scientific and applied problem for the reasons for the formation of defects and the identification of cracks in the pipes of the recovery boiler.***The purpose of the work.*** To investigate the causes of the development of transverse cracks in the pipelines of the recovery boiler by various methods of non-destructive testing, to use the methods of scanning microscopy to analyze the microstructure, mechanical tests, and the magnetic properties of structural carbon steel. ***Conclusions.*** One of the main reasons for the appearance of massive cracks in the pipes of cylindrical caissons is thermal fatigue caused by high thermal loads. Transverse cracks have the character of thermal fatigue failure, which is confirmed by changes in the ferrite-pearlite structure of the metal, resulting from uneven local cooling of the walls of the caisson. The reasons for the violation of the water circulation in the boiler are the pressure drop in the boiler and a sharp discharge, the load is the release of water from the boiler.

Keywords: *coercive force; special boundaries; grain size; crack; hardness; structure; chemical composition*

Постановка проблеми. В технології промислового виробництва сталі киснево-конверторним методом застосовується процес продування чавуну через водоохолоджувальну фурму технічним киснем (98...99,5 %). Склад конверторних газів містить до 90...95 % оксиду вуглецю, значну кількість винесення (до 150 г/м^3) вони мають високу температуру (понад 1 700 °С). Продування конвертора триває близько 20 хв, тривалість паузи між продуванням − до 40 хв. Середньогодинний вихід газу для конвертора 300 тонн складає 18×10 м^3/год., а максимальна витрата – 150×10 м^3/год. Викид СО в таких кількостях з екологічних вимог неможливий, тому їх допалюють, а охолодження продуктів допалення постає технологічною необхідністю [1; 2].

Для охолодження конверторних газів використовується котел-утилізатор ОКГ-100 (охолоджувач конверторних газів), призначений для вироблення насиченої водяної пари за рахунок допалювання газів, що відходять від металургійного конвертора (рис. 1) [4] .

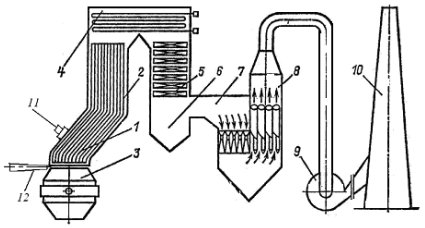


Рис. 1 Котел-утилізатор: 1, 2 – похила й вертикальна частини газоходу; 3 – конвертер; 4 – конвективний випарник; 5 – економайзер; 6 – бункер; 7 – горловина; 8 – труби Вентури; 9 – димохід; 10 – труба; 11 – пальник допалювача; 12 – повітряне сопло

У потік газу через повітряне сопло підсмоктується повітря в кількості, достатній для повного згоряння газу. Температура конверторних газів піднімається до 2 000…2 250 °С, одночасно йде передача теплоти від газів до радіаційних поверхонь нагрівання, що стримує підвищення температури понад 2 000…2 250 °С. На вході в конвективні поверхні нагрівання температура газів становить близько 800…900 °С і знижується в них до 300 °С. Зменшення тепловмісту газів унаслідок зниження температури відповідає кількості теплоти, використаної для вироблення пари в ОКГ. Випаровування води, що надходить з барабана через колектор і циркуляційні насоси у випарні поверхні нагрівання, відбувається одночасно в радіаційних випарних

поверхнях нагрівання (екранах) і у двох конвективних випарних секціях [1; 3].

Однак уже в перший період експлуатації виникла проблема, пов'язана із циклічним характером навантажень у разі значних змін температури теплоносія та тиску води в трубах випарника, що спричинило пошкодження поверхонь нагрівання котлів-утилізаторів. Ця проблема проявилася після п’яти років експлуатації у вигляді підвищеної пошкоджуваності теплообмінних труб та протікання води. При швидкому пуску-зупинці котла виникають циклічні гідроудари і термічні напруги у трубах охолодження тому, що температура газів на вході котла утилізатора сягає понад 2 000 °С, що забезпечує відповідні параметри пари на виході з котла. Підтьоки води були настільки сильними, що спричинювали зупинку виробничого процесу для тривалих ремонтних робіт зі заварювання виявлених тріщин.

Аналіз публікацій. Перші спостереження руйнувань через циклічні зміни навантажень відносять до кінця XVIII ст., коли після тривалої експлуатації диліжансів в Англії і поштових карет у Франції несподівано стали крихко ламатися осі, виготовлені з кованого заліза, достатньо пластичного. Першовідкривачем такого явища крихкого руйнування став Вільгельм Альберт (Wilhelm Albert).

У публікації [5] розглянуто випадки руйнування зварних магістральних газопроводів, у тому числі після тривалої експлуатації, викликані наявністю тріщиноподібних дефектів з'єднання труб, що утворилися під час їх виготовлення і в процесі експлуатації. Але в цих дослідженнях не наведено аналізу тріщин по металографічних знімках і не вивчено способи їх виявлення.

У праці [6] наведено причини розвитку дефектів на трубах котла утилізатора за тривалої експлуатації. Однак у цій роботі не застосовувалися методи виявлення дефектів і не вивчено причини структурних термовтомних змін.

«Методичні вказівки із проведення магнітного контролю напружено-деформованого стану металоконструкцій підйомних споруд для визначення їх остаточного ресурсу» МВ 0.00-7 [7], що діють в Україні, пропонуються тільки для підйомних споруд, але цей метод можливо застосовувати і в енергетичній промисловості.

Наразі аналіз наведених публікацій дозволяє стверджувати доцільність досліджень у цьому напрямку.

Мета дослідження – металографічним, магнітнопорошковим і коерцитиметричним методами контролю дослідити причини розвитку поперечних тріщин на трубопроводах котла утилізатора ОКГ в конверторному виробництві сталі.

Виклад матеріалу. Досліджували сталь 20, з якої виготовлені труби котла-утилізатора. В таблиці 1 наведено хімічний склад нової і використаної труби.

Таблиця 1

Хімічний склад трубної сталі 20

Найменування труб	Масова частка елементів, %								
	C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Cu	Al
Ø38×5 мм використана труба	0,22	0,43	0,25	0,006	0,005	0,05	0,08	0,10	0,005
Ø38×5 мм нова труба	0,17	0,51	0,25	0,003	0,009	0,10	0,09	0,16	0,040
Вимоги ДСТУ 7809 для сталі 20	0,17... 0,24	0,35... 0,65	0,17... 0,37	≤0,040	≤0,035	≤0,25	≤0,3	≤0,3	–

Хімічний аналіз показав, що трубопроводи як нові, так і ті, що були в експлуатації, за хімічним складом не відрізняються і відповідають вимогам ДСТУ 7809.

Коерцитивна сила визначалася по всій частині досліджуваних труб напів-автоматичним коерцитиметром КРМ-Ц-К2М. Контроль твердості виконувався переносним твердоміром ТДМ-2 по НВ

згідно з ГОСТ 22791-77, а контроль мікро твердості проводився згідно з ГОСТ 9450-76. Для виявлення зовнішніх дефектів контроль здійснювався магнітно-порошковим дефектоскопом МАГЕКС-3 згідно з ГОСТ 21105-87. Дослідження мікроструктури труб проводили на автоматичному аналізаторі структур ІА 32, для цього був виконаний відбір проб металу розміром 20 × 20 × 5 мм.

За результатами вибіркової ультразвукової товщинометрії встановлена товщину стінки в основних зонах трубопроводів − 3,5...4,4 мм, однак у деяких місцях є ділянки труб із товщиною стінки 1,8...2,2 мм. Проектна (номінальна) товщина стінок трубопроводів становить 5 мм.

За допомогою магнітнопорошкової дефектоскопії визначено, що по всій поверхні кесона на трубопроводах є поперечні тріщини, по колу довжиною від 5 до 40 мм, через кожні 10...50 мм. Типову ділянку труб із тріщинами котла утилізатора показано на рисунку 2.

а *б*

Рис. 2. Ділянка труб утилізатора ОКГ-100 (а);
поперечні тріщини, виявлені магнітопорошковим методом на трубах (б)

Для детального дослідження поперечних тріщин вирізали зразки з нових труб, а також найбільш пошкоджених ділянок трубопроводів, які були в експлуатації.

Для дослідження надані такі зразки труб: нової і використаної, яка перебувала в експлуатації. Результати контролю твердості та величини коерцитивної сили наведені в таблиці 2. Наведено результати механічних випробувань нової та використаної труб.

Контролем встановлено, що в результаті експлуатації труб відбулося збільшення твердості на 21,2 одиниці на трубах, які були у використанні. Наведено коефіцієнти кореляції (табл. 3), які застосовували для вимірювання щільності зв'язку між результативними і факторними ознаками у кореляційно-регресійній моделі за лінійної залежності. За абсолютною величиною коефіцієнт кореляції коливається в межах від +0,64 до +0,86. Чим ближчий коефіцієнт кореляції до +1, тим тісніший прямий зв’язок між значенням нової труби та труби використаної.

Таблиця 2

Результати твердості та магнітних випробувань нової та використаної т руб

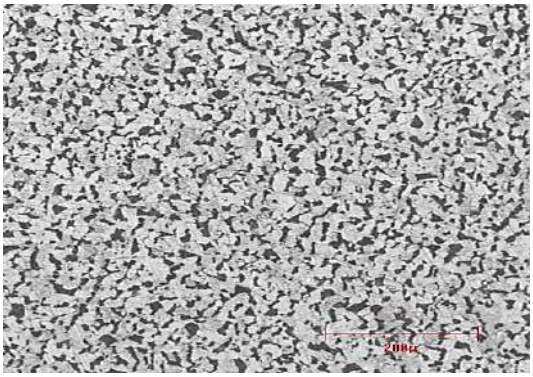
Найменування труб	Твердість, НВ	*НВ* серед.	Мікротвердість, кГс/мм^2		Коерцитивна сила *Н*с, А/см	*Н*с серед.
Ø 38 × 5 мм використана труба	142, 140, 141, 142, 140	141	118,120,130,132, 130,120,121,136, 137	126,8	3,2; 3,1; 3,3; 3,1;3,2	3,18
Ø38 × 5 мм нова труба	161,162,163,1 63,162	162,2	176,177,180,190, 210,185,210,185, 187, 210, 221	197,2	4,8; 5,1; 4,2; 4,9; 5,1; 5,1;	4,86

Таблиця 3

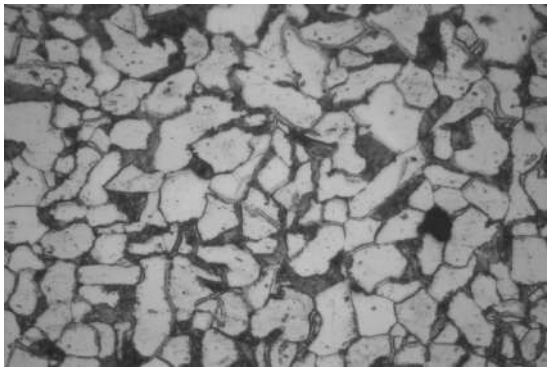
Результати магнітних і механічних випробувань труби нової і використаної

Властивості	Труба Ø 38×5 мм		
	труба нова	труба використана	коефіцієнт кореляції
HB	162,20	141,00	0,86
мікротвердість, кгс/мм^2	197,20	126,80	0,64
Hc	4,87	3,18	0,65
σт, Н/мм^2	350,00	250,00	0,71
σв, Н/мм^2	460,00	315,00	0,68
величина зерна, *D* ум. серед., мкм	10,82	16,59	0,71
Відносна кількість спец. меж, %	12,66	26,86	0,69

Відбулась зміна механічних властивостей межі плинності *G*т і міцності *G*в. Причина зниження твердості і міцності полягає у постійному впливі підвищених температур. Експлуатація котла після гарантійного терміну – понад 10 років роботи (рис. 3, 4).

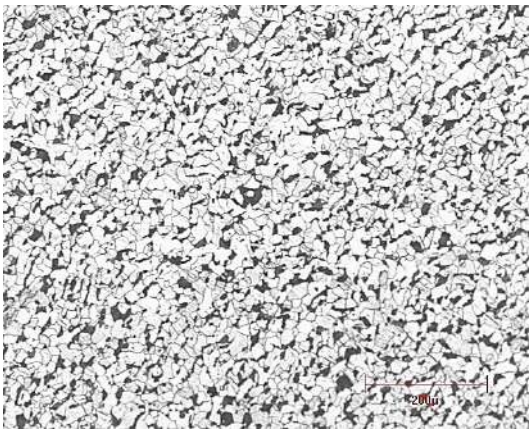


а × 100

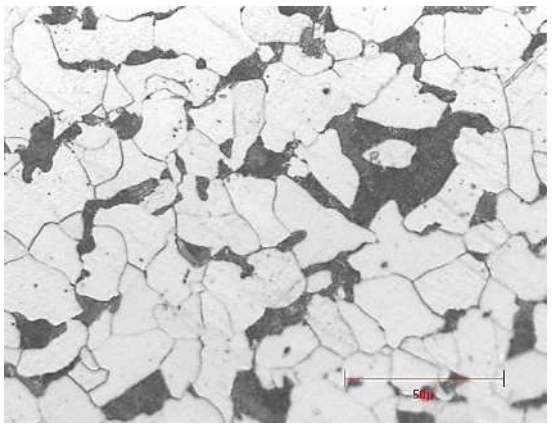


б × 500

Рис. 3. Мікроструктура нової труби феритно-перлітна, співвідношення 20/80 відповідно



а × 100



б × 500

Рис. 4. Мікроструктура використаної труби після експлуатації протягом 10 років, феритно-перлітна, співвідношення 30/70 відповідно

Згідно з результатами мікроструктури є зміни у феритно-перлітній структурі нової труби і використаної. За впливу температурних газів 800...900 °С у доектевтоїдному фериті низьковуглецевих сталей, що утворюється за ізотермічного розпаду аустеніту в дифузійній області. Перетворення ГЦК → ОЦК відбувається з утворенням мартенситу, кристали якого пов'язані з вихідним аустенітом за

оріентаційним співвідношенням Курдюмова–Закса.

За методикою [8; 9] та вказаними правилами зроблено підрахунок відносної кількості спеціальних меж у феритній складовій феритно-перлітної структури. Отримане співвідношення спеціальних границь до загальної кількості меж складає $n_{спец}/. n_{заг.}$= 0,142 (14,2 %) (рис. 5).

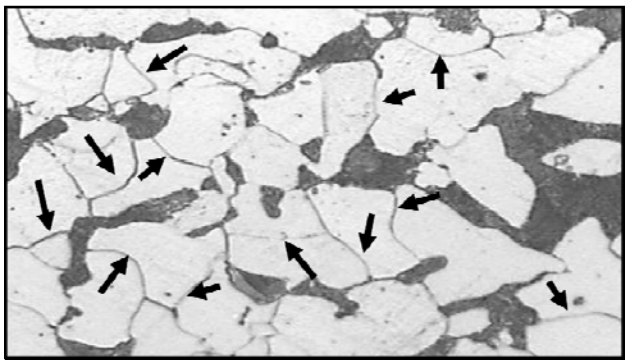


Рис. 5. Спеціальні границі у феритно-перлітній сталі 20 (стрілками показано розташування спеціальних меж)

Температурний вплив викликає збільшення величини зерна, а також відносної кількості спеціальних низькоенергетичних меж, що спричинює зниження енергії зернограничного комплексу. який впливає на магнітні властивості сталі. Підвищена кількість спеціальних меж пояснюється малою кількістю перлітних та інших малорухомих частин структури [10]. Середній розмір зерна труби нової складає 10,82 мкм. Середній розмір зерна використаної труби складає 16,59 мкм.

Основна причина зниження твердості і міцності – це постійний вплив підвищених температур під час експлуатації труб. Що стосується механічних властивостей, відбулася зміна межі міцності *G*в на і межі текучості *G*т на 100 і на 145 Н/мм^2 відповідно. Також знизились твердість НВ і мікротвердості на використаній трубі на 21,2 і 70,4 відповідно. Відбулося зниження величини коерцитивної сили. Зниження магнітних властивостей пояснюється збільшенням відносної кількості спеціальних меж – це межі з особливими властивостями зі зниженою поверхневою енергією та слабким лінійним натягом, що викликало збільшення магнітної проникності та зниження величини коерцитивної сили на *H*с = 1,69 А/см.

Висновок. Одна з основних причин появи масових тріщини на трубах циліндричних кесонів – це термічна втома, викликана високими тепловими навантаженнями. Поперечні тріщини мають характер термовтомного руйнування, що підтверджується змінами у феритно-перлітній структурі металу, будучи наслідком нерівномірного локального охолодження стін кесона. Причини, що викликають порушення циркуляції води в котлі – це падіння тиску в котлі і різке скидання, навантаження − випуск води з котла.

Подібна зміна циклів (теплозмін) генерувала термонапруження – невеликі, але достатні для активації мікропластичної деформації механізмом повзучості, що спричинює теплову втому металу з виникненням тріщин у площині, перпендикулярній головній осі труби [8].

Попередній контроль показав, що застосування коерцитиметричного контролю дозволяє оцінити зниження механічних властивостей труб котла-утилізатора. Застосування магнітної структуроскопії вказує на можливості використання магнітного контролю для визначення локальних змін у структурі металу. Одна з основних причин розтріскування трубопроводів – це термічна втома трубопроводів. Тріщини мають характер термовтомного руйнування, що стало наслідком нерівномірного локального охолодження стін кесона і котла.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гічов Ю. О., Бойко В. М., Адаменко Д. С. Котли-утилізатори та їх тепловий розрахунок : навч. посіб. Дніпропетровськ : НМетАУ, 2004. 46 с. URL: https://nmetau.edu.ua › mdiv

2. Воинов А. П., Зайцев В. А., Кузнецов Л. И. и др. Котлы-утилизаторы и энерготехнологические агрегаты Под ред. Л. Н. Сидельковского. Москва : Энергоатомиздат, 1989. 272с. URL: https://www.twirpx.com › file

3.Розенгарт Ю. И., Якобсон Б. И., Мурадова З. А. Вторичные энергетические ресурсы черной металлургии и их использование. Київ : Вища школа, 1988. 328 с. URL: https://metalspace.ru › ecology › 811-ver-chernoj-metallurgii

4. Розенгарт Ю. И., Мурадова З. А., Теверовский Б. З. и др. Теплоэнергетика металлургических заводов : учеб. для вузов. Под ред. Ю. И. Розенгарта. Москва : Металлургия, 1985. 303 с. URL: https://www.twirpx.com › file

5. Рыбаков А. А., Филипчук Т. Н., Гончаренко А. В. Трещины в сварных соединениях труб большого диметра меры их предупреждения. *Автоматическая сварка.* 2013. № 3. С. 16–22. URL: www.irbis-nbuv.gov.ua › irbis_nbuv › cgiirbis_64

6. Маликов В. А., Павлов С. Б., Густомясов А. В. Формирование и развитие дефектов труб котла-утилизатора при длительной эксплуатации. *Проблемы современной науки и образования.* 2014. № 9 (27). С. 17–22. URL: https://scienceproblems.ru › images › PDF › ЖУРНАЛ-ПСНО 9(27)2014

7. Методичні вказівки з проведення магнітного контролю напружено-деформованого стану металоконструкцій підйомних споруд та визначення їх залишкового ресурсу: МВ 0.00-7.01-05.-Х. 2005. 77 с.

8. Большаков В. И., Сухомлин Г. Д. и др. Специальные границы в мартенситных структурах низкоуглеродистых сталей. *Металознавство та термічна обробка металів.* 2006. № 4 (35). С. 5–14. URL: pgasa.dp.ua › wp-content › uploads › 2018/05 › Sajt-Suhomlin-18

9. Сухомлин Г. Д. Множественные специальные стыки границ зерен в ГЦК поликристаллах. ФММ. Т. 54, вып. 2. 1982. С. 402–405. URL: www.vdnu.narod.ru › pdf

10. Большаков В. И., Сухомлин В. И., Волох В. И. Специальные границы в обезуглероженом слое строительных сталей. С*троительство, материаловедение, машиностроение*. Вып. 67. 2013. С. 373–377. URL: irbis-nbuv.gov.ua › cgi-bin › irbis_nbuv › cgiirbis_64 › smmsc_2013_67_75

REFERENCES

1. Gichov Yu.O., Boyko V.M. and Adamenko D.S. *Kotly-utylizatory ta yikh teplovyy rozrakhunok : navch. posib.* [Utilization boilers and their thermal calculation : textbook]. Dnipropetrovsk : NMetAU Publ., 2004, 46 p. (in Ukrainian)

2. Voinov A.P., Zaitsev V.A., Kuznetsov L.I. and oth. *Kotly-utilizatory i energotekhnologicheskiye agregaty* [Utilization boilers and energy-technological units]. Edited by L.N. Sidelkovskyi. Moscow : Energoatomizdat Publ., 1989, 272 p. (in Russian)

3. Rozengart Yu.I., Yakobson B.I. and Muradova Z.A. *Vtorichnyye energeticheskiye resursy chernoy metallurgii i ikh ispol'zovaniye* [Secondary energy resources of ferrous metallurgy and their use]. Kyiv : Vysha Shkola, 1988, 328 p. (in Russian)

4. Rosengart Yu.I., Muradova Z.A., Teverovsky B.Z. and oth. *Teploenergetika metallurgicheskikh zavodov : uchebnik dlya vuzov* [Thermal power of metallurgical plants: textbook for universities]. Edited by Yu.I. Rosengart. Moscow : Metallurgy Publ., 1985, 303 p. (in Russian)

5. Rybakov A.A., Filipchuk T.N. and Goncharenko A.V. *Treshchiny v svarnykh soyedineniyakh trub bol'shogo dimetra mery ikh preduprezhdeniya* [Cracks in welded joints of large-diameter pipes preventive measures] *Avtomaticheskaya svarka* [Automatic welding]. 2013, no. 3, pp. 16–22. (in Russian)

6. Malikov V.A., Pavlov S.B. and Gustomyasov A.V. *Formirovaniye i razvitiye defektov trub kotla-utilizatora pri dlitel'noy ekspluatatsii* [Formation and development of defects in the pipes of the boiler-utilizer during long-term operation]. *Problemy sovremennoy nauki i obrazovaniya* [Problems of modern science and education]. 2014, no. 9 (27), pp. 17–22. (in Russian)

7. *Metodychni vkazivky z provedennya mahnitnoho kontrolyu napruzheno-deformovanoho stanu metalokonstruktsiy pidyomnykh sporud ta vyznachennya ikh zalyshkovoho resursu : MV 0.00-7.01-05.-KH* [Methodical instructions for conducting magnetic control of a stressed-deformed mill of metal construction equipment and the identification of a surplus resource : MV 0.00-7.01-05.-X.]. 2005, 77 p. (in Ukrainian)

8. Bolshakov V.I., Sukhomlin G.D. and oth. *Spetsyal'nye hranytsy v martensytnykh strukturakh nyzkouhlerodystykh staley* [Special boundaries in the martensitic structures of low-carbon steels]. *Metaloznavstvo ta termichna obrobka metaliv* [Metall Science and Heat Treatment of Metals]. 2006, no. 4 (35), pp. 5–14. (in Russian)

9. Sukhomlin G.D. *Mnozhestvennyye spetsial'nyye styki granits zeren v GTSK polikristallakh* [Multiple special joints of grain boundaries in fcc polycrystals]. FMM, vol. 54, no. 2, 1982, pp. 402–405. (in Russian)

10. Bolshakov V.I., Sukhomlin V.I. and Volokh V.I. *Spetsial'nyye granitsy v obezuglerozhenom sloye stroitel'nykh staley* [Special boundaries in the decarburized layer of structural steels]. *Stroitel'stvo, materialovedeniye, mashinostroyeniye* [Construction, Materials Science, Mechanical Engineering]. No. 67, 2013, pp. 373–377. (in Russian)

Надійшла до редакції: 21.12.2020.

УДК 692.23:72
DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.230221.102.724

ТИПОЛОГІЯ НОВІТНІХ ФАСАДНИХ СИСТЕМ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ПЛАСТИЧНУ МОВУ АРХІТЕКТУРИ XXI ст.

ТЮТІНА Л. В.[1]*, *аспір.,*
ДАВИДОВ А. М.[2], *канд. арх., доц.*

[1]* Кафедра теорії, історії архітектури та синтезу мистецтв, Національна академія образотворчого мистецтва та архітектури, вул. Вознесенський узвіз, 20, 04053, Київ, Україна, тел. +38 (050) 049-12-55, e-mail: tlubov93@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-8485-1878
[2] Кафедра архітектурного проектування, Національна академія образотворчого мистецтва та архітектури, вул. Вознесенський узвіз, 20, 04053, Київ, Україна, тел. +38 (050) 049-12-55, e-mail: davydov.anatoliy@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-2009-1491

Анотація. ***Постановка проблеми.*** Стаття розкриває питання еволюції засобів та прийомів, які впливають на вираження художньо-тектонічних властивостей архітектури XXI ст. у світлі науки, техніки та вимог часу. Коротко позначено вплив факторів середини XIX – початку XX ст., що дали поштовх на виокремлення фасаду як окремої автономної структури організму будівлі. Описано його трансформацію, насичення новими художніми якостями та функціональною складовою. У контексті вітчизняної та світової архітектури наведено визначення класифікаційних ознак та надано комплексну характеристику фасадних систем, що застосовуються нині. Відтак великої ваги набуває питання визначення типології останніх сучасних систем. Малорозробленим та недослідженим бачиться огляд та класифікаційний аналіз інноваційних фасадних систем XXI століття. Ці дані існують фрагментарно і не структуровані належним чином. Стаття присвячена вирішенню цієї проблеми та ширшому розкриттю цього питання. ***Мета*** – проаналізувати існуючі різновиди фасадних систем та описати їх характеристичні якості, з'ясувати та визначити різні типи конструкцій зовнішніх огороджень архітектури цього часу. Узагальнення класифікації здобутків еволюції конструкцій зовнішніх огороджень демонструє вираження пластичної мови XXI століття. Мети досягнуто шляхом огляду фасадних систем XXI ст. згідно з їх видовими характеристиками та функціональним призначенням; проведенням аналітичної роботи; узагальненням даних та шляхом виведення структурної типології. ***Висновок.*** Архітектура XXI століття першочергово орієнтована не тільки на вирішення конструктивних, функціональних та художньо-філософських питань, її головними орієнтирами стають питання екології та енергоефективності. Для вирішення цих питань з'являються нові конструктивні системи та матеріали. Традиційне поняття «тектоніка» застосовується до художніх властивостей роботи конструкцій, але в сучасній архітектурі зазвичай самі конструкції приховані від спостерігача. Тому питання «тектоніки» в сучасній архітектурі ще не має однозначного розуміння, що потребує подальшого вивчення. Отже, наведені в статті типи конструкцій зовнішніх огороджень потребують подальшого, ширшого дослідження та визначення класифікаційних особливостей.

Ключові слова: *архітектурний фасад; тектоніка; будівлі-оболонки; пластична мова архітектури; будівельні матеріали; 3D-друк*

TYPOLOGY OF THE LATEST FACADE SYSTEMS AND THEIR INFLUENCE ON THE PLASTIC LANGUAGE OF ARCHITECTURE OF THE XXI CENTURY

TIUTINA L.V.[1]* , *Postgrad. Stud.,*
DAVYDOV A.M.[2], *Cand. Sc. (Arch.), Assoc. Prof.*

[1]* Department of Theory, History of Architecture and Synthesis of Arts, National Academy of Fine Arts and Architecture, 20, Voznesenskyi descent, 04053, Kyiv, Ukraine, tel. +38 (050) 049-12-55, e-mail: tlubov93@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-8485-1878
[2] Department of Architectural Design, National Academy of Fine Arts and Architecture, 20, Voznesenskyi descent, 04053, Kyiv, Ukraine, tel. +38 (050) 049-12-55, e-mail: davydov.anatoliy@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-2009-1491

Abstarct. ***Raising the problem.*** The article reveals the issues of the evolution of means and techniques that affect the expression of the artistic and tectonic properties of architecture of the XXI century. The article notes the influence of the factors of the mid-19th − early 20th centuries, which gave impetus to the manifestation of the facade as a separate

autonomous structure of the building body. The question of determining the typology of the latest modern systems is becoming increasingly important. The review and classification analysis of innovative facade systems of the XXI century has been little studied. This data is fragmented and improperly structured. ***Purpose.*** The main goals of the article are to analyze the existing varieties of facade systems, describe their characteristic qualities, identify and define various types of external fencing structures in the architecture of the XXI century. The plastic language of modern architecture is expressed in the classification of the evolution of external enclosing structures. This goal will be achieved by studying the facade systems of the XXI century in terms of their specific characteristics and functional purpose; analytical work. ***Conclusion.*** The architecture of the XXI century is primarily focused on the issues of ecology and energy efficiency, which are the main landmarks for our time. New structural systems and materials address these issues. The traditional concept of "tectonics" is applied to the artistic properties of how structures work, but in modern architecture, the structures themselves are usually hidden from the viewer. Therefore, the issue of "tectonics" in modern architecture does not yet have an unambiguous understanding, which requires further study. So, the types of structures of external fences given in the article require further broader research and determination of their classification features.

Keywords: *architectural facade; tectonics; shells of buildings; plastic language of architecture; construction materials; 3D printing*

Постановка проблеми. Стаття розкриває питання еволюції засобів та прийомів, які впливають на вираження художньо-тектонічних властивостей архітектури XXI ст. у світлі науки, техніки та вимог часу. Коротко позначено вплив факторів середини XIX – початку XX ст., що дали поштовх на виокремлення фасаду як окремої автономної структури організму будівлі. Описано його трансформацію, насичення новими художніми якостями та функціональною складовою. У контексті вітчизняної та світової архітектури наведено визначення класифікаційних ознак та надано комплексну характеристику фасадних систем, що застосовуються на сьогодні. Відтак великої ваги набуває питання визначення типології останніх сучасних систем. Малорозробленим та недослідженим бачиться огляд та класифікаційний аналіз інноваційних фасадних систем XXI століття. Ці дані існують фрагментарно і не структуризовані належним чином. Стаття присвячена вирішенню цієї проблеми та ширшому розкриттю цього питання.

Аналіз публікацій. Серед останніх наукових доробок цікаві теоретичні дослідження К. Фремптон «Сучасна архітектура. Критичний погляд на історію розвитку», де зосереджено увагу на впливових чинниках формування архітектури XIX−XX століть; О. Гутнов «Світ архітектури. Мова архітектури» надає вагомі аргументи про зміну суті та значення зовнішніх огороджень будівель; Т. Маклакова у публікації «Архітектура XX ст. Сучасна архітектуравиконує аналіз розвитку архітектури XX століття; А. Ф. Лопатто «З історії вітчизняного залізобетону» висвітлює вплив розвитку будівельних технологій та матеріалів на архітектуру, враховуючи дослідження Беттіхера, який увів у теоретичну думку поняття «тектоніка».

У дослідженні О. Л. Нікіфорова та І. К. Бічева «Фасад, що продукує енергію» акцентують на енергетичних можливостях сучасних зовнішніх огороджень будівель. Надія Точилова в статті «"FLARE" − кінетична мембрана від WHITEvoid studio» висвітлює новаторські рішення кінетичних мембран, що можуть бути функціонально корисним та естетично якісним продуктом у формуванні пластичної мови архітектури XXI століття. Стаття О. В. Андрійчук «Застосування технологій 3D-друку в будівництві» характеризує фактори популяризації технологій 3D-друку будівель як одного зі сценаріїв розвитку архітектури майбутнього.

Мета і завдання статті. Стаття з’ясовує та визначає різні типи конструкцій зовнішніх огороджень архітектури XXI століття. Мета статті – проаналізувати існуючі різновиди фасадних систем та описати їх характеристики.

Узагальнена класифікація здобутків еволюції конструкцій зовнішніх огороджень демонструє вираження пластичної мови XXI століття.

Мети досягнуто шляхом огляду фасадних систем XXI ст. згідно з їх видовими характеристиками та функціональним призначенням; проведено аналітичну роботу; узагальнено характеристичні дані та виведено структурну типологію.

Виклад матеріалу. Незважаючи на величезну різноманітність архітектурних стилів і напрямків, усі будівлі, зведені з каменю або цегли, мають однакову конструктивну систему. А саме, зовнішні і внутрішні несні стіни або ряди колон, на які опираються елементи перекриття. Таку ж саму функцію виконувала і стійково-балкова система.

Матеріалом у будівництві були камінь або цегла, які завдяки своїм якостям добре працювати на стиск формували пластичну мову архітектури. Це була архітектура гравітації. Для цієї архітектури характерне традиційне розуміння законів тектоніки.

Теоретично поняття «тектоніка» увів К. Беттіхер тільки у середині XIX ст. [11], але саме розуміння взаємозв'язку та співвідношення архітектурних елементів було розвинуте з часом еволюцією будівництва. Система «художньої виразності роботи конструкції» формувалась із первісних суспільств та отримала статус закону в Античні часи як вираження роботи конструкцій стійково-балкової системи, залишаючись тисячоліттями каноном та зразком для наслідування. Ордер став основним еталоном архітектоніки на довгі роки.

Антична архітектура, ренесанс, бароко, класицизм та еклектика хоч і мають різні стилістичні характеристики, але їх зовнішні огороджувальні конструкції все одно підпорядковувались основним композиційним законам тектоніки ордера. Знизу вгору навантаження стає меншим, що і було відображено в архітектурі. Ця особливість конструкції підкреслювалась масштабом та фактурою каменю від грубої та масивної до меншої та менш рельєфної.

Основоположником ордерної системи був римський архітектор та теоретик Вітрувій. Саме він у своєму трактаті «10 книг про архітектуру» визначив головні особливості формування античних ордерів та сформував закони їх пропорцій. Трактат зберігся аж до XV століття і був узятий за основу формування архітектури Відродження, в якому суспільство вирішило повернутись до античних ідеалів. І надалі архітектори зверталися до такого стародавнього засобу вираження пластики архітектури.

Використання цих законів сьогодні ми можемо побачити, наприклад на вул. Хрещатик у Києві, відбудованій після Другої світової війни. Це сталось завдяки використанню традиційних матеріалів та способів будівництва. І, звісно, самій ідеології, яка панувала в той час. Але вже з 60-х років XX сторіччя сталися зміни як у вітчизняній архітектурі, так і у всьому світі.

Треба зазначити, що людська звичка, яка пов'язана з консервативним мисленням, відтворює знову і знову класичні закони архітектоніки. Вони продовжують час від часу застосовуватись в архітектурі, де немає несної зовнішньої стіни. І тоді ми отримаємо декорацію. Ця тема потребує окремої статті.

Промислова революція, технічний прогрес XVIII сторіччя зумовили формування архітектури, яка відрізняється, в першу чергу, іншими законами архітектоніки, та, як наслідок – пластичним вираженням. Обмеженість широкого застосування природних матеріалів та потреба в їх економії вимагали нової міцної конструкції, де витрата матеріалу буде мінімізованою. Так, на сходинках, започаткованих науковими дослідженнями ще в епоху Просвітництва (розробки Галілея), на початку XIX ст. виростає наука про опір матеріалів та починаються експерименти з використанням металу [4]. Технологічна еволюція вклинювала в будівництво нові матеріали: чавун, метал, а згодом і залізобетон, які мали в собі нові конструктивні якості та дали згодом нові можливості, що вплинули на ордерну канонічність, тектоніку та пластичну мову будівель.

Французький будівельник-самоук Франсуа Геннебік у 1892 р. патентує технологію використання залізобетону, яку застосовують і сьогодні. Менше ніж через 10 років партнер Геннебіка будує перший бетонний дорожній міст в Англії [9]. Це був один із перших кроків впливу на еволюцію будівельної сировини для архітектури.

Із середини XIX століття, у зв'язку з технічною та науковою революцією з'являються нові матеріали і потреби в суспільства. Це дає поштовх до створення нових конструктивних схем: монолітного залізобетонного та металевого каркаса.

Саме XX століття було наповнене подальшими соціальними та науково-технічними досягненнями. Особливості архітектури цього часу продукували глобалізацію, швидку зміну художніх настроїв та масовість будівництва. Це сталося завдяки зростанню індустріалізації та урбанізаційних трансформацій у всьому світі.

У XX столітті продовжується розширення палітри матеріалів: алюмінієві сплави, полімери, нові модифікації світлопрозорих конструкцій, різні види утеплювачів, різновиди металів, композитні матеріали. На базі цих винаходів у XX ст. інтенсивно розвивалися новітні форми несних і огороджувальних конструкцій. Вони дозволили задовольнити висунуті соціальним розвитком вимоги: створити економічно ефективні великопрогонові і висотні несні конструкції, легкі різноманітні і мобільні самонесні огорожі – зовнішні і внутрішні [5]. До всього цього розвивалась інфраструктура міст, вертикальний транспорт системи інженерного обслуговування будівельних об'єктів. Також архітектура зазнала впливу комп'ютерних технологій, що інтегрувались у неї наприкінці XX століття.

Сталася революція і в процесі проектування. У 1980-х з'явилися перші системи віртуального моделювання будівель (Radar CH як перша версія ArchiCAD, AutoCAD) та інші програми тривимірного моделювання (Rhinoceros 3D, Grasshopper 3D, 3D-max), які ускладнили та вдосконалили як організацію будівель, так і пластичне вираження фасадів будівель.

Основна відмінність конструктивних систем XX ст. у тому, що зовнішня стіна будівлі перестала бути несною, а, отже, ми вже не можемо говорити про тектоніку стіни, її поверхні, а оцінюємо тільки пластичні якості.

Вираз Вітрувія про три основні принципи архітектури «Користь. Міцність. Краса» не втрачає своєї актуальності стосовно архітектури та реформується з новими можливостями. Потреба в міцності зовнішніх огороджень взаємопов'язана з користю, де економіка нового часу вимагала зменшення матеріалів, полегшення конструкцій. Це спричинило і продовжує надалі спонукати до появи нової естетики. «Мотив користі стимулює розвиток нової конструкції і породжує в результаті нове розуміння краси» [2].

Нові зовнішні огородження з розвитком суспільства вимагають додавання тієї чи іншої корисної функціональної складової. Один із найбільш значущих факторів впливу на вигляд архітектурної споруди сьогодні – це енергоефективність, яка диктує вимоги до зовнішнього вигляду.

Варто зазначити, що в практиці залишилась і традиційна конструктивна система, особливо для малих об'єктів, з несними зовнішнім огородженням (тип 1). У такому випадку поверхня стіни зазвичай декорується по утеплювачу різними матеріалами. Справа в тому, що камінь, цегла або бетон, крім своєї конструктивної якості, повинні забезпечити комфортне середовище внутрішнього простору. Але для цього необхідно більше матеріалу, аніж потребують конструктивні розрахунки. Тому зовнішні стіни утеплюються і декоруються. Таким чином, навіть за використання стін із традиційних природних матеріалів ми рідко бачимо їх справжніми.

Практика XXI століття демонструє поширення двох основних схем зовнішніх огороджувальних конструкцій. Перша – будівлі з навісними зовнішніми елементами (тип 2). Друга – будівлі-оболонки, де

зовнішня конструкція незалежна від внутрішньої (тип 3).

Для розуміння типології огороджувальних поверхонь, або, як зазвичай висловлюються, «фасадів», зазначимо, що основні конструктивні схеми сьогодні такі:

1. Тип 1. Будівлі з несними зовнішніми стінами, або традиційні.
2. Тип 2. Будівлі з внутрішнім, або зовнішнім каркасом.
3. Тип 3. Будівлі-оболонки.

Будівлі типу 2 відрізняються зовнішньою конструкцією стіни. Вона може бути самонесною з подальшим оформленням, або навісною. Найбільш популярні фасади із світлопрозорими (склопакетами) та непрозорими («сендвіч») панелями, які відрізняються матеріалами, технологіями та функціональним призначенням; можуть бути плоскими, об'ємними, різнокольоровими та різнофактурними.

Будівлі-оболонки (тип 3) у своїй більшості це громадські споруди. Їх специфіка в тому, що зовнішня оболонка, яка має свою конструкцію, не є відображенням внутрішньої функціональної та об'ємної структури будівлі. Це добре видно в роботах Френка Геррі, Захи Хадід, Рема Колхаса, Даніеля Лібескінда та інших сучасних архітекторів. Можна віднести до цього типу і будівлю Опери в Сіднеї архітектора Йорна Уотзона. На перерізах цих споруд добре видно відмінності в формуванні зовнішньої та внутрішньої конструкції.

Існують і приклади будівель із зовнішнім несним каркасом. Це характерно до так званого стилю хай-тек як ілюстрація новітніх досягнень: центр Помпіду в Парижі (архітектор Роджерс), банк у Гонконгу (арх. Піано), «Херст» у Нью-Йорку (арх. Фостер), здебільшого роботи Калатрави. Але все ж вимоги енергозбереженості, боротьба з «містками холоду» спонукають до архітектурно-просторової композиції, коли глядач бачить «одяг», а не конструктивне «тіло».

Саме сучасна архітектура змінює наше розуміння архітектоніки, завдяки різноманітності матеріалів, які ми бачимо на фасадах будівель.

Розвиток технологій не зупиняється. З'явились динамічні, кінетичні фасади, елементи яких реагують на світло, на погоду загалом (арх. Нувель). Новим стало використання фасадів як телеекранів – «медіафасади»

Новою різновидністю навісних фасадів можна назвати біофасади (фасади зеленої архітектури), де застосовується озеленення, яке замінює і в той же час формує зовнішню стіну. Електростанція Mediodìa, що в Мадриді, відреставрована на художній центр Кайша Форум Мадрид, стала знаменитою завдяки своєму гармонічно вписаному в навколишнє середовище вертикальному саду [3]. Швейцарська компанія ETH Zurich розробила «розумні фасади» із сонячних батарей, які не тільки генерують електрику із сонячного світла, а й, рухаючись, затінюють приміщення, досягаючи ідеального енергетичного балансу – рівною мірою здійснюють обігрів та охолодження будинку [10].

Екологічні питання зумовили також появу фасадних систем, що здатні продукувати енергію [6]. Ця практика поширена для «розумних» житлових та громадських будівель. Концепція такого типу полягає у знаходженні альтернативних джерел енергії (сонячні батареї, біо-організми і тощо). У Брюсселі збудували нову штаб-квартиру Управління навколишнього середовища з інтегрованими у фасади сонячними панелями [7].

Віднедавна за новими віяннями часу з'явились так звані активні фасади, або динамічні, де елементи приводяться в рух відносно систем параметричного програмування, до яких може бути підключена реакція на зовнішні чинники: сонце, вітер тощо. У 2008 році Берлінська дизайнерська студія WHITEvoid представила свій первинний прототип "FLARE" − кінетичні мембрани, що реагують на зміни в навколишньому середовищі та створюють динамічну

поверхню. Ця модульна система здатна надати рух будь-якій стіні або будівлі загалом [12].

Розвиток технології 3D-друку активно впроваджується в будівництво. Над цим активно працюють США, Китай, ОАЕ. Поки що за такими технологіми можна побудувавати двоповерхові будівлі, але провідні компанії прагнуть їх ширшого застосування − будівництва хмарочосів, мостів та ін. Тривимірний друк будівель виявляється досить ефективним: технологія допомагає зберегти 30...60 % будівельних відходів, зменшує затрати праці на 50...80 % та в цілому знижує вартість будівництва на 50...60 %. Також знижується потреба у великогабаритному підйомному обладнанні, будівельні майданчики майбутнього стануть менш шумними та більш чистими. Тим паче це новий вид задіяння матеріалів, якими можуть бути навіть відходи [1].

Проект житлового будинку в Нанті (Франція) спершу був розроблений командою архітекторів та вчених, а потім запрограмований у 3D-принтер. Ідею звести будинок за допомогою 3D-принтера запропонував вчений Бенуа. Він вважає, що через п'ять років вартість будівництва таких споруд збільшиться на 25 %, а через 10...15 років − на 40 %. Це частково пояснюється тим, що технологія стає все більш досконалою та дешевшою, а частково завдяки ефекту масштабу, оскільки 3D-принтери в будівництві використовують все частіше [8].

Висновки. Архітектура XXI століття орієнтована не тільки на вирішення конструктивних, функціональних та художньо-філософських питань. Головними стають питання екології та енергоефективності. Для вирішення цих питань і з’являються нові конструктивні системи та матеріали.

Традиційне поняття «тектоніка» застосовується до художніх властивостей роботи конструкцій, але в сучасній архітектурі зазвичай самі конструкції приховані від спостерігача. Тому питання «тектоніки» в сучасній архітектурі ще не має однозначного розуміння, тож потребує подальшого вивчення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андрейчук О. В. Применение технологий 3D печати в строительстве. *Современные технологии и методы расчета в строительтве*. 2015. Вып. 3. С. 11–18.
2. Гутнов О. Е. Мир архитектуры : язык архитектуры. Москва, 1985. 352 с.
3. Кайша Форум : веб-сайт. URL: https://planeta.turtella.ru/spain/madrid/p1264268
4. Лопатто А. Ф. Из истории отечественного железобетона. Москва, 1969. 104 с.
5. Маклакова Т. Г. Архитектура двадцатого века. Москва : изд-во Ассоциации строительных вузов, 2000. 221 с.
6. Никифоров О., Бичер И. Фасад, продуцирующий энергию. *Современное промышленное и гражданское производство.* Вып. 8. 2012. С.167–175.
7. В Брюсселе построили офисный центр с интегрированными в фасады солнечными панелями : веб-сайт. URL: https://ecotown.com.ua/news/U-Bryusseli-pobuduvaly-ofisnyy-tsentr-z-intehrovanymy-u-fasady-sonyachnymy-panelyamy/ (дата звернення: 15.11.2020).
8. Во Франции построили первый в мире дом, напечатанный на 3D-принтере : веб-сайт. URL: https://ms.detector.media/it-kompanii/post/21455/2018-07-12-u-frantsii-zveli-pershii-u-sviti-budinok-nadrukovanii-na-3d-printeri/ (дата звернення: 5.12.2020)
9. Фремптон К. Современная архитектура. Критический взгляд на историю развития. Москва : Стройиздат, 1990. 535 с.
10. В Швейцарии разработали «умный фасад» из передвижных солнечных панелей : веб-сайт. URL: https://ecotech.news/architecture/398-u-shvejtsariji-rozrobili-rozumnij-fasad-z-rukhomikh-sonyachnikh-panelej.html (дата звернення: 12.10.2020).
11. Bötticher K. Die Tektonik der Hellenen. Pötsdam, 1852.
12. "FLARE" − кінетична мембрана від WHITEvoid studio : веб-сайт. URL: http://architime.ru/specarch/white_void/flare.htm#8.jpg. (дата звернення: 10.06.2020)

REFERENCES

1. Andreychuk O.V. *Primenenie tehnologij 3D pechati v stroitel'stve* [Application of 3D printing technologies in construction]. *Sovremennye tehnologii i metody rascheta v stroitel'tve* [Modern technologies and methods of calculation in construction]. 2015, no. 3, pp. 11–18. (in Russian)

2. Gutnov O.Yev. *Mir arhitektury : yazyk arhitektury* [The world of architecture : the language of the architecture] Moscow, 1985, 352 p. (in Russian).

3. *Kaysha Forum.* URL: https://planeta.turtella.ru/spain/madrid/p1264268 (in Russian)

4. Lopatto A.F. *Iz istorii otechestvennogo zhelezobetona* [From the history of domestic reinforced concrete]. Moscow, 1969, 104 p. (in Russian)

5. Maklakova T.G. *Arhitektura dvadcatogo veka* [Twentieth century architecture]. Moscow : izd-vo Associacii stroitel'nyh vuzov, 2000, 221 p. (in Russian)

6. Nikiforov O. and Bicher I. Fasad, produciruyuschij `energiyu [Facade that produces energy]. *Sovremennoe promyshlennoe i grazhdanskoe proizvodstvo* [Modern industrial and civil production]. 2012. no. 8, pp. 167–175. (in Russian)

7. *V Bryussele postroili ofisnyj centr s integrirovannymi v fasady solnechnymi panelyami* [An office center with solar panels integrated into the facades was built in Brussels]. URL: https://ecotown.com.ua/news/U-Bryusseli-pobuduvaly-ofisnyy-tsentr-z-intehrovanymy-u-fasady-sonyachnymy-panelyamy/ (data zvernennya: 15.11.2020). (in Russian)

8. *Vo Francii postroili pervyj v mire dom, napechatannyj na 3D-printere* [In France, built the world's first house printed on a 3D printer]. URL: https://ms.detector.media/it-kompanii/post/21455/2018-07-12-u-frantsii-zveli-pershii-u-sviti-budinok-nadrukovanii-na-3d-printeri/ (data zvernennya: 5.12.2020). (in Russian)

9. Frempton K. Sovremennaya arhitektura. Kriticheskij vzglyad na istoriyu razvitiya [Modern architecture. A critical look at the history of development]. Moscow : Stroyizdat Publ., 1990, 535 p. (in Russian)

10. *V Shvejcarii razrabotali «umnyj fasad» iz peredvizhnyh solnechnyh panelej* [Switzerland has developed a "smart facade" of movable solar panels]. URL: https://ecotech.news/architecture/398-u-shvejtsariji-rozrobili-rozumnij-fasad-z-rukhomikh-sonyachnikh-panelej.html (data zvernennya: 12.10.2020). (in Russian)

11. Bötticher K. *Die Tektonik der Hellenen*. Pötsdam, 1852. (in German)

12. "*FLARE" − kinetichna membrana vid WHITEvoid studio* ["FLARE" − kinetic membrane from WHITEvoid studio]. URL: http://architime.ru/specarch/white_void/flare.htm#8.jpg. (data zvernennya: 10.06.2020). (in Ukrainian)

Надійшла до редакції: 09.12.2020.

УДК [72:711.433](477.54)[72:71:504](075)
DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.230221.109.725

ЕКОЛОГІЯ АРХІТЕКТУРНОГО (ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННОГО) СЕРЕДОВИЩА В УМОВАХ АБІОТИЧНОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ДОВКІЛЛЯ

ХАРЧЕНКО К. С., *канд. тех. наук., доц.*

Кафедра дизайну та реконструкції архітектурного середовища, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-34-57, e-mail: belikov@.pgasa.dp.ua, ORCID ID:0000-0002-1908-4852**.**

Анотація. ***Постановка проблеми.*** Екологію розуміють як науку, що вивчає природне середовище і його взаємозв'язок із діяльністю людини, а також засоби зменшення антропогенного навантаження. Архітектурна екологія – як галузь архітектурної науки потребує розширення методів вивчення режиму факторів середовища, і тенденцій їх регіональної зміни. ***Мета статті*** **–** дослідження напрямів удосконалення методів вивчення характеристик архітектурного простору, які можуть дати основи для визначення показників екологічності. Для конструювання локальних зон рекреаційних балок, парків, лісів слід ураховувати середовище перетворювального і трансгресивного впливу мікро- , мезо- і макробіогеоценозу систем. ***Результати***. На основі вивчення досвіду пропонується систематизувати навколишнє середовище з позиції екології. Зокрема, виділяються такі види архітектурно-екологічного простору: за складом матеріальної основи − природне, квазіприродне, штучне, комбіноване; за станом екологічної рівноваги − упорядковане, нестійке, порушене; після взаємодії з оточенням − відкрите, напіввідкрите, закрите, ізольоване, герметичне; відповідно до структури − центральне, периферійне, прикордонне, пов'язувальне; з погляду енергоінформаційної дії на людину − біопозитивне (благодатне), нейтральне, екстремальне і патогенне. ***Наукова новизна і практична значимість.*** Дослідження, виконані автором, дещо змінили підхід до систематизації навколишнього середовища з позиції екології. Теоретично обґрунтовано види архітектурно-екологічного простору. Практичне значення мають концепції архітектурного простору і питань його топології, морфології та семіотики, які висвітлюють окремі аспекти архітектурної екології.

Ключові слова: *архітектурна екологія; екологія архітектурного простору; клімат; локальний простір; екотипи простору*

ECOLOGY OF ARCHITECTURAL (NATURAL-ANTHROPOGENIC) ENVIRONMENT UNDER ABIOTIC ENVIRONMENTAL TRANSFORMATIONS

KHARCHENKO K.S., *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*

Department of Design and Reconstruction of the Architectural Environment, Prydniprovska State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (056) 756-34-57, e-mail: belikov@.pgasa.dp.ua, ORCID ID:0000-0002-1908-4852

Abstract. ***Formulation of the problem***. Ecology is understood as a science that studies the environment and its relationship with human activity, as well as a means of reducing anthropogenic pressure. Architecture ecology, as a branch of architectural science, needs to expand the methods of studying the regime of environmental factors, as well as trends in their regional change. ***The purpose of the article*** is to study the directions of improving methods for determining the characteristics of an architectural space, which can provide a basis for determining environmental performance indicators. When designing local zones of recreational gullies, parks, forests, one should take into account the environment of the transforming and transgressive influence of micro-, meso-, and macrobiogeocenosis systems. ***Results***. Based on the study of experience, it is proposed to systematize the environment from the point of view of ecology. In particular, the following types of architectural and ecological space are distinguished: according to the composition of the material basis − natural, quasi-natural, artificial, combined; by the state of ecological balance − ordered, unstable, violated; after interaction with others − open, half-open, closed, isolated, hermetic; in accordance with the structure − central, peripheral, borderline, linking; from the point of view of energy-informational impact on a person − Biopositive (beneficial), neutral, extreme and pathogenic. ***Scientific novelty and practical significance***. The

research carried out by the author has somewhat changed the approach to systematizing the environment from the point of view of ecology. The types of architectural and ecological space are theoretically substantiated. Practical significance dedicated to the concepts of architectural space and issues of its topology, morphology and semiotics, as well as in works on the study of the composition of architectural space, highlight certain aspects of architectural ecology.

Keywords: *architectural ecology; ecology of architectural space; climate; local space; ecotypes of space*

Постановка проблеми. Питання екології архітектурного простору активно розглядаються в дослідженнях із 1970-х років. Спочатку під час вивчення охорони навколишнього середовища, потім − у рамках містобудівної екології (праці А. П. Вергунова, В. В. Владимирова, Н. М. Дьоміна, А. Г. Большакова та ін.), а також у рамках ландшафтно-екологічних робіт, де вивчається динаміка архітектурної та природної підсистем міського ландшафту (Е. М. Мікуліна, В. А. Нефьодов, Л. В. Анісімова тощо), в розвитку дизайну архітектурного середовища (А. В. Єфімов, В. Т. Шимко, Т. А. Гавриліна). Соціальні та культурологічні проблеми екології простору порушені у працях В. Л. Глазичева, Ч. Дженкса, В. К. Падеріна та ін. Питання екології проектування й архітектурно-просторової організації житлової, виробничої і суспільної складової середовища відображені в публікаціях В. В. Алексашин, Б. М. Давідсона, С. А. Дектерева, А. В. Крашенинникова, А. Д. Куликова, В. К. Ліцкевич та ін. Ці дослідження належать до першої групи робіт, пов'язаних з урбоекологією.

Наше дослідження присвячене концепціям архітектурного простору і питаням його топології, морфології та семіотики, як і в роботах із вивчення композиції архітектурного простору, висвітлюють окремі аспекти архітектурної екології.

Результати дослідження. Розуміння того, що природні ресурси слід використовувати більш економно й ефективно, почало з’являтися лише в середині XIX століття й розглянуте в працях С. П. Цигичко. Отже, промислова революція не тільки змінила будівельні технології, а й сприяла усвідомленню нових проблем. Перші публікації з приводу негативного впливу навколишнього середовища на архітектурні об’єкти і конструкції з’явилися вже наприкінці XIX – початку XX століття. Тобто за відносно невеликий проміжок часу порівняно із загальною історією свого існування місто як концентрований вираз людства пройшло шлях від етапу, коли воно почало негативно впливати на довкілля, до етапу, коли змінене внаслідок непродуманої господарської діяльності навколишнє середовище почало агресивно впливати на місто і його структурні елементи (рис. 1).

На зламі XX–XXI століть поширилися тенденції до збільшення природних компонентів міського середовища. Рослини стали компонентами як зовнішнього оточення, так і внутрішнього середовища будівель. Відбулися також зміни в суспільній свідомості, прийшло усвідомлення необхідності збереження довкілля для прийдешніх поколінь.

Сучасне тлумачення терміна «екологія» має ширше значення, ніж у перші десятиліття розвитку цієї науки. Нині найчастіше під екологічними розуміють питання охорони навколишнього середовища. Багато в чому така зміна сенсу відбулася завдяки все відчутнішим наслідкам впливу людини на навколишнє середовище (рис. 2).

Теорії просторового сприйняття (Р. Арнхейм, Дж. Гібсон, Е. Едвардс-Прічард, М. Мерло-Понті, Е. Л. Бєляєва, М. П. Березін, В. П. Зінченко, Г. В. Єсаулов), вивчення семантичного та психологічного простору (К. Левін, В. Ф. Петренко), дослідження персонального, соціального, етнічного простору (П. Бурдьє, Л. Гумільов, Ф. Вільсон, М. Крамп, К. Лінч, Е. Холл,) – ці праці присвячені аналізу взаємодії людини і навколишнього середовища, в тому числі з використанням знань природничих наук із вивчення екологічних полів (К. де А. Вільсон, В. Джо Джині, П. Портогезі, В. А Філін).

Рис. 1. Взаємодія архітектури і природного середовища на різних етапах історичного розвитку

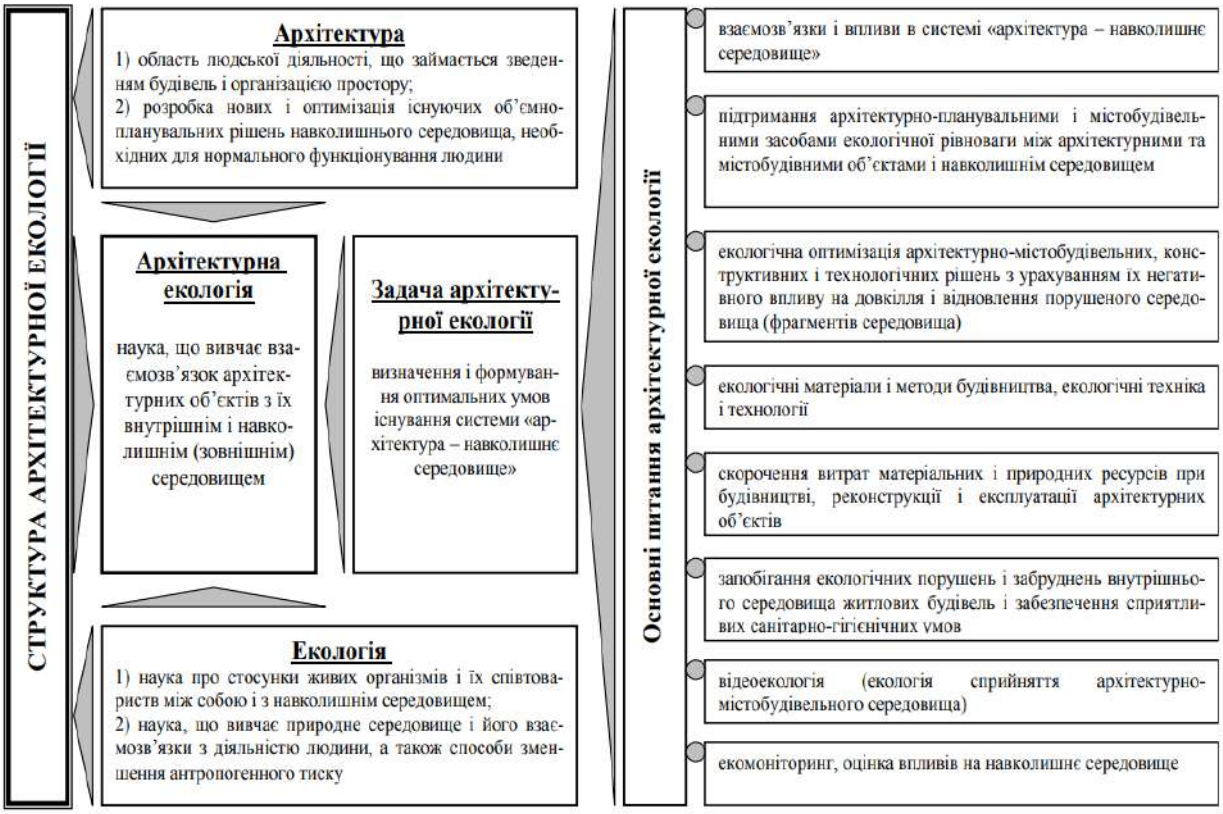


Рис. 2. Структура, завдання і питання архітектурної екології

Характеристики простору, які можуть дати основи для визначення показників екологічності – це щільність, ресурсність, антропозбереження, природозбереження, інтенсивність використання.

Щільність простору характеризується його заповненістю і виражається кількістю одиниць заповнення (в даному випадку людина) на одиницю площі. Екстремальні величини щільності свідчать про можливу небезпеку для людини. Проблема переущільнення стає усе більш гострою і створює необхідність, відповідно до принципу нормативності, обмеження верхньої межі за різними параметрами.

Просторовий ресурс – запас території для розвитку архітектурного середовища. У першому наближенні виражається співвідношенням вільного і зайнятого простору. Показник реальної ресурсності простору включає, як правило, площу наземної поверхні. Перспективи підвищення ресурсності пов'язані з освоєнням третього вимірювання (підземного і надземного простору), а також водного, космічного простору і екстремальних зон планети.

Інтенсивність – динамічний показник використання простору у часі, пропорційний навантаженню і її тривалості. На певному відрізку часу він може визначатися відношенням середньої щільності до нормативної, вираженим у відсотках. Зростання інтенсивності виявляється в підвищенні щільності простору і збільшенні часу його використання. Оптимальна інтенсивність сприяє збереженню екологічності середовища, своєчасному відходу, підтримці робочого стану, створенню комфорту.

Антропозбереженість – якість простору, що забезпечує благополуччя людини на фізичному, психологічному і соціальному рівнях, виражається комфортністю і кількістю простору, призначеного безпосередньо для людини і відповідає процентному відношенню антропопростору до загального. Екологічною умовою комфортності для індивіда постає збереження меж персонального простору, форма і розміри якого залежать від соціальних, культурно-історичних, природних умов. В урбанізованому середовищі воно зменшується, межі відсовуються всередину.

Природозбереженість – зв'язок із природою, що характеризується можливістю контакту людини і природного простору. Цей зв'язок може бути безпосереднім фізичним, візуальним, психологічним. Її якість забезпечується перш за все збереженням природних просторів, а також організацією середовища з включенням квазіприродних («друга природа») елементів природного середовища, штучно перетворених, модифікованих за допомогою агротехніки), техногенних (штучне середовище людини, створене з суцільно технічних (будівлі, споруди, дороги, штучне освітлення тощо) та природних (повітря, природне освітлення та ін.) елементів), природообразних і архетипічних форм.

Показники природозбереження можуть відображати відношення простору, займаного цими формами, до загальної площі, а також враховувати у вигляді коефіцієнтів рівень природозбереження. Підвищення цього показника – найважливіша умова компенсації негативної дії міського середовища на людину (В. А. Нефедов).

У конструюванні локальних зон рекреаційних балок, парків, лісів слід враховувати середовище перетворювального і трансгресивного впливу мікро-, мезо- і макробіогеоценозів. Ідея пошуку поліпшення кліматичних умов приземного шару повітря і боротьби з посухою належить таким ученим: П. А. Костичев, О. І. Воєйков, В. Р. Вільямс, В. В. Докучаєв.

Основні засоби впливу людини на клімат О. І. Воєйков пов’язує із зміною таких природних факторів 1 – грунти, піски, сніг; 2 – вода; 3 – рослинний покрив; 4 – поверхня. Він вважав, що діяльність людини особливо ефективна в поліпшенні посушливих і сухих кліматів, наприклад, шляхом створення лісосмуг і живоплотів.

Згідно із сучасними уявленнями (Шульгін) фізичною основою меліорації клімату є вплив на енергетичні процеси, що

відбуваються на рівні контактних поверхонь. Змінюючи величину складових радіаційного, теплового і водного балансів, можна трансформувати зовнішні риси проекту, а кліматичні меліорації при цьому за масштабами будуть підрозділятися на: мікрокліматичні (невеликі території), мезокліматичні (окремі кліматичні райони) і мікрокліматичні.

За характером і внутрішньою структурою виділяються: 1) абсолютно позитивні меліорації клімату, ефект яких виявляється упродовж усього року і на всій території (лісорозведення); 2) меліорації перерозподільні в просторі, що полягають у кліматичному поліпшенні однієї частини території за рахунок відповідних змін в іншій частині тієї ж території; 3) меліорації перерозподільні в часі, що мають місце тоді, коли поліпшення кліматичних умов для певної пори року здійснюється за рахунок відповідних змін в інші сезони року (сніговикористання, обробка грунту); 4) абсолютно негативні зміни клімату, які виникають у наслідок ненаправленої його зміни (знищення лісів).

Базуючись на тому, що озеленення (лісорозведення), особливо полезахисне й суцільне,- один із найважливіших ресурсозберігальних прийомів меліорації клімату, ми використовували систему класифікації масштабів середовищеперетворювального впливу лісової рослинності, викладені у праці С. В. Зонна, Т. Ф. Урушадзе. Рівень мікробіогеоценозосистеми охоплює ділянки зі змінами рельєфу від схилу до часткового зниження, що складають характерне природне утворення – аренний, заплавний, пристінний і байрачний ліс, при цьому мезобіогеоценозосистеми співвідносяться з градаціями природної зони, а вона сама з макробіогеоценозосистемою.

Характер впливу на клімат будь-якої місцевості дуже складний і для різних кліматичних зон різний. На півдні ліси, стримуючи високі температури, сприятливо впливають на клімат місцевості. На півночі спостерігається інша картина – зниження температури повітря в лісі спричинює зменшення прогрівання грунту і скорочення вегетаційного періоду порівняно з відкритими місцями. В усіх випадках зниження температури в лісі тісно пов’язане зі зниженням радіації й освітленості.

Очевидно, що сильно впливають на зміну екоклімату в лісі повнота, склад і форма деревостану. В одному й тому самому місцезростанні, навіть у межах одного віку деревостанів, може спостерігатися різка зміна екокліматична обстановки залежно від місця розташування ділянок. Така різниця в екокліматі насаджень, які розташовані всього в кількох сотнях метрів одне від одного, іноді відповідає різниці, звичайній для деревостанів, що зростають у різних природних зонах.

При всьому різноманітті виявленних відмінностей твердження про те, що зелені насадження (балки, ліси, яри, лісосмуги) суттєво знижують високу температуру і підвищують низьку, залишається незмінним. Кліматорегулювальна й особливо водорегулююча роль лісу, зниження максимумів позитивних і негативних температур порівнянно з безлісним простором позначається і на температурному режимі грунтів, з яким тісно пов’язані оптимальні умови розвитку насаджень у степовому кліматі.

Підвищення вологості повітря в лісових місцезростаннях, з одного боку, протидіє охолодженню і сприяє продовженню безморозного періоду, важливого для стійкого розвитку рослин, акліматизації й інтродукції як лісових, так і сільськогосподарських культур. З іншого боку, зниження і збільшення вологості повітря за впливу лісових насаджень зменшує вплив атмосферної посухи, а вітрозахисний ефект (швидкість вітру на міжсмугових просторах зменшується приблизно удвічі) послаблює вплив суховіїв.

Лісові насадження також сприяють подовженню періоду сніготанення, завдяки чому наростання температур стає більш рівномірним, рослини розвиваються повільніше і повернення холодів, яке має місце на весні, завдає менше шкоди в

такому середовищі. Менше промерзання грунту зимою, як і сам його характер, та наступне танення знизу ще до сходження снігового покриву, сильно збільшують його спроможність приймати вологу не тільки безпосередньо на місці, але й з усієї площі водозбору.

Характер середовищеперетворювального впливу лісових насаджень показано на рисунку 3. Лісові насадження степової зони сприяють підвищенню продуктивності прилеглих територій у цілому на 11 – 15 %, при цьому поліпшується їх водний режим і родючість. Особливості формування локального простору рекреаційних балок, парків, лісів пов'язані з їх нерівномірним розвитком у центрі і на околицях, необхідністю захисту природи і людини від впливу клімату, врахування традицій, підвищення рівня впорядкування.

Простори характеризуються чітким позначенням меж, динамічністю структури, наявністю вузлів, різноманітним вираженням центру. Останнє залежить від характеру соціальної функції і відповідної структури просторів, які представлені різними екотипами (від природоохоронних до техноцентричних). Орієнтований простір – це найбільш характерний прийом акумуляції позитивних і захисту від негативних чинників навколишнього середовища.

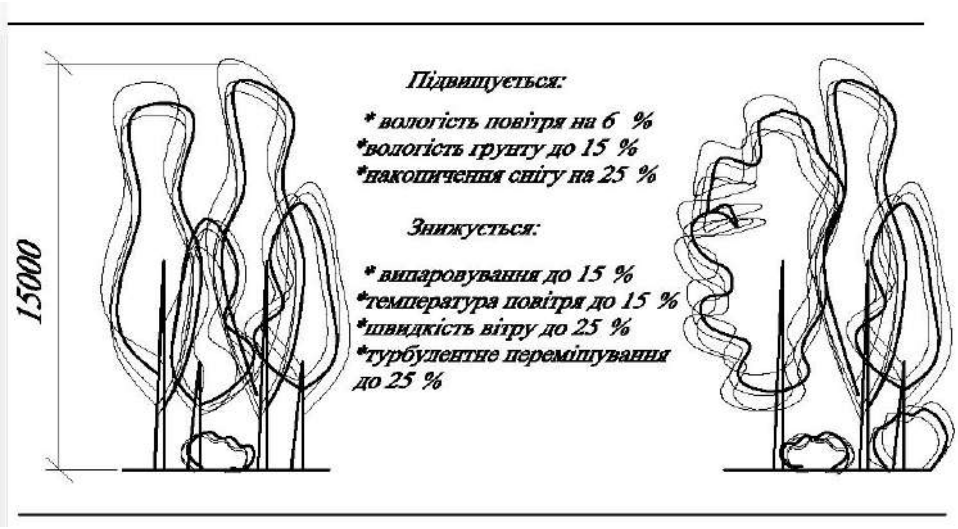


Рис. 3. Середовищеперетворювальний ефект лісових насаджень степової зони

Це розкриття простору в найбільш сприятливий з точки зору природно-кліматичних, ландшафтних, екологічних умов бік. Диференційованість і ступінчастість розкриття простору – якості, що дозволяють гнучко реагувати на неоднакові умови середовища.

Висновки

Пропонується систематизувати навколишнє середовище з позицій екології. Зокрема, виділяються такі види архітектурно-екологічного простору:

- за складом матеріальної основи – природний, квазіприродний, штучний, комбінований;
- за станом екологічної рівноваги − упорядкований, нестійкий, порушений;
- після взаємодії з оточенням − відкритий, напіввідкритий, закритий, ізольований, герметичний;
- відповідно до структури − центральний, периферійний, прикордонний, пов'язуючий;
- з погляду енергоінформаційної дії на людину − біопозитивний (благодатний), нейтральний, екстремальний і патогенний.

Для позначення морфотипів простору, що характеризуються певним ступенем екологічності, вводиться поняття «екотипи простору».

Екотипи архітектурного простору, відповідні домінуючим цінностям, можуть

бути представлені перш за все природоохоронним, екоцентричним, атропоцентричним, техноцентричним і кібернетичним просторами.

Природоохоронний простір характеризується переважанням природних форм, стійкою рівновагою і пріоритетом цінностей живої природи.

Екоцентричний простір − динамічною рівновагою, гармонійною взаємодією людини і середовища, екозбереженістю, характерною для етнічного, традиційного сільського й інших благодатних просторів .

Антропоцентричний простір − взаємовідносини людини і суспільства і наслідків її діяльності, антропозбереження, характерного для середовища людини.

Технопростір характеризується відсутністю екозбереженості, домінуванням місць, зайнятих технікою, устаткуванням, комунікаціями, в яких обмежена присутність людей та існує загроза їх здоров'ю. Сюди належить також техногенний простір як результат порушення природного стану середовища у процесі виробничої діяльності людини.

Кіберпростір характеризується наявністю середовища, створеного за допомогою технічних і штучних засобів. Реалізація процесів, пов'язаних із життєдіяльністю людини, тут здійснюється засобами інтелектуальної архітектури.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Авдотьин Л. Н., Лежава И. Г., Смоляр И. М. Градостроительное проектирование : учеб. для вузов. Москва : Стройиздат, 1989. 432 с.
2. Ермолаев А. П., Шулика Т. О. Основы пластичной культуры архитектора-дизайнера. Москва : «Архітектура-С», 2005. 132 с.
3. Джекобс Дж. Смерть и жизнь великих американских городов. The Death and Life of Great American Cities: пер. Леонід Мотилєв. Москва : Новое издательство, 2011. 460 с.
4. Архітектура. Короткий словник-довідник [уклад. А. П. Мардер та ін.]. Київ : Будівельник, 1995. 333 с.
5. Чемакіна О. В., Бармашина Л. М. Теоретичні та методичні основи архітектури та містобудування : навч.-метод. посібн. Київ : Нац. авіац. ун-т, 2007. 154 с.
6. Цигичко С. П. Оцінка критеріїв еколого-естетичної комфортності архітектурного середовища сучасних міст. Комунальне господарство міст. Київ : Техніка, 2009. Вип. 86. С. 421–429.
7. Палеха Ю. М. Еколого-географічні аспекти формування вартості територій населених пунктів. Київ : Профі, 2006. 324 с.
8. Иконников А. В.Искусство, среда, время : эстетическая организация городской среды. Москва : Советский художник, 1985. 336 с.
9 Иконников А. В. Пространство и форма в архитектуре и градостроительстве. Москва, 2006. 187 с.
10. Иконников А. В. Функция, форма, образ в архитектуре. Москва : Стройиздат, 1986. 288 с.
11. Лінч К. Образ города. Пер. с англ. В. Л. Глазичева; составитель А. В. Иконников; под ред. А. В. Иконникова. Москва : Стройиздат, 1982. 231 с.
12. Осєтрін М. М., Солуха І. В. Екологічні проблеми крупних міст України (на прикладі м. Києва). *Містобудування та територіальне планування : наук.-техн. зб.* Вип. 45, ч. 3. Київ : КНУБА, 2012. С. 66−70.
13. Грицан Ю. І. Екологічні осови перетворюючого впливу лісової рослинності на степов середовище : монографія. Дніпропетровськ : вид-во Дніпропетр. ун-ту, 2000. 300 с.
14. Шимко В. Т. Архитектурно-дизайнерское проектирование городской среды. Москва, 2006. 78 с.

REFERENCES

1. Avdotyyn L.N., Lezhava Y.H. and Smoliar Y.M. *Hradostroytelnoe proektyrovanye : uchebn. dlia vuzov.* [Urban planning : textbook for universities]. Moscow : Stroiyzdat Publ., 1989, 432 p. (in Russian)
2. Yermolaiev A.P. and Shulika T.O. *Osnovy plastychnoi kultury arkhitektora-dyzainera* [Fundamentals of plastic culture of an architect-designer]. Moscow : «Arkhitektura-S», 2005, 132 p. (in Russian)
3. Dzhekobs Dzh. *Smert i zhyzn' velykykh amerykanskykh gorodov* [The Death and Life of Great American Cities]. Trans. Leonid Motyliev. Moscow : Novoe izdatelstvo Publ., 2011, 460 p. (in Russian)
4. *Arkhitektura. Korotkyi slovnyk-dovidnyk (uklad. A. P. Marder ta in.)* [Architecture. Short dictionary-reference (ed. A.P. Marder and oth.)]. Kyiv : Budivelnyk, 1995, 333 p. (in Ukrainian)

5. Chemakina O.V. and Barmashyna L.M. *Teoretychni ta metodychni osnovy arkhitektury ta mistobuduvannia : navch.-metod. Posibn.* [Theoretical and methodical bases of architecture and town-planning : teaching method. manual]. Kyiv : Nats. aviats. un-t, 2007, 154 p. (in Ukrainian)

6. Tsyhychko S.P. *Otsinka kryteriiv ekoloho-estetychnoi komfortnosti arkhitekturnoho seredovyshcha suchasnykh mist* [Estimation of criteria of ecological and aesthetic comfort of the architectural environment of modern cities]. *Kommunalnoe khoziaistvo horodov : nauchn.-tekhn. sb.* [Utilities of cities : scientific and technical. sat.]. Kyiv : Tekhnika, 2009, no. 86, pp. 421–429. (in Ukrainian)

7. Palekha Yu.M. *Ekoloho-heohrafichni aspekty formuvannia vartosti terytorii naselenykh punktiv* [Ecological and geographical aspects of the formation of the value of settlements]. Kyiv : Profi, 2006, 324 p. (in Ukrainian)

8. Ikonnikov A.V. *Mystetstvo, sreda, vremia : estetycheskaya orhanizatsiia gorodskoy sredy* [Art, Wednesday, time : esthetic organization of the urban environment]. Moscow : Sovetskyi khudozhnyk Publ., 1985, 336 p. (in Russian)

9 Ikonnikov A.V. *Prostranstvo i forma v arkhitekture i gradostroitel'stve* [Space and form in architecture and urban planning]. Moscow, 2006, 187 p. (in Russian)

10. Ikonnikov A.V. *Funktsiia, forma, obraz v arkhitekture* [Function, form, image in architecture]. Moscow : Stroiyzdat, 1986, 288 p. (in Russian)

11. Linch K. *Obraz goroda* [Image of the city]. Trans. by V.L. Hlazycheva; compiler by A.V. Ikonnykov; edited by A.V. Ikonnykova. Moscow : Stroiyzdat Publ., 1982, 231 p. (in Russian)

12. Osietrin M.M. and Solukha I.V. *Ekolohichni problemy krupnykh mist Ukrainy (na prykladi m. Kyieva)* [Ecological problems of large cities of Ukraine (on the example of Kyiv)]. *Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia : nauk.-tekhn. zbirnyk* [Urban planning and territorial planning : nauk.-tehn. coll.]. No. 45, ch. 3, Kyiv : KNUBA Publ., 2012, pp. 66−70. (in Ukrainian)

13. Hrytsan Yu.I. *Ekolohichni osovy peretvoriuiuchoho vplyvu lisovoi roslynnosti na stepov seredovyshche : monohrafiia* [Ecological axes of transforming influence of forest vegetation on steppe environment: monograph]. Dnipropetrovsk: Dnipropetr. Un-t Publ., 2000, 300 p. (in Ukrainian)

14. Shymko V.T. *Arkhitekturno-dyzainerskoye proektirovaniye gorodskoy sredy* [Architectural and design design of the urban environment]. Moscow, 2006, 78 p. (in Russian)

Надійшла до редакції: 03.12.2020.

УДК 69.057:631.23
DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.230221.117.726

КОНСТРУКТИВНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СУЧАСНИХ БЛОКОВИХ ТЕПЛИЦЬ

ЧЕБАНОВ Л. С.[1], *канд. техн. наук., доц.,*
ЧЕБАНОВ Т. Л.[2], *інж.,*
ЧЕБАН В. О.[3*], *студ.*

[1] Кафедра будівельних технологій, Київський національний університет будівництва та архітектури, пр. Повітрофлотський, 31, 03680, Київ, Україна, тел. +38 (067) 409-38-23, e-mail: l.chebanov@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-2451-2337
[2] ТОВ «Мале науково-виробниче підприємство «Інжтехбуд», вул. Воїнів-інтернаціоналістів, 2, 07400, Бровари, Київська обл., Україна, тел. +38 (096) 774-68-37, e-mail: chebanovtaras@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-8814-971X
[3*] Будівельний факультет, Київський національний університет будівництва та архітектури, пр. Повітрофлотський, 31, 03680, Київ, Україна, тел. +38(068) 002-66-59, e-mail: cebanvsevolod@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-1253-1442

Анотація. ***Постановка проблеми.*** Початок виробництва овочів у захищеному ґрунті на промисловій основі в Україні було покладено будівництвом у 80-ті роки минулого століття теплиць із конструкцій Антрацитівського Луганської області заводу збірних теплиць. Нового імпульсу розвитку тепличного овочівництва надало введення в експлуатацію енергозберігальних сучасних зимових теплиць, побудованих у період з 2005 по 2015 рік. Тепличне овочівництво не стоїть на місці, а активно розширюється по всьому світі. Подальший розвиток цього напрямку можливий за умови впровадження нових технологій будівництва та експлуатації теплиць, а також їх конструктивних рішень. Розвиток тепличного овочівництва − важливе народно-господарське завдання. Показано конструктивні і технологічні особливості сучасних теплиць п'ятого покоління напівзакритого типу, які дозволяють забезпечити високі врожаї за менших витрат матеріальних ресурсів. Виконано дослідження трудомісткості зведення теплиць, виявлено маломеханізовані, ручні процеси. ***Мета статті*** – показати шляхи вдосконалення конструктивних та технологічних параметрів сучасних теплиць із метою забезпечення енергозбереження та підвищення врожайності. ***Результати.*** Виконано аналіз нормативних документів із проектування та будівництва теплиць. Показано, що теплиці так званого «напівзакритого типу» дозволяють отримувати високу врожайність овочів та економію енергоносіїв. Найбільш механізовані процеси зведення теплиць − це земляні роботи та влаштування фундаментів. Значна частина ручної праці має місце під час монтажу металевого каркаса, скління та систем опалення. ***Наукова новизна і практична значимість.*** Уперше отримано значення трудомісткості та тривалості у зведенні теплиць, установлено їх залежності від основних факторів, що впливають на виконання будівельно-монтажних робіт. Це дозволяє на стадії розробення проектно-технологічної документації визначити раціональні способи виконання робіт.

Ключові слова: *захищений ґрунт; класифікація теплиць; теплиці скляні; покоління теплиць; теплиці типу «Антрацит» та «Venlo», напівзакриті теплиці; трудомісткість та тривалість зведення теплиць*

CONSTRUCTIVE AND TECHNOLOGICAL FEATURES OF MODERN BLOCK GREENHOUSES

CHEBANOV L.S.[1], *Cand. Sc. (Tech.)., Assoc. Prof.,*
CHEBANOV T.L.[2], *Engineer,*
CHEBAN V.O.[3*], *Student*

[1] Department of Construction Technologies, Kyiv National University of Construction and Architecture, 31, Povitroflotskyi Ave., 03680, Kyiv, Ukraine, tel. +38 (067) 409-38-23, e-mail: l.chebanov@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-2451-2337
[2] LLC "Small Research and Production Enterprise "Inzhtekhbud"", 2, Warriors-Internationalists Str., 07400, Brovary, Kyiv region, Ukraine, tel. +38 (096) 774-68-37, e-mail: chebanovtaras@gmail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8814-971X
[3*] Kyiv National University of Construction and Architecture, 31, Povitroflotskyi Ave., 03680, Kyiv, Ukraine, tel. +38 (068) 002-66-59, e-mail: cebanvsevolod@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-1253-1442

Abstract. ***Problem statement.*** The beginning of the production of vegetables in protected soil on an industrial basis in Ukraine was marked by the construction in the 80s of the last century of greenhouses from the structures of the Antratsyt Luhansk region prefabricated greenhouse plant. A new impetus to the development of greenhouse vegetable

growing was provided by the commissioning of energy-saving modern winter greenhouses built in the period from 2005 to 2015. Greenhouse vegetable growing is not standing still, but is actively expanding around the world. Further development of this area is possible with the introduction of new technologies for construction and operation of greenhouses, as well as their design solutions. The development of greenhouse vegetable growing is an important economic task. The design and technological features of modern greenhouses of the fifth generation of the semi-closed type are shown, which allow to provide high yields at lower consumption of material resources. A study of the complexity of the construction of greenhouses, identified low-mechanized, manual processes. ***The purpose*** of the article is to show ways to improve the design and technological parameters of modern greenhouses. In order to ensure energy savings and increase yields. ***Results.*** The analysis of normative documents on design and construction of greenhouses is performed. It is shown that greenhouses, the so-called "semi-closed type", allow to obtain high vegetable yields and energy savings. The most mechanized processes for the construction of greenhouses are earthworks and foundations. Much of the manual labor takes place during the installation of the metal frame, glazing and heating systems. ***Scientific novelty and practical significance.*** For the first time the value of labor intensity and duration during the construction of greenhouses was obtained, their dependences on the main factors influencing the performance of construction and installation works were established. This allows at the stage of development of design and technological documentation to determine rational ways of performing work.

Keywords: *protected soil; classification of greenhouses; glass greenhouses; generation of greenhouses; «Anthracite» and «Venlo» greenhouses, semi-enclosed greenhouses; complexity and duration of construction of greenhouses*

Постановка проблеми. Основний обсяг овочів виробляється у відкритому ґрунті, а їх вирощування в позасезонний час можливе лише в спорудах із різними видами укриттів – у вигляді теплиць. Теплична форма захищеного ґрунту стала основою, де створено необхідні умови для високої продуктивності культур, особливо в зимовий, ранньовесняний і пізньоосінній періоди. Сучасні теплиці і тепличні комбінати характеризуються значною різноманітністю конструкцій, інженерних систем, технологій вирощування і т. д. Класифікація теплиць у нормативних документах розглядається з точки зору основних особливостей безпосередньо теплиць. При цьому розглядається низка класифікаційних ознак – агрономічних, технологічних, архітектурно-будівельних, техніко-економічних тощо.

Аналіз публікацій. У Республіці Білорусь теплиці класифікують згідно із СТБ 23315-2015 за класами складності робіт [1]. До третього класу складності відносять теплиці площею понад 1 га. До четвертого і п’ятого класу складності відносять теплиці площею, відповідно, до 1 га і до 200 кв. м. В іншому нормативному документі розглядаються різновиди теплиць залежно від об’ємно-планувальних рішень, геометричних параметрів, світлопрозорої огорожі і т. д. У нормативному документі щодо теплиць України [2] їх класифікація виділена в окремий параграф, в якому розглядаються такі ознаки: функціональне призначення; технологія влаштування; час експлуатації; об’ємно-планувальні та конструктивні рішення; тип огороджувальних конструкцій. У Російській Федерації застосовують підхід, аналогічний Білорусі та Україні [3]. При цьому особлива увага приділяється технології виконання робіт і експлуатаційним показникам.

Різні типи теплиць розглядали і намагалися впорядкувати низка авторів [4; 5]. Теплиці з прозорою покрівлею входять до складу культиваційних споруд з двома типами покрівлі. Будівлі з непрозорими покрівлями придатні для вирощування шампіньйонів, а інші спеціальні споруди, які не вимагають світла, наприклад, для вирощування салатного цикорію, в тому числі камерні або закриті теплиці з електросвітлокультурою для районів Крайньої Півночі. Другий тип покрівлі – прозорі, і характерні вони безпосередньо для теплиць.

Результати досліджень. Номенклатура теплиць і тепличних комбінатів розподіляється за призначенням (овочеві, розсадні, розсадно-овочеві), за термінами використання (цілорічного та весняно-літньо-осіннього), планувальним вирішенням (однопрогонові – ангарні або тунельні, і багатопрогонові), а також відповідним розміром і їх площею [6].

В останні десятиліття в практику теплицебудування впроваджено низку нових оригінальних технологічних та конструктивних рішень.

Найбільш поширені сьогодні теплиці четвертого покоління (за класифікацією авторів [6], так звані теплиці типу «Venlo». В останні 15...20 років саме такі теплиці масово будували і продовжують будувати у країнах Східної Європи, в т. ч. в Україні.

Різновидом теплиць типу «Venlo» стали вдосконалені теплиці п'ятого покоління [7], або теплиці напівзакритого типу. Фірми-виробники (Нідерланди і Франція) називають такі теплиці кожен по-своєму – UltraClima (Kubo), ModulAir (Van der Hoeven), Eco-Greenhouse (KGP), OptimAir (Richel), SuprimAir (Certhon) тощо. Окремі зразки таких теплиць побудовані в Європі, Росії і Північній Америці.

Сучасні теплиці типу «Venlo» – це споруди висотою до 8 м, добре герметизовані, з високим ступенем автоматизації, що дозволяють реалізувати сучасні технології вирощування овочів, квітів та іншої тепличної продукції. З упровадженням цих теплиць вдалося істотно підвищити врожайність овочевої продукції, а технології світлокультури і зовсім подвоїли вихід овочів з одного квадратного метра. Однак і ці високорентабельні споруди мають недоліки, що не дозволяють повною мірою отримати урожай, який біологічно закладений в гібридах.

Найістотніший з недоліків – це нездатність теплиці підтримувати оптимальний мікроклімат у певні пори року. Цей недолік починає проявлятися у весняний період, а з використанням технології світлокультури ще раніше. Має місце негативний мультиплікаційний ефект: не відкривати кватирки не можна через «запарювання» рослин, а у разі відкривання пошкоджується верхівка рослин і підвищуються витрати на опалення.

У літній період вирощування овочів теплиця 4-го покоління практично не здатна підтримувати потрібний мікроклімат, бо відсутні ресурси, що дозволяють знизити температуру. Теплиця 5-го покоління (рис. 1), так звана «напівзакрита» зберігає всі переваги теплиць типу «Venlo» , але багато в чому перевершує її за цілою низкою параметрів. А саме: теплиця підтримує в будь-який період року ідеальний мікроклімат; дозволяє економити витрати на опалення. Відбувається це за рахунок вторинного використання теплової енергії. В будь-який період вона може підтримувати оптимальний рівень CO_2; захищена від проникнення шкідників. Одніа з особливостей теплиці– це наявність надлишкового тиску всередині.

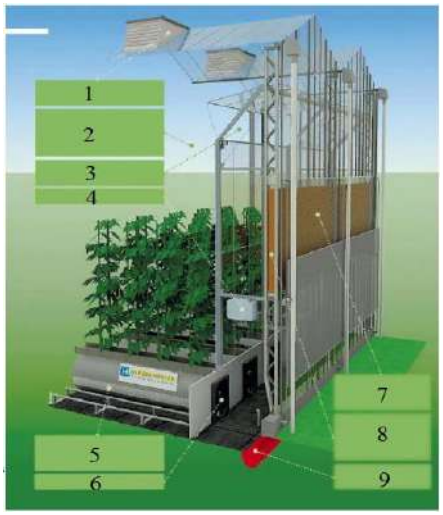


Рис. 1. Загальний вигляд «напівзакритої теплиці»: 1 – кватирки вентиляції; 2 – у внутнішньому просторі теплиці підтримується незначний надлишковий тиск, що створює більш однорідний клімат, а також тепло і CO_2; 3 – обертання повітря дозволяє повторно використовувати CO_2 і підігрівати енергоносії, забезпечуючи економію повітря; 4 – додаткові модулі підігріву / охолодження; 5 – перфоровані повітряні канали під рослинами дозволяють рівномірно розподілити повітря;6 – вентилятори з індивідуальним контролем; 7 – москітна сітка; 8 – система типу «мокрий матрас»; 9 – система подачі CO_2

Крім цих явних переваг є маса супутніх, які синергічно підсилюють ефективність теплиці. У теплиці п'ятого покоління температури вище 24 C^0 практично не буває, що дозволяє працівникам комфортно виконувати свої обов'язки.

Повітряні рукава під кожною грядкою слугують для подачі теплового повітря із заданими параметрами, забезпечують так званий «активний мікроклімат». Інженерні блоки обробки повітря вбудовані в

невеликий коридор (рис. 2). Цей коридор конструкційно вирішується як продовження зовнішньої двосхилої торцевої стінки теплиць і використовує зовнішнє повітря для охолодження і зволоження (осушення) повітря. Тобто цей коридор служить як камера змішувача, здатна змішувати прохолодне, сухе зовнішне повітря з теплим, вологим повітрям із теплиці.

Рис. 2. Вентиляційний блок напівзакритої теплиці : зліва зовнішня стіна з «мокрими матрасами»; справа – стіна (перегородка) теплиці з вентиляторами на кожен ряд рослин, підвідними трубопроводами систем опалення, а також гнучкі рукави підключення нижнього (труборейкового) опалення

Основне опалення складається із системи труб нижнього і зонального обігріву. Коридор – вентиляційний блок – також забезпечений нагрівальними модулями, які мають свої власні вентилятори. Для літніх умов роботи теплиця оснащена спеціальною системою охолодження. Це найбільш ефективний і дієвий спосіб. Коли температура зовнішнього повітря стає занадто високою, можна активувати цю систему і збільшити потужність охолодження. Використовують ефект холодної води і випаровування води в устаткуванні типу «мокрі матраси».

На кафедрі будівельних технологій КНУБА тривалий час виконуються дослідження з технології та механізації зведення теплиць [8]. Зокрема, виконано аналіз документації з архіву ТОВ МНВП «Інжтехбуд», (м. Бровари Київської області) за останні десять років по реальним об’єктах, побудованих в Україні, Білорусі, Молдові та Росії. Ця організація спеціалізується на розробленні проектно-кошторисної та проектно-технологічної документації для споруд захищеного ґрунту-теплиць і тепличних комбінатів.

Загальна трудомісткість зведення одного гектара теплиць складає понад 10 000 людино-годин (рис. 3).

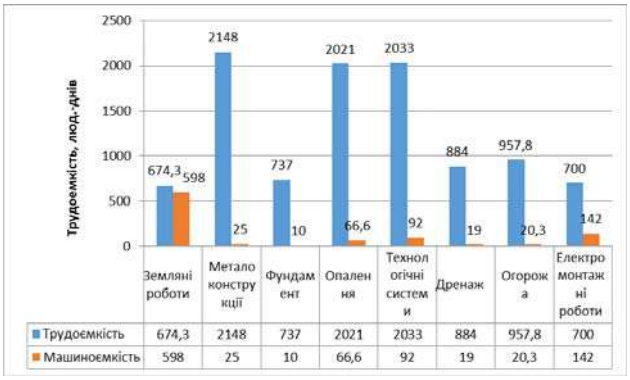


Рис. 3. Показники трудомісткості та машиномісткості виконання робіт для зведення 1 га теплиць

Рельєф будівельного майданчику під теплицю спокійний, не передбачає значних земляних робіт по вертикальному плануванню майданчика. Перепад висот не перевищує 1,0...1,5 м.

Відповідно прийнято рішення щодо фундаментів теплиць. Ґрунтові умови майданчика, як усереднені, не передбачають додаткових трудоємних та витратних робіт із влаштування цоколя-ростверка й окремо стоячих фундаментів під мікропальові фундаменти − стійки теплиць, під стійки − рядові, а також стійки − під колони в’язевого блока.

Для аналізу та оцінювання отриманих результатів основні комплексні процеси розподілено на такі групи: а) архітектурно-будівельна частина або так званий «холодний будинок»; б) інженерні системи (опалення, вентиляція, водо- та електропостачання; в) технологічні системи − іригація, зашторювання, доосвітлення, дренаж тощо.

До групи комплексних процесів «холодного будинку» входять земляні роботи, монтаж фундаментів та елементів нульового циклу, монтаж металевих конструкцій та огорожі. Разом трудомісткість цих процесів складає понад 4 500 людино-годин, або близько 45 % від загальної трудомісткості [9].

До групи інженерних систем відносять комплексні процеси монтажу систем − опалення, електромонтажні роботи, влаштування автоматичних систем, а також пуско-налагоджувальні роботи. Загальна трудомісткість виконання цих робіт складає майже 2 700 людино-годин, або 26,7 % від загальної трудомісткості зведення об'єкта. По цих роботах, у першу чергу по монтажу систем опалення, є значний резерв підвищення ефективності, за рахунок упровадження технології вдавлювання мікропальових фундаментів [10] та мобільних монтажно-зварювальних комплексів ІЕЗ ім. Патона – ТТМ – КНУБА (КІБІ) [11] (авторські розробки кафедри будівельних технологій КНУБА, що захищені майже десятком авторських свідоцтв СРСР та патентами України).

Близько 28 % від загальної трудомісткості також складають комплексні процеси третьої групи − монтаж безпосередньо технологічних систем [10]:

- системи іригації та фертигації;
- системи збирання, очищення (дезінфекції) дренажних стоків;
- системи випаровувального охолодження, резервного поливу;
- системи вентиляції та зашторювання: горизонтальні (один чи два рівні) шторних екранів; вертикальні; такі, що влаштовуються зовні, на покрівлі (за потреби);
- системи електродосвітлення рослин натрієвими та ЛЕД-лампами;
- системи захисту рослин тощо.

Аналіз показав, що названі роботи характеризуються високим рівнем ручної праці.

Відносно високий, об'єктивно, рівень механізації земляних робіт, що складає близько 90 %.

Щодо інших процесів показники такі:

- загальна машиномісткість виконання робіт складає 972,9 машино-годин; в тому числі по технологічних процесах відповідно першої, другої та третьої групи ці показники складають 653,3, 208,6 та 111 машино-годин;
- рівень механізації влаштування технологічних систем також надзвичайно низький, і складає для основних процесів до 5 %;
- крім земляних робіт, вищий, рівень стосовно інших процесів, має механізація електромонтажних та пуско-налагоджувальних робіт. Тут показники складають близько 20 %.

Виконано також аналіз заробітної плати робітників та механізаторів під час виконання названих вище робіт (рис. 4). Для зручності розрахунків аналіз виконано в умовних одиницях.

Загальна заробітна плата у разі зведення одного гектара теплиць за кошторисними розрахунками (за зведеним кошторисом) складає 43 216 доларів.

З них 89,4 %, або 38 637 доларів складає заробітна плата робітників.

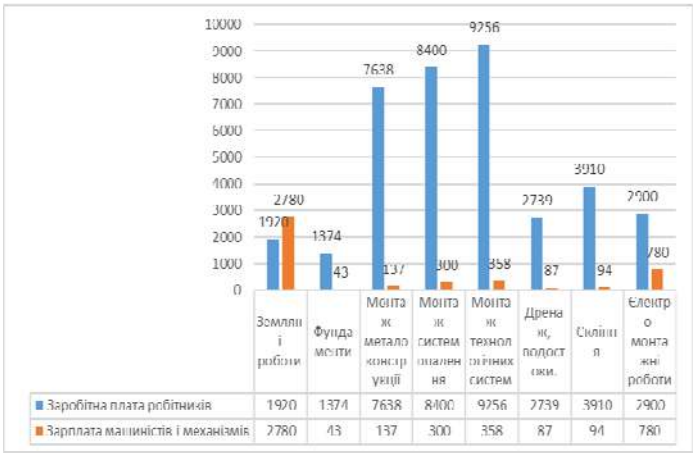


Рис. 4. Показники заробітної плати робітників (1); зарплата машиністів машин і механізмів (2) за умови зведення 1 га теплиць

Названі показники справедливі для нормативно-кошторисної бази України та Білорусі.

Висновок. Аналіз передового вітчизняного та світового досвіду впровадження сучасних технологічних і конструктивних рішень теплиць показує, що подальше підвищення ефективності тепличного овочівництва можливе за рахунок широкого впровадження напівзакритих теплиць п'ятого покоління.

З метою зменшення трудомісткості виконання робіт зі зведення теплиць, потребують вдосконалення, розроблення та впровадження нові технології на базі високопродуктивних машин та механізмів, в тому числі універсальних.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Технический кодекс установившейся практики. Теплицы. Строительные нормы проектирования. ТКП 45-3.02-132-2009. Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2009. 9 с.

2. Державні будівельні норми України. Будинки і споруди. Теплиці та парники. ДБН В.2.2-2-95. Київ : Держкоммістобудування і архітектури, 1995. 15 с.

3. Нормы технологического проектирования теплиц и тепличных комбинатов для выращивания овощей и рассады. НТП 10-95. Москва : Минсельхозпрод РФ, 1995. 85 с.

4. Брызгалов В. А., Советкина В. Е., Савинова Н. И. Овощеводство защитнного грунта. Под ред. В. А. Брызгалова. Ленинград : Колос, 1983. 352 с.

5. Шишко Г. Г., Потапов В. А., Сулима Л. Т., Чебанов Л. С. Теплицы и тепличные хозяйства : справочник. Под ред. Г. Г. Шишко. Київ : Урожай, 1993. 424 с.

6. Притула В. Г., Чебанов Т. Л., Чебанов Л. С., Береза В. Б., Романьков Д. О. О классификации теплиц *Теплицы России*. 2018. № 1. С. 12–16.

7. Чайковский А. И., Чебанов Л. С., Чебанов Т. Л., Береза В. Б. Технологические и конструктивные особенности стекляных теплиц. *Овощеводство :* сб. науч. тр. Том 25. Минск : РУП «Институт овощеводства НАН Беларуси», 2017. С. 161–172.

8. Иваненко П. Ф., Полисский И. С., Руденко А. А., Чебанов Л. С. Индустриализация строительства тепличных комбинатов и овощефруктохранилищ. Київ : Урожай, 1989. 120 с.

9. Либенсон А. Б., Сысоев Г. М., Чебанов Л. С. А. с. 1543012 СССР, МКИ 5Е02Д 7/20. Устройство для погружения свай вдавливанием. Опубл. 12.02.90. 1990. Бюл. № 6.

10. Юматов В. В., Кучук-Яценко С. И., Чебанов Л. С. и др. А. с. 1611633 СССР, МКИ В23К 11/00. Машина для стыковой сварки. Опубл. 07.12.90. 1990. Бюл. № 45.

11. Чебанов Л. С. Эффективность применения погрузчиков в строительстве. Київ : Будівельник, 1987. 80 с.

12. Чебанов Л. С., Фролов А. В. Универсальние применение машин в строительстве. Київ : Будівельник, 1994. 228 с.

REFERENCES

1. *Tehnicheskiy kodeks ustanovivsheysya praktiki. Teplitsy Stroitelnye normy proyektirovaniya* [Technical Code of Practice. Greenhouses Building design standards]. TKP 45-3/02-132-2009. Minsk:, Misnstroyarkhitektury Respubliki Belarus, 2009, 9 p. (in Russian).

2. *Derzhavni budivelni normi Ukraini. Budinki I sporudi Tepitsi ta pranki* [State Budgetary Norms of Ukraine. Booths and construct tepits and pranks]. DBN V. 2.2-2-95. Kyiv : Derzhkommistobuduvannya i arkhitekturi, 1995, 15 p. (in Ukrainian)

3. *Normy tekhnologicheskogo proyektirovaniya teplits i teplichnykh kombinatov dlya vyrashchivaniya ovochey i rassady* [Norms of technological design of greenhouses and greenhouse complexes for growing vegetables and seedlings]. NTP 10-95. Minsk : Minselkhozpod RF, 1995, 85 p. (in Russian)

4. Bryzgalov V.A., Sovetkina V.Yev. and Savinova N.I. *Ovoshchevodstvo zashchitnnogo grunta* [Vegetable growing of protective soil]. Pod red. V.A. Bryzgalova. Leningrad : Kolos Publ., 1983, 352 p. (in Russian)

5. Shishko G.G., Potapov V.A., Sulima L.T. and Chebanov L.S. *Teplitsy i teplichnyye knozyaystva : spravochnik.* [Greenhouses and greenhouses : handbook]. Pod red. G.G. Shishko. Kyiv : Urozhay Publ., 1993, 424 p. (in Russian)

6. Pritula V.G., Chebov T.L., Chebanov L.S., Bereza V.B. and Romankov D.O. O klassifikatsii teplits [On the classification of greenhouses]. *Teplitsy Rossii* [Greenhouses of Russia]. 2018, no. 1, pp. 12–16. (in Russian)

7. Chaykovskiy A.I., Chebanov T.L. and Bereza V.B. *Tekhnologicheskiye i konstruktivnyye osobennosti sovremennykh steklyannykh teplits* [Technological and design features of modern glass greenhouses] *Ovoshchevodstvo: sb. nauchnykh trudov* [Vegetable growing : sat. scient. Papers]. Vol. 25, Minsk : RUP «Institut ovoshevodstva NAN Belarusi», 2017, pp. 161–172. (in Russian)

8. Ivanenko P.F., Polisskiy I.S., Rudenko A.A. and Chebanov L.S. *Industrializatsiya stroitelstva teplichnykh kombinatov i ovoshchefruktokhranilishch* [Industrialization of the construction of greenhouse plants and vegetable and fruit storage facilities]. Kyiv : Urozhay Publ., 1989, 120 p. (in Russian)

9. Libenson A.B., Sysoyev G.M. and Chebanov L.S. A. s. 1543012 SSSR, MKI 5E02D 7/20. *Ustroystvo dlya pogruzheniya svay vdavlivaniyem* [Device for driving piles by indentation]. Publihed 12.02.90, 1990, no. 6. (in Russian)

10. Yumatov V.V., Kuchuk- Yatsenko S.I., Chebanov L.S. and oth. A.s. 1611633 SSSR, MKI V23K 11/00. *Mashina dlya stykovoy svarki.* [Machine for butt welding]. Published 07.12.90, 1990, no. 45 (in Russian).

11. Chebanov L.S. *Effektivnost primeneniya pogruzchikov v stroitlstve* [The effectiveness of the use of loaders in construction]. Kyiv : Budyvelnik publ., 1987, 80 p. (in Russian)

12. Chebanov L.S. and Frolov A.V. *Universalnyye primeneniye mashin v stroitelstve* [Universal use of machines in construction]. Kyiv : Budyvelnik Publ., 1994, 228 p. (in Russian).

Надійшла до редакції: 25.11.2020.

УДК 69.003
DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.230221.124.727

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ ПЕРЕВАГИ ПЕРЕХОДУ НА 3D-ДРУК БУДІВЕЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ У РУСЛІ INDUSTRY 4.0[1]

ШАТОВ С. В.[1*], *докт. техн. наук, доц.,*
МАЦЕНКО О. М.[2], *канд. екон. наук, доц.,*
СКРИПКА Є. О.[3], *студ.,*
ДАНИЛЕНКО І. О.[4], *студ.*

[1*] Кафедра будівельних та дорожніх машин, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-33-47, e - mail: shatov.sv@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-1697-2547
[2] Кафедра економіки, підприємництва та бізнес-адміністрування, Сумський державний університет, вул. Римського-Корсакова, 2, 40007, Суми, Україна, тел. +38 (066) 921-55-91, e-mail: amatsenko@econ.sumdu.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-1806-2811
[3] Навчально-науковий інститут фінансів, економіки та менеджменту імені Олега Балацького, Сумський державний університет, вул. Римського-Корсакова, 2, 40007, Суми, Україна, тел. +38 (099) 754-90-59, e-mail: skrypkasumy@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0499-4597
[4] Факультет інформаційних технологій та механічної інженерії, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (097) 279-76-38, e-mail: igor.danilenko.333@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-1055-1503

Анотація. ***Постановка проблеми***. Високий рівень витрат, енергоємності та ресурсомісткості у галузі будівництва зумовлює проведення досліджень, спрямованих на підвищення економічної, соціальної та екологічної результативності процесів будівництва з позиції сучасних трендів інноваційного розвитку в руслі Industry 4.0. Особливо актуальними вважаються дослідження, адаптовані до умов національної економіки. ***Мета статті*** – дослідження напрямів розвитку технологій у будівельній сфері, зокрема, технології 3D-друку, визначення еколого-економічних переваг переходу на 3D-друк будівельних об'єктів у руслі Industry 4.0. ***Результати***. Проведено дослідження напрямів розвитку технології 3D-друку, представлено та охарактеризовано види 3D-принтерів. Зроблено акцент на необхідності та перевагах оцінки та сертифікації енергоефективності будівель. Розглянуто переваги 3D-друку, до яких можна віднести поліпшення таких параметрів як екологічність, швидкість та доступність будівництва. Проведено оцінювання прибутковості та строку окупності організації будівельного бізнесу, що використовує 3D-принтинг як основний засіб будівництва. Встановлено, що питомі витрати на 1м^2 3D-будівництва в умовах України складуть близько 4 тис. грн, а строк окупності інноваційного будівельного бізнесу на основі 3D-принтингу складає менше року. ***Наукова новизна і практична значимість.*** Уперше здійснено економічне оцінювання організації будівельного бізнесу, що використовує 3D-принтинг як основний засіб будівництва, в умовах економіки України. Результати дослідження будуть корисними для представників бізнесу у сфері будівництва, а також можуть бути використані для підготовки фахівців для будівельної галузі.

Ключові слова: *3D-друк; будівельна галузь; витрати; результативність; енергоефективність; Industry 4.0; технологія*

ECOLOGICAL AND ECONOMIC BENEFITS OF THE TRANSITION TO 3D PRINTING OF BUILDINGS IN THE ROUTE OF INDUSTRY 4.0[1]

SHATOV S.V.[1*], *Dr. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.,*

[1] Статтю було підготовлено в рамках науково-дослідної роботи «Фундаментальні основи фазового переходу до адитивної економіки: від проривних технологій до інституційної соціологізації рішень». Публікація містить результати досліджень, проведених в рамках грантів Жана Моне (рівень кафедри) «Законодавчий, екологічний та соціальний перехід ЄС до сестейнового суспільства в межах Індустрій 4.0 та 5.0» (619997-EPP-1-2020-1-UA-EPPJMO-CHAIR) та «Економічна політика ЄС та громадянське суспільство» (619878-EPP-1-2020-1-UA-EPPJMO-CHAIR).

MATSENKO O.M.[2], *Cand. Sc. (Economic), Assoc. Prof.,*
SKRYPKA Yev.O.[3], *Stud.,*
DANYLENKO I.O.[4], *Stud.*

[1*] Department build and road wave, Prydniprovska State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-A, Chernyshevskoho Str., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (056) 756-33-47, e-mail: shatov.sv@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-1697-2547
[2] Department of Economics, Entrepreneurship and Business Administration, Sumy State University, 2, Rymskogo-Korsakova Str., 40007, Sumy, Ukraine, tel. +38 (066) 921-55-91, e-mail: amatsenko@econ.sumdu.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-1806-2811
[3] Oleg Balatskyi Academic and Research Institute of Finance, Economics and Management, Sumy State University, 2, Rymskoho-Korsakova Str., 40007, Sumy, Ukraine, tel. +38 (099) 754-90-59, e-mail: skrypkasumy@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0499-4597
[4] Faculty of Information Technologies and Mechanical Engineering, Prydniprovska State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-A, Chernyshevskoho Str., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (097) 279-76-38, e - mail: igor.danilenko.333@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-1055-1503

Abstract. ***Problem statement.*** The high level of costs, energy and resource intensity in the field of construction leads to research aimed at improving the economic, social and environmental performance of construction processes from the standpoint of current trends in innovation in line with Industry 4.0. Especially relevant are studies adapted to the conditions of the national economy. ***The purpose of the article*** is to research of directions of development of technologies in the construction sphere, in particular technologies of 3D-printing, definition of ecological and economic advantages of transition to 3D-printing of construction objects in line with Industry 4.0. ***Results***. The research of directions of development of 3D-printing technology is carried out, the types of 3D-printers are presented and characterized. Emphasis is placed on the need and benefits of assessment and certification of energy efficiency of buildings. The advantages of 3D printing are considered, which include the improvement of such parameters as environmental friendliness, speed and accessibility of construction. An assessment of the profitability and payback period of the construction business organization, which uses 3D-printing as the primary means of construction. It is established that the specific costs per 1m2 of 3D-construction in Ukraine will be about 4 thousand UAH, and the payback period of innovative construction business based on 3D-printing is less than a year. ***Scientific novelty and practical significance***. For the first, an economic assessment of the construction business organization uses 3D printing as the primary means of construction, in the Ukrainian economy. The results of the study will be useful for business representatives in the field of construction, and can also be used in the training of specialists for the construction industry.

Keywords: *3D printing; construction industry; costs; efficiency; energy efficiency; Industry 4.0; technology*

Постановка проблеми. У процесі будівництва відбувається перетворення сировини, використовується енергія, витрачається праця, час, але, разом із тим, здійснюється й негативний вплив на навколишнє середовище. Будівельна галузь характеризується як витратоємка та безперервно потребує споживання природних ресурсів і генерує чималий обсяг відходів, здійснює негативний вплив на людський капітал [1] через важку інтенсивну працю. Особливо через виробництво значних обсягів бетону будівельна галузь забруднює атмосферне повітря викидами пилу та CO_2.

Таким чином, у разі переходу до Industry 4.0 [2–4] будівельна галузь потребує трансформації і модернізації, в основі яких має бути технологія автоматизованого будівництва за допомогою 3D-друку [5; 6].

Аналіз публікацій. Дослідженню еколого-економічної ефективності 3D-друку в будівництві приділяли увагу як зарубіжні, так і вітчизняні науковці, зокрема, Б. Хошневис, Р. Даттон, І. Агусти-Хуан, Ф. Мюллер, Н. Хак, Т. Ванглер, Г. Хаберт, Д. Лоук, Е. Дини, А. Перро, Г. О. Андрощук, Д. Вегер, К. Гелен, Б. Дилленбургер, О. В. Кисіль, М. В. Савицький, які вивчали переваги 3D-друку в будівництві великих конструкцій, проводили дослідження складу бетону для 3D-друку та проблеми його використання, здійснювали еколого-економічне оцінювання життєвого циклу матеріалів для друку.

Проте недостатньо розкритими залишаються питання практичного впровадження технології 3D-друку в економіку будівництва, еколого-економічного оцінювання впливу цієї технології на навколишнє середовище.

Окремі аспекти менеджменту енергоефективності у будівництві досліджені нами раніше [7]. Загалом, питання 3D-друку до цього часу залишається актуальним та потребує подальшого вивчення, особливо в руслі реальних проблем будівельної галузі України.

Мета статті – дослідити еколого-економічні переваги використання 3D-друку в будівельній галузі України, провести порівняльний економічний аналіз між звичайним (стандартним) будівництвом та будівництвом за допомогою 3D-принтерів з урахуванням їх екологічності. Проведене дослідження має слугувати основою для підвищення еколого-економічної ефективності діяльності вітчизняних будівельних організацій, підвищення якості людського капіталу.

Результати дослідження. На разі галузь будівництва України можна охарактеризувати як таку, що поступово розвивається. Характерна особливість цього процесу – постійне удосконалення технологій, матеріалів та устаткування зведення будівель. Для успішного ведення бізнесу в будівельній сфері необхідно оптимізувати такі параметри як швидкість зведення будівель та якість виконаних робіт. Ці параметри результативності будівельної компанії допомагають їй забезпечувати високий рівень конкурентоспроможності.

Таблиця 1

Індекси виробленої будівельної продукції (до відповідного періоду попереднього року) [8]

Рік	2015	2016	2017	2018	2019
Будівлі	87,5	117,5	126,4	108,6	123,4
житлові	91,7	120,8	121,5	103,5	119,4
нежитлові	98,9	117,8	116,3	100,9	103,7
інженерні споруди	85,8	123,7	126,1	105,7	133,7

Однак на сьогоднішній день у галузі будівництва назріває кризовий стан. Зважаючи на те, що у 2019 р. спостерігалося зростання за всіма видами будівництва порівнянно з 2018 р. (табл. 1), а середня заробітна плата на будівельному майданчику в цілому по Україні станом на листопад становила 9 554 грн, заборгованість із виплати заробітної плати працівникам будівельної галузі становила 63,7 млн грн. Загальна заборгованість порівнянно з 01.01.2019 р. зменшилась на 8 млн 436 тис. грн (11,7 %) [8].

Позитивна динаміка приведених індексів (табл. 1) базується на традиційних технологіях будівництва, які на сучасному технологічному етапі розвитку людства можна вважати застарілими та такими, що потребують великих капіталовкладень для зведення житла.

До того ж, проблему перспективного зростання будівельної галузі загострює той факт, що будівельні компанії під час зведення будівель не приділяють належної уваги їх енергоефективності. Це зумовлює недоотримання можливої доданої вартості на ринку нерухомості будівельними компаніями та можливої доданої цінності власниками житла, які ще й зазнають значних поточних фінансових втрат. Адже більшість новозведених будинків в Україні не мають сертифіката енергоефективності. Забудовни-ків не цікавить, скільки коштів витрачається марно на опалення та вентиляцію будинку, а покупці нерухомості не можуть зорієнтуватися в тому, скільки коштів їм доведеться сплати за комунальні послуги у майбутніх періодах.

У країнах ЄС ці питання вже врегульовані відповідними законами. З появою директиви EPBD енергетична сертифікація будівель у країнах ЄС стала обов'язковою, а оцінювання енергоефективності будівель стало обов’язковим для проектувальників. У таких країнах як Бельгія, Австрія, Німеччина та Іспанія розрахунки енергоефективності житлових споруд проводять лише ліцензовані фахівці, за спеціальними класами ефективності. Клас енерго-ефективності фіксується в технічному паспорті будівлі та дає чітке розуміння про рівень енергоспоживання будинку. Наочний приклад класів енергетичної ефективності показують австрійські нормативи вимог (табл. 2), які умовно можна поділити на п'ять категорій.

Наведені в таблиці 2 класи енергоефективності можна взяти за основу для сертифікації будинків в Україні.

Відсутність маркування класів енергетичної ефективності будівель та при цьому їх висока вартість на тлі пандемії та фінансової кризи в Україні змушує пересічних громадян все частіше відмовлятися від придбання нерухомості, що в перспективі може спричинити швидкий занепад будівельної галузі. Так, за даними Державної служби статистики України, внесок будівельної галузі у ВВП у 2019 році склав лише 2,3 %. Для порівняння, цей показник у Словаччині становить 7,9 %, Польщі – 7,7 %, Швеції – 6,8 %, Румунії – 6,1 % [9]. Тож, як бачимо, будівельна галузь України має значний потенціал та широкі можливості у розвитку.

Таблиця 2

Маркування класів енергетичної ефективності будівель в Австрії

Клас енерго-ефектив-ності	Енергоспожи-вання, кВт·год/м^2	Характеристика
A++ A+	не більше 10...15	стандарт пасивного будинку
A	не більше 25	будинок з ультра низьким енергоспоживанням
B	не більше 50	будинок з низьким енергоспоживанням
C	не більше 100	будинок, що відповідає будівельним нормам і правилам
D E F G	150...250 і більше	старі будівлі, які не пройшли санацію

Сьогодні провідні будівельні компанії світу мають можливості зводити житлові будинки за декілька днів і вже не приховують технологій будівництва та навіть діляться ними. Так, останніми роками стрімкими темпами почала набирати обертів технологія 3D-друку житлових будинків.

Технологія 3D-друку починає широко використовуватися не лише у будівництві, а й в інших сферах, включаючи енергетику, біотехнології, медичні пристрої тощо.

У будівництві як основний компонент для 3D-друку можна використовувати целюлозу – стійку і практично невичерпну полімерну сировину, потенціал для задоволення зростаючого попиту на екологічно чисті продукти. Целюлозні волокна мають переваги, зумовлені широкою доступністю, низькою вартістю та високою гнучкістю [10].

На разі існують два підходи до будівництва за допомогою 3D-принтерів. За першим принтер розташований на будівельному майданчику і процес зведення відбувається пошаровим нанесенням бетонної суміші відповідно до проекту. А за другим - об’ємні елементи друкуються в заводських умовах і доставляються на майданчик, де монтуються традиційними методами будівництва [11].

Також є дві основні відмінності будівельного 3D-принтера від аналогів, які застосовуються в інших галузях.

По-перше, розміри тривимірного будівельного принтера можуть коливатися, залежно від масштабу об'єкта будівництва, і бути порівняними з розміром невеликого вантажного автомобіля або досягати габаритів потужного автокрана.

По-друге, в будівельному 3D-принтері як основний матеріал використовується бетонна пластична суміш, подачу якої забезпечує головка принтера. За допомогою високоточної роботи цієї головки – головної деталі принтера – зводяться різного роду елементи: фундаменти, стіни, сходи, технологічні отвори для інженерних комунікацій [12].

Самі будівельні 3D-принтери відрізняються своїми конструкціями та методами зведення стін. Найбільш поширеними принтерами стали конструкції з двома та чотирма опорами (рис.), так звані козлові принтери. Таке обладнання дозволяє створювати архітектурні форми та елементи конструкцій для їх подальшого складання на місці, або дозволяє друкувати будівлю в цілому на будівельному майданчику. Висота та розміри будівлі для друку залежать від технічних характеристик принтера, що використовується.

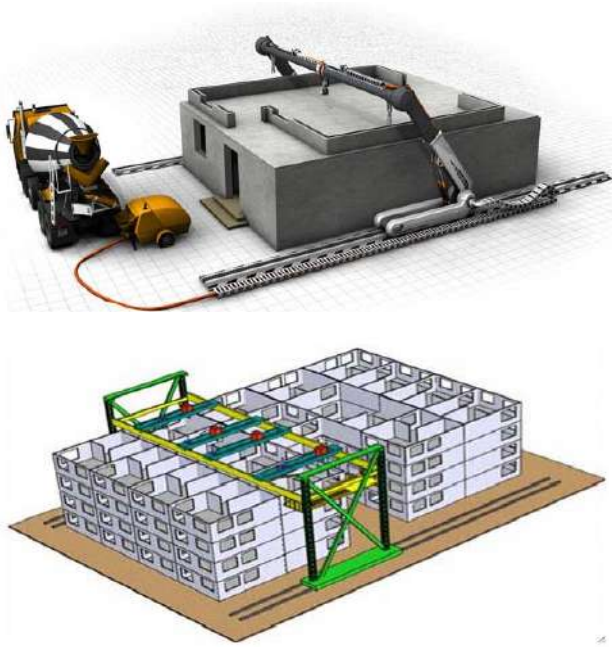


Рис. Конструкції 3D-принтерів із двома та чотирма опорами

Різні принтери для 3D-друку будівель працюють із різними будівельними матеріалами та на різному програмному забезпеченні. Однак принцип роботи у них дуже схожий: екструдер видавлює швидкотвердну речовину, як правило, це бетонна суміш із різними добавками. Кожен наступний шар наноситься на попередній, завдяки чому утворюється вертикальна структура.

Накладені один на один шари ущільнюються, тим самим збільшуючи здатність витримувати наступні шари бетонної суміші, а, отже, і всю вагу конструкції. Для зміцнення конструкції виконується її армування, яке може бути як вертикальним, так і горизонтальним. Горизонтальний арматурний пояс прокладається між шарами, вертикальний арматурний монтаж встановлюється в кінці затвердіння складу, а потім заливається бетоном.

До переваг 3D-друку можна віднести поліпшення таких параметрів:

1) *Екологічність.* За допомогою 3D-друку можна зводити будівлі з екологічно чистих матеріалів. Більше того, деякі 3D-принтери використовують сонячну енергію для спорудження будинків і викидають дуже мало CO_2.

2) *Швидкість.* На основі 3D-друку вдалося звести будинок площею 38 м^2 лише за 24 години машинного часу, інші роботи – установка, покрівля, встановлення вікон, внутрішня і зовнішня обробка – близько трьох тижнів.

У результаті було побудовано повноцінний одноповерховий будинок із вітальнею, кухнею, санвузлом, системами опалення та електропостачанням. Бетонна суміш, з якої зроблений будинок, може служити до 175 років [13].

3) *Доступність.* 3D-принтери для зведення будинків можуть бути використані для реалізації програми «Доступне житло», для надання допомоги малозабезпеченим людям або постраждалим у результаті стихійних лих.

Собівартість «друкованого» будинку під ключ площею 38 м^2, за даними компанії Apis Cor, складає 8 115 дол. США, або 218 дол. США/м^2. Для порівняння, за традиційної технології будівництва тільки на будівельно-монтажні роботи для звичайного таунхаусу піде 396 дол. США/м^2, а з урахуванням вартості дизайну, чорнової обробки, інженерії та ін. – до 464,83 дол. США/м^2. Тобто 3D-друк будівель удвічі вигідніший за традиційну технологію їх зведення [14].

У таблиці 3 гаведено SWOT-аналіз та розрахунок витрат на створення та діяльність будівельної компанії, котра як основний засіб будівництва використовує 3D-принтер.

SWOT-аналіз наочно демонструє всі переваги та недоліки використання 3D-принтера в будівництві. Перелік переваг вказує на доцільність оцінити основні фінансові показники використання 3D-друку будівельною компанією.

У таблиці 4 наведено необхідний штат працівників для оптимальної роботи та обслуговування 3D-друку, а також їх заробітна плата.

Таблиця 3

SWOT-аналіз використання 3D-принтера

Сильні сторони	Слабкі сторони
Порівняно просто керувати будівництвом об'єкта. Залучення меншої кількості працівників. Відносно низька вартість зведення житла. Висока швидкість зведення. Довговічність надрукованої будівлі. Будівництво не прив'язане до певних геометричних та архітектурних норм.	Друк будинків обмеженої площі. Постійний контроль оператора. Відносно висока вартість принтера. Друк будинків за низьких температур тягне за собою збільшення витрат на будівництво.
Можливості	**Загрози**
Можливість будувати високоповерхові будівлі. Можливість друку будинків з екологічних матеріалів.	У разі збою програми або хакерської атаки може зупинитися будівництво на невизначений строк, що тягне за собою значні збитки для компанії.

Таблиця 4

Визначення витрат на заробітну плату будівельної компанії, яка експлуатує 3D-принтер

Персонал	Кількість робітників, осіб	Щомісячні витрати на заробітну плату, грн
Директор	1	12 500
Оператор-механік	2	30 000
Водій	1	9 000
Охоронець	1	7 000
У цілому	5	58 500

Далі необхідно визначити одноразові витрати на організацію компанії (табл. 5).

Таблиця 5

Початкові інвестиції для відкриття будівельного бізнесу на основі 3D-принтингу

Стаття витрат	Сума інвестицій, тис. грн
Реєстрація компанії	50
Створення сайту	10
Придбання 3D-принтера та обладнання	616
Автомобіль для перевезення принтера	200
Інші витрати	25
Разом	901

Більшу частину витрат на відкриття будівельного бізнесу складе придбання 3D-принтера та автомобіля для перевезення.

Оцінимо орієнтовні місячні поточні витрати (табл. 6) на зведення одноповерхового будинку площею в 100 м^2 за 1 місяць 3D-принтером Vector 110-110-2 3D.

Таблиця 6

Поточні витрати будівельної компанії на місяць, тис. грн

Стаття витрат	Оцінка	Сума
Заробітна плата	58,5	58,5
Будівельний матеріал для 3D-друку: екологічний бетон (3 грн/кг) та армувальна сітка (50 тис. грн)	Для коробки будинку з перекриттям у 100 м^2 необхідно 68 т бетону (3*68 + 50)	254,0
Податок за 3-ю групою ФОП (5 % від доходу)	50,0	50,0
Електроенергія для живлення принтера та допоміжного обладнання	12,5 кВт*год× ×24 год× 1,68 грн/кВт*год× ×30 днів	15,12
Інші витрати	15,0	15,0
Усього		392,62

З урахуванням поточних витрат та середньої рентабельності близько 25 % річний прибуток компанії, що використовує 3D-принтер, складе 1 178 тис. грн. Строк окупності інвестицій в бізнес складе не більше 10 місяців.

Соціальний ефект друкованих будинків - доступ до комфортабельних та дешевих помешкань. Економічний ефект – це зменшення витрат на будівництво, економія коштів на утримання будинку.

Висновки. 3D-друк будівель має значні перспективи для розвитку будівельної галузі України. Для забудовників ця технологія стане новим методом швидкого та дешевого зведення будівель. Раніше подібна швидкість будівництва могла досягатися лише завдяки збільшенню чисельності працюючих робітників на об'єкті, що, у свою чергу, зумовлювало збільшення вартості будинку.

За нашими підрахунками, питомі витрати на 1 м^2 3D-будівництва складуть в Україні близько 4 тис. грн.

Із розвитком технології 3D-друку швидкість і якість будівництва – зростати. витрати на неї будуть знижуватися, а

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Tarkhov P. V., Matsenko A. M., Krugliak,A. P., Derkach Z. V. Provision of integrity and reliability in hygienic examination of investment projects for human capital development. *Гигиена и санитария*. 2012. № 5. Pp. 91–94. URL: https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/74619

2. Мельник Л. Г. , Маценко А. М., Дегтярева И. Б., Кубатко А. В. Промышленные революции : учеб. пособ. Сумы : ИТД «Университетская книга», 2017. 160 с. URL: https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/74779

3. Melnyk L., Matsenko O., Dehtyarova I., Derykolenko O. The formation of the digital society : social and humanitarian aspects. *Digital economy and digital society*. T. Nestorenko & M. Wierzbik-Strońska (Ed.). Katowice : Katowice School of Technology, 2019. Pp. 71–77. URL: http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/74570

4. Мельник Л. Г. та ін. Позитивні ефекти проривних технологій. Проривні технології в економіці і бізнесі (досвід ЄС та практика України у світлі III, IV і V промислових революцій) : навч. посіб.; за ред. Л. Г. Мельника та Б. Л. Ковальова. Суми : Сумський державний університет, 2020. С. 18–23. URL: https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/80619

5. Архітектурно-конструктивно-технологічна система 3D-друку будівельних об'єктів : колективна монографія. За заг. ред. М. В. Савицького. Дніпро : ФОП Удовиченко О. М., 2019. 233 с.

6. Savytskyi N. V., Shatov S. V., Ozhyshchenko O. A. 3D-printing of build objects. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. 2016. № 3. С. 18–26.

7. Дериколенко О. М., Маценко О. М., Скрипка Є. О. Економічні основи формування менеджменту енергоефективності житлового сектору. *Сучасні тренди розвитку урбанізованих територій* : матер. міжнар. наук.-практ. конф., 22–24 травня 2019 р. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. С. 93–94. URL: https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/80407

8. Розвиток будівельної галузі та детінізація ринку праці у будівництві. URL: https://www.minregion.gov.ua/press/news/rozvitok-budivelnoyi-galuzi-ta-detinizatsiya-rinku-pratsi-u-budivnitstv

9. Державна служба статистики. URL: http://www.ukrstat.gov.ua

10. Мельник Л. Г., Маценко О. М. Інноваційний досвід підприємств у сфері енергозбереження : енергетика, будівництво, транспорт, агровиробництво. Управління енергоспоживанням: промисловість і соціальна сфера : монографія. Під заг. редакцією О. М. Теліженка та М. І. Сотника. Суми : видавничо-виробниче підприємство «Мрія-1», 2018. С. 106–140. URL: https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/77293

11. Dai L., Cheng T., Duan C. та ін. 3D-printing using plant-derived cellulose and its derivatives : a review. Elsevier Ltd, 2019. Pp. 71–86. URL: https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.09.027

12. Андрійчук О. В., Оласюк П. Я. Застосування технології 3D-друку в будівництві. *Сучасні технології та методи розрахунку в будівництві.* 2015. Вип. 3. С. 11–18.

13. Про застосування 3D технологій у будівництві. URL: http://www.n-zodchie.com/ua/articles/pro-zastosuvannya-3d-tehnologiy-u-budivnyitstvi.html

14. Левинская А. Стройка 3D. URL: https://www.rbc.ru/magazine/2017/06/592567559a7947e1bb4b7ea9

REFERENCES

1. Tarkhov P.V., Matsenko A.M., Krugliak A.P. and Derkach Z.V. Provision of integrity and reliability in hygienic examination of investment projects for human capital development. *Gigiena i sanitariia* [Hygiene and sanitation]. 2012, 5, pp. 91–94. (in Russian). URL: https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/74619

2. Melnyk L.H., Matsenko A.M., Dehtyarova I.B. and Kubatko A.V. *Promyishlennyie revolyutsii* [Industrial revolutions]. Textbook. Sumy : "Universitetskaya kniga", 2017, 160 p. (in Russian). URL: https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/74779

3. Melnyk L., Matsenko O., Dehtyarova I. and Derykolenko O. The formation of the digital society : social and humanitarian aspects. Digital economy and digital society. T. Nestorenko & M. Wierzbik-Strońska (Ed.). Katowice : Katowice School of Technology, 2019, pp. 71–77. URL: http://essuir.sumdu.edu.ua/ handle/123456789/74570

4. Melnyk L.H. ana oth. *Pozytyvni efekty proryvnykh tekhnolohiy. Proryvni tekhnolohiyi v ekonomitsi i biznesi (dosvid YES ta praktyka Ukrayiny u svitli III, IV i V promyslovykh revolyutsiy)* [Positive effects of breakthrough technologies. Breakthrough technologies in economics and business (EU experience and practice of Ukraine in the light of III, IV and V industrial revolutions)]. Textbook. Ed. by L.H. Melnyk and B.L. Kovalov. Sumy : Sumy State University, 2020, pp. 18–23. (in Ukrainian). URL: https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/80619

5. *Architekturno-constructivno-technologishna sistema 3D-druku budivelnich obektiv: Colektivna monografiya* [Architectural-constructive-technological system of 3D-printing of construction objects: collective monograph]. Edited by Savytskyi M.V. Dnipro : FOP Udovichenko O. M., 2019, 233 p. (in Ukrainian)

6. Savytskyi N.V., Shatov S.V. and Ozhyshchenko O.A. 3D-printing of build objects. *Visnyk Pridneprovskoy*

dergavnoy akademiy stroitelstva i architectury [Bulletin of Prydniprovska State Academy of Civil Engineering and Architecture]. 2016, no. 3, pp. 18–26.

7. Derykolenko O.M., Matsenko O.M. and Skrypka Ye.O. *Ekonomichni osnovy formuvannia menedzhmentu enerhoefektyvnosti zhytlovoho sektoru* [Economic bases of energy efficiency management of the housing sector]. *Suchasni trendy rozvytku urbanizovanykh terytorii* [Current trends in the development of urban areas]. Materials intern. scientific-practical conf., May 22−24, 2019, Kharkiv : O.M. Beketov NUUE, 2019, pp. 93–94. (in Ukrainian). URL: https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/80407

8. *Rozvytok budivelnoi haluzi ta detinizatsiia rynku pratsi u budivnytstvi* [Development of the construction industry and de-shadowing of the labor market in construction]. (in Ukrainian) URL: https://www.minregion.gov.ua/press/news/rozvitok-budivelnoyi-galuzi-ta-detinizatsiya-rinku-pratsi-u-budivnitstvi

9. *Derzhavna sluzhba statystyky* [State Statistics Service of Ukraine]. URL: http://www.ukrstat.gov.ua

10. Melnyk L.H. and Matsenko O.M. *Innovatsiinyi dosvid pidpryiemstv u sferi enerhozberezhennia: enerhetyka, budivnytstvo, transport, ahrovyrobnytstvo* [Innovative experience of enterprises in the field of energy saving: energy, construction, transport, agricultural production]. *Upravlinnia enerhospozhyvanniam : promyslovist i sotsialna sfera* [Energy management : industry and social sphere]. Monograph. Ed. by O.M. Telizhenko and M.I. Sotnyk. Sumy : Publishing and Production Enterprise "Mriya-1", 2018, pp. 106–140. (in Ukrainian). URL: https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/77293

11. Dai L., Cheng T., Duan C. and oth. 3D printing using plant-derived cellulose and its derivatives: a review. Elsevier Ltd, 2019, pp. 71–86. URL: https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.09.027

12. Andriichuk O.V. and Olasiuk P.Ya. *Zastosuvannia Tekhnolohii 3D-Druku V Budivnytstvi* [Application of 3D printing technology in construction]. *Suchasni tekhnolohii ta metody rozrakhunku v budivnytstvi* [Modern technologies and methods of calculation in construction]. 2015, iss. 3, pp. 11–18. (in Ukrainian).

13. *Pro zastosuvannia 3D tekhnolohii u budivnytstvi* [About application of 3D technologies in construction] (in Ukrainian). URL: http://www.n-zodchie.com/ua/articles/pro-zastosuvannya-3d-tehnologiy-u-budivnyitstvi.html

14. Levinskaya A. *Stroyka 3D* [Building 3D]. (in Russian). URL: https://www.rbc.ru/magazine/2017/06/592567559a7947e1bb4b7ea9

Надійшла до редакції: 22.01.2021

АКАДЕМІЧНА ДОБРОЧЕСНІСТЬ

УДК 37.087
DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.230221.132.728

РЕАЛІЗАЦІЯ НОРМАТИВНО-ПРАВОВИХ ЗАСАД АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ У ПДАБА: ЗДОБУТКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

ЄВСЄЄВА Г. П.[1*], *докт. наук з держ. упр., проф.,*
САВИЦЬКИЙ М. В.[2], *докт. техн. наук, проф.*

[1*] Кафедра українознавства, документознавства та інформаційної діяльності, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 46-94-98, e-mail: yevsieieva.halyna@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-9207-6333
[2] Кафедра залізобетонних та кам'яних конструкцій, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 47-02-98, e-mail: sav15@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-0002-0003

Анотація. ***Постановка проблеми***. В умовах сучасного розвитку суспільства все частіше стає актуальною необхідність підвищення якості підготовки висококваліфікованих і конкурентоспроможних кадрів, що не тільки володіють глибокими фундаментальними знаннями, а й здатні самостійно і творчо виконувати професійні завдання, усвідомлювати особистісну і суспільну значимість професійної діяльності, можуть нести відповідальність за її результати та бути доброчесними у своїх діяннях. Запит українського суспільства на відповідального та доброчесного фахівця, якого готують (виховують) в освітянських закладах України, спричинив зміни українського освітянського законодавства. Відповідно до ст. 42 Закону України «Про освіту», прийнятого у 2017 році, вперше в нормативно-правовий обіг держави введено поняття «академічна доброчесність». ***Актуальність досліджуваної теми*** полягає у тому, що інтеграційні зміни в суспільному житті України, викликані підписанням Угоди з ЄС, зумовили суттєві зміни в українському законодавстві, яке стосується освіти. Новий Закон України «Про освіту», який містить нові вимоги до стандартів освіти, зокрема, у межах ст. 42 цього Закону. На нашу думку, цікавим видається аналіз поняття «академічна доброчесність» та нормативно-правові документи щодо реалізації цієї статті у ЗВО. ***Мета статті*** – проаналізувати нормативно-правові документи реалізації питань академічної доброчесності у закладах вищої освіти у Придніпровській академії будівництва та архітектури. ***Висновки.*** ЗВО, зокрема і ПДАБА, успішно прийняли нормативно-правові документи щодо академічної доброчесності відповідно до вимог українського законодавства та просуваються далі у напрямку реалізації основних принципів академічної доброчесності, розробляючи механізми впровадження.

Ключові слова: *академічна доброчесність; Закон «Про освіту»; нормативно-правове забезпечення; нормативно-правове регулювання*

IMPLEMENTATION OF REGULATORY AND LEGAL PRINCIPLES OF ACADEMIC INTEGRITY IN PSACEA: ACHIEVEMENTS AND PROSPECTS

YEVSIEIEVA H. P.[1*], *Dr. Sc. (Publ. Admin.), Prof.,*
SAVYTSKYI M.V.[2], *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*

[1*] Department of Ukrainian Studies, Documentation and Information Activity, Prydniprovska State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine, tel.: +38 (0562) 46-94-98, e-mail: evseeva@i.ua, ORCID ID: 0000-0001-9207-6333
[2] Department of Reinforced-Concrete and Stoune Constructions, Prydniprovska State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-A, Chernyshevskoho Str., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 47-02-98, e-mail: sav15@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-0002-0003

Abstract. In the modern development of society the need to improve the quality of training of highly qualified and competitive personnel with not only broad fundamental knowledge, but also able to independently and creatively solve professional problems, realize the personal and social significance of professional activity, can be responsible for its results. and be honest in their actions becomes more urgent. The demand of the Ukrainian society for a responsible and

virtuous specialist, who is trained (educated) in educational institutions of Ukraine, has led to changes in Ukrainian educational legislation. In accordance with Article 42 of the Law of Ukraine "On Education", adopted in 2017, for the first time in the legal circulation of the state introduced the concept of "academic integrity". ***The relevance of the research topic*** is that the integration changes in the public life of Ukraine, which are caused by the signing of the Agreement with the EU, have led to significant changes in Ukrainian legislation relating to education. The new Law of Ukraine "On Education", which contains new requirements for educational standards, in particular, within the framework of Article 42 of this Law. In our opinion, the analysis of the concept of "academic integrity" and regulatory documents on the implementation of this article in the Free Economic Zone seem interesting. ***The purpose of the article***. Analyze the legal documents for the implementation of issues of academic integrity in higher education institutions, in particular in the Dnieper Academy of Civil Engineering and Architecture. ***Conclusions***. The Free Economic Zone, in particular the Dnieper State Academy of Civil Engineering and Architecture, has successfully adopted legal documents on academic integrity in accordance with Ukrainian legislation and is moving forward to implement the basic principles of academic integrity by developing implementation mechanisms.

Keywords: *academic integrity; law "On education"; normative-legal maintenance; normative-legal regulation*

Постановка проблеми. В умовах сучасного розвитку суспільства все частіше стає актуальною необхідність підвищення якості підготовки висококваліфікованих і конкурентоспроможних кадрів, що не тільки володіють глибокими фундаментальними знаннями, а й здатні самостійно і творчо виконувати професійні завдання, усвідомлювати особистісну і суспільну значимість професійної діяльності, можуть нести відповідальність за її результати та бути доброчесними у своїх діяннях. Запит українського суспільства на відповідального та доброчесного фахівця, якого готують (виховують) в освітянських закладах України, спричинив зміни українського освітянського законодавства. Відповідно до ст. 42 Закону України «Про освіту», прийнятого у 2017 році, вперше в нормативно-правовий обіг держави введено поняття «академічна доброчесність».

Актуальність досліджуваної теми полягає в тому, що інтеграційні зміни в суспільному житті України, викликані підписанням Угоди з ЄС, зумовили суттєві зміни в українському законодавстві, яке стосується освіти. Новий Закон України «Про освіту» [19], який містить нові вимоги до стандартів освіти, зокрема, у межах ст. 42 цього Закону. На нашу думку, цікавим видається аналіз поняття «академічна доброчесність» та нормативно-правові документи щодо реалізації цієї статті у ЗВО.

Аналіз досліджень. Проблемні питання академічної доброчесності та її нормативно-правового регулювання на теренах української освіти досліджують чимало науковців, зокрема, М. Дойчик [2], О. Кульчицька [6], Р. Мельник [7], Г. Ульянова [22], О. Харитонова [23] та ін. Підтверджують небайдуже ставлення українських освітян-науковців до проблем та викликів, пов'язаних з академічною доброчесністю, численні науково-практичні конференції, закордонні стажування тощо [1].

Мета статті. – Проаналізувати нормативно-правові документи реалізації питань академічної доброчесності у закладах вищої освіти, зокрема, у Придніпровській академії будівництва та архітектури.

Виклад основного матеріалу. Порушення питань академічної доброчесності, залучення цього поняття до законодавчої бази України, на думку більшості науковців, що досліджують окреслену тему [20], спричинили чимало факторів, серед яких слід зазначити такі:

1. Загальна криза суспільства, що характеризується толерантністю до правового нігілізму, корупції, численних порушень законодавства й етичних норм.

2. Сформована керівниками держави загальноукраїнська суспільна психологія «какая разніца», яка стала основною причиною байдужості у ставленні до численних порушень законодавства й етичних норм.

3. Відірваність вищої освіти і науки від світової наукової та освітньої спільноти, потреб суспільства, економіки та ринку праці. Орієнтація вищої освіти на кількісні показники («вал»), папери, дипломи тощо, а

не на якість, конкурентоздатність, корисність для суспільства тощо.

4. Проблеми законодавства. Насамперед, норма чинного Закону України «Про наукову і науково-технічну діяльність» (ст. 1, п. 22), за якою «науковий результат може бути у формі звіту, опублікованої наукової статті, наукової доповіді, наукового повідомлення про науково-дослідницьку роботу, монографічного дослідження, наукового відкриття, проекту нормативно-правового акта, нормативного документа або науково-методичних документів, підготовка яких потребує проведення відповідних наукових досліджень або містить наукову складову тощо» [18]. Ця норма існує принаймні з 1991 року і є підставою для створення систем оцінювання наукової діяльності науковців, закладів вищої освіти та наукових установ за формальними кількісними показниками (кількість публікацій, кількість аркушів), а не за рівнем, якістю і впливом результатів досліджень.

5. Низький рівень фінансування закладів вищої освіти і як наслідок обмежене планування часу викладача. Відсутність у навантаженні індивідуальної роботи зі студентом, часу для перевірки письмових робіт, що власне зумовлює зниження якості навчання.

6. Відсутність законодавчо встановлених вимог і усталених процедур оцінювання наукових та навчальних робіт на предмет наявності академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації та інших порушень академічної доброчесності.

7. Внутрішня демотивація викладачів і науковців до дотримання принципів академічної доброчесності в умовах низьких зарплат, відсутності необхідної для якісних досліджень матеріальної бази, якісного зовнішнього оцінювання та зовнішнього запиту на результати досліджень.

8. Поява нових технологій, що значно полегшують копіювання чужих робіт, підміну результатів експериментальних та емпіричних досліджень комп'ютерним моделюванням та правдоподібними оцінками, редагування графічних, відео- та аудіоматеріалів тощо.

Усі ці проблеми зумовили появу у законодавстві України поняття академічної доброчесності. У законодавчий обіг дефініцію «академічна доброчесність» уведено Законом України «Про освіту». Це поняття визначається законом як «сукупність етичних принципів та визначених законом правил, якими мають керуватися учасники освітнього процесу під час навчання, викладання та провадження наукової (творчої) діяльності з метою забезпечення довіри до результатів навчання та/або наукових (творчих) досягнень» [19]. Хоча Закон відносить академічну доброчесність до категорій етичних вимог, п. 2 ст. 42 цього закону визначає обов'язкове дотримання академічної доброчесності педагогічними, науково-педагогічними та науковими працівниками і трактує як:

- «посилання на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей;
- дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права;
- надання достовірної інформації про методики і результати досліджень, джерела використаної інформації та власну педагогічну (науково-педагогічну, творчу) діяльність;
- контроль за дотриманням академічної доброчесності здобувачами освіти;
- об'єктивне оцінювання результатів навчання» [19].

Також цей закон чітко регулює дотримання академічної доброчесності і здобувачами освіти, передбачаючи (ст. 42, п. 3):

1) «самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей);

2) посилання на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей;

3) дотримання норм законодавства про

авторське право і суміжні права;

4) надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності, використані методики досліджень і джерела інформації» [19].

Частина 4 ст. 42 Закону України «Про освіту» визначає такі основні види порушень академічної доброчесності: академічний плагіат — «оприлюднення (частково або повністю) наукових (творчих) результатів, отриманих іншими особами, як результатів власного дослідження (творчості), та/або відтворення опублікованих текстів (оприлюднених творів мистецтва) інших авторів без зазначення авторства» [19].

Серед дослідників та законодавців існує багато різних визначень академічного плагіату, що зумовлені метою регулювання та традиціями, які існують у різних галузях знань, сферах професійної діяльності та країнах. Зокрема, дещо різними можуть бути визначення у регулюваннях для студентських і наукових робіт, для журналістики і математики, британських та німецьких університетів тощо. Але спільне для всіх визначень приписування собі результатів, отриманих іншими особами.

Дослідники вирізняють такі основні різновиди академічного плагіату:

- дослівне запозичення текстових фрагментів без оформлення їх як цитат із посиланням на джерело (в окремих випадках некоректним вважають навіть використання одного слова без посилання на джерело, якщо це слово використовують в унікальному значенні, наданому цим джерелом);
- використання інформації (факти, ідеї, формули, числові значення тощо) з джерела без посилання на це джерело;
- перефразування тексту джерела у формі, близькій до оригінального тексту, або наведення узагальнення ідей, інтерпретацій чи висновків із певного джерела без посилання на це джерело;
- подання як власних робіт (дисертацій, монографій, навчальних посібників, статей, тез, звітів, контрольних, розрахункових, курсових, дипломних та магістерських робіт, есеїв, рефератів тощо), виконаних на замовлення іншими особами, у тому числі робіт, стосовно яких справжні автори надали згоду на таке використання.

Згідно із Законом України «Про авторське право і суміжні права» [12] (ст. 50, п. В), плагіатом є «оприлюднення (опублікування) повністю або частково чужого твору під іменем особи, яка не є автором цього твору». Але цей закон має на меті захист особистих майнових і немайнових прав суб'єктів авторського права (ст. 3, ч. 2), а не притягнення до відповідальності тих, хто привласнює авторство у випадках, коли не йдеться про інтелектуальну власність. Тому наведене визначення не охоплює всі випадки академічного плагіату. Зокрема, під нього не потрапляє некоректне використання як результатів власної наукової або творчої діяльності чужих ідей, текстів тощо, які не є творами у розумінні зазначеного закону. Це стосується, насамперед, фольклору, офіційних документів органів державної влади, офіційної символіки, деяких видів повідомлень ЗМІ й т. п. (ст. 10) [8].

І все ж їх використання без належних посилань слід розглядати як академічний плагіат. Також проблемним із погляду застосування норм цього закону бачиться захист авторського права на об'єкти наукової чи творчої діяльності, які не опубліковані і не існують в об'єктивній формі (ст. 3, ч. 1) [12], до прикладу, на ідеї, висловлені під час обговорень. Натомість, норми академічної етики передбачають посилання на авторів таких ідей.

Академічний плагіат не варто ототожнювати з порушенням авторського права як різновидом права інтелектуальної власності. Ці порушення перетинаються, але не є тотожними. Захист права інтелектуальної власності спрямований, насамперед, на захист майнових прав авторів чи їх правонаступників. Натомість, норми щодо академічного плагіату спрямовані не на авторів, а на осіб, які порушують академічну доброчесність через ненадання достовірної інформації про авторів певних ідей, текстів, наукових

результатів тощо. Академічний плагіат розглядається як порушення етичних норм академічної спільноти, а порушення авторського права − як правопорушення, відповідальність за яке встановлюється Цивільним кодексом [24].

Вимоги щодо академічної доброчесності передбачають надання коректних посилань на справжніх авторів використовуваних творів, а не на осіб, яким могло бути передане авторське право на них (приміром, правонаступників авторів). Авторське право захищає тих, кому на певний момент часу належать майнові чи немайнові права на твір, і це не обов'язково будуть справжні автори твору. Публікація під власним ім'ям результатів, отриманих іншими особами, з дозволу цих осіб не є порушенням авторського права, але є академічним плагіатом.

Авторське право має обмежений термін дії. Після закінчення цього терміну дії дозволяється використання твору без згоди авторів чи їх правонаступників і без виплати відповідної винагороди, але це не позбавляє необхідності посилатися на авторів. Відсутність належних посилань – основна ознака академічного плагіату.

Академічний плагіат може стосуватися всіх типів джерел, зокрема: текстів, рисунків, архітектурних проектів, математичних виразів та перетворень, програмних кодів тощо. Джерелами академічного плагіату можуть бути опубліковані і неопубліковані книги, статті, брошури, патенти, тези, рукописи, веб-сайти та інші Інтернет-ресурси, роздаткові матеріали для студентів, роботи інших студентів тощо.

Академічний плагіат треба відрізняти від помилок цитування. Найбільш типові помилки цитування такі:

1) відсутність лапок у разі використання текстових фрагментів, що запозичені з інших джерел, за наявності коректного посилання на це джерело;

2) посилання на інше джерело;

3) неправильне оформлення посилання, що ускладнює пошук джерела.

Помилки цитування зазвичай вважають менш суттєвим порушенням академічної доброчесності. Іноді їх розглядають як різновид академічного плагіату. Найчастіше це роблять в інструкціях для студентів, а не в документах, які встановлюють академічну відповідальність. Типове для українських освітян і науковців із деяких галузей знань подання всієї публікації чи її оглядової частини у вигляді набору фрагментів, запозичених з різних джерел. При цьому не завжди ці фрагменти коректно оформлені, навіть якщо вони є прямим цитуванням.

Іноді в таких текстах бувають переплутані посилання. Частими бувають помилки у прізвищах авторів, назвах та вихідних даних видань, що ускладнює чи унеможливлює пошук джерел та їх опрацювання наукометричними системами. Іноді є підстави припускати, що помилки цитування зроблені свідомо для обґрунтування авторитетом наведених джерел ідей, думок, числових даних тощо, яких насправді немає в цих джерелах. Також, «помилки» можуть бути зумовлені намаганням приховати справжні джерела інформації.

Незалежно від того, вважати їх академічним плагіатом чи ні, помилки цитування – це порушення академічної етики, оскільки у сучасних умовах вони, як мінімум, викривлюють наукометричні показники науковців та наукових видань, тим самим порушуючи права справжніх авторів.

В окремих випадках невизначеним залишається питання стосовно необхідності чи відсутності посилання на джерела «загальновідомих» знань. Це поняття неоднозначне і залежить від обставин. Зазвичай під ним розуміють знання, які є в енциклопедіях, підручниках та інших подібних джерелах. Також до загальновідомих зараховують знання, наведені у багатьох (5 та більше) джерелах. Але те, що загальновідомо для представників однієї науки чи професії, може не бути таким для представників інших наук і професій. У прийнятті рішень із цього приводу варто брати до уваги таке:

- для кого призначена публікація (текст) − те, що є «загальновідомим» для автора, може не бути таким для типового читача;
- чи є принципово доступною інформація про першоджерела − іноді можна знайти десятки ідентичних текстів у джерелах, які очевидно не є оригінальними і авторитетними;
- чи є можливість альтернативної атрибуції автора, наприклад, через зазначення його прізвища без зазначення конкретного джерела (при цьому треба мати на увазі, що подібна атрибуція на основі вторинних джерел може виявитися помилковою).

Дискусійним бачиться питання стосовно правильного цитування перекладів. Існує думка, що дослівний переклад треба оформлювати як цитату, а відсутність лапок – це порушення. Але не менш обґрунтована думка, що переклад завжди вносить певні зміни у розуміння тексту. Тому оформлення навіть дослівного перекладу як цитати може надавати читачам викривлену інформацію стосовно позиції автора оригінального тексту. Рішенням проблеми може бути надання вільного перекладу з посиланням на джерело. При цьому грубі помилки перекладу, які викривляють думки авторів оригіналу, все одно можуть розглядатися як самостійні порушення академічної етики. Інші поширені варіанти вирішення цієї проблеми – наведення оригінального тексту поряд з перекладом, або наведення у дужках мовою оригіналу окремих слів, переклад яких неоднозначний.

Ще одне дискусійне питання полягає в оцінюванні як плагіату творів, що складаються із фрагментів творів інших авторів за наявності коректних посилань. Такі праці не можна вважати плагіатом, оскільки вони не містять ключової ознаки − привласнення чужих результатів. Але у більшості випадків (за винятком окремих видів студентських робіт) вони не відповідають установленим вимогам чи завданням, зокрема, стосовно наукової новизни, наявності власних результатів, критичного аналізу джерел тощо. Іноді такі роботи містять ознаки інших порушень академічної доброчесності − обману, фальсифікації та/або фабрикації.

Як різновид академічного плагіату Закон України «Про освіту» визначає самоплагіат − «оприлюднення (частково або повністю) власних раніше опублікованих наукових результатів як нових наукових результатів» [19]. Проблема актуальна тому, що окремі автори наукових публікацій іноді багаторазово відтворюють одні й ті самі наукові результати, при цьому подають їх як нові. Але слід розуміти, що у випадках самоплагіату йдеться не про привласнення чужих результатів, а про некоректне з погляду академічної етики використання раніше опублікованих власних наукових результатів. Це зумовлює специфіку ідентифікації випадків самоплагіату та академічної відповідальності за таке порушення. Головними причинами виокремлення самоплагіату як виду порушень академічної доброчесності постає те, що він:

- знижує довіру суспільства до науки у цілому, а також до наукових результатів окремих осіб та інституцій;
- зумовлює отримання необґрунтованих переваг за фактично невиконану роботу; ці переваги можуть полягати в отриманні додаткового фінансування на проведення досліджень, що фактично не виконувалися, підвищенні наукометричних показників автора тощо;
- може порушувати авторські та суміжні права інших фізичних і юридичних осіб, зокрема, видавців та співавторів.

Типові приклади самоплагіату такі:

- дуплікація публікацій − публікація однієї і тієї самої наукової роботи (цілком або з несуттєвими змінами) в декількох виданнях, а також повторна публікація (цілком або з несуттєвими змінами) раніше оприлюднених статей, монографій, інших наукових праць як нових наукових праць;
- дублювання наукових результатів − публікація одних і тих самих наукових результатів у різних статтях, монографіях, інших наукових працях як нових результатів, які публікуються вперше;
- подання у звітах із виконання

наукових проектів результатів, що містилися у попередніх роботах, як отриманих під час виконання відповідного проекту;

- агрегування чи доповнення даних − суміщення старих і нових даних без їх чіткої ідентифікації з відповідними посиланнями на попередні публікації;

- дезагрегування даних − публікація частини раніше опублікованих даних без посилання на попередню публікацію;

- повторний аналіз раніше опублікованих даних без посилання на попередню публікацію цих даних та раніше виконаного їх аналізу.

Істотна проблема для ідентифікації самоплагіату полягає у некоректному визначенні поняття «науковий результат» у чинному Законі України «Про наукову і науково-технічну діяльність». Аналізуючи наукові праці на предмет наявності самоплагіату, слід виходити з норми Закону (ст. 1, п. 22) [18], що науковий результат − це «нове наукове знання, одержане в процесі фундаментальних або прикладних наукових досліджень», а не з формулювань стосовно форм існування наукового результату.

Закон України «Про освіту» визначає поняття самоплагіату лише для наукових результатів. Світова практика поширює його і на інші види діяльності, зокрема, на результати творчої діяльності. Правовою підставою для цього є норма Закону про обман, як вид порушень академічної доброчесності, окремим випадком якого постає самоплагіат. До самоплагіату не належать перевидання (стереотипні чи перероблені та/або доповнені) монографій, підручників, навчальних посібників, інших творів, що містять результати наукової, освітньої або творчої діяльності, в яких наведено інформацію про перевидання та/або посилання на перше видання. Також самоплагіатом не вважається обмежене використання в нових монографіях, підручниках, навчальних посібниках фрагментів раніше опублікованих праць автора, якщо у новій праці наведено відповідну інформацію, а обсяг дублювання узгоджений з видавцем та замовниками видання.

Застосування автоматичних засобів перевірки наявності академічного плагіату може у недалекому майбутньому істотно обмежити практики використання самоплагіату, оскільки він не буде сприяти досягненню однієї із своїх головних цілей. Замість прискорення виходу публікації він буде спричинювати її відхилення або принаймні затримку через необхідність надання додаткових пояснень і доопрацювання.

Фабрикація − «вигадування даних чи фактів, що використовуються в освітньому процесі чи наукових дослідженнях» [19].

Актуальна для України і світу проблема наукових публікацій, дисертацій, дипломних і курсових робіт студентів, яка полягає у тому, що в цих роботах нерідко наводяться дані про експерименти, емпіричні дослідження, вимірювання, розрахунки, опитування, інші види досліджень та їх апробацію, які насправді не виконувалися. Фабрикацією також вважається використання вигаданих даних поруч зі справжніми, що іноді використовується у випадках, коли справжніх даних не вистачає для обґрунтування висновків дослідження.

Фальсифікація − «свідома зміна чи модифікація вже наявних даних, що стосуються освітнього процесу чи наукових досліджень» [19]. Фальсифікація може передбачати викривлення інформації про інструменти дослідження, матеріали чи процеси. Маніпулювання зображеннями чи поданням даних в інший спосіб, що спотворює дані або змушує занадто багато читати між рядками, також може вважатися фальсифікацією [19]. Фальсифікацією також вважається надання неповної або викривленої інформації про апробацію результатів досліджень та розробок.

Списування − «виконання письмових робіт із залученням зовнішніх джерел інформації, крім дозволених для використання, зокрема, під час оцінювання результатів навчання» [19]. Найбільш поширена форма списування – це

використання друкованих і електронних джерел інформації під час виконання письмових робіт, зокрема, екзаменаційних та контрольних робіт, без дозволу викладача. Списування може бути індикатором незацікавленості студента у вивченні навчальної дисципліни (студенти не бачать потреби у відповідних компетентностях, викладач некомпетентний чи не здатний зацікавити студентів тощо).

Бувають випадки, коли викладач неофіційно надає дозвіл на використання певних джерел інформації під час виконання письмових робіт. Це може бути ознакою недосконалості нормативної бази закладу вищої освіти, яка надмірно регулює умови поточного і підсумкового контролю. З іншого боку, це також може бути ознакою необ'єктивного оцінювання здобувачів освіти, коли таке оцінювання відбувається не за змістом роботи, а за іншими показниками. У будь-якому випадку наявність дозволу, якщо всі здобувачі освіти виконують завдання в рівних умовах, знімає питання про порушення з боку здобувачів.

Обман − «надання завідомо неправдивої інформації стосовно власної освітньої (наукової, творчої) діяльності чи організації освітньої процесу; форми обману – це зокрема, академічний плагіат, самоплагіат, фабрикація, фальсифікація та списування» [19]. Крім зазначених вище, формами обману також вважаються:

- імітація освітньої та наукової діяльності;

- неправдиве співавторство:

1) приписування співавторства особам, які не брали кваліфікованої участі у дослідженні та підготовці публікації (зокрема, це стосується зарахування до авторів керівників установ і підрозділів, які безпосередньо не брали участі у виконанні роботи, працівників чи студентів, які здійснювали лише технічну допомогу, тощо);

1. невключення до співавторів осіб, які брали активну кваліфіковану участь у дослідженні та підготовці публікації, зокрема, у постановці цілей та завдань роботи, формулюванні її висновків, розробленні алгоритмів, аналізі результатів експериментів та розрахунків, написанні тексту тощо;

- свідоме викривлення посилань на джерела, свідоме викривлення інформації, що міститься у джерелах, на які зроблені посилання (в деяких випадках це може також бути академічним плагіатом);

- проходження процедур контролю та оцінювання результатів навчання підставними особами;

- продаж, поширення, постинг або публікація курсів лекцій, роздаткових матеріалів, записів або іншої інформації, наданої викладачем, а також використання їх для будь-яких комерційних цілей без письмового дозволу викладача;

- симуляція погіршення стану здоров'я, хвороби з метою уникнення контрольних заходів;

- отримання копії екзаменаційних білетів, питань чи завдань раніше, ніж буде дозволено викладачем;

- недозволене співробітництво, зокрема, під час виконання студентських проектів, що подаються як результати самостійної роботи; використання недозволеної допомоги під час виконання індивідуальних та контрольних завдань;

- повторне подання здобувачами освіти письмових робіт, які вже подавалися як звітність з інших дисциплін, без дозволу викладача (іноді це розглядають як різновид самоплагіату);

- підробка підписів в офіційних документах (залікових книжках, актах, звітах, угодах тощо);

- надання відгуків або рецензій на наукові або навчальні роботи без належного проведення їх експертизи;

- надання закладом вищої освіти або його співробітниками недостовірної інформації про заклад, його освітні програми, систему оцінювання, результати навчання, конкурси тощо;

- неправдиві повідомлення здобувачів освіти про події, які вимагають припинення освітнього процесу, перенесення контрольних заходів тощо (техногенні аварії, стихійні лиха, загроза вибуху тощо)

[19].

Хабарництво − «надання (отримання) учасником освітнього процесу чи пропозиція щодо надання (отримання) коштів, майна, послуг, пільг чи будь-яких інших благ матеріального або нематеріального характеру з метою отримання неправомірної переваги в освітньому процесі» [19].

У випадках, визначених законодавством, хабарництво може утворювати склад кримінального злочину «неправомірна вигода», передбаченого ст. 368, 368, 369 Кримінального кодексу України [5]. До хабарництва, зокрема, можуть бути зараховані одержання, провокування або пропонування неправомірної вигоди за отримання позитивної або вищої оцінки під час складання будь-якого виду поточного та підсумкового контролю, а також будь-яких інших переваг у навчальній, дослідницькій чи трудовій діяльності; примусові благодійні внески та примусова праця здобувачів освіти та/або їх батьків; примусове надання освітніх послуг (примусове репетиторство); деякі випадки конфлікту інтересів та ін.

Необ'єктивне оцінювання — «свідоме завищення або заниження оцінки результатів навчання здобувачів освіти» [19]. Всі вищезазначені порушення охоплюють усі види академічної недоброчесності передбачені законодавством.

Для наголошення необхідності механізмів, які будуть регулювати, регламентувати та контролювати дотримання академічної доброчесності в українських ЗВО, Міністерство освіти і науки України підготувало та поширило серед закладів вищої освіти рекомендації «Щодо забезпечення академічної доброчесності у закладах вищої освіти» [25]. У переліку рекомендованих заходів до внутрішньої системи забезпечення якості процедури та заходів для реалізації принципів академічної доброчесності наголошується на створенні відповідної нормативно-правової бази. ЗВО рекомендовано створити відповідні кодекси, положення, правила та пам'ятки, що регламентуватимуть та повідомлятимуть про нові правила гри, яких віднині мусять дотримуватися учасники академічного процесу не тільки по совісті, а й згідно з вимогами Закону.

Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності у ПДАБА базується на Кодексі академічної доброчесності Придніпровської державної академії будівництва та архітектури (далі – Кодекс) [3], який встановлює загальні моральні принципи та правила етичної поведінки осіб, які працюють і навчаються в Академії (академічна громада), котрими вони мають керуватися у своїй діяльності.

Кодекс – це складова частина системи забезпечення якості вищої освіти та освітньої діяльності ПДАБА (далі – Академія), затверджений вченою радою ПДАБА (протокол № 8 від 5 липня 2018 р.). Кодекс розроблений на підставі досвіду і зразків кращих університетів в Україні, українського законодавства, зокрема, Конституції України [4], Законів України «Про освіту» [19], «Про вищу освіту» [14], «Про наукову і науково-технічну діяльність» [18], «Про авторське право і суміжні права» [12], «Про видавничу справу» [13], «Про запобігання корупції» [15, Цивільного кодексу України [24], Листа МОН України № 1/9-565 від 26 жовтня 2017 року [25], з дотриманням «Статуту Державного вищого навчального закладу «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» [21] та «Положення про організацію освітнього процесу в Придніпровській державній академії будівництва та архітектури» [10], Правил внутрішнього розпорядку ПДАБА.

Принципи і норми професійної етики та академічної доброчесності, сформовані в Кодексі, обов'язкові для всіх членів академічної громади:

«принцип законності та верховенства права». У своїй діяльності члени академічної громади мають суворо дотримуватися законодавства, стимулювати до цього інших;

«принцип чесності та порядності». У навчальній та викладацькій діяльності, наукових дослідженнях, практичній роботі тощо представники академічної громади зобов'язані діяти чесно, бути відвертими, свідомо не висувати неправдивих тверджень;

«принцип справедливості та толерантності». У взаємовідносинах між членами академічної громади важливим вважається неупереджене ставлення одне до одного, правильне й об'єктивне оцінювання результатів навчальної, дослідницької та трудової діяльності;

«принцип поваги та взаємної довіри». Атмосфера довіри заохочує вільний обмін ідеями та інформацією в академічному середовищі, сприяє співпраці та вільному продукуванню нових ідей, позбавляє остраху, що результати діяльності можуть бути вкрадені, кар'єра спаплюжена, а репутація підірвана;

«принцип компетентності й професіоналізму». Студенти та співробітники Академії зобов'язані підтримувати найвищий рівень компетентності у роботі та навчанні. Імперативом є постійне підвищення ними свого освітнього і наукового рівня як форми здійснення принципу «від освіти на все життя – до освіти протягом усього життя»;

принцип персональної відповідальності. Студенти та співробітники Академії мають брати на себе відповідальність за результати своєї діяльності, виконувати взяті на себе зобов'язання;

«принцип партнерства і взаємодопомоги». З метою підвищення якості навчальних та дослідницьких результатів представники академічної громади орієнтуються на суб'єкт-суб'єктну або партнерську взаємодію. Повага в академічному середовищі має бути взаємною, виявлятися як до інших, так і до себе. Слід поважати й цінувати різноманітні думки та ідеї;

«принцип відкритості і прозорості». Щоб уникнути зловживань посадовим становищем виборними чи призначеними представниками академічної громади, необхідно, щоб усі процедури, які стосуються освітньої, науково-дослідницької, господарської та фінансової діяльності, були прозорими і нескладними [3].

Дотримання зазначених вище принципів має бути справою доброчесності всіх без винятку членів академічної громади.

У ПДАБА створено Комісію з питань етики та академічної доброчесності (далі Комісія) [9] − колегіальний експертно-консультативний орган, мета якого – сприяння дотриманню етичних принципів і стандартів, фундаментальних принципів академічної доброчесності та розв'язанню етичних конфліктів між членами академічної спільноти. Основні завдання Комісії такі:

1) «сприяти зміцненню довіри, партнерським відносинам між учасниками науково-освітньої діяльності, консолідації академічної спільноти;

2) налагоджувати діалог і досягати згоди шляхом об'єктивного та принципового обговорення складних етичних ситуацій;

3) консультувати в ситуаціях, які викликають невпевненість в їх етичності, та щодо дій, які можуть спричинити порушення «Кодексу академічної доброчесності у Придніпровській державній академії будівництва та архітектури»;

4) представляти Академію у зовнішніх відносинах із питань академічної культури та виконання норм Кодексу академічної доброчесності в Академії;

5) надавати експертні оцінки щодо етичності дій і поведінки членів академічної спільноти та рекомендації щодо застосування санкцій за порушення Кодексу академічної доброчесності та Положення про академічну доброчесність у Придніпровській державній академії будівництва та архітектури;

6) розробляти рекомендації щодо поліпшення культури поведінки членів академічної спільноти та поширення етичних цінностей, принципів та стандартів» [9].

Комісія наділена правом приймати та розглядати письмові та усні заяви,

отримувати інформацію щодо порушення Кодексу академічної доброчесності ПДАБА та приймати рішення щодо накладання відповідних санкцій. Комісія контролює впровадження нових правил МОН в питаннях запобігання академічного плагіату та має повноваження здійснювати моніторинг якості надання освітніх послуг, надаючи рекомендації ректору щодо їх удосконалення.

Комісія надає консультації студентам та працівникам, які мають сумніви або непевність, щодо того, що їх дії або бездіяльність можуть порушити Кодекс академічної доброчесності ПДАБА. Комісія проводить інформаційну роботу щодо популяризації принципів академічної доброчесності та професійної етики педагогічних працівників та здобувачів вищої освіти, ініціює, проводить та підтримує дослідження з академічної доброчесності та якості освіти.

Комісія готує пропозиції щодо підвищення ефективності впровадження принципів академічної доброчесності в освітню та наукову діяльність, надає рекомендації та консультації щодо способів і шляхів ефективного дотримання норм Кодексу академічної доброчесності ПДАБА та інші повноваження відповідно до вимог чинного законодавства України та нормативних актів Академії.

З метою протидії порушенням академічної доброчесності в Академії розроблено та затверджено нормативні документи щодо дотримання академічної доброчесності, проводяться наукові семінари та роз'яснювальна робота, здійснюється перевірка на плагіат. Вчена рада Академії затвердила Положення про запобігання та виявлення академічного плагіату у ЗВО «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» 28.01.2020 р., протокол № 6 [8].

З метою сприяння академічній доброчесності та підвищенню якості наукових досліджень шляхом виявлення ознак плагіату в наукових та науково-навчальних роботах Академія уклала Договір про співпрацю з товариством з обмеженою відповідальністю «Антиплагіат» № 09-07/2018 від 09.07.2018 (9 750 сторінок). Поновлено договір 01.08.2019, терміном на один рік (6 164 сторінки) та 1.08.2020 р. терміном на два роки (8 234сторінки).

Укладено додаткову угоду про співпрацю з цим товариством, яка регламентує максимальну кількість сторінок пошукових запитів, яку академія може використати для перевірки дисертацій на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук та освітньо-наукового ступеня доктора філософії, на наявність ознак збігів/ідентичності/схожості впродовж 2020 −2021 н. р.

Із 2018 року перевіряються на унікальність за допомогою онлайн-сервісу Unicheck усі випуски періодичних наукових видань Академії та всі дисертації (загальна кількість сторінок – 4 421). У 2020 році перевірка цих документів продовжується; розпочато перевірку кваліфікаційних робіт студентів академії. З 2019 року розпочато роботу з наповнення репозитарію (http://srd.pgasa.dp.ua:8080/). Вчена рада Академії затвердила (протокол № 8 від 26.02.2019 р.) та ввела в дію наказом ректора Положення про репозитарій Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. Окрім розділів наукової діяльності викладачів академії, репозитарій має розділ «Кваліфікаційні роботи студентів». Здійснюється наповнення колекції цього розділу «Магістерські роботи».

На нашу думку, актуальним до сьогодні залишається питання академічної відповідальності за порушення основних принципів академічної доброчесності. Академічна відповідальність не є різновидом юридичної відповідальності і не заважає притягненню осіб чи закладів (установ) до юридичної (кримінальної, адміністративної, цивільної чи дисциплінарної) відповідальності у випадках, передбачених законами. Основні види академічної відповідальності встановлені Законом України «Про освіту». Відповідно до ч. 5 ст. 42, до основних видів

академічної відповідальності науково-педагогічних, наукових і педагогічних працівників належать:

- відмова у присудженні наукового ступеня чи присвоєнні вченого звання;
- позбавлення присудженого наукового ступеня чи присвоєного вченого звання;
- відмова в присудженні або позбавлення присудженого педагогічного звання, кваліфікаційної категорії [14];
- позбавлення права брати участь у роботі визначених законом органів чи обіймати визначені законом посади.

Згідно із ч. 6 ст. 42 до основних видів академічної відповідальності здобувачів освіти належать:

- повторне проходження оцінювання (контрольна робота, іспит, залік тощо);
- повторне проходження відповідного освітнього компонента освітньої програми;
- відрахування із закладу освіти;
- позбавлення академічної стипендії;
- позбавлення наданих закладом освіти пільг з оплати за навчання [19].

Згідно із ч. 7 ст. 42, види академічної відповідальності (у тому числі додаткові та/або деталізовані) учасників освітнього процесу за конкретні порушення академічної доброчесності визначаються спеціальними законами та/або внутрішніми положеннями закладу освіти, що мають бути затверджені (погоджені) основним колегіальним органом управління закладу освіти та погоджені з відповідними органами самоврядування здобувачів освіти в частині їх відповідальності [19].

Зокрема, можуть використовуватися:

- призначення додаткових контрольних заходів (додаткові індивідуальні завдання, додаткові контрольні роботи, тести тощо);
- повідомлення батькам чи іншим особам (фізичним або юридичним), які здійснюють оплату за навчання;
- внесення до реєстру порушників академічної доброчесності.

Слід вирізняти порушення здобувачів освіти від порушень науково-педагогічних і наукових співробітників. Некоректно накладати на студентів стягнення за академічний плагіат до того, як вони пройдуть навчання правил академічного письма і, зокрема, використання джерел. Таке навчання бажано планувати у першому семестрі у вигляді курсів академічного письма, окремих модулів інших дисциплін або поза навчальним планом. Відповідальність студентів має корелювати із роком навчання і видом роботи — вона має бути найвищою для студентів старших курсів і випускових робіт.

Відповідно до ч. 9 ст. 42 [19], спеціальні закони, у тому числі й Закон України «Про вищу освіту» [14], мають установлювати академічну відповідальність закладів освіти за порушення академічної доброчесності. На разі закон не містить відповідних норм. Але, виходячи із загальної логіки законодавства, такою відповідальністю можуть бути анулювання ліцензій на провадження освітньої діяльності, сертифікатів акредитації освітніх програм та спеціалізованих учених рад із захисту дисертацій, звільнення керівника засновником тощо.

Треба зазначити, наразі Національне агентство із забезпечення якості вищої освіти розробило проект Закону «Про академічну доброчесність», у якому академічну відповідальність покладено на ЗВО. Так ст. 11, п. 4, § 8 цього законопроекту регламентує, що «Заклади освіти, наукові установи несуть відповідальність за академічну доброчесність своїх наукових, науково-педагогічних, педагогічних працівників та здобувачів освіти.

Неспроможність ідентифікувати порушення академічної доброчесності та протистояти цим порушенням через реалізацію внутрішньої політики академічної доброчесності вважається підставою для залучення суб’єктів зовнішнього забезпечення якості вищої освіти для погодження плану заходів із приведення внутрішньої системи забезпечення якості до вимог цього Закону» [26].

Більше того, законопроект передбачає, що «заклади освіти, наукові установи повинні мати процедури притягнення до

відповідальності та види покарань тих своїх наукових, науково-педагогічних, педагогічних працівників та здобувачів освіти, які ігнорують вимоги дотримання академічної доброчесності, ставлячи під сумнів процес та результати освітньої і наукової діяльності цих інституцій в контексті їх акредитацій та ліцензій [26].

Але оскільки цей закон ще не прийнятий, ЗВО зперебувають на шляху створення нормативно-правових документів щодо питань академічної доброчесності. Подальші кроки відповідно до рекомендацій Проекту сприяння академічній доброчесності в Україні (Strengthening Academic Integrity in Ukraine Project − SAIUP), що реалізується Американськими радами з міжнародної освіти за сприяння Міністерства освіти і науки України та підтримки Посольства США в Україні, має на меті застосовувати спільний досвід США і України для розроблення та втілення чотирирічного плану заходів, зміст яких полягає в орієнтації та навчанні студентів, викладачів та адміністраторів навчальних закладів України практичної цінності і важливості академічної доброчесності, наданні ресурсів і плану дій задля їх тісного залучення до зміцнення академічної доброчесності в освітньому середовищі [16], будуть пов'язані з механізмами просування та утвердження основних принципів доброчесності серед науковців та здобувачів вищої освіти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Академічна доброчесність : виклики сучасності. Збірник наукових есе учасників наукового стажування для освітян (Республіка Польща, Варшава, 1–13.10.2018). Варшава, 2018. 162 с. URL: https://www.donnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/8/2019/09/akademichna-dobrochesnist_naukovi-ese.pdf

2. Дойчик М. Постановка й розв'язання проблеми гідності людини в Новочасній європейській філософії. *Вісник Прикарпатського університету. Філософські і психологічні науки*. 2013. Вип. 17. С. 20−25. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vpu_filos_psihol_2013_17_6

3. Кодекс академічної доброчесності ПДАБА. URL: https://pgasa.dp.ua/wp-content/uploads/2018/04/z-vstavkami.pdf

4. Конституція України. Документ 254к/96-ВР, чинний, поточна редакція. Редакція від 01.01.2020. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254%D0%BA/96-%D0%B2%D1%80#Text

5. Кримінальний кодекс України. Документ 2341-III, чинний, поточна редакція. Редакція від 25.09.2020. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2341-14#Text

6. Кульчицька О. О., Дойчик М. В. Академія як простір свободи. Проблеми розвитку науки та освіти: теорія і практика : матер. міжнар. наук.-практ. конф. (м. Київ, 29–30 квітня 2016 р.). Київ : ГО «Інститут освітньої та молодіжної політики»; Наук.-навч. центр прикладної інформатики НАН України, 2016. С. 12–17.

7. Мельник Р. Про академічну доброчесність та небезпеки у боротьбі за неї [назва з екрану]. URL: https://osvita.ua/vnz/74950/

8. Положення про запобігання та виявлення плагіату. URL: https://pgasa.dp.ua/discussions/pro-zapobigannya-ta-vyyavlennya-akademichnogo-plagiatu-u-naukovyh-navchalno-metodychnyh-kvalifikatsijnyh-ta-navchalnyh-robotah/

9. Положення про комісію з питань етики та академічної доброчесності ПДАБА. URL: https://pgasa.dp.ua/wp-content/uploads/2018/05/kopyya-polozhennya-ostannya-versiya.pdf

10. Положення про організацію освітнього процесу. URL: https://pgasa.dp.ua/wp-content/uploads/2020/09/Polozhennya-pro-organizatsiyu-osvitnyogo-protsesu.pdf

11. Положення про репозитарій ПДАБА. URL: http://srd.pgasa.dp.ua:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/508/Положення про репозитарій.pdf?sequence

12. Про авторське право і суміжні права. Закон України. Документ 3792-XII, чинний, поточна редакція. Редакція від 04.11.2018. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/3792-12#Text

13. Про видавничу справу. Закон України. Документ 318/97-ВР, чинний, поточна редакція. Редакція від 16.07.2020. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/318/97-%D0%B2%D1%80#Text

14. Про вищу освіту. Закон України. Документ 1556-VII, чинний, поточна редакція. Редакція від 25.09.2020. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18#Text

15. Про запобігання корупції. Закон України. Документ 1700-VII, чинний, поточна редакція. Редакція від 24.09.2020. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/1700-18#Text

16. Проект сприяння академічній доброчесності в Україні (Strengthening Academic Integrity in Ukraine Project − SAIUP). URL: https://saiup.org.ua/pro-proekt/

17. Про затвердження Ліцензійних умов провадження освітньої діяльності. Постанова КМ України від 30 грудня 2015 р. № 1187. Документ 1187-2015-п, чинний, поточна редакція. Редакція від 04.05.2020. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1187-2015-%D0%BF#Text

18. Про наукову та науково-технічну діяльність. Закон України. Документ 848-VIII, чинний, поточна редакція. Редакція від 03.10.2020. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/848-19#Text

19. Про Освіту. Закон України. Документ 2145-VIII, чинний, поточна редакція. Редакція від 24.06.2020. URL: http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/2145-19/page3

20. Сацик В. Академічна доброчесність: міфічна концепція чи дієвий інструмент забезпечення якості вищої освіти? URL: http://education-ua.org/ua/articles/930-akademichna-dobrochesnist-mifichna-kontseptsiya-chi-dievij-instrument-zabezpechennya-yakosti-vishchoji-osviti

21. Статут Державного вищого навчального закладу «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури. URL: https://pgasa.dp.ua/wp-content/uploads/2018/04/statut-2017-www.pdf

22. Ульянова Г. О. Цивільно-правовий захист прав інтелектуальної власності від плагіату. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія : Право*. 2016. Вип. 41(1). С. 136−139. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvuzhpr_2016_41(1)__35

23. Харитонова О. І., Ульянова Г. О. Поняття й особливості академічного плагіату. *Наукові праці Національного університету «Одеська юридична академія»*. 2014. Т. 14. С. 146−153. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nponyua_2014_14_16

24. Цивільний кодекс України. Документ 435-IV, чинний, поточна редакція. Редакція від 16.08.2020. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/435-15#Text

25. Щодо забезпечення академічної доброчесності в закладах вищої освіти. Лист МОН України № 1/9-565 від 24 жовтня 2017 року. URL:https://www.google.com/search?client=ms-google-coop&q=Лист+МОН+України+¹+1/9-565

26. Про академічну доброчесність. Законопроєкт. URL: https://naqa.gov.ua/wp-content/uploads/2020/12/pdf

REFERENCES

1. *Akademichna dobrochesnist : vyklyky suchasnosti* [Academic integrity: the challenges of today]. *Zbirnyk naukovykh ese uchasnykiv naukovoho stazhuvannia dlia osvitian* [Collection of scientific essays of participants of scientific internship for educators]. Republic Poland, Varshava, 1−13.10.2018. Varshava, 2018, 162 p. (in Ukrainian)

2. Doichyk M. *Postanovka y rozviazannia problemy hidnosti liudyny v Novochasnii yevropeiskii filosofii* [Statement and solution of the problem of human dignity in Modern European philosophy]. *Visnyk Prykarpatskoho universytetu. Filosofski i psykholohichni nauky* [Bulletin of the Precarpathian University. Philosophical and psychological sciences]. 2013, vol. 17, pp. 20−25. (in Ukrainian)

3. *Kodeks akademichnoi dobrochesnosti PDABA* [Code of Academic Integrity of PSACEA]. (in Ukrainian)

4. *Konstytutsiia Ukrainy*. *Dokument 254k/96-VR* [Constitution of Ukraine. Document 254k/96-VR]. Current, current edition. Edited by 01.01.2020. (in Ukrainian)

5. *Kryminalnyi kodeks Ukrainy. Dokument 2341-III* [Criminal codex of Ukraine. Document 2341-III]. Current, current edition. Edited by 25.09.2020. (in Ukrainian)

6. Kulchytska O.O. and Doichyk M.V. *Akademiia yak prostir svobody* [Academy as a space of freedom]. *Problemy rozvytku nauky ta osvity : teoriia i praktyka: mater. mizhnar. nauk.-prakt. konf.* [Problems of development of science and education: theory and practice : mater. international scientific-practical conf.]. Kyiv, 29–30 April 2016. Kyiv : HO “Instytut osvitnoi ta molodizhnoi polityky”; Res. and dev. center for applied informatics of NAS of Ukraine, 2016, pp. 12–17. (in Ukrainian)

7. Melnyk R. *Pro akademichnu dobrochesnist ta nebezpeky u borotbi za nei [nazva z ekranu]* [On academic integrity and the dangers of fighting for it] [Title from the screen]. (in Ukrainian)

8. *Polozhennia pro zapobihannia ta vyiavlennia plahiatu* [Regulations on the prevention and detection of plagiarism]. (in Ukrainian)

9. *Polozhennia pro komisiiu z pytan etyky ta akademichnoi dobrochesnosti PDABA* [Regulations on the Ethics and Academic Integrity Commission of PSACEA]. (in Ukrainian)

10. *Polozhennia pro orhanizatsiiu osvitnoho protsesu* [Regulations on the organization of the educational process]. (in Ukrainian).

11. *Polozhennia pro repozytarii PDABA* [Regulations on the PSACEA repository]. (in Ukrainian)

12. *Pro avtorske pravo i sumizhni prava. Zakon Ukrainy. Dokument 3792-XII* [About copyright and related rights. Law of Ukraine. Document 3792-XII]. Current, current version. Edited by 04.11.2018. (in Ukrainian)

13. *Pro vydavnychu spravu. Zakon Ukrainy. Dokument 318/97-VR* [About publishing. Law of Ukraine. Document 318/97-VR]. Current, current version. Edited by 16.07.2020. (in Ukrainian)

14. *Pro vyshchu osvitu. Zakon Ukrainy. Dokument 1556-VII* [About higher education. Law of Ukraine. Document 1556-VII]. Current, current version. Edited by 25.09.2020. (in Ukrainian)

15. *Pro zapobihannia koruptsii. Zakon Ukrainy. Dokument 1700-VII* [On the prevention of corruption. Law of Ukraine. Document 1700-VII]. Current, current version. Edited by 24.09.2020. (in Ukrainian)

16. *Proekt spryiannia akademichnii dobrochesnosti v Ukraini* [Academic Integrity Promotion Project in Ukraine]. Strengthening Academic Integrity in Ukraine Project − SAIUP. (in Ukrainian)

17. *Pro zatverdzhennia Litsenziinykh umov provadzhennia osvitnoi diialnosti. Postanova KM Ukrainy vid 30 hrudnia 2015 r. № 1187. Dokument 1187-2015-p* [About the statement of License conditions of carrying out educational activity. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine from December 30, 2015 no. 1187. Document 1187-2015-p]. Current, current version. Edited by vid 04.05.2020. (in Ukrainian)

18. *Pro naukovu ta naukovo-tekhnichnu diialnist. Zakon Ukrainy. Dokument 848-VIII* [About scientific and scientific-technical activity. Law of Ukraine. Document 848-VIII]. Current, current version. Edited by 03.10.2020. (in Ukrainian)

19. *Pro Osvitu. Zakon Ukrainy. Dokument 2145-VIII* [About Education. Law of Ukraine. Document 2145-VIII]. Current, current version. Edited by 24.06.2020. (in Ukrainian)

20. Satsyk V. *Akademichna dobrochesnist: mifichna kontseptsiia chy diievyi instrument zabezpechennia yakosti vyshchoi osvity?* [Academic Integrity: A Mythical Concept or an Effective Tool for Quality Assurance in Higher Education?]. (in Ukrainian)

21. *Statut Derzhavnoho vyshchoho navchalnoho zakladu «Prydniprovska derzhavna akademiia budivnytstva ta arkhitektury* [Charter of the State Higher Educational Institution "Dnieper State Academy of Civil Engineering and Architecture]. (in Ukrainian)

22. Ulianova H.O. *Tsyvilno-pravovyi zakhyst prav intelektualnoi vlasnosti vid plahiatu* [Civil law protection of intellectual property rights from plagiarism]. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho natsionalnoho universytetu. Seriia : Pravo* [Scientific Bulletin of Uzhhorod National University. Series: Right]. 2016, vol. 41 (1), pp. 136−139. (in Ukrainian)

23. Kharytonova O.I. and Ulianova H.O. *Poniattia y osoblyvosti akademichnoho plahiatu. Naukovi pratsi Natsionalnoho universytetu "Odeska yurydychna akademiia"* [Concepts and features of academic plagiarism. Scientific works of the National University "Odessa Law Academy"]. 2014, vol. 14, pp. 146−153. (in Ukrainian)

24. *Tsyvilnyi kodeks Ukrainy. Dokument 435-IV* [The Civil Code of Ukraine. Document 435-IV]. Current, current version. Edited by 16.08.2020. (in Ukrainian)

25. *Shchodo zabezpechennia akademichnoi dobrochesnosti v zakladakh vyshchoi osvity* [Regarding ensuring academic integrity in higher education institutions]. Letter of MES of Ukraine, no. 1/9-565 by 24 October 2017. (in Ukrainian)

26. *Pro akademichnu dobrochesnist. Zakonoproiekt* [About academic integrity. Bill]. (in Ukrainian)

Надійшла до редакції: 20.01.2021

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.

А д р е с а р е д а к ц і ї :
✉ вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Україна, м. Дніпро
кімната 501 (відповідальний секретар)
☎ +38(050) 452-43-63
e-mail: mitomdnipro1997@gmail.com

Підписано до друку 25.02.2021 р. Формат 60×84 1/8.
Друк цифровий. Умовн. друк. арк. 9,19. Умовн. фарб.-відб. арк. 9,19.
Обл.-видавн. арк. 18,38. Наклад 50 прим. Зам. 160

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, Chernyshevskoho Str., 49600, Dnipro, Ukraine
☎ +38 (050) 452-43-63
e-mail: mitomdnipro1997@gmail.com

Sent to press on 25 February 2021. Format 60×84 1/8.
Digital printing. Conventional quire 9,19.Conventional colour imprints 9,19.
Publisher's signatures 18,38. Number of copies 50. Order 160